**Desenvolvimento tecnológico para o cultivo do tomateiro de mesa
em condições agroecológicas tropicais e subtropicais**

**Paulo César Tavares de Melo
ESALQ/USP**

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

**Desenvolvimento tecnológico para o cultivo do tomateiro de mesa em
condições agroecológicas tropicais e subtropicais**

Paulo César Tavares de Melo
Professor Doutor

Texto sistematizado apresentado como parte dos requisitos
para o Concurso de Livre-Docente junto ao Departamento de
Produção Vegetal

Piracicaba
2017

Paulo César Tavares de Melo
Professor Doutor

**Desenvolvimento tecnológico para o cultivo do tomateiro de mesa em condições
agroecológicas tropicais e subtropicais**
versão revisada

Texto sistematizado apresentado como parte dos requisitos
para o Concurso de Professor Livre-Docente junto ao
Departamento de Produção Vegetal

Piracicaba
2017

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

Melo, Paulo César Tavares de

Desenvolvimento tecnológico para o cultivo do tomateiro de mesa em condições agroecológicas tropicais e subtropicais / Paulo César Tavares de Melo. - - versão revisada. - - Piracicaba, 2017.

193 p. : il.

Livre-Docência - - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz".

1. *Solanum lycopersicum* L. 2. Produção vegetal 3. Oleráceas 3. Adaptação 4. Práticas culturais 5. Tomaticultura de mesa 6. Melhoramento de hortaliças I. Título

CDD 635.642
M528d

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

Para Arlete, esposa e luz que ilumina a minha vida

Aos meus amados filhos Flávio Augusto e Isabela, meus tesouros

Aos meus queridos netos Pedro e Manuela, por renovarem a minha existência

AGRADECIMENTOS

Precisei de 40 anos para compor esse documento que não considero apenas de minha autoria, mas também de pessoas e instituições a quem agora rendo meu preito de profunda gratidão.

Luiz Jorge da Gama Wanderley (*in memoriam*)

Cyro Paulino da Costa

Manoel Abílio de Queiroz

Dimas Menezes

Edinardo Ferraz

Franco Alirio Vallejo Cabrera

Leonardo de Britto Giordano

Escola de Agronomia do Nordeste (EAN), hoje Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba (CCA/UFPB)

Escola Superior de Agricultura ‘Luiz de Queiroz’, Universidade de São Paulo

Instituto Agrônômico de Campinas (IAC)

Embrapa Hortaliças

Instituto Agrônômico de Pernambuco (IPA)

Associação Brasileira de Horticultura (ABH)

Hortivale Sementes do Vale Ltda.

Agradecimentos aos meus alunos de pós-graduação, Roberto de Albuquerque Melo, Fernando Hoshino Shirahige, Evandro da Silva Matos, Luciano Grassi Tamiso, Lívia Moura de Souza e Rennes Rossi Pinheiro.

Expresso, ainda, sincera gratidão aos professores Antonio Ismael Inácio Cardoso, Marco Antônio Silveira Alvarenga, Leila Trevizan Braz, Ricardo Victoria Filho e Durval Dourado Neto por suas valiosas e oportunas correções, críticas e sugestões que foram essenciais para o aperfeiçoamento da versão original da presente obra, defendida em setembro de 2013.

Sou muito grato a Isabela Tavares, minha querida filha, pelo desenho da capa deste documento.

SUMÁRIO

RESUMO	11
ABSTRACT	13
1 INTRODUÇÃO	15
2 REFERENCIAL TEÓRICO	17
2.1 Importância socioeconômica	17
2.2 Distribuição de safras e comercialização	19
2.3 Centros de origem e domesticação	20
2.4 Botânica	21
2.4.1 Aspectos taxonômicos	21
2.4.2 Morfologia	22
2.5 Características de qualidade	23
2.6 Retrospectiva histórica	25
2.6.1 Aspectos gerais da cultura	25
2.6.2 Cultivares pioneiras	26
2.6.3 Grupos varietais	27
2.6.3.1 Grupo Santa Cruz	28
2.6.3.2 Grupo Salada	33
2.6.3.3 Grupo Italiano	38
2.7 Sistemas de produção	41
2.7.1 Cultivo em campo	42
2.7.1.1 Práticas culturais	42
2.7.1.1.1 Sistemas de condução	42
2.7.1.1.2 Métodos de tutoramento	43
2.7.1.1.3 Densidade de plantio	45
2.7.1.1.4 Poda	48
2.7.2 Cultivo em ambiente protegido	51
2.7.3 Cultivo orgânico	54
2.8 Melhoramento do tomateiro de mesa no Brasil	56
2.8.1 Aspectos históricos	56
2.8.2 Métodos de melhoramento genético utilizados nos programas brasileiros	58
2.8.2.1 Seleção de linhagens puras	58
2.8.2.2 Hibridação	59

2.8.2.3 Heterose ou vigor de híbrido	60
2.8.2.3.1 Conceituação	60
2.8.2.3.2 Esquemas de cruzamentos dialélicos e capacidade combinatória	61
2.8.2.3.3 Obtenção de híbridos F ₁ no Brasil	65
3 PESQUISAS REALIZADAS ENTRE 1973 E 2013	69
3.1 Fase 1 – Desenvolvimento de cultivares de polinização aberta	69
3.1.1 Obtenção de cultivares de crescimento determinado com dupla aptidão (mesa/indústria)	69
3.1.1.1 Introdução	69
3.1.1.2 Material e métodos	70
3.1.1.3 Resultados e discussão	72
3.1.2 Obtenção de cultivares de crescimento indeterminado para o Agreste Meridional de Pernambuco	77
3.1.2.1 Introdução	77
3.1.2.2 Material e métodos	78
3.1.2.3 Resultados e discussão	79
3.1.3 Identificação de combinações heteróticas e/ou cruzamentos promissores para o desenvolvimento de linhagens do grupo Santa Cruz	81
3.1.3.1 Genitores	81
3.1.3.2 Obtenção dos híbridos F ₁	82
3.1.3.3 Delineamento experimental e técnica cultural	82
3.1.3.4 Caracteres avaliados	83
3.1.3.5 Análises estatístico-genéticas	83
3.1.3.5.1 Análise da variância	83
3.1.3.5.2 Análise dialélica	83
3.1.3.6 Heterose	84
3.1.3.7 Resultados e discussão	84
3.1.3.7.1 Heterose	84
3.1.3.7.2 Capacidade combinatória	90
3.1.3.7.2.1 Efeitos da CGC	91
3.1.3.7.2.2 Efeitos da CEC	92
3.2 Fase 2 – Desenvolvimento de cultivares de tomate de mesa para condições agroecológicas tropicais e subtropicais	95

3.2.1 Estabilização da cultivar Santa Clara	96
3.2.2 Obtenção de linhagens homozigotas e de híbridos F ₁	98
3.3 Fase 3 – Consultoria científica na área de melhoramento genético do tomateiro	106
3.3.1 Avaliação da estabilidade da resistência a tospovírus	106
3.3.2 Obtenção e avaliação preliminar de híbridos experimentais	108
3.3.3 Avaliação e caracterização de descritores mínimos	109
3.4 Fase 4 – Avaliação do desempenho de genótipos sob sistemas convencional e orgânico de cultivo	110
3.4.1 Análise genética de cruzamentos dialélico	110
3.4.1.1 Obtenção de combinações híbridas e suas linhagens parentais	110
3.4.1.2 Delineamento experimental e técnica cultural	115
3.4.1.3 Características avaliadas	115
3.4.1.4 Análises estatístico-genéticas	116
3.4.1.5 Resultados e discussão	117
3.4.1.5.1 Análise dialélica	117
3.4.1.5.2 Correlações genotípica, fenotípica e ambiental	123
3.4.2 Avaliação de cultivares em sistemas orgânicos sob ambiente protegido	126
3.4.2.1 Local de instalação dos experimentos	127
3.4.2.2 Cultivares avaliadas	131
3.4.2.3 Delineamento experimental	132
3.4.2.4 Características avaliadas	133
3.4.2.5 Resultados	135
3.4.2.5.1 Experimento I – Ibiúna, SP	135
3.4.2.5.2 Experimento II – Araquarara, SP	138
3.4.2.6 Discussão	141
3.4.3 Avaliação do desempenho de híbridos de tomateiro dos segmentos Santa Cruz, Italiano e Saladete em ambiente protegido	145
3.4.3.1 Especificações do experimento	145
3.4.3.2 Avaliações e análise da variância	148
3.4.3.3 Resultados e discussão	149
3.4.4 Desempenho de híbridos em função de sistemas de condução e da densidade populacional	156
3.4.4.1 Especificações do experimento	156

3.4.4.2 Avaliações e análise da variância	159
3.4.4.3 Resultados e discussão	160
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	167
REFERÊNCIAS	169

RESUMO

Desenvolvimento tecnológico para o cultivo do tomateiro de mesa em condições agroecológicas tropicais e subtropicais

O presente texto teve o objetivo de sistematizar a produção científica e as contribuições do autor à geração de conhecimento sobre a cultura do tomateiro de mesa. A elaboração do documento foi embasada em artigos científicos publicados, relatórios técnicos, teses e dissertações desenvolvidas pelo próprio autor ou sob sua orientação. O autor apresenta extensa pesquisa bibliográfica na área fitotécnica em interface com o melhoramento genético e com outras especialidades da agronomia. Esse referencial teórico permitiu resgatar fatos históricos, informações e eventos relevantes que contribuíram efetivamente para as transformações e os avanços da cultura do tomateiro de mesa desde a sua introdução no Brasil no final do século XIX até o presente. O documento foi estruturado em quatro fases relativas à atuação profissional do autor, no período de 1973 a 2013. A opção por esse formato permitiu a visualização de como as atividades de pesquisa realizadas em cada uma dessas fases interagiram entre si e os impactos advindos dos resultados alcançados. As atividades exercidas pelo autor em sua trajetória de pesquisa e ensino propiciou a obtenção de várias cultivares de tomate de mesa ao mesmo tempo em que foram investigadas técnicas culturais visando maximizar o potencial produtivo desses genótipos em condições tropicais e subtropicais. Cabe ressaltar a contribuição do autor na ampliação do conhecimento por meio dos estudos de capacidade combinatória envolvendo genótipos de tomateiro do grupo Santa Cruz e cultivares exóticas com destaque para a incorporação de genes de resistência a doenças limitantes, a exemplo das tospoviroses. O autor postulou a necessidade de desenvolvimento de programas específicos de melhoramento visando à obtenção de linhas parentais para uso exclusivo para o desenvolvimento de híbridos do padrão Santa Cruz. Entre as suas contribuições, destaca-se a criação de cultivares de hábito de crescimento determinado que permitiu a consolidação do sistema de cultivo rasteiro de tomateiro de mesa, hoje predominante em todo o Nordeste. Os conhecimentos gerados sobre o manejo do tomateiro em ambiente protegido, com ênfase na técnica de raleio de frutos, se mostraram altamente benéficos para o incremento da produtividade e da qualidade dos frutos. Nessa mesma linha de pesquisa, foi importante o estudo realizado em campo aberto sobre os efeitos de diferentes sistemas de tutoramento e de condução de híbridos de tomateiro de crescimento indeterminado sobre a produção e atributos de qualidade dos frutos. Evidenciou-se a superioridade do sistema de tutoramento vertical no fitilho com uma haste por planta em relação ao sistema tradicional, que utiliza varas de bambu e duas hastes por planta. Merece ainda destaque, a condução de pesquisas visando à prospecção de cultivares de tomateiro com aptidão para sistemas orgânicos de produção em campo aberto e em ambiente protegido. Os resultados advindos dessa pesquisa contribuíram para mostrar as vantagens de híbridos F_1 em relação a cultivares de polinização aberta. Espera-se que as atividades de pesquisa e ensino do autor tenham trazido contribuições práticas e inovadoras para o progresso da tomaticultura de mesa no Brasil. Da mesma forma, o autor tem a expectativa de que esse trabalho tenha contribuído efetivamente para a formação de profissionais que assumirão a missão de enfrentar os desafios de hoje e do futuro, gargalos que ainda necessitam ser superados, dado o dinamismo que caracteriza o setor brasileiro de produção de tomate de mesa.

Palavras-chave: *Solanum lycopersicum* L.; Produção vegetal; Oleráceas; Adaptação; Práticas culturais; Tomaticultura de mesa; Melhoramento de hortaliças

ABSTRACT

Technological development for fresh market tomato production under tropical and subtropical agro-ecological conditions

This paper aimed to systematize the scientific contributions of the author and the generation of knowledge about fresh market tomato production. The preparation of this document was based on technical reports, theses and dissertations developed by the author himself or under his advising, scientific papers published or submitted for publication, and other sources. The author presents an extensive literature review about production technology of fresh market tomato crop that interface with breeding and other agronomy specialties. Such theoretical references allowed the historical rescue of facts, information, and relevant events that contributed effectively to the changes and advances in the culture of table tomatoes since its introduction in Brazil in the late nineteenth century until present date. The document is structured in four phases on the professional work of the author in the period from 1973 to 2013. The choice of this format allowed the visualization of how the research activities carried out in each of these phases interacted with each other and the impacts resulting outcomes. The overall examination of the activities performed by the author in his career of research and teaching resulted in obtaining various cultivars of fresh market tomatoes while have been investigated cultural techniques to maximize the yield potential of these genotypes in tropical and subtropical conditions. It is important to highlight the contribution in the expansion of knowledge through the studies of combining ability involving genotypes of the Santa Cruz tomato class and exotic cultivars with emphasis on the incorporation of genes that govern resistance to limiting diseases as for instance tospoviruses. The author postulated the need for development specific research programs aimed at obtaining parental lines for exclusive use in creating heterotic hybrids of the Santa Cruz group. Among other contributions of the author excels the development of cultivars of determinate growth habit that allowed consolidation of stakeless tomato cropping system, prevalent today throughout the Northeast. The knowledge generated on the management of tomato in protected environmental with emphasis on the cultural practice of fruit thinning proved to be highly beneficial for increasing productivity and fruit quality. Along the same line of research, the study carried out in open field conditions to determine the effect of training and staking systems on yield potential and its components of fresh market tomato hybrids revealed the superiority of the vertical staking system with one stem per plant and supported by propylene ribbon in comparison with the traditional training method that uses bamboo sticks and two stems per plant. Also worth highlighting, conducting research aiming at prospecting tomato cultivars with suitability for organic production systems in open fields and in protected environment. The results from this research helped to reveal the advantages of F₁ hybrids over open pollinated cultivars. It is hoped that the activities of teaching and research of the author has brought innovative and practical contributions to the progress of fresh market tomato production chain in Brazil. Likewise, the author expects that this work has contributed effectively to the training of professionals who will assume the task of meeting the challenges of today and tomorrow that are still to be solved, given the dynamism that characterizes the Brazilian production of fresh market tomatoes.

Keywords: *Solanum lycopersicum* L.; Crop production; Vegetable crops; Adaptation; Cultural practices; Table tomato production; Improvement of vegetables

1 INTRODUÇÃO

O autor desse documento optou por apresentar um texto sistematizado¹ sobre suas contribuições mais relevantes para a pesquisa e a docência nas áreas de fitotecnia e do melhoramento genético e, especificamente, com a cultura do tomateiro para mesa. A opção por essa olerácea se deve à sua importância socioeconômica que, atualmente, ocupa a primeira posição em produção entre as dez mais importantes hortaliças cultivadas no Brasil. Além disso, o tomate destaca-se em todo o mundo pelo que representa como alimento funcional em vista do conteúdo de licopeno, pigmento carotenóide que confere a coloração vermelha ao fruto e suas características antioxidantes.

O material referencial utilizado para compor esse documento é constituído de relatórios técnicos, dissertações e teses desenvolvidas pelo próprio candidato ou sob sua orientação, artigos científicos publicados e escritos inéditos ou de circulação restrita. Além disso, o autor realizou extensa pesquisa bibliográfica sobre o melhoramento genético e os sistemas de cultivo do tomateiro de mesa constituindo um referencial atualizado de literatura sobre esses tópicos.

Ressalta-se que, em sua trajetória profissional ao longo de 40 anos, com experiência em instituições pública e privada de pesquisa e ensino, o candidato teve a oportunidade de associar os conhecimentos de sua formação básica em genética e melhoramento de plantas com outras áreas da ciência agrônoma com ênfase na fitotecnia de espécies oleráceas. Ademais, o candidato entende que existe necessidade do estabelecimento de uma comunicação eficiente entre as áreas de interface nas pesquisas fitotécnicas, viabilizando a realização de pesquisas transdisciplinares. Essa característica de interação com outras áreas da ciência agrônoma presentes na produção científica e na atuação profissional do candidato deve ter sido considerada quando de sua aprovação em concurso público para assumir a Disciplina de Olericultura no Departamento de Produção Vegetal da ESALQ/USP, em agosto de 2001.

¹ Segundo Martinic (1984), sistematização de experiências é “um processo de reflexão que pretende ordenar e organizar o que tem sido a trajetória, os processos, os resultados de projetos de pesquisa, buscando nessa dinâmica as dimensões que podem explicar o curso que assumiu o trabalho realizado”. Ou seja, a sistematização de experiências não é simplesmente um relato ou uma publicação, mas trata-se de um processo de reflexão crítica de uma experiência concreta que se baseia na ideia de “organizar” ou de “ordenar” um conjunto de elementos (práticas, conhecimentos, ideias, dados, entre outros) que até o momento estavam dispersos e desordenados. Tal processo metodológico deve ser realizado, fundamentalmente, pelos atores diretos da experiência que está sendo sistematizada (BERDEGUÉ et al., 2002). A rigor, a proposta de sistematização reforça o caráter de reflexão crítica embutida em seus pressupostos, permitindo a rediscussão da própria prática pelos atores e contribuindo para a produção de conhecimento e de seus aspectos inovadores a ser disponibilizado para outros públicos (ECKERT, 2009).

O principal objetivo dessa obra é a apresentação cronológica das contribuições mais relevantes do candidato, abrangendo o período de 1973 a 2013, relacionadas à docência, pesquisa, desenvolvimento e inovação envolvendo a tecnologia de cultivo do tomateiro de mesa nas condições agroecológicas tropicais e subtropicais do Brasil.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Importância socioeconômica

A produção e a área mundiais de tomate, *Solanum lycopersicum* L., em 2012, alcançaram 161,8 milhões de toneladas e 48,0 milhões de hectares, respectivamente, com produtividade de 33,7 t ha⁻¹. A produção mundial atual é 157% maior que a do início da década de 1980, quando alcançou cerca de 63 milhões de toneladas (FAOSTAT, 2013). Essa extraordinária expansão da produção possibilitou o aumento da disponibilidade *per capita* de tomate que cresceu 93,4%, passando de 10,6 kg, em 1980, para 20,5 kg/pessoa/ano, em 2009. Em 2012, os países com maior consumo anual *per capita* foram Líbia (108,9 kg), Turquia (94,1 kg), Egito (91,3 kg) Tunísia (86,8 kg), Grécia (76,9 kg), Israel (47,0 kg) Espanha (42,6 kg), Itália (39,5 kg), Portugal (38,5 kg) e Estados Unidos (37,8 kg).

No Brasil, a avaliação do consumo *per capita* mais confiável é realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) por meio da Pesquisa de Orçamento Familiar. Na última pesquisa realizada, em 2008-2009, os resultados revelaram que a aquisição de tomate de mesa para consumo domiciliar, *per capita*, anual é de apenas 4,9 kg. Em termos regionais, o maior consumo anual está no Sul, com 6,1 kg, seguindo-se o Centro-Oeste, com 6,0 kg, e o menor consumo verifica-se no Norte com 3,7 kg. O Rio Grande do Sul lidera o consumo, com 7,2 kg, enquanto que o menor consumo é registrado no Acre, onde a média anual por habitante é de apenas 2,4 kg. A pesquisa detectou, ainda, que o consumo de tomate de mesa cai conforme o poder aquisitivo da população. Famílias com faixas de renda de até R\$ 830,00 e de R\$ 830,00 a R\$ 1.245,00 adquirem anualmente 3,1 kg e 4,3 kg, respectivamente, enquanto que, nos domicílios com faixa de renda superior a R\$ 6.225,00, a aquisição aumenta para 8,2 kg (IBGE, 2010).

Os países líderes na produção de tomate, em 2012, foram China, Índia, Estados Unidos, Turquia, Egito, Irã, Itália, Espanha e Brasil. Embora o Brasil figure como o nono maior produtor mundial, detém apenas 2,4% da produção global (FAOSTAT, 2013). Segundo o IBGE (2013), em 2012 o Brasil produziu 3,6 milhões de toneladas em 55,6 mil hectares, com produtividade de 65,6 t ha⁻¹.

O cultivo de tomate está distribuído em todas as regiões geográficas do país, mas a produção está fortemente concentrada nas regiões Sudeste e Centro-Oeste. Em 2012, as regiões Sudeste e Centro-Oeste participaram, respectivamente, com 1,4 milhão de toneladas (38,9%) e 1,2 milhão de toneladas (33,3%) na produção brasileira. Em seguida, aparecem Sul

(16,6%), Nordeste (11,1%) e Norte, com 0,1%. O estado de Goiás foi o maior produtor de tomate do país com 1,16 milhões de toneladas (32,2%), sendo que, desse total da produção, aproximadamente 80% destinaram-se ao processamento pelas indústrias locais. Destacaram-se como segundo, terceiro, quarto e quinto maiores produtores nacionais de tomate os estados de São Paulo (656,0 mil toneladas, 18,2%), Minas Gerais (444,6 mil toneladas, 12,4%), Paraná (338,4 mil toneladas, 9,4%) e Bahia (179,7 mil toneladas, 5,0%) (IBGE, 2013). Merece registro que, dos 26 Estados da Federação, apenas 11 respondem por aproximadamente 99% da produção brasileira de tomate (Tabela 1).

Tabela 1 - Brasil: produção, porcentagem sobre a produção total, área colhida e produtividade nos principais Estados produtores de tomate, 2012.

Estado	Produção (mil t)	Porcentagem sobre produção total	Área colhida (ha)	Produtividade (t ha ⁻¹)
Goiás	1.157,0	32,2	11.830	98,0
São Paulo	656,0	18,2	10.160	65,0
Minas Gerais	444,6	12,4	6.878	64,4
Paraná	338,4	9,4	5.584	60,4
Rio de Janeiro	195,7	5,4	2.617	75,2
Bahia	179,7	5,0	4.405	40,8
Santa Catarina	153,0	4,2	2.305	66,5
Espírito Santo	136,4	3,8	1.983	71,8
Rio Grande do Sul	107,6	3,0	2.311	46,8
Ceará	106,5	3,0	2.309	46,3
Pernambuco	100,4	2,8	2.844	35,9
Outros	72,7	0,6	2.366	31,6
BRASIL	3.648,0	100,0	55.592	65,6

Fonte: IBGE – Levantamento Sistemático da Produção Agrícola (<http://sidra.ibge.gov.br>), dezembro 2013.

Ressalta-se que a estatística oficial do IBGE não separa o segmento de tomate de mesa do segmento industrial, mas estima-se que, em 2012, a safra brasileira de tomate para processamento foi de 1,3 milhão de toneladas, correspondendo a 36% do total de tomate produzido no país (VILELA et al., 2012).

No quinquênio 2007-2011, registraram-se incrementos de 46,4% e 30,3% para produção e área colhida, respectivamente, considerando apenas o segmento de tomate de mesa. Por sua vez, a produtividade cresceu 12,4% no mesmo período (IBGE, 2012).

Sob o ponto de vista econômico, a produção de tomate assume o primeiro lugar entre as oleráceas cultivadas no Brasil, ficando à frente de batata, cebola, melancia e melão. Em 2012, o valor bruto da produção brasileira de tomate alcançou R\$ 7 bilhões, ocupando a 17^a

posição entre os 20 principais produtos do agronegócio (IBGE, 2013). Além da importância econômica, a tomaticultura brasileira também se destaca por seu papel social gerando cerca de 610 mil empregos no setor de produção.

A cadeia brasileira de tomate vem experimentando transformações importantes no setor produtivo desde o final dos anos 2000, orientadas para a sua modernização e aumento da produtividade. A produtividade média brasileira agregada – segmentos de mesa e indústria – vem aumentando de forma significativa e consistente desde 1980. Nas décadas de 1980, 1990 e 2000, as produtividades médias alcançaram 33,9 t ha⁻¹, 42,0 t ha⁻¹ e 58,3 t ha⁻¹, respectivamente. Para a safra de 2012, a produtividade foi de 65,6 t ha⁻¹ enquanto que, na de 1982, foi de 30,6 t ha⁻¹ (IBGE, 2013). Portanto, no período de trinta anos houve incremento de mais de 100% na produtividade da tomaticultura brasileira. É importante mencionar que, entre os produtores que adotam alto nível de manejo cultural e insumos modernos, a produtividade é superior a 100 t ha⁻¹, tanto nos cultivos tutorados, cuja produção se destina ao consumo fresco, quanto nas lavouras rasteiras onde é produzida matéria-prima para o processamento industrial.

2.2 Distribuição de safras e comercialização

O tomate de mesa é produzido em praticamente todas as regiões geográficas do Brasil e em épocas distintas, sob diferentes sistemas de cultivo e diferentes níveis de manejo cultural. Com isso, a oferta do produto é garantida durante a maior parte do ano.

As oscilações de quantidade produzida e área plantada de uma safra para outra são decorrentes, principalmente, de fatores climáticos adversos e do ataque de pragas e doenças. Todavia, outro fator a se considerar é que a estatística oficial do IBGE não disponibiliza separadamente os dados dos dois segmentos de tomate, mesa e indústria, conforme já mencionado. Historicamente, as variações de área contratada pelas indústrias brasileiras a cada safra, oscilam em função da disponibilidade de pasta de tomate no mercado internacional e da política cambial vigente no país (MELO; VILELA; FONTE, 2011).

A oscilação nos preços do tomate de mesa durante o ano ainda é muito grande no Brasil. Ela é provocada, basicamente, pelo aumento ou pela redução de área e de volume ofertado em cada uma das safras. A grande variação que ocorre na rentabilidade do produtor acaba sendo a principal medida (influência, fator) da oferta nas safras seguintes. Assim, se em uma safra o produtor obtém resultados positivos, acaba investindo mais e aumentando a área em safras futuras. O excesso na oferta decorrente desse processo culmina na queda dos preços

e gera prejuízos levando à inversão do processo. Além disso, a facilidade de entrar e sair da atividade e a expectativa de retornos elevados atraem “aventureiros” ao setor, intensificando a inconstância dos preços e dificultando ainda mais a escolha de quanto e quando plantar. Atrasos no plantio e na colheita provocados por adversidades climáticas, problemas fitossanitários e grande variação na qualidade do fruto também contribuem para a variação nos preços de ano para ano.

O mercado de tomate de mesa no Brasil é praticamente fechado, com poucas exportações e baixa entrada de produtos estrangeiros e esse contexto agrava o efeito do aumento/redução da oferta na oscilação dos preços do produto. Somente em raras ocasiões, como em quebras de safra em países vizinhos, o Brasil exporta tomate para países do MERCOSUL, como a Argentina. As razões para essa insignificante inserção internacional são o alto custo do produto nacional, a grande distância dos principais países consumidores e barreiras ao comércio externo.

2.3 Centros de origem e domesticação

O centro primário de origem do tomate se estende desde o Norte do Chile ao Sul da Colômbia e a costa do Pacífico, incluindo as Ilhas Galápagos, até as encostas orientais da Cordilheira dos Andes (RICK, 1982). Todas as espécies têm áreas de dispersão natural e *habitats* bem definidos, variando desde o nível do mar até os altiplanos andinos com altitude superior a 3.300 m (WARNOCK, 1991).

A domesticação do tomateiro ocorreu no continente americano, porém, o local exato e os eventos iniciais desse processo não estão ainda inteiramente esclarecidos (PERALTA; SPOONER, 2007). A hipótese mais aceita é a de que o tomateiro cultivado foi levado da região andina para o Sul do México. As evidências apontam as regiões hoje ocupadas pelos estados de Puebla e Vera Cruz como os prováveis centros de domesticação (PAZINATO; GALHARDO, 1997). Presume-se que *S. lycopersicum* var. *cerasiforme* seja a espécie ancestral direta do tomateiro cultivado com base em sua ampla dispersão na América Central (COX, 2000).

O fato é que o tomateiro alcançou um estágio muito avançado de domesticação antes de ser introduzido na Europa, no século XVI. No continente europeu o processo de domesticação teve continuidade de maneira mais intensa entre os séculos XVII e XIX (SIMS, 1980). Existem evidências de que os italianos foram os primeiros europeus a cultivar o tomate, por volta de 1550. Na verdade, ele era cultivado como mera curiosidade,

possivelmente pelo valor ornamental de seus frutos. Seu uso culinário foi dificultado por temor às suas "características venenosas" por pertencer à mesma família de plantas reconhecidamente tóxicas. De fato, o tomateiro contém um alcaloide, a tomatina, encontrada em elevada concentração nas folhas e nos frutos verdes e que se degrada em componentes inertes nos frutos maduros (MIKANOWSKI; MIKANOWSKI, 1999).

Desde meados do século passado, o tomateiro se converteu em uma das espécies oleráceas mais cultivadas em todo o mundo. Ao longo do século XX, os melhoristas obtiveram inúmeras cultivares morfologicamente diferentes quanto às suas características hortícolas e qualitativas.

2.4 Botânica

2.4.1 Aspectos taxonômicos

O tomateiro é uma dicotiledônea pertencente ao gênero *Solanum* (seção *Lycopersicon*) da família Solanaceae. A nomenclatura científica do tomateiro cultivado e de suas espécies aparentadas silvestres tem uma longa e confusa história, tendo recebido vários nomes, entre eles "Poma amoris" (maçã do amor). Em 1753, Carl Von Linnaeus classificou o tomateiro e suas espécies silvestres dentro do gênero *Solanum*, o mesmo da batata (*Solanum tuberosum*). Entretanto, em 1768, o botânico Philip Miller sugeriu que o tomateiro deveria ser enquadrado, taxonomicamente, em um gênero próprio e sugeriu a mudança para *Lycopersicon*. Então, a nomenclatura da espécie foi alterada para *Lycopersicon esculentum*. Todavia, recentemente, em virtude de evidências obtidas a partir de estudos filogenéticos utilizando sequenciamento de DNA (SPOONER et al., 2005) e estudos mais aprofundados de morfologia e distribuição geográfica, houve consenso entre taxonomistas, melhoristas e geneticistas de que o tomateiro possui afinidade genética muito próxima com espécies do gênero *Solanum* do que com *Lycopersicon*. Destarte, o tomateiro passou a ser classificado como *Solanum lycopersicum*, nome original dado por Linnaeus e o gênero *Lycopersicon* passou a ser uma seção do gênero *Solanum*. Assim, atualmente, o tomateiro é classificado como *Solanum lycopersicum* L. (WARNOCK, 1988; SPOONER et al., 2003; PERALTA; KNAPP; SPOONER, 2006) conforme consta no *Code of Nomenclature for Cultivated Plants* (BRICKELL et al., 2004).

De outra parte, as espécies que integravam o gênero *Lycopersicon* foram desmembradas e/ou reclassificadas e englobam, atualmente, 13 espécies agrupadas em dois complexos de acordo com o grau de facilidade de cruzamento com *S. lycopersicum*. O complexo Esculentum abrange: *S. lycopersicum* L., *S. cheesmaniae* (L. Riley), Fosberg, *S.*

galapagense Darwin & Peralta, *S. pimpinellifolium* L., *S. chmielewskii* (C.M. Rick, Kesicki, Fobes & M. Holle) D.M. Spooner, G.J. Anderson & R.K. Jansen, *S. habrochaites* S. Knapp & D.M. Spooner e *S. pennellii* Correll (PERALTA; KNAPP; SPOONER, 2005). Por sua vez, o complexo Peruvianum inclui as espécies *S. chilense* (Dunal) Reiche, *S. peruvianum* L., *S. arcanum* Peralta, *S. corneliomuelleri* Macbr. e *S. huaylasense* Peralta (PERALTA; KNAPP; SPOONER, 2006).

O tomateiro e suas espécies silvestres são diplóides ($2n=2x=24$) tendo número de cromossomos e estrutura cromossômica similares. Essa característica facilita o uso de acessos dessas espécies para a identificação de novos genes de importância relevante no melhoramento do tomateiro cultivado. Estima-se, porém, que somente 5% da diversidade genética de suas espécies selvagens aparentadas integrem o genoma das cultivares de tomateiro disponíveis no mercado mundial (MILLER; TANSKLEY, 1990). Esse fato evidencia a importância do valioso reservatório de variabilidade genética existente nas 12 espécies selvagens aparentadas do tomateiro cultivado para o desenvolvimento de novas cultivares adaptadas aos diferentes agroecossistemas (SILVA et al., 2001).

2.4.2 Morfologia

O tomateiro é uma solanácea herbácea, com caule flexível e piloso quando a planta é jovem e que se torna fibroso na fase adulta. A arquitetura natural da planta lembra uma moita, com ramificação lateral abundante, sendo drasticamente modificada pela poda.

As características diferenciais de arquitetura da planta e do fruto determinam a modalidade de cultivo, se para consumo fresco ou processamento industrial. A arquitetura é caracterizada por dois hábitos distintos de crescimento de planta. O hábito indeterminado é o da maioria das cultivares de mesa, que são tutoradas e podadas, com o caule podendo atingir mais de 2,5 m de altura. Nas cultivares de hábito de crescimento determinado, predominam cultivares destinadas ao processamento industrial, adaptadas ao sistema de cultivo rasteiro (FILGUEIRA, 2003). No entanto, é importante ressaltar que, em vários países, incluindo o Brasil, são utilizadas cultivares de crescimento determinado para a produção de tomate de mesa ou para consumo fresco.

A flor do tomateiro é hermafrodita, pequena com sépalas verdes e pétalas amarelas, apresentando cinco estames livres, sendo que as anteras soldam-se formando um cone envolvendo o estigma. As flores ocorrem em números variáveis, agrupando-se em inflorescências do tipo racemosa (NUEZ et al., 1998). Os frutos são do tipo baga, suculentos, e sua aparência, tamanho e massa variam de acordo com a cultivar. O número de lóculos, de

dois até dez, caracteriza as cultivares como biloculares, triloculares ou pluriloculares. Suas sementes são pilosas, pequenas e envolvidas por mucilagem quando no interior do fruto (FILGUEIRA, 2003).

Os fatores do meio ambiente que mais interferem na composição e na qualidade da parte aérea e dos frutos de tomate são luminosidade, temperatura, umidade relativa e disponibilidade de nutrientes (SAMPAIO; FONTES, 1998).

O tomateiro é adaptado a climas amenos, cujas temperaturas diurnas e noturnas variam, respectivamente de 27 ± 4 °C a 18 ± 2 °C. Considera-se que essa variação é ideal, sendo um fator preponderante para a obtenção de produções elevadas e de frutos de alta qualidade. Como é um cultivo de origem tropical, em princípio, não suporta temperaturas demasiadamente baixas. Sob temperaturas abaixo de 10 °C, as fases mais sensíveis durante o desenvolvimento da planta são a germinação-emergência e o pegamento de fruto (CUARTERO; FERNANDEZ-MUNOZ; GONZALEZ-FERNANDEZ, 1995). Quando exposto a baixas temperaturas, ocorre encurtamento dos entrenós, diminuição do porte da planta e inibição da formação de frutos que resultam em atraso no início da colheita. De outra parte, a qualidade do fruto é afetada por temperaturas acima de 28 °C, prejudicando a firmeza e a cor; o fruto tende a ficar amarelado devido à inibição da síntese de licopeno e de outros pigmentos que conferem a coloração vermelha. Sob temperaturas noturnas acima de 32 °C ocorre alto índice de abortamento de flores e são marcadamente afetados o desenvolvimento dos frutos e a produção de pólen, com influência direta na polinização. Em consequência, a produtividade é reduzida e a expressão da desordem conhecida como fruto oco é intensificada (MELO; LOPES; GIORDANO, 2005).

2.5 Características de qualidade

No tomateiro de mesa, a aparência do fruto é um fator determinante de valoração no momento da comercialização, sendo baseada principalmente na cor e ausência de defeitos. Frutos uniformemente vermelhos no estágio de maturação completa e sem exibir lesões causadas por danos físicos ou por pragas e doenças e sem rachaduras, são os que conseguem melhor cotação no mercado (THOMPSON et al., 1965; CARVALHO, 1981; TAUNGBODHITHAM et al., 1998; SHIRAHIGE et al., 2010).

Os principais pigmentos carotenoides encontrados no fruto de tomateiro são o licopeno e o betacaroteno que conferem as cores vermelha e amarela, respectivamente (CHITARRA; CHITARRA, 2005). No entanto, a cor do fruto da maior parte das cultivares

disponíveis no mercado é vermelha. A estrutura da cadeia carbônica do betacaroteno é diferente da do licopeno, mas ambas possuem a mesma fórmula molecular ($C_{40}H_{56}$).

A quantidade total de carotenoides e, sobretudo, a relação licopeno/betacaroteno é responsável pela coloração final do fruto que varia, também, em função do grau de maturação, temperatura, exposição à luz e a cultivar (CHITARRA; CHITARRA, 2005). O processo de amadurecimento dos frutos está relacionado à degradação das moléculas de clorofila resultando na síntese de betacaroteno, seguida da síntese do licopeno. Ambos os pigmentos são acumulados nos plastídios à medida que são convertidos em cromoplastos (HOBSON; GRIERSON, 1993).

A principal fonte de licopeno na dieta humana provém do fruto do tomateiro e seus derivados tais como sucos, sopas e molhos. É interessante salientar que a ingestão de licopeno diretamente do fruto do tomate é mais eficiente na prevenção de certos tipos de câncer do que a administração do licopeno purificado via cápsulas. A estrutura química singular do licopeno confere ação antioxidante marcante, contribuindo na prevenção de doenças degenerativas, cardiovasculares e de certos tipos de câncer (BOILEAU et al., 2003). Segundo esse mesmo autor, além do fator nutricional, a concentração de licopeno no tomate está relacionada com uma melhor percepção visual dos produtos, havendo, portanto, forte demanda para aumentar o teor deste pigmento em frutos de cultivares tanto para consumo *in natura* quanto para processamento industrial. Dessa forma, os melhoristas têm o desafio de diversificar o panorama varietal do tomateiro mediante o desenvolvimento de cultivares que combinem compostos funcionais, principalmente o licopeno, com sabor e aroma. De fato, existe uma tendência mundial indicando o interesse do mercado consumidor não só por tomates com maior valor nutricional, mas, sobretudo com melhor qualidade gustativa. ‘San Vito’ (GIORDANO; ARAGÃO; BOITEUX, 2003) foi o primeiro híbrido de tomateiro do tipo Italiano desenvolvido com essa ênfase no Brasil. Nessa cultivar, o teor de licopeno está em torno de $6.000 \mu\text{g } 100\text{g}^{-1}$ de polpa enquanto a maioria dos tomateiros do tipo longa vida tem conteúdo de licopeno ao redor de $3.000 \mu\text{g } 100\text{g}^{-1}$ de polpa (GIORDANO et al., 2006). Segundo Espinoza (1991), os teores de licopeno devem estar, em frutos completamente maduros, na faixa de 5.000 a $8.000 \mu\text{g } 100\text{g}^{-1}$ de polpa. Em cultivares do grupo Santa Cruz, Campos (2006) verificou teor médio de licopeno de $5.123 \mu\text{g } 100\text{g}^{-1}$ de polpa, compatível com a faixa reportada por Silva et al. (1994).

Na composição do fruto maduro de tomate, 94% a 95% correspondem à água e os 5% a 6% restantes ao teor médio de matéria seca (MS). Desse reduzido conteúdo de MS, 7% são componentes inorgânicos minerais; o restante consiste de vários compostos carbônicos –

metade dos quais são açúcares como a sacarose, a glicose e a frutose – e um oitavo constitui-se de ácidos orgânicos como o cítrico, o málico e o galacturônico os quais contribuem com o sabor típico agridoce dos frutos (MORGAN, 2007).

Além dos efeitos genéticos, outros fatores como temperatura, irrigação, adubação e luminosidade influenciam o nível de fotossíntese da planta e, conseqüentemente, a quantidade de açúcares e matéria seca disponível para os frutos (MORGAN, 2007). A porcentagem de sólidos solúveis, representada por °Brix inclui os açúcares e os ácidos orgânicos e tem influência sobre o rendimento industrial, enquanto que a acidez titulável, representada pelo teor de ácido cítrico, influencia principalmente o sabor dos frutos (GIORDANO et al., 2000). Segundo esses autores, as variações no teor de sólidos solúveis entre frutos de diferentes genótipos são atribuídas a diversos fatores, entre os quais a capacidade do fruto de importar assimilados fotossintetizados. Aproximadamente metade da matéria seca de frutos de tomate é constituída por açúcares redutores; ao redor de 25% são representados por ácidos orgânicos, aminoácidos, lipídios e minerais, e o restante compõe-se de sólidos insolúveis em álcool.

O fruto do tomateiro é considerado saboroso quando a relação entre sólidos solúveis e acidez (SS/AT), característica que condiciona o sabor (*flavor*) é superior a 10 (KADER et al., 1978). O teor de ácido ascórbico no fruto de tomateiro varia de 7,2 a 45,6 mg 100g⁻¹ de polpa, sendo influenciado pela época do ano, cultivar, luz, adubação e substrato (SAMPAIO; FONTES, 1998). No entanto, é recomendado que esse teor seja de 23 mg 100g⁻¹ (CRAWFORD, 1966). Campos (2006), avaliando tomates do grupo Santa Cruz, encontrou valores médios de ácido ascórbico de 17 mg 100g⁻¹ e 12 mg 100g⁻¹ antes e após a manipulação dos frutos, respectivamente.

2.6 Retrospectiva histórica

2.6.1 Aspectos gerais da cultura

A literatura disponível que aborda aspectos dos padrões alimentares no período colonial do Brasil não faz qualquer citação sobre o uso culinário do tomate, seja na forma de consumo fresco, em saladas, ou na preparação de molhos ou como tempero. Nem mesmo na insuperável obra “História da Alimentação no Brasil”, de Luis da Camara Cascudo, há qualquer referência ao assunto (CASCUDO, 1983).

Embora a documentação seja escassa, presume-se que a introdução do tomate na cozinha brasileira tenha sido feita pelos imigrantes italianos que aqui aportaram em grandes levadas a partir de 1870. Existem relatos indicando que, de fato, foram eles que trouxeram

sementes da cultivar San Marzano, o tomate alongado, sulcado longitudinalmente, com poucas sementes, de sabor e aroma incomparáveis, que Nápoles e Roma haviam consagrado (LANCELOTTI, 2000). É importante mencionar que, no século XIX, o tomate gradualmente se tornou um alimento comum dos camponeses do Sul da Itália. Assim, ao curso do século XIX, o tomate em conserva inteiro despelado (tomate pelado) ou na forma de massa foi sendo incorporado à culinária de todo o país e foi nessa época ainda que seu uso culinário disseminou-se por toda a Europa (MIKANOWSKI; MIKANOWSKI, 1999).

No Brasil, por volta de 1910, foi instalada em São Paulo, no bairro do Brás, a primeira pizzaria, a hoje extinta cantina Santa Genoveva. Rapidamente, a culinária italiana, com suas massas e molhos à base de tomate, difundiu-se para os grandes centros urbanos do país (LANCELOTTI, 2000). Com isso, a produção de tomate experimentou um grande impulso expansionista, sobretudo no estado de São Paulo.

2.6.2 Cultivares pioneiras

Há registro indicando que o marco inicial da produção de tomate de mesa, em escala comercial, ocorreu no estado de São Paulo Brasil por volta de 1925. Saito (1973), citado por MINAMI (1989), reporta que, nessa época, um grupo de agricultores japoneses estabelecidos em Mogi das Cruzes, SP conduziu lavouras pioneiras de tomateiro de mesa. A comercialização da produção era feita no mercado de São Paulo.

As cultivares de tomateiro de mesa mais plantadas no estado de São Paulo, nas primeiras décadas do século passado, eram Rei Humberto, Purungo e Pêra, de frutos pequenos, vermelhos e carnosos, e Redondo Grande, cujos frutos eram maiores (LORENA, 1937). Essas cultivares dominaram o mercado brasileiro até 1942 (MURAYAMA, 1950).

Em 1929, Lorena (1937) reporta a introdução de 14 cultivares de tomate salada procedentes da Holanda, Dinamarca e Inglaterra. Entre essas cultivares importadas destacaram-se as holandesas ‘Ailsa Craig’, ‘Triumph’, ‘Kampehon’, ‘Radio’ e a inglesa ‘Canárias’.

Nas décadas de 1930 e 1940, os catálogos das empresas sementeiras tradicionais de São Paulo – Casa das Sementes Carlos Corradini, Casa João Costal e Dierberger Agro-Comercial Ltda. (Figura 1) – comercializavam sementes das seguintes cultivares de tomateiro de origem europeia ou norte-americana: ‘Grande Vermelho Lobado’, ‘Grande Vermelho Liso’, ‘Maravilha dos Mercados’, ‘Perfeição’, ‘Rei Humberto’, ‘Amarelo Grosso’ e ‘Pêra Legítimo’. O catálogo da Dierberger, de 1943-1944, relaciona, além das cultivares mencionadas, novidades como ‘Trophy’, ‘Panamericano’, ‘Micado’, ‘Luculus’, ‘Sunrise’

(‘Aurora’), ‘Gigante Ficarezzi’, ‘Bonny Best’ e ‘Stone’, a maioria de origem norte-americana. Deve ser ressaltado, que nessa época predominava na cultura do tomateiro, em todas as áreas de produção no mundo, cultivares de polinização aberta (CPA)².

Figura 1 - Catálogos de empresas fornecedoras de sementes de São Paulo: Casa João Costal, Casa das Sementes Carlos Corradini e Dierberger Agro Comercial Ltda., das décadas de 1930 e 1940.

2.6.3 Grupos varietais

A classificação por grupo é utilizada para caracterizar os segmentos varietais do tomate de mesa. Os grupos de mercado para tomate de mesa no Brasil são definidos basicamente pelo formato do fruto das diferentes cultivares, levando-se em conta a relação entre o comprimento e o diâmetro equatorial do fruto.

O Programa Brasileiro para a Modernização da Horticultura (PBMH), cuja operacionalização está a cargo do Centro de Qualidade em Horticultura (CQH) da Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo (CEAGESP), estabeleceu cinco grupos varietais pelo formato do fruto: Caqui (I), Saladete (II), Santa Cruz (III), Italiano (IV) e Cereja (V). Nos grupos I, II, III e IV, levou-se em conta a relação entre o comprimento e o diâmetro equatorial do fruto; no grupo V, considerou-se apenas o diâmetro equatorial. Foram estabelecidos, também, grupos de coloração (vermelho, rosado, laranja e amarelo) e a caracterização do fruto quanto à durabilidade (normal ou longa vida), a qual é opcional.

² Embora as pesquisas visando à obtenção de híbridos F_1 de tomateiro remontem ao início da década de 1930, com o lançamento, na Bulgária, do primeiro híbrido adaptado ao cultivo em ambiente protegido (YORDANOV, 1983), no Brasil, o interesse em obter híbridos F_1 de tomateiro se iniciou apenas no final da década de 1950 (DIAS, 1960; IKUTA; VENCOVSKY; DIAS, 1964). No entanto, somente a partir da primeira década deste século as cultivares híbridas tornaram-se líderes nos segmentos de tomateiro industrial e de mesa.

Apresenta ainda um detalhamento da forma de apresentação do fruto em: normal (fruto isolado) ou em cacho (frutos nos racemos). A norma estabelece, ainda, três subgrupos quanto ao estágio de maturação do fruto (pintando, colorido e maduro) e o agrupamento dos frutos em classes ou calibres segundo o diâmetro transversal dos frutos (1A, 2A e 3A) considerando o grupo varietal a que pertence (CEAGESP, 2003).

As normas do PBMH embora estejam em vigor desde 2004, com adesão voluntária, não são seguidas, pois não representam a realidade atual do setor atacadista, a começar pelo fato de serem pouco conhecidas pelos agentes do mercado. Além disso, como não são apresentadas de forma simplificada, sua adoção é desestimulada (RODRIGUES; ZAMBON; MURARO, 2007). Desse modo, o setor acabou criando regras simplificadas para facilitar a comercialização de hortifrúti em geral, definidas como “padrão de mercado”.

Do ponto de vista didático, atualmente são considerados no mercado brasileiro de tomate de mesa, cinco grupos varietais: Santa Cruz, Caqui, Salada, Saladete (Italiano) e Mini (ALVARENGA, 2013).

No presente documento serão considerados apenas os grupos varietais relacionados às pesquisas realizadas pelo autor (Figura 2).

2.6.3.1 Grupo Santa Cruz

Por volta de 1942, surgiu, no estado do Rio de Janeiro, um tipo de tomate de mesa que provocaria uma mudança radical no panorama varietal desse segmento de mercado. Em poucos anos esse tomate ganhou aceitação por parte dos produtores e se transformou no grupo varietal denominado Santa Cruz³. A partir de então, assumiu a liderança do segmento de tomate para mesa em todo o país, permanecendo nessa posição por mais de 50 anos.

³ De acordo com Dias (1960), a cv. Santa Cruz era, na verdade, considerada uma população formada por uma mistura de linhagens puras que se diferenciavam principalmente pelas características dos frutos tais como tamanho, suscetibilidade a desordens fisiológicas (rachamento, fruto oco, podridão apical), tolerância a temperaturas baixas, presença ou ausência de bico na porção estilar do fruto. O autor relata, ainda, que por meio do melhoramento genético seria possível isolar linhagens do padrão Santa Cruz de alta produção.

Figura 2 - Frutos de tomate dos grupos varietais Santa Cruz, Italiano, Saladete e Salada (da esquerda para a direita).

A população Santa Cruz foi obtida sem que nenhum programa de melhoramento genético tivesse sido delineado para esse fim. Existem diversas versões sobre a sua origem. Segundo o eminente melhorista e virologista do IAC, Dr. Hiroshi Nagai, o tomate que, mais tarde, seria denominado de ‘Santa Cruz’ teria se originado de um provável cruzamento natural entre as cultivares Rei Humberto e Redondo Japonês ou Chacareiro, ocorrido numa lavoura dos produtores Ono ou Hanashiro, em Suzano, SP, entre 1935 e 1940. Os agricultores ao perceberem plantas atípicas na lavoura, tiveram a iniciativa de selecioná-las e as multiplicaram separadamente. Devido a sua notável superioridade, a nova “cultivar” passou a atrair a atenção de tomatocultores da vizinhança. Em 1940, produtores de origem nipônica de Suzano e Moji das Cruzes, no estado de São Paulo, foram deslocados para o Núcleo Agrícola do Instituto Nacional de Imigração e Colonização (INIC), em Santa Cruz, RJ, e houve a introdução dessa nova cultivar (NAGAI, 1979). Essa versão é corroborada por Horino (1987). A versão relatada por Saito (1973 *apud* Minami, 1989), diverge da anteriormente descrita. Segundo esse autor, em 1931, em Mogi das Cruzes, SP, o agricultor Benjiro Togue plantou, numa mesma cova, mudas das cultivares Rei Humberto e Chacareiro e obteve um híbrido natural com características diferentes daquelas cultivares. Essa versão é corroborada por Dias (1960), o qual descreve que um produtor de origem japonesa associado à Cooperativa Agrícola de Cotia praticou seleção na combinação híbrida resultante do cruzamento mencionado, escolhendo frutos alongados do tipo Rei Humberto. Posteriormente, esse cooperado mudou-se para o núcleo agrícola de Santa Cruz, no estado do Rio de Janeiro onde

deu continuidade ao processo seletivo iniciado em São Paulo. Devido a excelência do produto, a nova população de tomate recebeu o nome de Santa Cruz, em homenagem ao município de mesmo nome no estado do Rio de Janeiro (DIAS, 1960).

Independentemente da versão, o fato é que, a partir de 1942, o tomateiro Santa Cruz teve grande aceitação nas zonas de cultivo do Rio de Janeiro. Depois de ser introduzido nas regiões de produção do estado de São Paulo, desbancou ‘Rei Humberto’ e ‘Redondo Japonês’, as cultivares mais plantadas naquela época. Em pouco tempo, a nova cultivar já estava difundida em todo o país e se tornou o tomate de maior aceitação comercial no mercado.

A população Santa Cruz original era descrita como tendo características intermediárias entre seus supostos genitores. Seus frutos não eram nem curtos, tampouco globosos como os da ‘Redondo Japonês’ e nem compridos e ocos como os de ‘Rei Humberto’. Além disso, os frutos eram firmes, biloculares e cheios; exibiam inserção peduncular mediana, ligeiramente pontudos na porção estilar; tinham comprimento de 60 mm, diâmetro de 50 mm e massa média de 65 a 70 g. A planta atingia 2 metros de altura, com 10 a 12 racemos que produziam média de 5 a 6 frutos por racemo que continham cerca de 100 sementes. A mais notável das vantagens, no entanto, era a resistência dos frutos ao transporte à longa distância, conservando-se em bom estado por vários dias quando colhidos no estágio verdeoengo ou “pintando” (MURAYMA, 1950).

As características visuais dos frutos da cv. Santa Cruz original e de seus prováveis genitores estão preservadas graças aos desenhos executados, em cores e em escala real, por ilustradores do IAC (Figura 3). É importante destacar que, naquela época, os tomates de calibre pequeno (máximo de 90 g) eram os preferidos pelo mercado consumidor.

O lançamento, em 1969, da cv. Ângela, obtida pelo Dr. Hiroshi Nagai, causou uma mudança radical na história da tomaticultura de mesa no Brasil (NAGAI, 1993) (Figura 4). Em pouco tempo, essa cultivar conquistou a preferência dos produtores e do mercado. O seu êxito é atribuído, principalmente, à resistência ao vírus da risca-do-tomateiro (PVY), doença séria na década de 60 e início da década de 70. Além disso, exibia alta produtividade nas diferentes regiões produtoras de tomate de mesa do país. Em curto prazo, o mercado passou a ser disputado por diferentes seleções derivadas diretamente da cv. IAC Ângela, destacando-se as cultivares Ângela Super, Ângela LC, Ângela Zambon, Ângela Hiper, Ângela G-51 entre outras. Desde essa época, as diferentes seleções com a tipologia ‘Santa Cruz’ passaram a constituir o “Grupo Santa Cruz”.

Figura 3 - Frutos da cv. Rei Humberto (à esquerda) e da cv. Santa Cruz (à dir.) em aquarela da década de 1940, de autoria da ilustradora Maria de Lourdes Savóia. (Imagens pertencentes ao acervo do Centro de Horticultura do Instituto Agrônômico de Campinas - IAC).

Figura 4 - À esquerda, Dr. Hiroshi Nagai, melhorista e virologista do Instituto Agrônômico de Campinas (IAC) no lançamento da cv. Ângela Gigante I-5.100; à direita, tomateiro da cv. Ângela em fase de colheita.

Por volta de 1978, o lançamento de uma nova seleção derivada da cv. Ângela, denominada de ‘Ângela Gigante I-5.100’ representou outro importante avanço no segmento de tomate de mesa. Essa cultivar teve grande êxito comercial por apresentar maior massa média de frutos, classificando-se na categoria 2A, a de melhor cotação no mercado; a massa média do fruto era de 170 g, enquanto que a das cultivares mais plantadas, naquela época, era de 120 g. A cv. Ângela Gigante I-5.100 teve excelente aceitação comercial chegando a ocupar

70% da área plantada com tomateiro estaqueado no país até o final da década de 1980 (NAGAI, 1993).

Em 1985, o Dr. Nagai liberou oficialmente a cv. IAC Santa Clara durante o XXV Congresso Brasileiro de Olericultura, realizado em Blumenau, SC. Essa foi, sem dúvida, a mais bem sucedida de suas criações. Por meio do cruzamento da cv. Ângela Gigante I-5.100 com o híbrido Duque, de origem norte-americana e do grupo salada, ele selecionou linhagens uniformes, com plantas de porte mais baixo e frutos sem ombros verdes, com três lóculos, graúdos (classe 2A, com média de 215 g) e mais arredondados do que os da tradicional cv. Ângela I-5.100 (Figura 5). Dois anos mais tarde, os primeiros lotes de sementes da cv. IAC Santa Clara já estavam no mercado em quantidades limitadas (NAGAI, 1985; NAGAI, 1993).

Figura 5 - Cruzamento entre Ângela Gigante I-5.100 e F₁ Duque, a partir do qual foi selecionada a cv. IAC Santa Clara.

A reação de toda a cadeia produtiva de tomate para mesa foi altamente positiva, uma vez que o mercado demandava frutos cada vez maiores e de boa qualidade. A seleção designada de Santa Clara I-5.300, selecionada na Estação Experimental da Asgrow do Brasil Sementes Ltda., em Paulínia, SP, assumiu a liderança desse segmento varietal. Os lotes comerciais de sementes dessa seleção eram produzidos no Chile sob rigoroso controle de

qualidade⁴. Em curto prazo de tempo, ‘Santa Clara I-5.300’ desbancou a cultivar líder Angela Gigante I-5.100 em todas as regiões produtoras de tomate de mesa do Brasil.

As seleções praticadas nas populações do grupo Santa Cruz efetivamente propiciaram um extraordinário e progressivo aumento da massa média de fruto. Desde seu surgimento, no Rio de Janeiro, ao lançamento da cv. IAC Santa Clara, 45 anos mais tarde, a massa média de frutos do tipo de melhor cotação no mercado quase que triplicou, passando de 65 g para 180 g (Figura 6).

O grupo Santa Cruz permaneceu líder de mercado até por volta de 1998. Na atualidade, as cultivares desse grupo detêm reduzida participação no mercado de tomate de mesa estando representado por híbridos do tipo Santa Clara designados de longa vida estrutural (LVE) (DELLA VECCHIA; KOCH, 2000), conforme será discutido *a posteriori*.

Figura 6 - Aumento da massa média de frutos das seleções derivadas da população original Santa Cruz.

2.6.3.2 Grupo Salada

O grupo Salada engloba dois subgrupos: Caqui e Longa Vida (LV). As cultivares do subgrupo Caqui se caracterizam por produzir frutos graúdos, pluriloculares, de cor vermelha ou rosada, massa média acima de 200 g, formato achatado, consistência mole, cicatriz peduncular grande e hábito de crescimento indeterminado. As cultivares do subgrupo Caqui superam as do grupo Santa Cruz em qualidade gustativa. No entanto, esse tipo de tomate salada sempre foi considerado um nicho de mercado insignificante devido à sua baixa

⁴ Foi do autor dessa obra a responsabilidade pela condução do trabalho de seleção e dos *rogatings* periódicos nos campos de produção de sementes das gerações avançadas da cv. Santa Clara I-5.300, contratados com produtores no Chile.

capacidade de transporte à longa distância, manuseio precário e conservação pós-colheita altamente limitada (NAGAI, 1993). Além disso, as cultivares Caqui são, em geral, muito suscetíveis a anomalias fisiológicas graves que afetam os frutos, destacando-se o lóculo aberto e as rachaduras radiais e concêntricas (FILGUEIRA, 2003).

A partir de meados da década de 80, as cultivares Caqui mais tradicionais tais como Ogata Fukuju, Oshi, Akamaru Gigante, Coração da Bocaina, Barão Vermelho, Momotaro, entre outras, foram sendo substituídas por híbridos de porte determinado, com frutos firmes, de boa qualidade gustativa e capacidade de transporte à longa distância. Entre esses híbridos, destacavam-se Sunny, Humaya, Sumbeam e Duke, todos pertencentes a empresas de sementes dos Estados Unidos. O segmento de tomate Caqui é comum ainda hoje especialmente no Rio Grande do Sul, onde recebe a designação de “tomate gaúcho”, mas tem pouca expressão em outros centros de consumo do país (MELO, 2003).

O tomate é uma das hortaliças recordistas de perdas pós-colheita devido à alta perecibilidade natural dos frutos, ao transporte à longa distância, à inexistência de embalagens adequadas e ao manuseio excessivo até chegar aos pontos de venda no varejo. Ocorre que, ao atingir o estágio de completa maturação, o fruto de tomate se preserva em condições adequadas de consumo por um tempo muito limitado, mesmo sob refrigeração (HENZ; MORETTI, 2005).

Diversas estratégias têm sido propostas com o objetivo de reduzir as perdas de frutos depois de colhidos. Dentre elas, a que tem se mostrado mais efetiva é a obtenção de cultivares de tomate com características que conferem capacidade prolongada de preservação dos frutos depois de colhidos.

As pesquisas nas áreas de citogenética e melhoramento genético envolvendo alelos mutantes que interferem em um ou mais processos da maturação do fruto de tomate foram iniciadas na década de 1950. O alelo mutante dominante *Nr* (*Never ripe*) foi o primeiro descrito e seu efeito mais notável é o amadurecimento lento do fruto que muda da cor verde para amarelo pálido (RICK; BUTLER, 1956). Almeida (1961) descreveu o alelo *alc* em uma cultivar de tomate da região de Alcobaça, Portugal. O modo de herança e a caracterização desse mutante foram estudados por Lobo; Basset; Hannah (1984), Freitas et al. (1998), Souza et al. (2001) e Santos Júnior et al. (2005). Contudo, os alelos mutantes recessivos *rin* (*ripening inhibitor*) e *nor* (*non ripening*), descritos por Robinson; Tomes (1968) e por Tigchelaar et al. (1973), respectivamente, foram os mais estudados quanto à regulação genética desses mutantes, na condição heterozigótica, dos processos fisiológicos que propiciam a extensão da vida pós-colheita e dos efeitos deletérios à cor e ao sabor do fruto

maduro (BUESCHER; TIGCHELAAR, 1975; KOPELIOVITCH et al., 1979; LAPUSHNER et al., 1981; TIGCHELAAR et al., 1978; STEVENS, 1986; CUARTERO; MOLINA, 1998).

Os híbridos de tomateiro homozigotos para o gene *rin* (*rin rin*) apresentam amadurecimento do tipo não-climatérico e o fruto muda da cor verde para amarelo pálido durante a maturação (CUARTERO; MOLINA, 1998; TIGCHELAAR et al., 1978). De outro lado, se o híbrido for heterozigoto (*Rin rin*), ou seja, recebe o gene *rin* de apenas um genitor, o fruto muda da cor verde para a vermelha e perde a firmeza muito mais lentamente em comparação aos frutos dos híbridos que não são portadores do gene *rin*. Na atualidade, *rin* é praticamente o único gene que vem sendo utilizado na obtenção de híbridos comerciais do tipo LV.

De acordo com relatos encontrados na literatura, os melhoristas do Instituto de Cultivos Hortícolas da Universidade Hebraica de Jerusalém, Israel, iniciaram, em 1974, um projeto de pesquisa usando métodos de melhoramento genético clássicos visando à obtenção de híbridos de tomate com a característica que foi designada de “longa vida”⁵. Desde o princípio, tratava-se de um projeto estratégico que pretendia viabilizar a exportação de tomate produzido em Israel para o valioso mercado do continente europeu. A característica longa vida permitiria que os frutos, transportados à longa distância, chegassem aos distribuidores e consumidores finais na Europa, sem perda de qualidade (KEDAR; RABINOVITCH, 1997; CUARTERO; MOLINA, 1998).

Os primeiros híbridos israelitas do tipo LV começaram a ser testados experimentalmente no início da década de 1980. No entanto, apenas em 1989 o híbrido Daniella, da empresa de sementes Hazera, passou a ser cultivado em larga escala em Israel e nas principais zonas de produção da Europa (CUARTERO; MOLINA, 1998). Portanto, decorreram 20 anos entre a descrição do mutante *rin*, em 1968 (ROBINSON; TOMES, 1968), e o lançamento bem sucedido do primeiro híbrido LV. Isso aconteceu porque o efeito desse gene depende do *background* genético no qual foi incorporado. Destarte, nem todas as linhagens genitoras e, portanto, nem todos os híbridos que carregam esse gene terão, igualmente, a vida de prateleira do fruto prolongada, bem como coloração e sabor no estágio de maturação (CUARTERO; MOLINA, 1998).

O fato é que o advento dos híbridos LV promoveu uma grande mudança nos esquemas de comercialização de tomate em escala mundial, uma vez que permitiu a ampliação do potencial de exportação do produto para mercados distantes.

⁵ Comercialmente, nos países de língua inglesa, esses híbridos de tomate são chamados LSL (*long shelf life*) ou ESL (*extended shelf life*).

No Brasil, a introdução desse novo conceito de tomate ocorreu em 1992 com o lançamento do híbrido Carmen pela Agroflora S/A, hoje Sakata Seed Sudamérica (DELLA VECHIA; KOCH, 2000). Aparentemente, ‘Carmen’ é uma versão do híbrido Daniella.

Em curto prazo, após o lançamento de ‘Carmen’, os setores produtivo e de comercialização perceberam as virtudes do tomate do segmento LV. Para os produtores, chamavam a atenção o vigor das plantas, o potencial de produtividade, a uniformidade de frutificação e o alto índice de pegamento de fruto sob ampla faixa de temperatura. Por sua vez, para o setor de comercialização, o maior atrativo era a real oportunidade de redução de perdas do produto, que implicava diretamente em maior rentabilidade. No Brasil, estima-se que as perdas pós-colheita de tomate sejam superiores a 30%, especialmente por deterioração fisiológica e danos mecânicos (HENZ; MORETTI, 2005). Além disso, o aumento da oferta desse tipo de tomate permitiu ampliar a remessa do produto para mercados distantes do país, especialmente para a região Norte, bem como para os países do MERCOSUL. Diante desses fatos, já, por volta de 1998, o híbrido Carmen havia desbancado a liderança da cv. Santa Clara. Em poucos anos, ‘Carmen’ se transformaria numa *commodity* no mercado de tomate de mesa brasileiro.

Com tantas vantagens, seria difícil imaginar que o tomate LV apresentasse aspectos depreciativos. Na realidade, embora propicie vantagens reais para a maioria dos componentes da cadeia produtiva, a qualidade gustativa desse tipo de tomate tem sido alvo de críticas frequentes por parte dos consumidores em todos os países onde foi introduzido. Ocorre que, os mesmos genes (*rin*, *nor* ou *alc*) que conferem a característica desejável longa vida também causam efeitos deletérios no sabor e aroma e no teor de licopeno (BOITEUX et al., 2008).

Com relação ao sabor e aroma, resultados de pesquisas e de testes organolépticos têm revelado que as diferenças existentes quanto a essas características em híbridos LV, variam conforme a combinação híbrida e o gene utilizado no programa de melhoramento. Daí, ser esperado que existam diferenças de sabor, aroma e cor entre híbridos longa vida de uma empresa de sementes para outra (BOITEUX et al., 2008). Por isso, assume cada vez mais importância o desenvolvimento de pesquisas com o objetivo de caracterizar qualitativamente híbridos de tomate de diferentes segmentos varietais, visando à seleção de genótipos com características gustativas e organolépticas ideais ao consumo *in natura*. Por sua vez, é forçoso admitir que a questão da qualidade gustativa do tomate LV poderia ser melhorada se os produtores fossem orientados a não colher os frutos verdes ou não fisiologicamente maduros. Trata-se, na verdade, de um gargalo difícil de ser equacionado, visto que o valor da caixa de tomate pode apresentar forte oscilação de preço em poucos dias durante a safra. Para se

proteger dessa flutuação de preço, o produtor não espera para colher o fruto no ponto ideal de maturação, prejudicando sua qualidade. Também é prática comum nas zonas de produção de São Paulo e do Triângulo Mineiro a colheita do tomate verde para ser enviado aos mercados distantes, como os da região Norte, em caminhões não refrigerados. Isso é feito para reduzir perdas durante o transporte que pode durar mais de uma semana. Todavia, esse procedimento acaba por depreciar a qualidade e o aspecto visual do produto (MELO, 2003).

A rigor, o grande desafio dos melhoristas de tomate, na atualidade, é encontrar combinações híbridas cujos frutos, além da ampliação da capacidade de conservação pós-colheita, tenham qualidade organoléptica superior a dos híbridos disponíveis no mercado. Com efeito, a demanda atual em todos os mercados do mundo é por sabor, sem renunciar a uma vida longa mínima. É importante observar, no entanto, que as diferenças existentes entre os híbridos LV disponíveis não se restringem apenas às características gustativas e nutritivas. Grande parte desses híbridos mostra suscetibilidade a desordens ou anomalias fisiogenéticas que afetam, sobretudo, os frutos, depreciando o seu valor comercial. Isso ocorre porque são poucas as empresas de sementes, em operação no Brasil, que dispõem de recursos humanos devidamente capacitados para conduzir, de maneira criteriosa, a avaliação de cultivares experimentais ou em etapa pré-comercial. Os testes desses produtos são conduzidos, em geral, de maneira empírica, em parcelas pequenas sem repetibilidade e, portanto, sem levar em conta princípios mínimos de estatística e experimentação. Com esse procedimento, interações importantes do tipo cultivar *vs.* local *vs.* época de plantio *vs.* ano não são consideradas, mascarando eventuais limitações do futuro produto. De fato, quando esses híbridos são plantados em escala comercial, os problemas se manifestam com severidade causando prejuízos aos produtores. Para exemplificar essa situação, é emblemático o caso de híbridos LV suscetíveis a microrrachaduras dos frutos (*rain check*). Uma causa que contribui para que essa desordem se expresse com severidade, é a ocorrência de chuva durante a fase reprodutiva quando os frutos da maioria dos racemos mostram-se bem desenvolvidos. Em plantas com arquitetura aberta dos ramos, há uma tendência de maior exposição dos frutos, tornando-os mais sujeitos a essa grave desordem, do que em plantas com boa cobertura foliar. Entretanto, a doença não ocorre quando os híbridos de rama aberta são testados em condições de ausência de precipitação, mascarando a avaliação para essa característica em particular. Outra anomalia observada com frequência em ensaios de competição de cultivares LV é o alto índice de aborto de frutos. Em geral, genótipos que exibem pegamento de fruto deficiente são mal adaptados às condições térmicas reinantes durante a fase reprodutiva. Sob tais condições, é comum também se notar a incidência de alterações na morfologia das inflorescências como

ramificações e número elevado de flores. Os produtores chamam comumente essas inflorescências de “pencas malucas” (MELO, 2003). Esses exemplos mostram que, na fase pré-lançamento, é necessário submeter os híbridos a testes em diferentes regiões de cultivo, em vários locais e épocas de plantio e em mais de um ano e sempre se incluindo como testemunha uma cultivar reconhecidamente tolerante às desordens.

Desde seu lançamento no início da década de 1990, os híbridos LV foram paulatinamente sendo plantados em maior escala e alteraram de forma marcante a cadeia produtiva do tomate de mesa do Brasil. Contudo, ao contrário do que afirmam Della Vecchia; Koch (2000), esse tipo de tomate não trouxe nenhuma vantagem sob o ponto de vista de qualidade para o consumidor. Os resultados de uma pesquisa realizada em 2005⁶ visando analisar a valoração dos grupos de tomate de mesa comercializados no Entrepasto Terminal de São Paulo (ETSP), da CEAGESP, apontaram os tomates LV como os de pior índice de valoração, atrás dos tomates dos padrões Andrea e Débora.

2.6.3.3 Grupo Italiano

Tendo em vista a deficiência da qualidade gustativa dos híbridos LV, desde o final da década de 1990, as empresas de sementes aumentaram os investimentos em uma segmentação varietal mais ampla onde o resgate do sabor do tomate de mesa foi o foco principal. A partir dessa época, as empresas diversificaram seus portfólios dando atenção aos segmentos de tomate Italiano e, mais recentemente, aos minitomates com destaque para os *grapes* ou tomate uva (MELO, 2003; JUNQUEIRA; PEETZ; ONODA, 2011).

Nos últimos anos, a oferta de tomate desse grupo vem aumentando significativamente no mercado brasileiro sobressaindo-se os híbridos do grupo Italiano. Em 2009, a área plantada com as cultivares do grupo Italiano de porte indeterminado foi estimada em cerca de 3 mil hectares (ABCSEM, 2009), correspondendo a 7,7% do mercado nacional de tomate de mesa. Em geral, as cultivares do tipo Italiano se caracterizam por apresentar hábito de crescimento indeterminado e frutos biloculares alongados com comprimento de 7 a 10 cm, diâmetro de 3 a 5 cm, cor vermelha intensa, às vezes com o fechamento estilar pontudo, parede espessa, sabor adocicado (equilíbrio adequado da relação ácido/açúcar) e textura e aroma acentuados (MELO, 2003; ALVARENGA, 2013).

⁶ Levantamento realizado em 2005 pela Syngenta Proteção de Cultivos Ltda. em parceria com o Centro de Qualidade em Horticultura (CQH) da Central de Entrepastos e Armazéns Gerais do Estado de São Paulo (CEAGESP); disponível em http://www.ceagesp.gov.br/produtor/estudos/anexos/relat_marcia.pdf.

É importante ressaltar que poucos híbridos desse segmento disponíveis no mercado têm características similares ao ‘San Marzano’⁷, considerado como o protótipo do verdadeiro tomate com tipologia do grupo Italiano, com frutos de sabor e aroma acentuados, com formato alongado e sulcos longitudinais e baixa firmeza.

Em 1999, a Sakata Seed Sudamérica lançou ‘Andrea’, o primeiro híbrido Italiano desenvolvido no Brasil. Mais recentemente essa empresa liberou o híbrido Andrea Victory, uma nova versão LV do ‘Andrea’ (Figura 7).

Os principais híbridos do grupo Italiano de porte indeterminado em cultivo no país são: Júpiter, Netuno, Saturno, Super Puma, Andrea, Andrea Victory, Giuliana e Pizzadoro. Alguns desses híbridos são portadores do gene *rin*, o mais empregado na obtenção dos híbridos LV. Conforme mencionado anteriormente, esse mutante afeta negativamente a qualidade organoléptica e a cor do fruto.

Figura 7 - Propaganda do híbrido italiano Andrea no início da década de 2000, enaltecendo o sabor e a versatilidade de uso culinário da cultivar.

⁷ Trata-se uma CPA muito antiga, presumivelmente originária da região de Fiano, entre Sarno e Nocera, na Itália. Foi introduzida na pequena cidade de San Marzano, localizada aos pés do Vesúvio, daí sua designação. Nessa região, teria encontrado condições edafoclimáticas propícias para cultivo (ANDERLINI, 1982). O ‘San Marzano’ é um tomate muito apreciado ainda hoje pela alta gastronomia mundial, sendo usado largamente na preparação de conserva na forma de tomate pelado. Esse tomate destaca-se por sua versatilidade em termos de uso culinário, prestando-se tanto para o consumo em salada, como também para a preparação de molhos, além de ser matéria-prima de boa qualidade para a fabricação de tomate seco.

Merece registro especial o lançamento do híbrido tipicamente italiano San Vito, em 2003, pela Embrapa Hortaliças. Esse híbrido destaca-se pelo elevado potencial produtivo, frutificação uniforme, frutos de sabor acentuado, firmes e de cor vermelha intensa conferida pelo alto teor de licopeno. Resultados de testes com ‘San Vito’ realizados por pesquisadores da Embrapa Hortaliças revelaram teor de licopeno de aproximadamente $60 \mu\text{g g}^{-1}$ de polpa, enquanto que é de apenas $30 \mu\text{g g}^{-1}$ de polpa na maioria dos tomates do tipo LV disponíveis no mercado (GIORDANO et al., 2006). Esses resultados foram confirmados por Shirahige (2009), Shirahige et al. (2009); Shirahige et al. (2010).

Nos catálogos das empresas de sementes e em publicações de autores brasileiros, os híbridos do grupo Italiano são considerados como sinônimo de “saladete” (ALVARENGA, 2013; CARMO; CALIMAN, 2010; MACHADO; ALVARENGA; FLORENTINO, 2007). No entanto, o tipo Saladete apresenta algumas características de fruto distintas dos tomates do grupo Italiano. Em geral, os frutos do tipo Saladete têm formato ovalado e, em algumas cultivares, exibem fechamento estilar pontiagudo. Por isso, o autor dessa obra tem sugerido que as cultivares Saladete sejam incluídas em um grupo distinto do Italiano. Filgueira (2003) reuniu didaticamente essas cultivares no Grupo Agroindustrial.

No mercado brasileiro, atualmente, estão disponíveis cultivares híbridas e de polinização aberta do tipo Saladete tanto de porte determinado como indeterminado. As cultivares de hábito de crescimento determinado são conduzidas no sistema de tutoramento em meia-estaca ou em cultura rasteira (BOITEUX et al., 2008). As cultivares de maior expressão dessa categoria são SM-16, Ty 2006, SM Plus F₁, Caline IPA-6, Kátia e Supera.

A maior concentração da produção de tomate Saladete de porte determinado em cultura rasteira ou sob tutoramento em meia-estaca localiza-se na região Nordeste, com destaque para as áreas irrigadas de Irecê, BA, Perímetros Irrigados do DNOCS (PE, PB, RN), vale do submédio São Francisco (eixo Petrolina, PE - Juazeiro, BA), e agreste de Pernambuco.

Nesse segmento, deve ser mencionado o trabalho pioneiro do Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA) que, no início da década de 1980, liberou a CPA de crescimento determinado IPA-3 para cultivo rasteiro. É importante destacar que ‘IPA-3’ foi a primeira cultivar de dupla aptidão – mesa e processamento – desenvolvida no Brasil (WANDERLEY et al., 1980).

Em 1987, a equipe do Programa de Melhoramento do Tomateiro do IPA lançou uma versão melhorada de ‘IPA-3’, chamada de ‘Caline IPA-6’ (FERRAZ et al., 1987), também de dupla aptidão, com frutos firmes, graúdos e de parede grossa, de formato ovalado e cor

vermelha intensa, e com resistência a nematoides-de-galhas (*Meloidogyne* spp.) e às murchas de *Fusarium* (raças 1 e 2) e de *Verticillium* (raça 1).

É necessário introduzir um comentário sobre os tomates comercializados no ETPS/CEAGESP com a designação “rasteiro”. A rigor, as cultivares enquadradas nessa categoria são destinadas à transformação industrial. Ocorre que, parte da produção do tomate rasteiro que deveria ser processado, é desviada para o mercado atacadista, em função dos preços maiores alcançados por esse segmento. O desvio de tomate industrial para o mercado *in natura* é uma prática antiga e se acentuou a partir do final da década de 1970 com a introdução das cultivares californianas de frutos firmes e de formato alongado ou oblongo-ovalado, semelhantes aos tomates dos grupos Italiano e Saladete, respectivamente⁸. Os desvios se intensificaram nas zonas de produção de tomate industrial do estado de São Paulo após a introdução, em 1977, da cv. Rio Grande pela Petoseed Brasileira Ltda. Em poucos anos, surgiu a cv. Santa Adélia, uma versão brasileira da ‘Rio Grande’. No ETPS/CEAGESP, o tomate oriundo de cultivo rasteiro é o de mais baixa valorização. A sua oferta, concentrada de junho a setembro, contribui para alterar o padrão estacional de preços do tomate de mesa (MARGARIDO; KATO; UENO, 1994).

2.7 Sistemas de produção

No cultivo do tomateiro de mesa no Brasil, os sistemas de produção variam conforme a região de plantio, o hábito de crescimento da cultivar e o poder aquisitivo do produtor. Os sistemas de produção se subdividem ainda em condução em condições de campo ou a céu aberto e em ambiente protegido (ALVARENGA, 2013). Nesses sistemas de produção, pode ser adotado manejo cultural convencional ou manejo orgânico. Na produção sob manejo orgânico, não é permitido o uso de defensivos agrícolas e de sementes transgênicas, tampouco a adoção de tratos culturais que comprometam a qualidade do solo ou que provoquem a sua perda por processos erosivos (CORRÊA; FERNANDES; AGUIAR, 2012).

⁸ Nos últimos anos, tem se verificado um crescimento significativo da produção de tomateiro rasteiro para consumo fresco na região do cerrado goiano, onde se concentra a maior parte da área cultivada com tomateiro industrial do país. O fato curioso é que algumas indústrias goianas desviam parte de sua própria produção, que seria utilizada como matéria-prima industrial, para o mercado *in natura*. A rigor, desde o início da década de 1990, já era previsto o aumento da concorrência do tomate de lavouras rasteiras para processamento com o produto das culturas estaqueadas, devido ao enorme diferencial de custos de produção de ambos os sistemas de cultivo (MELO, 1991). Segundo esse autor, em 1991, os custos de produção das lavouras estaqueada e rasteira eram orçados em cerca de R\$ 9 mil ha⁻¹ e R\$ 1,2 mil ha⁻¹, respectivamente. Atualmente, o custo de produção do tomateiro estaqueado está estimado em cerca de R\$ 60 mil ha⁻¹ (DELEO; PAGLIUCA, 2012); já, o custo de produção do tomateiro rasteiro, em dezembro de 2012, foi estimado em R\$ 7.274,75 ha⁻¹ (FAEG, 2012. Disponível em: <http://www.sistemafaeg.com.br/faeg/site/Index.do>. Acesso em: 7 agosto 2012.).

2.7.1 Cultivo em campo

2.7.1.1 Práticas culturais

O uso de práticas culturais adequadas pode contribuir substancialmente para a obtenção de frutos de tomate de melhor qualidade e aparência, agregando valor à produção e, conseqüentemente, contribuindo para o aumento da lucratividade do empreendimento (SEDIYAMA; FONTES; SILVA, 2003). Para esses autores, as principais práticas culturais empregadas na cultura do tomateiro, seja em campo ou em ambiente protegido, são: sistemas de condução das plantas, métodos de tutoramento, densidade de plantio e operações de desbrota, amarrio, poda apical ('capação' ou 'desponta') e raleio de frutos ('despenca').

2.7.1.1.1 Sistemas de condução

Existem diversos sistemas de condução de plantas de tomateiro em uso no Brasil. As diferenças entre eles referem-se a pequenas adaptações regionais ou alterações feitas por produtores ou preconizadas por pesquisadores na tentativa de reduzir custos de produção e melhorar o arejamento, visando facilitar o controle de pragas e doenças.

Para a produção de cultivares de tomateiro de hábito de crescimento indeterminado, em condições de campo, independentemente do grupo varietal, Alvarenga (2013) considera que, os sistemas de condução mais comuns são: (a) uma planta por cova e condução com uma haste por planta; (b) uma planta por cova e condução com duas hastes por planta; (c) duas plantas por cova e condução com uma haste por planta; (d) uma planta por cova, condução com uma haste por planta e capação baixa. O sistema de condução (a) é preferencialmente utilizado quando o mercado consumidor é muito exigente, preferindo apenas frutos graúdos. Esse sistema é especialmente recomendado para cultivares do grupo Salada, cujo tamanho de fruto é essencial para a obtenção de bons preços na comercialização (ALVARENGA, 2013). O sistema de condução (b) é recomendado quando se utilizam cultivares de hábito de crescimento indeterminado do tipo LV (Salada e Santa Cruz), cujas sementes são comercializadas a preços elevados. Entretanto, para a obtenção de frutos de maior calibre nos racemos superiores, recomenda-se fazer desbaste de frutos ('despenca'). O sistema de condução (c) é indicado quando são utilizadas cultivares cujas sementes tenham baixo custo como as de polinização aberta (ex. da cv. IAC-Santa Clara). Nesse caso, a semeadura deve ser feita com duas sementes na mesma célula da bandeja, sem haver necessidade de desbaste das mudas após o transplantio para o local definitivo. Assim, as duas plantas se desenvolvem na

mesma cova e cada uma é conduzida com uma única haste. O sistema de condução (d) pode ser considerado como uma adaptação do sistema de condução (a). A cultura é implantada com o uso de fileiras simples, no espaçamento de 1,00 m a 1,20 m x 0,40 m a 0,50 m, ou por fileiras duplas, no espaçamento de 1,00 m a 1,20 m x 0,40 m a 0,50m x 0,40 m a 0,50 m. Nesse caso, é recomendada a poda apical drástica ('capação' ou 'desponta') após o quarto racemo e as plantas ficam com altura máxima de 1,00 a 1,20 m. Em resposta à fixação de apenas quatro racemos por planta, a massa média de fruto é significativamente aumentada e, com esse manejo, os produtores conseguem melhor cotação na comercialização (ALVARENGA, 2013). Atualmente, no Brasil, tanto nos cultivos de tomateiro a céu aberto quanto naqueles sob ambiente protegido, predomina a adoção dos sistemas de condução (a) e (b)⁹.

2.7.1.1.2 Métodos de tutoramento

A maioria das cultivares de tomateiro de mesa possui planta com hábito de crescimento indeterminado, havendo a necessidade de tutorar sua haste ou caule herbáceo na medida em que se desenvolve. Portanto, o tutoramento tem como finalidade dar suporte para o crescimento das plantas, ao mesmo tempo em que possibilita o aumento da ventilação e iluminação, facilitando também os tratos culturais (LÉDO et al., 1998; RUGHOO; GOVINDEN, 1999).

No Brasil, o método de tutoramento mais utilizado é o de cerca cruzada ou "V" invertido, o qual consiste em amarrar as plantas em tutores (geralmente são usadas estacas de bambu) dispostos obliquamente ao solo, formando um "V" invertido entre duas filas consecutivas (MAKISHIMA; MIRANDA, 1992; FONTES; SILVA, 2002). Nesse método, os mourões, que podem ser de madeira ou de bambu, devem ter 2,30 m de comprimento e são fincados no solo a uma profundidade de pelo menos 0,50 m. As estacas de bambu, que poderão ser rachadas ao meio, devem ter pelo menos 1,80 m de comprimento e apoiadas ou amarradas no fio de arame (ALVARENGA, 2013).

Embora seja o mais utilizado, esse método apresenta a desvantagem de criar uma câmara úmida e quente na parte interna do "V" invertido condicionando um ambiente favorável para o desenvolvimento de fungos, além de reduzir a eficiência de aplicação de

⁹ MALLMANN, J.N. Comunicação pessoal, 2010. MALLMANN TOMATES.

produtos fitossanitários, os quais não atingem a parte interna do “V” formado pelas plantas (REBELO, 1993).

Uma alternativa a esse método consiste em uma adaptação na qual as estacas de bambu são colocadas de forma alternada nos lados opostos da fila dupla. Segundo Rebelo (1993), esse sistema, chamado de ‘ziguezague’, permite a ventilação, evita a formação de um ambiente úmido e melhora a insolação. Embora esse arranjo espacial reduza os inconvenientes causados pelo método “V” invertido, ainda não é o ideal para prevenir problemas fitossanitários. Em função disso, foi proposto o uso do tutoramento vertical com estacas de bambu (FONTES; NAZAR; CAMPOS, 1987), o qual otimiza a distribuição da radiação solar e a ventilação, reduzindo o período de molhamento foliar, aumentando a eficiência de aplicação de defensivos e tornando menos severa a incidência de doenças (ZAMBOLIM et al., 1989; PICANÇO et al., 1995; SANTOS et al., 1999; WAMSER et al., 2008).

A maioria dos métodos de tutoramento tradicionalmente adotados pelos produtores de tomate usa o bambu como tutor. O bambu, além de ser um material cada vez mais escasso, acaba sendo um vetor de patógenos devido à sua reutilização nos ciclos subsequentes de cultura podendo carregar nematoides, esporos de fungos, bactérias, além de alguns insetos. De acordo com Lopes; Stripari (1998) e Alvarenga (2013), uma alternativa ao bambu é a condução no sistema vertical usando fitilho de polietileno. Esse método consiste em tutorar as plantas, enrolando-as em um arame horizontal sustentado por dois mourões de 0,15 m a 0,20 m de diâmetro e 2,30 m de comprimento; os mourões devem ser enterrados no solo, na profundidade de 0,40 m e a intervalos de 4,00 a 5,00 m ao longo da linha de plantio (SEDIYAMA; FONTES; SILVA, 2003). Com isso, evita-se a reinoculação de patógenos na área, uma vez que a cada ciclo cultural são utilizados fitilhos novos.

Outra vantagem desse método é a redução de custo com mão-de-obra (FONTES; NAZAR; CAMPOS, 1987) e de material, pois o fitilho é mais barato do que o de bambu.

O fitilho de polietileno é usado também no método de tutoramento chamado de “cerca mexicana” ou “mexicano” (WAMSER et al., 2007). Esse método pode ser empregado tanto para plantas de hábito de crescimento determinado quanto para àquelas de crescimento indeterminado. Os fitilhos são esticados ao lado das hastes do tomateiro, na posição horizontal e são entrelaçadas entre os caules das plantas. Cada fio é enrolado nos mourões para que se mantenha esticado e suporte o peso da planta, principalmente na fase de frutificação do tomateiro, quando os frutos estiverem desenvolvidos.

Marim et al. (2005) estudaram diferentes métodos de tutoramento visando à produção de frutos para consumo *in natura* e constataram que o método de tutoramento vertical por fitilho, apresenta vantagens em comparação ao tradicional ou “V” invertido, e ao triangular, pois favorece a produção de frutos de tamanho grande e a diminuição da produção de frutos de tamanho médio e frutos não comercializáveis.

Matos; Shirahige; Melo (2012) avaliaram a produção e seus componentes de cinco híbridos de tomateiro, sendo três pertencentes ao grupo LV (‘Alambra’, ‘Paron’ e ‘Forty’) e dois ao grupo Santa Cruz (‘Débora Pto’ e ‘Ellus’) em dois sistemas de condução de plantas associados a dois métodos de tutoramento. Os autores não verificaram interação entre cultivar e sistema de condução de planta para a maioria das características avaliadas, exceto número total de frutos, número de frutos comercializáveis e número de frutos da classe AA. Contudo, o sistema de condução de plantas com uma haste tutorada com fitilho proporcionou incremento na massa média de frutos e número de frutos da classe AAA, e decréscimo do número de frutos da classe A, sem reduzir a produtividade total e comercial quando comparado ao método de condução tradicional no bambu com duas hastes por planta.

Paralelamente ao uso do método de tutoramento, preconiza-se o ajuste do espaçamento entre plantas e a condução de apenas uma haste por planta; o objetivo principal é o aumento da produtividade em relação à condução tradicional com duas hastes por planta, normalmente utilizada no método de tutoramento com varas de bambu. Dessa forma, além do método de tutoramento, também é necessário levar em consideração o espaçamento entre plantas, a fim de se obter a combinação adequada visando maximizar a produtividade da cultura.

2.7.1.1.3 Densidade de plantio

De acordo com Sedyama; Fontes; Silva (2003), um dos fatores que exercem maior influência no desenvolvimento das plantas e na produtividade é a densidade de plantio, ou seja, a população de plantas por área. O espaçamento adequado entre plantas e linhas é essencial para otimizar o uso da área e prevenir a incidência de doenças. Com efeito, a população de plantas pode alterar a distribuição da radiação solar e a ventilação em torno das plantas, influenciando a umidade relativa e a concentração de gás carbônico atmosférico, entre e dentro das fileiras (GEISENBERG; STEWART, 1986; ANDRIOLLO, 1999). Desse modo, a densidade de plantio exageradamente elevada ocasiona sombreamento, elevação da umidade e as plantas se tornam mais sujeitas à incidência de doenças. Além disso, ocorre redução significativa do tamanho do fruto (SEDIYAMA; FONTES; SILVA, 2003).

O espaçamento entre as plantas definirá a densidade total de plantas na área de cultivo. O espaçamento ideal para a cultura depende das características da cultivar, tais como hábito de crescimento, vigor, arquitetura foliar, tipo e tamanho do fruto, e da época de plantio, que está relacionada ao regime hídrico e à disponibilidade de luz e calor. Assim o melhor espaçamento é aquele que possibilite maximizar a produtividade, mantendo o padrão comercial do fruto (calibre) e que permita a otimização do manejo fitossanitário (ANDRIOLLO, 1999).

Segundo Nuez (1995), os efeitos mais visíveis de uma alta densidade de plantas no cultivo do tomateiro, são o aumento da produção precoce e o encurtamento do ciclo da cultura. Em contrapartida, a qualidade do fruto é negativamente afetada por reduzir o seu tamanho. Além disso, contribui para o aumento do risco de incidência de doenças fúngicas.

Em condições de campo, para cultivares do grupo Santa Cruz, geralmente são usados espaçamentos de 1,0 m entrelinhas e de 0,5 m a 0,6 m entre plantas, para condução com duas hastes por planta, nas épocas de plantio de inverno e verão. Para cultivares do grupo Salada, utilizam-se espaçamentos de 1,2 m entre linhas e 0,6 m a 0,7 m entre plantas, nas épocas de plantio de inverno e verão (SEDIYAMA; FONTES; SILVA, 2003).

Existem trabalhos relacionando a densidade populacional ao aumento da produção e redução no peso médio de fruto. Streck; Buriol; Schneider (1996) avaliaram populações de 20, 30, 40 e 50 mil plantas por hectare do híbrido Monte Carlo, de hábito de crescimento indeterminado; os autores verificaram incremento na produtividade comercial de frutos com o aumento da densidade populacional na época de plantio de inverno-primavera. Esses autores chegaram à conclusão de que o ponto de máxima eficiência técnica foi atingido na densidade de 43.862 plantas por hectare, havendo também tendência de diminuição da massa média de fruto com o aumento da densidade de plantas de 20 para 50 mil plantas por hectare. De forma similar, Cardoso (2007) obteve aumento na produção de frutos do híbrido Rebeca com o adensamento das plantas, sob cultivo hidropônico, em ambiente protegido.

Resultados semelhantes foram reportados por Seleguini; Seno; Zizas (2002), com o híbrido Duradouro, em que as produções total e comercial foram superiores no espaçamento de 0,30 m entre plantas (33.333 plantas por hectare) quando comparadas ao espaçamento de 0,60 m (16.666 plantas por hectare). O aumento da população de plantas reduziu a produção de frutos grandes e elevou a produção de frutos de calibre médio e pequeno. Os autores reportaram, ainda, que ocorreu diminuição da massa média de frutos grandes e médios.

De acordo com Oliveira et al. (1995a), o rendimento comercial de tomate depende mais do número de hastes do que do número de plantas por hectare. Os mesmos autores, em

outro estudo (OLIVEIRA et al., 1995b), concluíram que plantas com duas hastes apresentaram produções superiores às plantas com apenas uma haste. Resultados similares são relatados por Carvalho; Tessarioli Neto (2005). Por sua vez, Marim et al. (2005) mostraram que plantas conduzidas com duas hastes, porém, com diferentes espaçamentos entre plantas, apresentam diferenças na competição por fotoassimilados causando redução da massa média de fruto.

No tomateiro, o aumento da densidade de plantio resulta em ganhos quantitativos e, principalmente, qualitativos na produção quando associado a sistemas de condução de plantas que reduzam a competição por radiação (BORRAZ; CASTILLO; ROBLES, 1991; STRECK; BURIOL; ANDRIOLO, 1998). Tal constatação foi corroborada pelo estudo realizado por Wamser et al. (2007); os autores observaram que a produção comercial de frutos no sistema de condução de duas hastes foi menor quando comparada com a produção de plantas conduzidas com uma haste por planta. Isso evidencia a ocorrência de competição intraplanta por água e nutrientes, visto que há um sistema radicular para cada haste, além de existir uma melhor distribuição das hastes na fileira, contribuindo para reduzir a competição por luz entre as plantas. Em outro estudo conduzido por esses autores (WAMSER et al., 2009), foi avaliado o efeito do espaçamento entre plantas e do número de racemos por haste sobre a produtividade e a qualidade de fruto dos híbridos Débora Max e Nemo Netta conduzidos no método de tutoramento vertical com fitilho. Os autores verificaram que não houve interação entre os fatores cultivar, espaçamento entre plantas e níveis de despona. A redução do espaçamento entre plantas de 60 para 45 cm aumentou a produtividade de frutos comercializáveis de 15,2 a 17,2%, sem comprometer a qualidade. Além disso, não houve diferença entre altura de despona para produtividade de frutos comerciais.

Outros trabalhos comprovam esse comportamento, evidenciando que, dependendo da densidade populacional, em condição de alta insolação há maior interceptação da radiação solar fotossinteticamente ativa pela planta e maior ventilação. Com isso, a umidade relativa do ar é reduzida e a concentração de gás carbônico na atmosfera adjacente às folhas é renovada, resultando em maior eficiência fotossintética (LOOMIS; AMTHOR, 1999).

Carvalho; Tessarioli Neto (2005) reportaram incremento da produção comercial de frutos de tomate com a condução de uma haste por planta ao adotarem espaçamento de 0,30 m entre plantas em ambiente protegido e cultivo em substrato. Isso indica claramente que o espaçamento é uma prática cultural extremamente importante para se obter ganhos de produtividade na cultura do tomateiro.

2.7.1.1.4 Poda

Na cultura do tomateiro de mesa, além do ajuste no espaçamento, diferentes tipos de poda são recomendados visando facilitar o manejo cultural e melhorar o rendimento de frutos de melhor cotação comercial (CAMPOS et al., 1987).

As modalidades de podas usualmente praticadas na cultura do tomateiro são:

- a) poda de condução ('desbrota'), que consiste na retirada das brotações axilares, quando tenras, conduzindo a planta com uma a quatro hastes (FILGUEIRA, 2003);
- b) poda apical ('desponta' ou 'capação'), que consiste na remoção da gema meristemática ou apical deixando duas ou três folhas acima do 7º ou 8º racemo. Essa prática vem sendo utilizada para controlar a altura da planta, o número de cachos por planta e o tamanho do fruto (LOGENDRA et al., 2001). A poda apical deve ser realizada sempre após a 7ª inflorescência. A poda apical drástica, praticada acima da 3ª ou 4ª inflorescência, usualmente é associada à maior densidade de plantas, para que não ocorra comprometimento da produtividade;
- c) raleio de frutos, que é a eliminação do excesso de frutos no racemo (FILGUEIRA, 2003; SHIRAHIGE et al., 2010).

Na cultura do tomateiro, o raleio ou despenca de frutos é uma prática cultural empregada em cultivares de hábito de crescimento indeterminado, cuja produção destina-se ao consumo fresco. Consiste na retirada do excesso de frutos existentes nos racemos com o objetivo de obter o aumento do tamanho e padronização dos frutos (NUEZ, 1995). Com isso, agrega-se valor à produção e, conseqüentemente, contribui para incrementar a lucratividade do empreendimento.

Diversos autores têm demonstrado a contribuição da poda apical e do raleio de frutos para o aumento da massa média de fruto. Gusmão (1988) verificou, para a cv. Santa Cruz Kada, que a redução de oito para quatro no número de racemos na planta, favoreceu o aumento da massa média de fruto. Segundo o autor, a poda drástica, realizada acima do 4º racemo, permitiu a antecipação da colheita uma vez que 90% da produção total ocorreram nas primeiras cinco semanas de colheita. Streck; Buriol; Andriolo (1998) descreveram resultados semelhantes para o híbrido Monte Carlo, cujas plantas foram podadas acima do 3º racemo. Os autores relataram que 80% da produção ocorreram nas primeiras cinco semanas, contra sete semanas no sistema de condução convencional, com sete racemos.

Os resultados de Poerschke et al. (1995) com o híbrido Monte Carlo, cujas plantas foram conduzidas com uma e duas hastes por planta e poda acima do 3º, 5º e 7º racemos, em

cultivo protegido, revelaram que plantas com duas hastes apresentaram maior rendimento de frutos comerciais, e que plantas conduzidas com uma haste e poda apical acima do 3º racemo, alcançaram maior massa média de fruto. Em contrapartida, o número de frutos comercializáveis foi crescente com o aumento do número de racemos por planta, não havendo diferença quando conduzidas com cinco e sete racemos.

A poda drástica praticada na cv. Santa Cruz Kada causou, de acordo com Gusmão (1988), a redução do número de drenos reprodutivos e vegetativos, embora a área foliar tenha permanecido relativamente alta com o aumento no tamanho das folhas, elevando o teor de assimilados disponíveis aos frutos. Gusmão (1988) reportou vantagem da poda apical drástica, realizada acima do 4º racemo, na condução de plantas com apenas uma haste. Com esse manejo, houve redução de 50% no uso de defensivos quando comparado ao sistema em que as plantas foram conduzidas com duas hastes e sem poda apical. De outro lado, Silva Junior; Müller; Prando (1992) recomendam que a poda apical drástica seja realizada acima do 3º racemo, como mecanismo de escape contra a alta incidência de pragas e doenças, e redução do ciclo da cultura. Resultados similares foram obtidos por Belford; Campos; Casali (1982), que indicam a poda apical acima do terceiro racemo em densidade de 40 mil plantas por hectare para condições adversas de cultivo. Por sua vez, de acordo com Tamiso (2005), a poda apical drástica acima do 4º racemo vem sendo adotada por produtores orgânicos de tomate do estado de São Paulo, com o objetivo de reduzir o risco de incidência de doenças de difícil controle como é caso da requeima, causada por *Phytophthora infestans*.

Excetuando-se as folhas da base do caule, que enviam seus fotoassimilados para a raiz, a planta de tomate é composta por diversas unidades de fonte-dreno, sendo cada unidade constituída de órgãos vegetativos, as folhas e o caule, e órgãos reprodutivos, os frutos. Cada unidade fonte-dreno, quando desenvolvida, é autossuficiente em fotoassimilados ou possui um potencial fotossintético maior que o necessário, se desenvolvendo da unidade inferior para a superior (TANAKA; FUJITA, 1974). O desenvolvimento de frutos é um poderoso dreno de carboidratos. Por isso, se uma parte dos possíveis frutos é removida no início do florescimento ou da frutificação, os fotoassimilados que poderiam ter sido direcionados para o crescimento desses frutos tornam-se disponíveis para os outros órgãos. Assim, uma parte dos fotoassimilados pode ser canalizada para os frutos restantes, e a outra parte promove o crescimento vegetativo (ALVARENGA, 2013). Segundo Caliman (2003), a maior disponibilidade de fotoassimilados aos frutos pode ocasionar o aumento do tamanho bem como propiciar uma melhoria de sabor do fruto.

Existem dois métodos que possibilitam compensar a competição entre os frutos. Um método é foca o aumento do número ou a eficiência das folhas; o outro é baseado na redução do número de frutos pelo raleio dos botões florais ou dos frutos (JANICK, 1968). Assim, o raleio de frutos do tomateiro para consumo ao natural, tanto em condições de campo como em ambiente protegido, é realizado com o objetivo de aumentar o tamanho e melhorar a qualidade do fruto (ALVARENGA, 2013). Os frutos escolhidos para permanecer na planta devem estar isentos de anomalias fisiológicas e danos causados por pragas ou doenças, ou seja, devem ter potencial para atingir o ponto de colheita com a qualidade desejada.

Para as cultivares dos grupos Santa Cruz e Italiano, Alvarenga (2013) recomenda fazer o raleio até o 4º ou 5º racemo, deixando cerca de seis frutos por racemo, e eventualmente até oito, se estiverem uniformes. Nos racemos superiores, o autor sugere deixar um número menor de frutos, de quatro a seis. Nas cultivares do grupo Salada, o número de frutos deve ser reduzido, deixando de quatro a cinco frutos nos três primeiros racemos e de três a quatro frutos nos racemos superiores (FILGUEIRA, 2003). Essa prática é imprescindível para a obtenção de frutos graúdos, de forma a atender mercados mais exigentes. Algumas cultivares dos grupos Salada, Santa Cruz e Italiano exibem pegamento de poucos frutos por racemo devido à tendência de aborto natural de botões florais. Nessas cultivares, a prática do raleio de frutos é dispensável (ALVARENGA, 2013).

Shirahige et al. (2010), estudando o desempenho de híbridos de tomate dos segmentos Santa Cruz e Italiano em função do raleio de frutos, em ambiente protegido, verificaram que essa prática proporcionou aumento da produtividade comercial, da massa média e do comprimento e largura do fruto para os híbridos de ambos os segmentos.

Em suma, pode-se observar que as alterações de práticas culturais como a densidade populacional e o método de tutoramento atuam diretamente nas relações fisiológicas da planta, com implicações nas produções total e comercial de frutos do tomateiro. Nesse sentido, considerando que as empresas do setor de sementes de hortaliças, a cada ano, introduzem novas cultivares híbridas de tomateiro, torna-se imprescindível a realização de uma rede de experimentos de competição de cultivares em diferentes locais e épocas de cultivo. Ademais, como esses híbridos apresentam características distintas de planta e fruto, é essencial também que os experimentos contemplem diferentes sistemas de condução, métodos de tutoramento, densidade populacional e modalidades de poda. Com isso, poder-se-á fazer recomendações adequadas ao setor produtivo sobre as cultivares com melhor capacidade de adaptação para as diferentes zonas e épocas de cultivo do tomateiro do país.

2.7.2 Cultivo em ambiente protegido

O cultivo em ambiente protegido é uma importante alternativa para superar limitações climáticas, especialmente considerando sua eficiência quanto à captação da energia radiante e aproveitamento da temperatura, água e nutrientes disponíveis às plantas (HORA, 2003).

A produção comercial de hortaliças em ambiente protegido constitui um sistema de cultivo largamente difundido na zona do mediterrâneo, no continente europeu, e em alguns países latino-americanos, destacando-se Chile, Colômbia, Argentina e México (CASTILLA; MONTERO, 2008).

Existem basicamente dois níveis de tecnologia de casas de vegetação. O primeiro, desenvolvido para climas frios, é o sofisticado e altamente controlado sistema do hemisfério norte, típico de latitudes altas da Europa e América do Norte. No segundo, ocorre o mínimo de controle do clima, mas essa condição não impede que as plantas manifestem altas produtividades com baixos investimentos (ENOCH, 1986). Esse autor afirma que existem diversos níveis de tecnologia de casas de vegetação entre esses dois extremos. O tipo de casa-de-vegetação comum na bacia do mediterrâneo é o de menor custo de instalação. Essas estruturas se propõem a adaptar as culturas oleráceas a um ambiente subótimo, em contraste ao requerimento para otimizar o ambiente da casa-de-vegetação que visa obter o máximo do potencial produtivo desses cultivos.

Hoje em dia verifica-se uma clara tendência por parte do mercado consumidor para aquisição de produtos de alta qualidade o ano inteiro. Em condições de clima subtropical e tropical isso não é possível, ocorrendo grande oscilação da qualidade das hortaliças ofertadas ao longo do ano em função, sobretudo, do clima. Por conta dessa realidade, tem crescido a produção de hortaliças em ambiente protegido em vários países de clima subtropical e regiões temperadas com inverno ameno, como é caso da bacia do Mediterrâneo, no continente europeu, e do México, em zonas limítrofes com os Estados Unidos (WIJNANDS, 2003).

O cultivo protegido é a estratégia adotada pelos produtores para garantir o suprimento do mercado com hortaliças de alta qualidade o ano todo. O custo de implantação é elevado, mas é amortizado ao longo do tempo desde que sejam cultivadas hortaliças com grande valor comercial, como por exemplo, produtos inovadores demandados por públicos diferenciados e de alto poder aquisitivo (WIJNANDS, 2003).

A Espanha é, na atualidade, o principal provedor de tomate do mercado europeu, principalmente no período de inverno. Em 2001, a cultura protegida do tomateiro na Espanha ocupava área aproximada de 16.400 hectares, sendo a metade dessa área concentrada em

Almería. A maior parte dessa superfície protegida utiliza agrossistemas de proteção de baixo custo, conhecidos como ‘sistema Almería’, de baixo nível tecnológico se comparado às sofisticadas casas de vegetação holandesas (WIJNANDS, 2003).

Embora a Holanda seja líder em tecnologia de cultivo protegido, o tomate espanhol, produzido sob estruturas simples de proteção, com média de produtividade de 93 t ha^{-1} , tem conseguido competir eficazmente com o produto holandês, cuja produtividade média alcança 456 t ha^{-1} , a maior em todo o mundo. Ocorre que a Espanha é beneficiada por vantagens climáticas e consegue exportar grande parte de sua produção na época de inverno quando os preços são mais elevados. Isso tem causado perdas importantes de participação do tomate holandês no mercado europeu. A mesma situação tem ocorrido nos Estados Unidos em relação à competição com o tomate produzido no México o ano todo. A produção mexicana também utiliza estruturas protegidas de baixo custo, cuja produtividade, de 156 t ha^{-1} , é significativamente superior à alcançada pelos produtores da Espanha (WIJNANDS, 2003).

Nos últimos anos, a produção mexicana de hortaliças em ambiente protegido tem mostrado crescimento em vários estados, sendo baseada, principalmente, em estruturas de baixa (*shade houses*) a alta tecnologia. As casas de vegetação mais sofisticadas, que adotam tecnologias como a automatização e mecanização das operações de manejo, encontram-se em franca expansão em algumas regiões do país (MARLOW, 2008; PONCE, 2008; HORTALIZAS, 2010). Em 2008, foi registrado, no México, incremento de 19%, 35% e 29% nas áreas cultivadas, respectivamente, com tomate, pimentão e pepino em ambiente protegido (PONCE, 2008).

A Associação Mexicana de Produtores de Hortaliças em Ambiente Protegido estima que a área total de tomate em cultivo protegido, incluindo telado (*shade houses*) e casa-de-vegetação triplicou nos últimos oito anos. Dados recentes apontam que a área total de tomate produzido em ambiente protegido de baixa tecnologia foi de cerca de 2.400 hectares nos eixos oeste e sul e de 950 hectares no eixo leste. A produção nessa região é feita em casas de vegetação com emprego de tecnologia de maior eficiência que gera maiores rendimentos (PONCE, 2008). Em 2010, apenas no estado de Sinaloa foram cultivados 1.500 hectares de tomate em ambiente protegido. A maior parte da produção é exportada para os Estados Unidos (HORTALIZAS, 2010).

No Brasil, trata-se de uma modalidade de cultivo relativamente nova, e se concentra notadamente nos estados das regiões Sudeste e Sul.

A produção de tomate em ambiente protegido propicia incrementos na produtividade e qualidade dos frutos e, por conseguinte, maior lucratividade para o setor produtivo

(MARTINS et al., 1992). Vários trabalhos têm demonstrado a eficiência da cobertura plástica no aumento de produção de tomate do grupo Salada de hábito de crescimento indeterminado, quando comparado com o cultivo a céu aberto. Horino et al. (1987), Horino; Pessoa (1989) e Reis et al. (1991) avaliaram diversas cultivares de tomateiro em ambiente protegido e obtiveram incrementos da produção que variaram de 17 a 77% em relação à produtividade obtida em campo aberto. Em ensaios realizados em São José dos Pinhais, Lima; Hammerschmidt (1986) avaliaram o desempenho da cv. Ângela Gigante, no período de entressafra, em uma casa de vegetação tipo capela. Observaram que a cultura teve colheitas adiantadas, apresentando excelente qualidade e com produtividade acima da média do município.

No Brasil, não existem dados estatísticos oficiais disponíveis sobre a produção de hortaliças em ambiente protegido. No entanto, o Comitê Brasileiro de Desenvolvimento e Aplicação de Plásticos na Agricultura (COPLABA) estima em cerca de 6.500 hectares a área cultivada com hortaliças sob diferentes tipos de estruturas de proteção (BLISKA JÚNIOR, 2007)¹⁰.

Martins et al. (1992) citam vários autores que trabalharam com análise técnica e econômica do tomateiro em ambiente protegido no Brasil. Os resultados desses estudos comprovaram a viabilidade do investimento na atividade, desde que sejam levados em consideração aspectos fundamentais como a escolha da cultivar e da época de cultivo, o manejo da cultura e do ambiente e a eficiência na comercialização, atendendo às exigências do mercado e considerando as oscilações de preço.

Com relação aos segmentos varietais de tomate que vêm sendo utilizados em ambiente protegido, a grande maioria da pesquisa desenvolvida restringe-se a cultivares de polinização aberta ou híbridos do grupo Salada. Há, portanto, escassez de resultados na literatura sobre o desempenho de híbridos dos segmentos Santa Cruz, Italiano e Saladete cultivados em ambiente protegido.

A partir de meados da década passada, houve crescimento da área plantada em ambiente protegido com cultivares híbridas diferenciadas ou especialidades onde se inserem os minitomates do tipo uva ou *Grape* e o tomate comercializado em racemo também chamado de “holandês”. Esses produtos foram desenvolvidos a partir dos conceitos de agregação de valor quanto a diferenciação no sabor, aparência, tamanho, formato, qualidade e pela inovação e criatividade na forma de embalagem e apresentação ao consumidor final. De

¹⁰ BLISKA JÚNIOR, A. Comunicação Pessoal, 2007. UNICAMP.

acordo com Junqueira; Peetz; Onoda (2011), a produção total do híbrido Sweet Grape, líder do segmento tomate uva, atingiu 3,0 mil toneladas, mas os autores estimam que até o final de 2013, sejam produzidas 8,9 mil toneladas em todo o país.

2.7.3 Cultivo orgânico

No Brasil, a Lei nº 10.831, de 23 de dezembro de 2003, regulamentada pelo decreto nº 6.323, de 27 de dezembro de 2007, dispõe sobre a agricultura orgânica, e dá outras providências (BRASIL, 2003¹¹).

Dentre as hortaliças cultivadas em sistema orgânico no Brasil, o tomate representa excelente oportunidade de negócio. O que impulsiona esse mercado é a demanda de consumidores preocupados com questões de saúde e preservação ambiental (VALARINI et al., 2007; YAMAMOTO, 2007; MELO et al., 2009; TOLEDO et al., 2011). Todavia, devido à oferta limitada, o tomate orgânico é um produto que atinge alto valor de mercado. A produção de tomate orgânico apresentou custo 17,1% menor e rentabilidade 113,6% maior quando comparada com a produção convencional (SOUZA, 2003).

O principal fator responsável pela baixa oferta de tomate orgânico no mercado está diretamente associado à dificuldade de produção nesse sistema, especialmente quanto a pouca eficiência no controle de pragas e doenças, acarretando o insucesso de muitos cultivos (CORRÊA; FERNANDES; AGUIAR, 2012). Segundo Diver; Kuepper; Born (1999); Bettiol et al. (2004), de fato, os problemas fitossanitários constituem o fator limitante principal à expansão da produção de tomate em sistemas orgânicos.

O tomate orgânico, de modo geral, é produzido em pequenas propriedades rurais de base familiar. Em função da própria filosofia da produção orgânica, o tomateiro não é o único cultivo da propriedade, sendo prática usual fazer parte de um sistema de rotação de culturas (MELO et al., 2009).

Atualmente, são escassas as informações relativas a cultivares de tomateiro de mesa adaptadas ao cultivo orgânico, bem como acerca de técnicas de manejo cultural e de controle de pragas e doenças limitantes à cultura (TAMISO, 2005; MELO; MELO; BOITEUX, 2009).

¹¹ A Lei considera sistema orgânico de produção agropecuária todo aquele em que se adotam técnicas específicas, mediante a otimização do uso dos recursos naturais e socioeconômicos disponíveis e o respeito à integridade cultural das comunidades rurais. Esse sistema tem por objetivo a sustentabilidade econômica e ecológica, a maximização dos benefícios sociais, a minimização da dependência de energia não renovável e a proteção do meio ambiente. Para tanto, pressupõe-se o emprego, sempre que possível, de métodos culturais, biológicos e mecânicos, em contraposição ao uso de materiais sintéticos e de organismos geneticamente modificados e radiações ionizantes em qualquer fase do processo de produção, processamento, armazenamento, distribuição e comercialização.

No processo de seleção de cultivares de tomateiro para produção sob manejo orgânico, atributos como amplitude de adaptação, alto potencial produtivo, resistência ou tolerância a doenças e pragas e características organolépticas superiores definem a viabilidade ou não de seu cultivo em escala comercial. Para os produtores, esses atributos podem representar, ainda, uma vantagem real para viabilizar economicamente o seu empreendimento.

Para Primavesi (2001), as cultivares devem ter características apropriadas aos sistemas agroecológicos de cultivo. Assim, para essa autora, não seriam recomendados para tais sistemas cultivares que demandam o uso intensivo de insumos para expressar seu potencial produtivo, como os híbridos. Por sua vez, Souza (2010), recomenda o uso de cultivares regionais com maior adaptabilidade e maior tolerância a doenças. No entanto, alguns autores têm demonstrado que tais premissas não se sustentam. Bettiol et al. (2004) compararam o desempenho produtivo da CPA Santa Clara com a cultivar híbrida Débora, ambos do grupo Santa Cruz nos sistemas orgânico e convencional em condições de campo aberto. ‘Débora’ mostrou nítida superioridade, em termos de produção comercial, em relação à cv. Santa Clara nos dois sistemas de produção. Contudo, sob manejo orgânico, a produção comercial de ‘Débora’ foi 63,3% superior a de ‘Santa Clara’. Os autores argumentam que tal diferença de produtividade entre as cultivares testadas pode ser atribuída à maior suscetibilidade da cv. Santa Clara a tospovírus. Esses dados são corroborados por Nagai (1993) que relatou que essa cultivar é 100% suscetível a tospovírus e apresenta, ainda, suscetibilidade às principais doenças do tomateiro. De outro lado, o híbrido Débora possui resistência genética à raça 1 da murcha-de-verticílio (*V. dahliae*), à raça 1 da murcha-de-fusário (*Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*) e a nematoides de galhas (*Meloidogyne* spp.) (DELLA VECCHIA; TAKAZAKI; TÚLLIO, 1989). Da mesma forma, Melo et al. (2009) reportaram os resultados de um experimento conduzido sob sistema orgânico, em ambiente protegido, visando avaliar a capacidade produtiva de cultivares de polinização aberta e híbridas de tomate de crescimento indeterminado. Os resultados revelaram nítida superioridade dos híbridos sobre as CPA. ‘Sahel’ e ‘San Vito’, ambos portadores de sete genes que conferem resistência genética a doenças limitantes à cultura do tomateiro, produziram 3,8 kg e 2,6 kg planta⁻¹, respectivamente, diferindo estatisticamente das cultivares de polinização aberta San Marzano (1,8 kg planta⁻¹) e HTX 5415 (2,0 kg planta⁻¹). Toledo et al. (2011) também avaliaram o potencial de produção e a qualidade do fruto de CPA *versus* híbridos F₁ de tomate em cultivo orgânico a céu aberto. O rendimento médio comercial das cultivares variou de 12,3 t ha⁻¹ a 23,9 t ha⁻¹. O híbrido Marguerita destacou-se com a maior produtividade (23,9 t ha⁻¹). Esse híbrido, do grupo LV, incorpora seis genes que conferem resistência a patógenos que causam

doenças altamente limitantes ao tomateiro, destacando-se as tospoviroses (vira-cabeça) e as geminiviroses.

No estado do Rio de Janeiro, os produtores mais especializados, principalmente os que produzem em casas de vegetação, têm optado pelo uso de híbridos F_1 que produzem frutos do tipo longa vida, os quais possuem boa resistência ao transporte e vida de prateleira estendida (CORRÊA; FERNANDES; AGUIAR, 2012).

Vale ressaltar, ainda, que a escolha de cultivares é essencial no cultivo orgânico de tomateiro, uma vez que a resistência genética a doenças e pragas constitui um dos métodos de controle que pode ser adotado pelo setor produtivo (BETTIOL et al., 2004). No entanto, para mitigar os danos causados pelas pragas e doenças, os produtores de tomateiro em sistema orgânico têm adotado o cultivo em ambiente protegido. Além disso, o cultivo em ambiente protegido não é sujeito à incidência direta de chuvas, sol forte e ventos, fatores que podem favorecer a incidência de doenças ou a ocorrência de distúrbios fisiológicos (CORRÊA; FERNANDES; AGUIAR, 2012). De acordo com esses autores, a despeito dos cuidados e adaptações a serem considerados na produção em ambiente protegido e da necessidade de maior investimento inicial em relação ao cultivo em campo aberto, de forma geral, os produtores têm adotado o cultivo em casas de vegetação em escala crescente, garantindo a regularidade da oferta dessa hortaliça no mercado de produtos orgânicos.

2.8 Melhoramento do tomateiro de mesa no Brasil

2.8.1 Aspectos históricos

O melhoramento do tomateiro de mesa no Brasil foi iniciado em bases empíricas tendo como marco histórico o advento da população Santa Cruz obtida a partir de um cruzamento natural ocorrido entre 1935 e 1940, conforme detalhado anteriormente. Ao observar a existência de variabilidade, os produtores paulistas praticaram intensa seleção nessa população. O objetivo era ampliar a sua capacidade de adaptação, como maior tolerância ao frio, e melhorar a qualidade do fruto, com ênfase no aumento de tamanho e tolerância a rachaduras e ao fundo preto. Como resultado, diversas seleções foram introduzidas no mercado, batizadas com os nomes de seus obtentores: Yokota, Kada, Komuro, Kimbara, Yokoyama, Muramatsu, Komuru, Takenaka, Samano, Takahara, Kumagai, Miyai, Kobayashi, Kazue, Ozawa, entre outras. Esse conjunto de cultivares originou o grupo varietal Santa Cruz. A cv. ‘Santa Cruz Kada’, selecionada pelos produtores Kada e Uejima, de Piedade, SP, foi

líder do grupo por vários anos. Essa cultivar destacava-se das demais por sua rusticidade, pelo elevado rendimento nas estações seca e chuvosa, pela uniformidade de frutificação, por produzir alto percentual de frutos graúdos e pela maior tolerância a rachaduras e à podridão apical (NAGAI, 1989).

A cv. Miguel Pereira também foi obtida por seleção massal a partir de um cruzamento natural onde um dos genitores foi a população Santa Cruz. Essa cultivar foi selecionada em campo pelo produtor Hiroshi Watanabe, no município de Miguel Pereira, RJ e se notabilizou por sua resistência à murcha-de-fusário e à murcha-de-verticílio (RIBEIRO et al., 1967).

Fica, portanto, patente que o método pioneiro de melhoramento do tomateiro utilizado no Brasil foi a seleção massal. Esse método de melhoramento é o mais simples que pode ser adotado em espécies autógamas. Todavia, o sucesso alcançado na obtenção de diversas cultivares a partir do grupo Santa Cruz original, deveu-se à variabilidade genética existente nesse grupo varietal e à capacidade dos produtores de selecionar indivíduos superiores dentro de uma população de plantas geneticamente diferentes. Desse modo, é importante destacar que, em populações de espécies autógamas, a existência de variabilidade genética pode ser decorrente de mistura de sementes de diferentes populações ou devido a cruzamentos naturais envolvendo plantas de diferentes genótipos e, ainda, a mutações naturais (VALLEJO-CABRERA, 1999).

A partir de meados da década de 1950, começaram a ser delineados e executados os programas pioneiros de melhoramento visando à obtenção de novas cultivares do tipo Santa Cruz com atributos condizentes com as demandas dos produtores e do mercado consumidor. Inicialmente, esses programas se concentraram em instituições públicas de ensino e pesquisa. No estado de São Paulo, os programas foram desenvolvidos no Instituto de Genética da ESALQ/USP (DIAS, 1960; IKUTA; VENCOSKY; DIAS, 1964) e no IAC (NAGAI, 1993); em Minas Gerais na Escola Superior de Agricultura da Universidade Rural do Estado de Minas Gerais, hoje Universidade Federal de Viçosa (JANICK; ERICKSON; COUTO, 1964); no estado do Rio de Janeiro, no Instituto de Pesquisas Agropecuárias do Centro Sul (IPEACS) e na Escola Nacional de Agronomia (ENA), hoje Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (RIBEIRO et al., 1967). No início da década de 1970, foi iniciado o Programa de Melhoramento do Tomateiro Industrial do Instituto de Pesquisas Agronômicas de Pernambuco, hoje Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA). Um de seus objetivos visava à obtenção de cultivares de tomateiro de dupla aptidão (mesa e processamento).

Mais tarde, foram iniciados os programas de pesquisa das empresas de sementes (Agroceres, Agroflora e Tanebrás) fundadas no final da década de 1960 (MELO; MELO; ARAGÃO, 2009).

2.8.2 Métodos de melhoramento genético utilizados nos programas brasileiros

Os métodos de melhoramento genético adotados nos programas de melhoramento do tomateiro de mesa pelos setores público e privado estão descritos em seguida.

2.8.2.1 Seleção de linhagens puras

Uma das limitações da seleção massal é que o melhorista não tem como saber se as plantas selecionadas na população estão em homozigose ou heterozigose. Portanto, aquelas que estão em heterozigose segregarão na geração seguinte obrigando o melhorista a repetir a seleção. Ademais, não é possível saber se os fenótipos superiores se apresentam como resultado de suas características genéticas herdáveis ou por influência do ambiente. Por conta dessas limitações, a seleção massal tem sido menos empregada em comparação ao método de seleção de linhagens puras. Esse método se baseia na seleção de plantas individuais seguida de avaliação independente de cada progênie. No caso da planta selecionada estar em homozigose, sua descendência será uma linhagem pura. Dentro de uma população de plantas que exibe variabilidade genética, são selecionadas visualmente as plantas superiores. Esse método é utilizado para obter novas cultivares a partir de populações locais antigas ou crioulas mantidas pelos agricultores durante muitas gerações (VALLEJO-CABRERA, 1999).

A cv. Olho Roxo Seleção IPA, lançada em 1986, foi desenvolvida a partir da seleção praticada na população original Olho Roxo. Essa população se originou, provavelmente, de cruzamentos naturais envolvendo cultivares antigas do grupo Santa Cruz. É uma população muito bem adaptada às condições agroecológicas do Agreste Meridional de Pernambuco, destacando-se por seu potencial produtivo e por ser altamente resistente a *Stemphylium solani*, agente causal da mancha-de-estenfílio, uma das doenças mais limitantes nas zonas de cultivo de tomateiro de mesa do estado de Pernambuco. As sementes dessa população eram extraídas pelos próprios produtores a cada final de ciclo da cultura para semeio no ano seguinte. Em vista disso, as plantas exibiam uma grande heterogeneidade principalmente quanto à altura e formato dos frutos na zona de cultivo do agreste pernambucano. Após quatro ciclos de seleção, realizados entre 1979 e 1984, foram selecionadas cinco linhagens superiores as quais

foram reunidas e constituíram a nova cv. Olho Roxo Seleção IPA (MELO; WANDERLEY, 1984; MELO et al., 1986)

2.8.2.2 Hibridação e condução das gerações segregantes

Os métodos empregados após a hibridação têm como objetivo gerar variabilidade genética artificialmente. Nesse caso, procura-se reunir, em uma nova linhagem pura, alelos favoráveis presentes em dois ou mais genótipos.

O sucesso do melhoramento por hibridação depende, em grande parte, da seleção dos genitores, os quais serão cruzados dando origem à geração F_1 . No avanço de gerações segregantes até atingir homozigotidade, podem ser adotados os métodos da população (*bulk*), genealógico (*pedigree*), retrocruzamento e métodos modificados como o SSD (*Single Seed Descent* ou descendente de uma única semente).

Esses métodos de melhoramento foram utilizados por programas de melhoramento de instituições públicas para a obtenção das seguintes cultivares do grupo Santa Cruz: Santa Rita (JANICK; ERICKSON; COUTO, 1964), Ângela (NAGAI; COSTA, 1969), Ângela Gigante I-5100 (NAGAI, 1979) e IAC Santa Clara (NAGAI, 1985).

Oliveira (1962) reporta a realização, em 1954, de um cruzamento entre as cultivares americanas Homestead e Sioux no Instituto Agronômico do Sul, Pelotas, RS. Após vários ciclos de seleção, sem indicação do método adotado, foi selecionada uma linhagem na geração F_6 que originou a cv. Pelotas, do grupo salada com hábito de crescimento indeterminado. Portanto, Pelotas é a primeira CPA de tomateiro de mesa criada no Brasil.

A partir da década de 1970, com o estabelecimento dos programas de melhoramento das empresas nacionais de sementes de hortaliças, começaram a ser lançadas cultivares de tomate de mesa dos grupos Santa Cruz e Salada (Caqui). Até o final da década de 1980 tais programas concentraram seus esforços de pesquisa no desenvolvimento de cultivares de polinização aberta. Todavia, salvo algumas exceções, não existem informações disponíveis sobre os métodos de melhoramento adotados para a obtenção dessas cultivares (NAGAI, 1989; GIORDANO, 1991).

Na década de 1980, em Pernambuco, o IPA liberou as cultivares da Série IPA de dupla aptidão IPA-3 (WANDERLEY; FERRAZ; MELO, 1980) e Caline IPA-6 (FERRAZ et al., 1987) desenvolvidas, respectivamente, pelos métodos da população e genealógico.

2.8.2.3 Heterose ou vigor de híbrido

2.8.2.3.1 Conceituação

O termo heterose foi originalmente proposto por Shull (1908) com o propósito de tornar o fenômeno livre de implicações genéticas e evitar confusão com o termo vigor de híbrido que, naquela época, estava relacionado apenas com o Mendelismo. Atualmente, os termos heterose e vigor de híbrido são considerados sinônimos e são utilizados sem distinção.

De acordo com Borém (1998), a heterose se manifesta quando a medida do caráter avaliado no híbrido é maior (heterose positiva) ou menor (heterose negativa) do que a média dos seus genitores. Do ponto de vista aplicado, é mais comum o cálculo da heterose em relação ao genitor superior (heterobeltiose) ou a uma cultivar de importância econômica (heterose padrão).

Há duas teorias principais entre as várias que explicam o fenômeno da heterose: dominância e sobredominância. Segundo a teoria da dominância, proposta por Davenport (1908) e Bruce (1910), a heterose observada no híbrido é resultante do acúmulo de genes dominantes provenientes de ambos os genitores. Por sua vez, pela teoria da sobredominância, proposta por Shull (1908) e East (1908), em trabalhos separados, a heterose é fruto da condição heterozigótica dos locos que controlam um determinado caráter, ou seja, os locos heterozigóticos seriam superiores aos homozigóticos. Em contrapartida, a endogamia, que se refere ao cruzamento de indivíduos com certo grau de parentesco, leva a um fenômeno contrário ao da heterose, isto é, perda de vigor. Hoje, sabe-se, entretanto, que, em plantas autógamas, a autofecundação não é absolutamente prejudicial e que, muitas vezes, ocorrem efeitos benéficos da hibridação.

Há outras teorias sobre o fenômeno da heterose que têm sido explicadas através de vários caminhos: taxas comparativas de crescimento, genética clássica e, em menor grau, fisiologia e bioquímica. Nenhuma proporcionou tanta informação quanto a controvérsia dominância vs. sobredominância. Para o melhorista, essa controvérsia é secundária, pois ele está mais interessado em saber se a heterose pode ser manipulada a fim de gerar combinações mais produtivas (SPRAGUE, 1983).

Paterniani (1974) considera que a epistasia também tem sido objeto de investigação quanto ao seu possível efeito sobre a heterose. Por sua vez, para Falconer (1987), a quantidade de heterose produzida em um cruzamento depende da diferença de frequência gênica entre os genitores para os locos envolvidos na expressão de uma determinada característica. Desse modo, se não houver diferença, não haverá expressão de heterose. Se

essa diferença existir em mais de um loco, os valores individuais de cada um desses locos se combinaram aditivamente e a heterose produzida poderá ser representada pelo efeito conjunto de todos os locos como a soma de suas contribuições separadas. Para que ocorra heterose, é necessário que exista dominância. Se os locos forem dominantes, mas em direções diferentes, seus efeitos tenderão a ser anulados e nenhuma heterose poderá ser observada, apesar da dominância nos locos individuais.

2.8.2.3.2 Esquemas de cruzamentos dialélicos e capacidade combinatória

A análise de cruzamentos dialélicos é um método comumente utilizado no melhoramento genético, pois permite melhor conhecimento das relações entre linhagens genitoras envolvidas nos cruzamentos e pode ser de grande utilidade na identificação de combinações e/ou híbridos promissores (ALLARD, 1956). Sua utilização tem origem a partir do estabelecimento dos conceitos das capacidades geral (CGC) e específica de combinação (CEC) (SPRAGUE; TATUM, 1942; KEMPTHORNE; CURNOW, 1961).

O primeiro esquema de análise de variância para tabelas dialélicas foi apresentado por Yates (1947). As técnicas para análise dos dados evoluíram consideravelmente, podendo-se dispor de vários métodos de análise dialélica propostos por diversos pesquisadores (JINKS; HAYMAN, 1953; GRIFFING, 1956a,b; KEMPTHORNE; CURNOW, 1961; GARDNER; EBERHART, 1966; MATHER; JINKS, 1971; HALLAULER; MIRANDA, 1988).

O termo CGC é utilizado para designar o comportamento médio de um genitor em todos os cruzamentos de que participa (SPRAGUE; TATUM, 1942; CRUZ; VENCOSKY, 1989; CRUZ; REGAZZI, CARNEIRO, 2004). De acordo com Sprague; Tatum (1942), o termo CEC é utilizado para designar os casos em que certas combinações híbridas são superiores ou inferiores em relação ao esperado quanto ao desempenho médio dos genitores. Por sua vez, as estimativas dos efeitos da CGC fornecem informações a respeito da potencialidade do genitor em gerar combinações favoráveis. Uma baixa estimativa dos efeitos de CGC indica que o valor da CGC do genitor, obtida com base em suas combinações híbridas e nos demais genitores, não difere muito da média geral da população dialélica. Entretanto, quanto mais altas forem essas estimativas, positivas ou negativas, há indício de que o genitor em questão é muito superior ou inferior aos demais genitores do dialelo (CRUZ; REGAZZI, CARNEIRO, 2004).

Entre os diferentes métodos disponíveis, os modelos e análises dialélicas propostos por Griffing (1956a,b) têm sido amplamente utilizados em espécies autógamas. Esse método foi

desenvolvido para avaliar a CGC e a CEC dos genótipos provenientes de cruzamentos dialélicos. O procedimento experimental pode variar se as linhagens genitoras ou os cruzamentos recíprocos são incluídos, de acordo com quatro possíveis métodos, onde cada um deles requer uma forma diferente de análise. No método experimental 1 são incluídos os genitores, um grupo de híbridos F_1 's e seus recíprocos (todas as p^2 combinações); no método experimental 2, incluem-se os genitores e os híbridos F_1 's, sem incluir os recíprocos $\{[p(p+1)]/2$ combinações}; para o método experimental 3, consideram-se os híbridos F_1 's e os seus recíprocos, sem incluir os genitores $\{[p(p-1)]$ combinações}; no método experimental 4, são incluídos somente os híbridos F_1 's, sem incluir os recíprocos e genitores $\{[p(p-1)]/2$ combinações}.

Com relação à maneira de obter a amostra de genitores, Griffing (1956b) ressaltou a necessidade de fazer distinções entre duas classes de modelo. No modelo I (fixo), os genitores são deliberadamente escolhidos e não podem ser considerados como uma amostra ao acaso da população. O material experimental constitui a totalidade da população a respeito da qual podem ser feitas conclusões válidas. Os objetivos são a comparação da capacidade de combinação dos pais, quando os próprios são usados como testadores, e a identificação das combinações mais produtivas. Assim, o maior interesse é estimar os efeitos da capacidade de combinação e obter erros padrões apropriados para as diferenças entre efeitos. Para o modelo II (aleatório), as linhagens genitoras são consideradas como sendo uma amostra ao acaso de uma população e as conclusões não são feitas sobre as linhagens individuais da amostra, mas sobre os parâmetros da população genitora. O maior interesse é estimar os componentes genéticos e ambientais da variância da população; para isso deve-se supor que os efeitos no modelo (exceto a média) têm distribuição normal e independente com média zero e variância conhecida.

Griffing (1956b) considerou que o critério de adoção de um dos quatro métodos de análise dialélica depende do material experimental e dos objetivos do experimento. Os métodos 1 e 3 permitem avaliar o comportamento de determinado cruzamento, bem como do seu recíproco, decorrente de genes citoplasmáticos, localizados em cloroplastos ou mitocôndrias. Segundo Cruz; Regazzi; Carneiro (2004), os efeitos recíprocos da CEC permitem também identificar qual dos genitores deverá ser utilizado como linhagem masculina ou linhagem feminina no cruzamento escolhido. Os métodos 2 e 4 deverão ser aplicados quando não há interesse no estudo da variação decorrente de genes extra-cromossômicos ou quando houver dificuldade de obtenção de sementes híbridas

suficientes para análise em cada cruzamento (RAMALHO; SANTOS; ZIMMERMANN, 1993).

O método proposto por Gardner; Eberhart (1966) apresenta a vantagem de avaliar os efeitos de cultivares e de heterose varietal a partir do desdobramento da CGC. Entretanto, Cruz; Vencovsky (1989) compararam alguns métodos de análise dialélica e concluíram que existe pouca diferença entre o método proposto por Gardner; Eberhart (1966) e o método 2 apresentado por Griffing (1956b). Apesar da decomposição do efeito de CGC em efeitos de cultivares e de heterose varietal, de um modo geral, o melhor critério para a escolha de genitores continua sendo a avaliação da CEC. Portanto, os valores das estimativas de CEC são diretamente proporcionais à heterose, uma vez que a média dos híbridos pode ser determinada a partir da somatória da média geral dos efeitos de CGC e CEC. Segundo Silva et al. (1999), híbridos de berinjela que apresentaram maiores estimativas de CEC foram os que mostraram maiores estimativas de heterose para os caracteres avaliados.

As primeiras pesquisas sobre capacidade combinatória e heterose em tomateiro enfocaram principalmente caracteres associados com a produção e seus componentes (TRINKLEIN; LAMBETH, 1975). Esses pesquisadores, ao analisarem um cruzamento dialélico envolvendo seis cultivares de origens diversas, constataram que, nos caracteres relacionados com a qualidade do fruto, prevaleciam efeitos de CGC enquanto que, para o caráter peso de fruto, predominavam efeitos significativos de CEC.

A avaliação de um cruzamento dialélico entre seis cultivares de tomate conduzida por Santos (1981) em dois locais no estado de Minas Gerais; o autor verificou que, de maneira geral, os efeitos genéticos aditivos foram superiores aos efeitos genéticos não-aditivos para nove das quinze características estudadas; os resultados sugeriram a existência de elevada reserva de variabilidade genética aditiva para ser usada em programas de melhoramento com o objetivo de desenvolver novas cultivares.

Estrada-Salazar (1984) constatou significativa variação devida a efeitos da CEC entre genótipos de tomate. O autor encontrou também estreita relação entre os maiores valores da variância e dos efeitos da CEC com as manifestações heteróticas exibidas por alguns cruzamentos em particular.

Melo (1987) avaliou a capacidade combinatória entre seis cultivares de tomate e verificou que os efeitos gênicos não aditivos foram superiores aos efeitos gênicos aditivos para produção de frutos e seus subcomponentes. Para os caracteres número de lóculos e massa média de lóculo, os valores estimados para CGC e CEC foram similares, indicando que os efeitos aditivos e não-aditivos são igualmente importantes na herança desses caracteres.

Martinez; Sanint; Vallejo-Cabrera (1989) apresentaram resultados de uma análise de heterose e capacidade combinatória em tomate para produção e seus componentes correlacionados a partir de um cruzamento dialélico 6 x 6, utilizando o método experimental 2, modelo I de Griffing (1956b). Para todos os caracteres avaliados, encontraram valores significativos para os efeitos de CGC e CEC, exceto para caráter frutos com mais de 180 g. Os autores encontraram efeitos associados com altos valores de CEC para algumas combinações.

Braz (1992) estudou a capacidade combinatória de seis cultivares de tomate com relação a características associadas à produção de frutos e sementes. Verificou que os quadrados médios da CGC foram sempre maiores que os correspondentes à CEC, inferindo que os caracteres avaliados eram controlados por genes de ação aditiva nos genótipos utilizados nos cruzamentos dialélicos. Não foram detectados efeitos recíprocos para os caracteres estudados, exceto para número médio de inflorescências por planta e número médio de frutos por planta, características que apresentaram elevados coeficientes de variação.

Inferências genéticas sobre o desempenho de cinco cultivares de tomateiro e seus híbridos dialélicos foram obtidas com base em três características de produção e quatro relacionadas com qualidade de fruto, com resultados que evidenciaram a possibilidade de ganhos genéticos relativos a características de produção (AMARAL JUNIOR et al., 1996; AMARAL JUNIOR et al., 1999).

Resende et al. (2000) utilizaram um cruzamento dialélico com a finalidade de obter estimativas de CGC e CEC para caracteres associados à produção, envolvendo linhagens de tomateiro com resistência a tospovirose. A capacidade de combinação foi significativa apenas para os efeitos da CGC para número e diâmetro de frutos. No geral, todos os híbridos foram mais produtivos do que as cultivares comerciais usadas no trabalho, sugerindo maior estabilidade desses híbridos.

Bhatt; Biswas; Kumar (2001) realizaram um cruzamento dialélico 15x15 com o objetivo de estudar heterose, capacidade de combinação e a natureza da ação gênica para produção em duas importantes características relacionadas com qualidade de fruto de tomate. Obtiveram valores altos e significativos de heterose para produção, teores de ácido ascórbico e de sólidos solúveis totais. Relataram, também, valores significativos com relação a CGC e CEC. Contudo, prevaleceram os valores de efeitos não-aditivos para os caracteres acidez total e sólidos solúveis totais nas condições em que foi realizado o experimento.

Pratta; Zorzoli; Picardi (2003) estudaram os efeitos de um cruzamento dialélico 5x5 entre germoplasma exótico, mutante e cultivar comercial de tomate considerando quatro

caracteres de produção. Os valores de CGC e CEC foram significativos para as quatro características avaliadas. Observaram dominância negativa para as características peso de fruto e vida de prateleira e dominância positiva foi detectada para formato e número de frutos por planta. A CEC foi superior à CGC para vida de prateleira, indicando que os efeitos não-aditivos foram predominantes para esse caráter.

Suinaga et al. (2004) empregaram um cruzamento dialélico parcial com o objetivo de estudar CGC e CEC entre dois grupos de *Lycopersicon* spp. Avaliaram sete características de resistência ao ataque de *Tuta absoluta* e observaram diferenças significativas para a maioria das características com relação a CGC e CEC. Com base na CGC, obtiveram quatro genótipos que podem ser incluídos em programas de melhoramento visando resistência a *T. absoluta*. E, com base nos maiores valores conjuntos de CEC, obtiveram algumas combinações híbridas superiores.

2.8.2.3.3 Obtenção de híbridos F₁ no Brasil

No Brasil, a heterose tem sido usada economicamente em espécies autógamas como berinjela, jiló e tomate (CHENG, 1972; IKUTA; VENCOVSKY; DIAS, 1964; MELO, 1987; RESENDE et al., 2000; MIRANDA, 1978; SANTOS, 1981; MALUF; MIRANDA; CAMPOS, 1982; MALUF; MIRANDA; CORDEIRO, 1982; MALUF; FERREIRA; MIRANDA, 1983; SOUZA et al., 2012a) constituindo em uma eficiente estratégia de melhoramento visando o aumento da produtividade dessas oleráceas.

As pesquisas pioneiras na área do melhoramento genético do tomateiro, delineadas com o objetivo de obter híbridos F₁ com o padrão Santa Cruz, remontam ao final da década de 1950. Em aula proferida no Curso Intensivo de Horticultura (ETA Projeto 55), realizado em 1960, na ESA/UREMG, Viçosa, MG, o professor Márcilio de Souza Dias, docente e melhorista do Instituto de Genética da ESALQ/USP, Piracicaba, SP, apresentou resultados pioneiros de experimentação visando à obtenção de híbridos F₁ envolvendo cruzamentos entre cultivares Santa Cruz e Caqui (DIAS, 1960; IKUTA; VENCOVSKY; DIAS, 1964). Dias (1960) justificava o uso de híbridos F₁ com o argumento transcrito a seguir *ipsis litteris*: “No estado de São Paulo, os plantadores de tomate de origem japonesa já estão utilizando, nas suas plantações, todas as técnicas agrícolas avançadas para obter produções elevadas, tendo já, muitos deles, atingido o limite de produção da variedade Santa Cruz. Nos nossos experimentos com híbridos F₁ do Santa Cruz com variedades estrangeiras, principalmente americanas, verificamos que os híbridos F₁ são cerca de 30% mais produtivos, mais vigorosos

e de melhor qualidade que a variedade Santa Cruz”. Não há, entretanto, informação de que os híbridos F_1 do grupo Santa Cruz desenvolvidos pelo professor Marcílio tenham sido oficialmente lançados. Nagai (1989) menciona, sem citar fonte, que o híbrido F_1 (K x T18), do tipo Santa Cruz, obtido no Departamento de Genética da ESALQ/USP, não apresentava qualidade de fruto satisfatória para os padrões comerciais da época. O autor da presente obra presume que essa informação tem como fonte original os resultados de ensaios de cultivares de tomateiro tipo Santa Cruz conduzidos na estação experimental da Cooperativa Agrícola de Cotia (CAC) de Itapetininga, SP, reportados por Shirozu (s.d.)¹². Com base na classificação comercial realizada pela Seção de Vendas da CAC, os híbridos F_1 (K x T18) e F_1 (K x 7) obtiveram a menor pontuação e a pior qualidade pós-colheita entre as cultivares testadas.

Anos mais tarde, foram reportados diversos resultados de programas públicos de melhoramento de tomateiro conduzidos com a finalidade de obter híbridos do tipo Santa Cruz. Desse modo, várias combinações híbridas altamente heteróticas foram identificadas, conforme resultados apresentados por Cheng (1972); Miranda (1978); Santos (1981); Maluf; Miranda; Campos (1982); Maluf; Miranda; Cordeiro (1982); Maluf; Ferreira; Miranda (1983), Melo (1987) e Souza et al., 2012a).

Em meados da década de 1980, as cultivares híbridas de tomateiro de mesa não representavam sequer 5% do total da área plantada no Brasil. Nessa época, o mercado era dominado por híbridos de origem japonesa de porte indeterminado, frutos plutiloculares, com massa média de 250 g (MELO; MIRANDA; COSTA, 1988).

A partir da segunda metade dos anos 1980, as empresas de sementes decidiram aumentar os esforços de pesquisa e desenvolvimento (P&D) visando à obtenção de híbridos F_1 de tomateiro de mesa, especialmente do grupo Santa Cruz. Com isso, teriam a propriedade de cultivares híbridas assegurada por via natural, visto que sua reprodução pela concorrência seria impossível e, destarte, os seus investimentos locais em P&D seriam justificados. A rigor, no âmbito do setor privado, até a década de 1990, tanto as empresas de sementes de capital nacional quanto estrangeiro relutavam em continuar a investir na obtenção de cultivares de polinização aberta, pois não havia mecanismos legais no Brasil que lhes garantisse o direito de propriedade¹³.

¹² Em um documento mimeografado encontrado no acervo de literatura sobre tomate pertencente ao Prof. Marcílio de Souza Dias, cedido ao autor dessa obra pelo Prof. Dr. Cyro Paulino da Costa, R. Shirozu, técnico da extinta CAC, relata os resultados de dois ensaios de cultivares conduzidos em duas épocas: Ensaio I, de 09/12/1963 a 20/05/1964, e Ensaio II, de 27/07/1964 a 13/01/1965.

¹³ A Lei de Proteção de Cultivares nº 9.456/97, regulamentada pelo Decreto nº 2.366, de 5 de novembro de 1997, instituiu o direito de proteção de cultivares e estabeleceu que esse direito se efetiva mediante a concessão de Certificado de Proteção de Cultivares. A aplicação dos dispositivos dessa lei, contemplando a

Uma das dificuldades identificadas no início do desenvolvimento desses programas de pesquisa foi a escassa disponibilidade de genitores do tipo Santa Cruz para inclusão em blocos de cruzamentos com a finalidade de produzir híbridos F_1 . O objetivo era obter cultivares híbridas com o tamanho de frutos compatíveis com os da cv. Santa Clara, líder de mercado naquela época. Para suplantar tal limitação, Melo (1987) recomendou a seleção de genitores com frutos de massa média acima de 180 g, com três a quatro lóculos, mantendo o formato característico do grupo varietal Santa Cruz. Isso implicava em descartar, como genitor, genótipos com fruto de formato arredondado e com mais de cinco lóculos. A maioria dos estudos sobre esse caráter em particular indica dominância incompleta para baixo número de lóculos por fruto (RICK; BUTLER, 1956; MIRANDA; MALUF; CAMPOS, 1982). Por outro lado, grande parte das pesquisas sobre a herança de tamanho de fruto em tomateiro mostra, também, dominância incompleta para fruto com peso baixo e tamanho pequeno. Essa situação evidenciava claramente a necessidade de se desenvolver um programa específico visando à obtenção de linhagens parentais para uso exclusivo na produção de híbridos F_1 do grupo Santa Cruz. Adicionalmente, o autor ressaltou a pouca divergência genética existente entre as diferentes cultivares pertencentes ao grupo Santa Cruz devido à sua origem comum. Por meio de combinações híbridas entre cultivares do grupo Santa Cruz e de outros grupos varietais, Miranda (1978); Maluf; Miranda; Campos (1982) e Maluf; Miranda; Cordeiro (1982) mostraram que existe, de fato, uma tendência para que os maiores valores de heterose específica estejam relacionados a cruzamentos entre parentais de maior diversidade genética. Tal constatação é corroborada por Melo (1987)¹⁴ em estudo sobre o vigor de híbrido e a capacidade combinatória em um cruzamento dialélico parcial entre seis cultivares de tomate de mesa. O autor verificou que os híbridos F_1 com valores maiores de heterose para produção e número de frutos por planta foram os obtidos nos cruzamentos em que um dos genitores foi a cultivar francesa Motelle, desenvolvida pelo Institut National de La Recherche

proteção de qualquer cultivar de espécie vegetal, foi um estímulo para que as empresas privadas com bases físicas no país incrementassem seus investimentos em P&D (BRASIL, 1998). Vale ressaltar que o setor privado reagiu favoravelmente a essa nova conjuntura aumentando seus investimentos para o fortalecimento de seus programas locais de melhoramento.

¹⁴ Tese de doutorado do autor dessa obra, defendida em 1987, que versou sobre heterose e capacidade combinatória em um cruzamento dialélico parcial entre seis cultivares de tomate. Na época em que esse trabalho foi realizado, diferentemente de muitos países onde o emprego de híbridos de tomate crescia em larga escala, no Brasil, não representava sequer 5% do total da área plantada. No entanto, para viabilizar o uso de híbridos de tomate no país, fazia-se necessária a identificação de combinações híbridas superiores que tivessem potencial de introdução de imediato ou que, a partir delas, fosse possível obter linhagens homozigotas. Essas linhagens seriam utilizadas em novos blocos de cruzamentos visando ao desenvolvimento de híbridos F_1 com adaptação às condições edafoclimáticas de cultivo e características requeridas pelo mercado brasileiro.

Agronomique (INRA), França, que produz frutos de formato redondo-achatado e com três a quatro lóculos.

O lançamento de ‘Débora VFN’, em 1988, é considerado como o marco inicial do uso comercial de híbridos F₁ do grupo Santa Cruz no Brasil (DELLA VECCHIA; TAKASAKI; TÚLLIO, 1989). Esse híbrido desenvolvido pela então Agroflora S/A em 1994, inovou o mercado porque foi, também, o primeiro tomate lançado no país do tipo longa vida estrutural (LVE). Os frutos com esse atributo têm conservação pós-colheita mais prolongada, permanecendo firmes por mais tempo (DELLA VECCHIA; KOCH, 2000)¹⁵. Por conta dessa característica, ‘Débora VFN’ foi ganhando aceitação entre os setores de produção, comercialização e de consumo e desbancou a cv. Santa Clara, líder de mercado no grupo Santa Cruz.

Entre o lançamento de ‘Débora VFN’, em 1988, e a presente data, a Sakata lançou as versões ‘Débora Plus’, ‘Débora Max’, ‘Débora Victory’ e Débora Pto (SAKATA - CATÁLOGO 2012-2013)¹⁶. É importante notar que, na atualidade, todos os híbridos com frutos similares aos da cv. ‘Débora’ são comercializados como “do tipo Débora”. Dessa maneira, a cv. Débora transformou-se numa *commodity* no mercado de tomate de mesa.

¹⁵ Uma das estratégias de melhoramento para se obter uma cultivar híbrida de tomateiro do tipo LV, é por meio de métodos convencionais de melhoramento genético, onde se busca, pela seleção de genitores desejáveis, aumentar a frequência de alelos favoráveis que contribuam para maior firmeza do pericarpo do fruto. Por meio dessa estratégia são criadas cultivares de polinização aberta ou híbridas designadas de “longa vida estrutural” (LVE). De modo geral, as fontes do caráter firmeza do fruto utilizadas para a obtenção desses híbridos são as cultivares de tomate para processamento industrial de hábito de crescimento determinado que produzem frutos com características adequadas à colheita mecanizada. As principais características são maturação concentrada, habilidade de conservação do fruto maduro na planta por longo período e elevada firmeza que possibilita o seu transporte a granel. Tais cultivares, em geral, são oriundas do programa de melhoramento genético da Universidade da Califórnia e foram lançadas a partir da segunda metade da década de 1970, sendo as mais representativas ‘UC 82B’, ‘UCX 100’ e ‘UCX 211’ (STEVENS, 1986).

¹⁶ Disponível em: http://www.sakata.com.br/catalogo-pdf/catalogo_sakata_2011.pdf.

3 PESQUISAS REALIZADAS ENTRE 1973 E 2013

Na elaboração deste item, adotou-se a sistematização das atividades de pesquisa e experimentação mais relevantes desenvolvidas pelo autor no período de 1973 a 2013, relacionadas ao melhoramento genético e à tecnologia de produção do tomateiro de mesa. Para tanto, como material referencial, foram utilizados artigos científicos publicados, relatórios técnicos, dissertações e teses desenvolvidas pelo próprio autor ou sob sua orientação.

Para facilitar a organização e a descrição dos itens Material e Métodos e Discussão dos resultados, o autor dividiu o período de 40 anos de atividades em quatro fases. Estas foram abordadas em ordem cronológica, estando estreitamente interligadas, pois fazem parte da evolução e do progresso científico resultantes das atividades do autor nas áreas de melhoramento genético e fitotecnia do tomateiro.

Como será demonstrado, esse esforço de pesquisa resultou na obtenção de diversas linhagens homozigotas. Por sua vez, essas linhagens deram origem a CPA e a híbridos F₁ adaptados às condições agroecológicas tropicais e subtropicais e com características requeridas pelos diversos elos da cadeia produtiva do tomateiro de mesa do Brasil.

3.1 Fase 1 – Desenvolvimento de cultivares de polinização aberta¹⁷

3.1.1 Obtenção de cultivares de crescimento determinado com dupla aptidão

3.1.1.1 Introdução

O Programa de Melhoramento do Tomateiro Industrial para o Nordeste¹⁸ teve suas atividades iniciadas oficialmente em 1974 e contemplou, numa primeira etapa (1974-1978), quatro subprojetos de pesquisa.

¹⁷ Esse trabalho foi desenvolvido entre 1973 e 1986, período em que o autor esteve ligado ao Instituto Agrônomo de Pernambuco – IPA. O IPA é um órgão da Secretaria Estadual de Agricultura de Pernambuco, tendo sido criado em 1935 sob a denominação de Instituto de Pesquisas Agronômicas de Pernambuco – IPA. Em 1975, segundo a Lei nº 6959, recebeu a denominação de Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária, mantendo a sigla IPA. Em 2008, passou a adotar a designação Instituto Agrônomo de Pernambuco, mais uma vez conservando a sigla IPA (Lei nº 13.416, de 25/03/2008) e mantendo a sua condição de empresa pública, com personalidade jurídica de direito privado, patrimônio próprio e autonomia administrativa e financeira.

¹⁸ O Programa de Melhoramento do Tomateiro Industrial para o Nordeste foi executado mediante convênio firmado entre a Brascan-NE, Banco do Nordeste do Brasil (BNB) e Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE). A assessoria técnica do Programa ficou sob a responsabilidade do Instituto de Genética

A presente obra se limitou apenas ao Subprojeto I que tinha como objetivo a obtenção de cultivares de tomateiro de dupla aptidão (mesa e processamento) para cultivo sob irrigação na zona do semiárido, com capacidade de frutificação sob altas temperaturas e com resistência a nematoides de galhas (WANDERLEY et al., 1980).

As atividades de pesquisa e experimentação desse subprojeto foram conduzidas no Campo Experimental de Belém do São Francisco (CEBSF/IPA), localizado em uma ilha do submédio São Francisco, no município de Belém do São Francisco, PE.

A segunda etapa do programa foi iniciada em 1979 tendo em vista as mudanças no panorama varietal que vinham ocorrendo nas principais zonas de produção de tomate industrial do mundo, em particular, na Califórnia, Estados Unidos¹⁹. Nesse ano, foram introduzidas no programa linhagens obtidas pela Universidade da Califórnia, bem como cultivares de polinização aberta derivadas das mesmas e que eram comercializadas por empresas de sementes dos Estados Unidos.

3.1.1.2 Material e métodos

O germoplasma utilizado na execução da primeira etapa desse subprojeto foi cedido pelo IGEN/ESALQ/USP, Piracicaba, SP. Deve ser mencionado que a pesquisa só se viabilizou graças à imprescindível colaboração do Prof. Edward C. Tigchelaar do Departamento de Horticultura da Universidade de Purdue, Estados Unidos. O Prof. Tigchelaar transferiu parte dos genótipos de crescimento determinado incluído no projeto para o IGEN/ESALQ/USP mediante acordo de cooperação técnico-científico firmado entre a ESALQ/USP e a Universidade de Purdue (WANDERLEY et al., 1975).

Os cruzamentos iniciais para obtenção dos híbridos F₁ foram realizados nas estufas do IGEN/ESALQ/USP, Piracicaba, SP, em 1974²⁰. No ano seguinte, iniciaram-se as seleções de progênies a partir de populações segregantes F₂ dos cruzamentos ‘Rossol VFN’ x ‘Nova’,

da ESALQ/USP, hoje Departamento de Genética da ESALQ/USP, e da Universidade de Purdue, Estados Unidos.

¹⁹ Um fato relevante diz respeito à participação do autor dessa obra no Symposium on Production of Tomatoes for Processing realizado em Évora, Portugal, de 10 a 14 de setembro de 1979. Nesse evento, o autor teve a oportunidade de se inteirar dos avanços científicos mais relevantes e as tendências da agroindústria do tomate em escala mundial e manteve contato com renomados pesquisadores do setor. Os contatos feitos com o Dr. Henry Laterrot, melhorista do Institut National de La Recherche Agronomique (INRA)/Station d'Amélioration de Plantes Maraichères, Avignon, França, e com o Professor M. Allen Stevens, da Universidade da Califórnia, campus de Davis, Estados Unidos, foram os que trouxeram maiores benefícios para o Programa de Melhoramento do Tomateiro Industrial para o Nordeste.

²⁰ É importante destacar a assessoria técnica fundamental prestada ao Projeto Tomate Industrial pelos professores Marcílio de Souza Dias e Cyro Paulino da Costa que deram contribuições decisivas para a definição de linhas de pesquisa e metas.

‘Rossol VFN’ x ‘La Bonita’, ‘Rossol VFN’ x ‘M-128’ e ‘Rossol VFN’ x ‘M-145’. Essa etapa do trabalho foi conduzida no CEBSF/IPA.

A população F₂ do cruzamento ‘Rossol VFN’ x ‘M-128’ foi a que apresentou maior potencial para execução do Subprojeto I. As fontes de resistência a nematóides (*Meloidogyne javanica* e *M. incognita*) e à mancha-de-estenfílio (*S. solani*) foram as cultivares Rossol VFN e M-128, oriundas da França e Estados Unidos, respectivamente²¹.

As triagens para identificar plantas resistentes a nematoides (*MiMi* e *Mimi*) foram realizadas com o emprego da técnica de inoculação artificial descrita por Gilbert; McGuirre (1952). Por sua vez, para avaliar a resistência à mancha-de-estenfílio, foi adotado o método de Hendrix; Frazier (1949)²².

A seleção praticada nas gerações segregantes F₂ e F₃ foi conduzida em duas fases do ciclo fenológico do tomateiro (juvenil e maturação). Assim, a seleção para resistência a nematoides, foi realizada na fase juvenil por meio de exame do sistema radicular das mudas no momento do transplântio. Nessa fase, eram eliminadas as mudas suscetíveis (*mimi*) que mostravam claramente galhas típicas de nematóides parasitando o sistema radicular. As mudas cujo sistema radicular se mostrava isento de galhas eram imediatamente transplantadas para o local definitivo. Na fase adulta, a seleção foi praticada no momento da colheita com os frutos completamente maduros avaliando-se a arquitetura da planta, o formato e qualidade do fruto e o ciclo de maturidade. Nessa etapa, o sistema radicular das plantas foi examinado cuidadosamente, mais uma vez, para confirmar a ausência de galhas de nematoides.

A partir da geração F₄, o processo de seleção passou a ser conduzido pelo método da população ou *bulk*, de acordo com Allard (1971).

Os campos de seleção foram conduzidos no CEBSF/IPA em duas épocas distintas de plantio: 1ª época, de março a setembro, sob condições de temperatura amena; e 2ª época, de outubro a fevereiro, período ideal para a seleção de progênies para alta capacidade de pegamento de fruto sob temperatura elevada. O procedimento adotado para selecionar progênies resistentes a nematoides encontra-se esquematizado na Figura 8.

O experimento de competição envolvendo as progênies avançadas F₈ foi conduzido no CEBSF/IPA, em 1979. As progênies com desempenho promissor quanto ao potencial

²¹ A resistência a nematoide do gênero *Meloidogyne* é conferida por um gene dominante designado de *Mi* (GILBERT; MCGUIRRE, 1952).

²² O método consiste em inocular as plântulas na fase cotiledonar com suspensão de esporos e mantê-las em câmara úmida por 24 a 48 h e temperatura entre 21 °C e 24 °C, com leitura de sintomas aos 35 dias, com seleção das plântulas resistentes (*SmSm*).

produtivo e características de qualidade do fruto visando dupla aptidão, tornaram-se candidatas a serem lançadas como novas cultivares.

A segunda etapa do programa de melhoramento foi iniciada em 1979, com a introdução de linhagens e cultivares comerciais procedentes dos Estados Unidos. As que reuniram maior número de características desejáveis foram ‘UC 82’, ‘UCX 211’, ‘UCX 100’, ‘Cal-J’, ‘Chonto Mejorado’ e ‘PSX-76’²³. Esses genótipos foram cruzados com linhagens avançadas selecionadas a partir dos cruzamentos ‘Rossol VFN’ x ‘Nova’, ‘Rossol VFN’ x ‘La Bonita’, ‘Rossol VFN’ x ‘M-128’ e ‘Rossol VFN’ x ‘M-145’.

O método de melhoramento adotado foi o da seleção genealógica ou *pedigree* e os demais procedimentos experimentais foram similares aos adotados na primeira etapa do programa.

3.1.1.3 Resultados e discussão

Com relação à primeira etapa do programa, após cinco ciclos de seleção realizados em duas épocas do ano, de 1975 a 1978, foram selecionadas 19 plantas individuais (F_7) e de cada uma delas foi originada uma progênie (F_8). Essas progênies foram incluídas em ensaio de avaliação de desempenho e sete delas foram selecionadas como promissoras, constituindo um conjunto de linhagens F_9 .

²³ As linhagens UC 82, UCX 211, UCX 100 da Universidade da Califórnia (UC, Davis), Estados Unidos e as cultivares comerciais Cal-J, Chonto Mejorado e PSX-76, descendentes de linhagens obtidas na UC representavam, àquela época, o conjunto mais avançado de genótipos de tomate para processamento industrial adequado à colheita mecanizada. Essas cultivares, de modo geral, incorporavam porte compacto de planta, maturação concentrada, frutos de formato quadrado e de elevada firmeza, pedúnculo *jointless* (caráter que permite ao fruto desprender-se da planta com facilidade), alta capacidade de conservação dos frutos na planta (*vine field storage*) e elevado potencial produtivo.

Figura 8 - Procedimento adotado para avaliar progênes e selecionar plantas de tomateiro resistentes a nematoides.

É importante destacar que as cultivares Rossol VFN e Ventura se mostraram altamente eficientes na discriminação das plantas resistentes e suscetíveis, respectivamente, conforme se vê na Figura 9.

Figura 9 - À esquerda, contraste entre as cultivares Rossol VFN e Ventura, utilizadas como controles resistente (CR) e suscetível (CS), respectivamente; à direita, sistema radicular de plantas da cv. Ventura, severamente parasitado por nematoides-de-galhas.

Com base nos resultados de um experimento conduzido no CEBSF/IPA, em 1979, a linhagem 10.3.M foi definida como nova cultivar tendo sido designada de IPA-3. Essa linhagem se sobressaiu em termos de uniformidade, potencial produtivo, pegamento e qualidade de fruto e resistência a nematoides e a estenfilio.

O lançamento oficial da cv. IPA-3 ocorreu em 1980 sendo importante destacar que foi a primeira cultivar de hábito de crescimento determinado desenvolvida no Brasil e destinada ao mercado de fruto fresco com padrão de fruto tipicamente Santa Cruz (Figura 10). No entanto, os atributos de qualidade dos frutos também permitiam o seu uso como matéria-prima para o processamento industrial. A descrição varietal da cv. IPA-3 encontra-se em Wanderley et al. (1980).

Numa série de experimentos conduzidos sob irrigação nos estados de Pernambuco e Paraíba, entre 1981 e 1982, a cv. IPA-3 mostrou produtividade média comparável a da cv. Rossol VFN, considerada como padrão, naquela época, em todas as zonas do semiárido de cultivo rasteiro para indústria. A sua maior vantagem era o menor porte de planta em comparação ao da cultivar padrão, permitindo maior adensamento de plantio (FERRAZ et al., 1982).

O interesse pela cv. IPA-3 ultrapassou as fronteiras do estado de Pernambuco. Em 1983, foram divulgados resultados de um trabalho de avaliação fitotécnica e econômica realizado na Baixada Fluminense, estado do Rio de Janeiro, comparando a cv. IPA-3, no sistema de cultivo rasteiro, com uma cultivar do tipo Santa Cruz conduzida com estaqueamento. Os resultados revelaram que a cv. IPA-3 proporcionou redução de 48,8% nos custos de produção em relação aos da cultivar Santa Cruz (BATISTA; LEAL, 1983).

Figura 10 - Frutos da cv. IPA-3 de crescimento determinado e com características típicas de formato e número de lóculos do grupo Santa Cruz.

Deve ser ressaltado, ainda, que a cv. IPA-3 demonstrou ser um genótipo de mérito relevante como genitor para a obtenção de outras cultivares da Série IPA, a saber, IPA-5 e Caline IPA-6 (FERRAZ et al., 1986; FERRAZ et al., 1987). ‘IPA-3’ foi utilizada, também, como fonte de resistência a nematoides para a obtenção da cv. Nemadoro, lançada pela Embrapa Hortaliças (PESSOA et al., 1988).

À medida que a cv. IPA-3 teve sua área de cultivo ampliada na zona do semiárido, ficava patente que a firmeza de seus frutos era inadequada para transporte à longa distância. Mesmo quando os frutos eram colhidos “de vez”, o estágio de maturação completa era atingido rapidamente, limitando sobremaneira a preservação pós-colheita.

O desenvolvimento da segunda etapa do programa de melhoramento de tomateiro industrial, a partir de 1979, já previa a obtenção de uma versão melhorada da cv. IPA-3. Dos cruzamentos realizados, os que se mostraram com maior potencial em termos de habilidade combinatória foram IPA-3 x Cal-J e IPA-3 x PSX76. O método de melhoramento adotado foi o da seleção genealógica e os demais procedimentos experimentais foram similares aos adotados no desenvolvimento da primeira etapa do trabalho que resultou na obtenção da cv. IPA-3. Após diversos ciclos de seleção realizados no CEBSF/IPA, entre 1979 e 1987, foram obtidas várias linhagens com características adequadas para o processamento industrial e para consumo *in natura*. Dos cruzamentos IPA-3 x Cal-J e IPA-3 x PSX76 foram obtidas as

cultivares IPA-5²⁴ e Caline IPA-6, respectivamente (FERRAZ et al., 1986; FERRAZ et al., 1987).

A cv. Caline IPA-6 é de dupla aptidão, do tipo Saladete, com tolerância a altas temperaturas, tem elevado potencial produtivo, frutos com ótima firmeza, massa média dos frutos que varia de 120 g a 160 g, paredes grossas e cor vermelho-intensa; tem ciclo total de 105 a 120 dias, com a colheita se iniciando aproximadamente aos 75 dias após o transplante (Figura 11). É portadora dos genes *Mi*, *I-2*, *Ve* e *Sm* que conferem, respectivamente, resistência a nematoides-de-galhas (*Meloidogyne* spp.), às murchas de *F. oxysporum* f.sp *lycopersici* (raças 1 e 2) e de *V. dahliae* (raça 1) e à mancha de *S. solani* (FERRAZ et al., 1987).

Figura 11 - Frutos da cv. Caline IPA-6, de crescimento determinado, mostrando elevado pegamento de fruto.

²⁴ A cv. IPA-5 passou a ser a mais plantada, não apenas em Pernambuco, mas em todas as regiões produtoras de tomateiro industrial do país. Contudo, ao longo da década de 1990, com a desativação do pólo agroprocessador de tomate do Nordeste e a expansão dessa atividade no cerrado goiano e mineiro, 'IPA-5' e outras CPA foram, gradativamente, sendo substituídas por híbridos de alto potencial produtivo. Desse modo, em poucos anos, as CPA deixaram praticamente de ser plantadas. Em 2000, essas cultivares responderam por menos de 5% dos quase 15 mil hectares contratados pelas indústrias brasileiras (MELO; VILELA, 2004).

O fato é que o lançamento das cultivares IPA-3 e Caline IPA-6, em 1980 e 1987, respectivamente, abriu caminho para que outras cultivares com hábito de crescimento determinado, tanto de polinização aberta quanto híbridas, se tornassem predominantes nas principais zonas de produção do Nordeste. Isso ocorreu devido ao menor custo de produção da cultura rasteira em comparação com o da cultura estaqueada na qual, tradicionalmente, se utilizam cultivares de crescimento indeterminado. Mesmo no sistema de cultivo em meia-estaca, o custo de produção das cultivares de crescimento determinado é significativamente menor do que o do sistema tradicional estaqueado (ALVARENGA, 2013).

Até a presente data, a cv. Caline IPA-6 ainda detém participação significativa no segmento de tomate de mesa em cultura rasteira no Nordeste. No entanto, a cada ano vem crescendo o uso de híbridos F₁ desenvolvidos no exterior, cujos frutos possuem características similares aos de ‘Caline IPA-6’ (BOITEUX et al., 2008). Posteriormente, anunciou-se que o IPA iria liberar uma nova seleção da cv. Caline IPA-6 com resistência a tospovírus (vírus do vira-cabeça) e a geminivírus²⁵.

3.1.2 Obtenção de cultivares de crescimento indeterminado para o Agreste Meridional de Pernambuco²⁶

3.1.2.1 Introdução

Antes de iniciar o projeto de pesquisa, o autor realizou um diagnóstico, no período de 1979 a 1980, sobre a tomaticultura de mesa nos municípios produtores de tomate de mesa na microrregião do Agreste Meridional de Pernambuco. Sob o ponto de vista socioeconômico, a cultura do tomateiro estaqueado constituía uma atividade de importância relevante no contexto da olericultura pernambucana. Nessa época, o tomate de mesa posicionava-se como o sétimo produto em ordem de importância econômica. Uma das demandas agrônomicas levantadas nesse estudo apontou a necessidade de se obter cultivares de tomateiro de mesa de crescimento indeterminado com adaptação às condições agroecológicas locais. A principal cultivar utilizada pelos produtores naquela época, conforme relatado anteriormente, era uma população bastante desuniforme, principalmente quanto a características do fruto como formato, número de lóculos, cor dos ombros e firmeza. Outro defeito apontado pelos

²⁵ FERRAZ, E., Comunicação pessoal, nov. 2012. IPA.

²⁶ Projeto de cooperação técnica estabelecido entre o IPA e a Cooperativa Agropecuária de Camocim de São Félix Ltda. (COOPECA) com o objetivo de conduzir um projeto de pesquisa e experimentação com o tomateiro de mesa nas condições agroecológicas do Agreste Meridional de Pernambuco (IPA/COOPECA, 1984).

produtores dizia respeito ao elevado índice de frutos ocos afetando a cotação do produto na etapa de comercialização. A cv. Olho Roxo destacava-se, sobretudo, por sua resistência à mancha de estenfílio (*S. solani*), considerada, na região, como uma das doenças fúngicas mais limitantes da cultura. Na época, o controle com fungicidas não se mostrava eficiente. Conforme mencionado anteriormente, as sementes da população Olho Roxo eram produzidas pelos próprios tomaticultores, os quais faziam uma seleção prévia de plantas levando em consideração, principalmente, a resistência à mancha-de-estenfílio. A partir dos resultados do diagnóstico, o IPA decidiu, numa primeira etapa, estabelecer um projeto na área de melhoramento genético visando obter uma cultivar do tipo Olho Roxo usando o método de seleção de linhas puras a partir da população local de mesmo nome mantida pelos produtores.

3.1.2.2 Material e métodos

O material experimental utilizado foi a população local Olho Roxo pertencente ao grupo Santa. O processo de seleção foi iniciado entre dezembro de 1979 e janeiro de 1980 em cinco lavouras de tomateiro localizadas em Camocim de São Félix. Nesse município se concentrava a maior parte das lavouras de tomate da microrregião do Agreste Meridional de Pernambuco. O método adotado foi o de seleção de linhas puras com teste de progênie seguindo os procedimentos de ALLARD (1971). Na seleção foram levadas em consideração características desejáveis da planta e do fruto, além da resistência à mancha-de-estenfílio.

Foram coletados 210 frutos de plantas selecionadas individualmente nos cinco locais. A seleção foi finalizada em laboratório quando foram descartados os frutos com características indesejáveis entre os 210 selecionados inicialmente. As sementes de cada fruto selecionado originaram as progênies que foram avaliadas posteriormente em área experimental, em Camocim de São Félix. Foram realizados quatro ciclos de seleção, em 1980/1981, 1981/1982, 1982/1983 e 1983/1984. Os experimentos de avaliação do desempenho de progênies avançadas foram conduzidos na área experimental em Camocim de São Félix em 1981/1982, 1982/1983 e 1983/1984. Esses experimentos permitiram avaliar o progresso genético das progênies nos quatro ciclos de seleção e identificar as que reuniam atributos superiores tais como uniformidade, potencial produtivo, qualidade do fruto, resistência/tolerância a doenças bióticas e abióticas. Foram incluídas como testemunhas as cultivares do grupo Santa Cruz mais utilizadas pelos produtores na época, além da população original Olho Roxo (MELO et al., 1983).

No ciclo 1982/1983, foi iniciada seleção em outra população de tomateiro de origem desconhecida, denominada Branca ou Raminho. O interesse nesse genótipo cultivado no agreste

pernambucano há alguns anos, deveu-se à sua elevada capacidade de pegamento de frutos e resistência à mancha-de-estenfílio em condições de campo. O primeiro ciclo de seleção realizado nessa população foi incluído no ensaio de avaliação do progresso genético conduzido em 1983/1984 (MELO et al., 1983).

3.1.2.3 Resultados e discussão

No ciclo de seleção 1981/1982, foram avaliadas as 21 progênies selecionadas para dar continuidade ao trabalho. Os resultados obtidos no primeiro experimento, realizado em Camocim de São Félix, indicou não haver diferença significativa para produtividade entre os 24 tratamentos testados. No entanto, para massa média de fruto foram detectadas diferenças significativas entre os tratamentos. A média das 21 progênies Olho Roxo (LOR) foi de 96,0 g. Em comparação com a cv. Kada Gigante (74,0 g), usada como testemunha, as progênies LOR apresentaram, em conjunto, massa média de fruto 23% superior.

Esse ensaio permitiu discriminar sete progênies (LOR-03, LOR-05, LOR-12, LOR-15, LOR-19, LOR-20 e LOR-21) consideradas como superiores e com potencial de originar uma nova cultivar, estável e uniforme. Essas progênies foram incluídas no ensaio conduzido no ciclo 1982/1983. Esse ensaio foi prejudicado devido ao severo ataque de doenças – talo oco, topo amarelo, pinta preta e mancha-de-cladospório. Com isso, verificou-se redução média de 26% no rendimento em relação ao experimento conduzido em 1981/1982. Mesmo em vista dessa adversidade, o rendimento médio ($74,0 \text{ t ha}^{-1}$) de cinco das sete progênies LOR testadas mostrou-se estatisticamente superior ao da cv. Santa Cruz Kada Gigante ($59,6 \text{ t ha}^{-1}$), usada como testemunha comercial. Não houve diferença de rendimento entre a população original Olho Roxo ($70,0 \text{ t ha}^{-1}$) e a média das sete progênies LOR ($71,4 \text{ t ha}^{-1}$). Quanto à massa média de fruto do conjunto de progênies, o valor foi de 92,6 g diferindo significativamente da cv. Kada Gigante (66,8 g). Esses resultados comprovaram aqueles obtidos no ensaio realizado no ciclo 1981/1982. Nesses ensaios, as progênies LOR e a população original Olho Roxo exibiram alto nível de resistência à mancha de estenfílio, comprovando que se trata de material resistente a essa doença em condições de campo.

No ensaio de 1983/1984, foram testados 11 genótipos sendo sete progênies LOR, a cv. Olho Roxo original, a população original Branca, a Branca Seleção IPA e a cv. Kada Gigante. Em geral, o comportamento dos genótipos foi nitidamente inferior ao do ensaio conduzido em 1982/1983. As temperaturas elevadas e a escassez de água devido ao agravamento da seca que afetou todo o semiárido naquele ano foram os fatores que exerceram maior influência para que se

verificasse uma redução tão acentuada da produtividade. Vale ressaltar que, nesse ciclo, foram realizadas apenas sete colheitas contra 17 no ensaio anterior. Essa situação afetou também as culturas comerciais de tomate de mesa da região conduzidas sob irrigação, visto que as reservas hídricas dos municípios produtores não atenderam às necessidades da área plantada. Mesmo sob tais adversidades, o rendimento médio das progênes LOR foi de 45,0 t ha⁻¹, sendo 22,2% superior ao da cv. Kada Gigante. A massa média de fruto de todas as progênes LOR (97,0 g) diferiu significativamente da cv. Kada Gigante (60,9 g). Quanto à classificação comercial dos frutos, verificou-se a superioridade marcante das progênes LOR em relação à cv. Kada Gigante, a qual teve a maior parte de sua produção classificada como de segunda.

Merece ser destacado que as progênes LOR, de modo geral, mostravam-se mais suscetíveis à rachadura de frutos do que a cv. Kada Gigante.

Das sete progênes avaliadas nos dois últimos ciclos de seleção, cinco foram consideradas superiores, a saber, LOR-03; LOR-12, LOR-15, LOR-19 e LOR-20. Em vista da similaridade de desempenho e de características de fruto (formato, número de lóculos, cor verde do ombro, firmeza e massa média) e da planta (cor, altura, forma do folíolo, pilosidade da haste, meristema apical arroxeadado) e resistência de campo à mancha-de-estenfílio, se decidiu reunir essas progênes e formar uma cultivar multilinha designada de Olho Roxo Seleção IPA (Figura 12) (MELO et al., 1986).

Figura 12 - Planta da cv. Olho Roxo Seleção IPA exibindo frutos graúdos com ombro verde típicos dessa cultivar do grupo Santa Cruz.

As atividades de validação da cv. Olho Roxo Seleção IPA em lavouras da microrregião do agreste de Pernambuco foram iniciadas na safra 1982/1983, quando foram cultivados cerca de 90 hectares com o primeiro lote de sementes. Foram realizadas observações em várias lavouras no município de Camocim de São Félix e constatou-se o desempenho superior de ‘Olho Roxo Seleção IPA’ em relação à população original Olho Roxo e às cultivares comerciais do grupo Santa Cruz plantadas nas propriedades visitadas. Além da alta capacidade produtiva, a nova cultivar selecionada pelo IPA, se sobressaia pela uniformidade dos frutos e pelo alto nível de resistência à mancha-de-estenfílio.

3.1.3 Identificação de combinações heteróticas e/ou cruzamentos promissores para o desenvolvimento de linhagens do grupo Santa Cruz

Esse item abordará o projeto de pesquisa que resultou na tese de doutorado²⁷ do autor, com cronograma de execução iniciado em agosto de 1984 e concluído em 1986. O objetivo principal foi a obtenção de estimativas da heterose e das capacidades geral e específica de combinação para produção e seus componentes primários e secundários. Para tanto, utilizou-se um sistema de cruzamento dialélico parcial entre seis cultivares de tomateiro de mesa.

3.1.3.1 Genitores

Os genitores constistuíram-se de seis cultivares de tomateiro de hábito de crescimento indeterminado, assumindo serem genótipos contrastantes com relação a caracteres hortícolas e tipo comercial:

1. Motelle – introdução do I.N.R.A., França, de fruto plurilocular, arredondado e 70 g de massa média. Destaca-se por possuir resistência múltipla a: *V. dahliae* (gene *Ve*), *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici*, raças 1 e 2 (genes *I* e *I₂*), *S. solani* (gene *Sm*) e nematoides-degalhas, *M. incognita* e *M. javanica* (gene *Mi*);
2. Ângela Gigante I-5.100 – cultivar do grupo Santa Cruz com frutos predominantemente triloculares, com massa média de 130 g, coloração uniforme, ápice côncavo e alta capacidade de resistência ao transporte; possui resistência a vírus Y, *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* raça 1 (gene *I*) e *S. solani* (gene *Sm*);

²⁷ No segundo semestre de 1984 o autor iniciou o seu curso de doutorado no Departamento de Genética da ESALQ/USP sob a orientação do Prof. Dr. Cyro Paulino da Costa. A tese foi defendida em 01/02/1988.

3. Olho Roxo Seleção IPA – cultivar obtida pelo IPA a partir de seleção praticada na população original Olho Roxo. Pertence ao grupo Santa Cruz, produz frutos grandes com massa média variando de 130 a 160 g e com ombro verde e é resistente a *S. solani*;
4. Raminho – seleção praticada pelo IPA na população local de mesma denominação. Os frutos se caracterizam pela coloração verde-pálida, são muito uniformes, biloculares e de formato ovalado, com massa média de 100 g. É resistente a *S. solani* e tem maturação tardia;
5. Licapal – procedente da Colômbia (Programa de Hortaliças do Instituto Colombiano Agropecuário – ICA, Palmira), foi desenvolvida visando alto rendimento a partir de seleção na população local Chonto Mata Verde. Os frutos são pequenos (70 g) e com 2-3 lóculos e de formato arredondado; não é cultivada comercialmente no Brasil;
6. Zambão – população do grupo Santa Cruz coletada em 1976, em Indaiatuba, SP, pelo Prof. Dr. Cyro Paulino da Costa, do Departamento de Genética, ESALQ/USP, Piracicaba, SP. Os frutos são biloculares, exibem ombro verde e formato tipicamente ‘Santa Cruz’, destacando-se pela massa média dos frutos que varia de 100 e 120 g.

3.1.3.2 Obtenção dos híbridos F₁

Os cruzamentos foram realizados em casa de vegetação do Departamento de Genética da ESALQ/USP, em Piracicaba, SP, entre agosto de 1984 e janeiro de 1985. A técnica de cruzamentos controlados foi a descrita por Dias (1960).

Foram obtidos todos os híbridos F₁ possíveis entre as seis cultivares escolhidas como genitores, totalizando 15 combinações. Não se fez distinção entre híbridos e recíprocos visto que, em tomate, o efeito materno, em geral, nulo ou insignificante (CURRENCE; LARSON; VIRTÁ, 1944; KHANNA; CHAUDHARY, 1974).

3.1.3.3 Delineamento experimental e técnica cultural

O experimento de avaliação dos híbridos F₁ e seus respectivos genitores foi conduzido na Estação Experimental de Hortaliças da Asgrow do Brasil Sementes Ltda., Paulínia, SP (EEHA-P).

Adotou-se delineamento de blocos completos ao acaso, com 21 tratamentos (seis genitores e 15 híbridos) e quatro repetições. Cada parcela experimental foi constituída por uma fileira dupla com 1,80 m de comprimento, com seis plantas totais e quatro plantas úteis.

O espaçamento utilizado foi de 1,20 m entre fileira e 0,60 m entre plantas na fileira e densidade aproximada de 14.000 plantas por hectare. Como bordaduras, foram utilizadas duas plantas em cada extremidade das fileiras e uma planta na fileira, entre duas parcelas contíguas.

Detalhes sobre a condução do experimento são relatados por Melo (1987).

3.1.3.4 Caracteres avaliados

Foram avaliados os caracteres: produção de frutos por planta (PFP), número de frutos por planta (NFP), massa média do fruto (MMF), número de lóculos por fruto (NLF) e massa média por lóculo (MML). Os dados de pesagem foram expressos em gramas por planta.

3.1.3.5 Análises estatístico-genéticas

3.1.3.5.1 Análise da variância

Efetuuou-se a análise de variância (ANAVA), tomando-se os dados médios das quatro plantas da parcela para cada tratamento (genótipo), para os cinco caracteres avaliados. Foram realizados testes F para cada caráter e ao ser constatado valor de F significativo, procedeu-se à comparação das médias pelo teste de Tukey a 5%.

3.1.3.5.2 Análise dialélica

A análise estatístico-genética foi efetuada para estimar a habilidade combinatória geral e específica, conforme o método 2, modelo misto B de Griffing (1956b). O método 2 inclui as cultivares parentais e o conjunto de $n(n-1)/2$ híbridos F_1 , sem incluir os recíprocos. O modelo misto B supõe que as cultivares tem de efeito fixo e os blocos têm efeito aleatório. Ao adotar esse modelo, as análises da capacidade de combinação são essencialmente as mesmas análises do modelo 1, implicando que todas as inferências e conclusões possíveis devem ser limitadas ao material genético empregado no estudo. Nesse modelo, uma restrição necessária é que o erro experimental (e_{ij}) seja distribuído de forma normal e independente, com média zero e variância σ_e^2 (GRIFFING, 1956b).

O modelo estatístico considerado para a análise da capacidade combinatória e o esquema da ANAVA para CGC e CEC encontram-se em Melo (1987).

3.1.3.6 Heterose

Para cada caráter avaliado, foram calculadas a heterose em relação à média dos parentais (H_{mp} ; $mp=100$) e a heterobeltiose (H_{ps} ; $ps=100$), que é a heterose em relação ao pai superior. Determinou-se, ainda, a heterose padrão (H_{cp} ; $cp=100$), ou seja, a percentagem de rendimento em relação à cultivar considerada como padrão (Ângela Gigante I-5.100), visando avaliar melhor o valor prático do vigor de híbrido.

3.1.3.7 Resultados e discussão

3.1.3.7.1 Heterose

Os 15 híbridos F_1 resultantes do cruzamento dialélico parcial efetuado entre os seis genitores podem ser visualizados na Figura 13.

Para o caráter PFP, os valores médios obtidos pelos seis genitores e seus híbridos F_1 constam da Tabela 2. De modo geral, os híbridos superaram à cultivar padrão (CP), com incremento de produção variando de 1,9% ($P1 \times P3$) a 45,5% ($P1 \times P2$) e média geral de 13%.

Em termos de vigor de híbrido, verifica-se na Tabela 2, que, em relação à média dos genitores, os valores heteróticos variaram de -1,8% ($P2 \times P5$) a 48,0% ($P1 \times P2$).

Destacaram-se as combinações híbridas $P1 \times P2$ e $P1 \times P6$, mas apenas a primeira diferiu significativamente dos seus respectivos genitores (Figura 13 e Tabela 2).

Figura 13 - Híbridos F_1 de tomateiro do grupo Santa Cruz obtidos de um cruzamento no esquema dialélico parcial (6x6), Departamento de Genética, ESALQ/USP, Piracicaba, SP, 1984/85.

Do ponto de vista prático, a heterobeltiose é uma medida de maior interesse quando se intenciona explorar comercialmente a heterose. De todas as combinações avaliadas, os híbridos P1xP2 (45,5%), P1xP6 (27,3%), P1xP4 (15,8%) e P2xP4 (11,0%) destacaram-se dos demais por exibirem melhor desempenho em relação ao genitor superior para PFP. Ademais, foi constatado que os efeitos heteróticos foram mais pronunciados naquelas combinações híbridas envolvendo genitores com maior distanciamento genético ou menor grau de parentesco. Resultados semelhantes foram também reportados por Maluf; Miranda; Campos (1982) e Maluf; Miranda; Cordeiro (1982). Os autores analisaram cruzamento dialélico entre seis cultivares de tomateiro, sendo quatro do grupo Santa Cruz e verificaram que, para produção comercial, os valores menores de heterose específica referiam-se a cruzamentos entre genitores do grupo Santa Cruz. Esse resultado é corroborado por Maluf; Miranda; Campos (1982), Maluf; Miranda; Cordeiro (1982) e Estrada-Salazar (1984).

Tabela 2 - Médias de produção de frutos por planta (PFP) de genitores¹ e híbridos F₁ de tomateiro de mesa e valores da heterose (H_{mp}, H_{ps} e H_{cp}). Paulínia, SP, 1985.

Genótipo	PFP			
	Média ² (g planta ⁻¹)	Heterose Relativa		
		H _{mp}	H _{ps}	H _{cp}
P1	8149,4 b			96,6
P2	8437,5 b	-	-	100,0
P3	9353,1 b	-	-	110,9
P4	8866,3 b	-	-	105,1
P5	9521,9 b	-	-	112,9
P6	7996,3 b	-	-	94,8
P1xP2	12278,1 a	148,0	145,5	145,5
P1xP3	8600,6 b	98,3	92,0	101,9
P1xP4	10265,6 ab	120,7	115,8	121,7
P1xP5	8743,1 b	98,9	103,6	103,6
P1xP6	10376,9 ab	128,5	127,3	123,0
P2xP3	9180,6 b	103,2	98,2	108,8
P2xP4	9841,9 ab	114,0	111,0	116,6
P2xP5	8813,8 b	98,2	92,6	104,5
P2xP6	8851,3 b	107,7	104,9	104,9
P3xP4	9121,9 b	100,1	97,5	108,1
P3xP5	9533,1 b	101,0	100,1	113,0
P3xP6	9420,6 b	108,6	100,7	111,7
P4xP5	9059,4 b	98,5	95,1	107,4
P4xP6	9017,5 b	107,0	101,7	106,9
P5xP6	9906,3 ab	113,1	104,0	117,4

¹ P1 = Motelle; P = Ângela Gigante I-5.100; P3 = Olho Roxo Seleção IPA; P4 = Raminho; P5 = Licapal e P6 = Santa Cruz Zambão;

² Médias seguidas das mesmas letras não diferem significativamente entre si (Tukey 5%).

Os valores de heterose para NFP obtidos no presente trabalho (Tabela 3) estão coerentes com os valores encontrados para PFP. Deve ser ressaltado que o número de frutos é um dos componentes primários da produção.

Tabela 3 - Médias do número de frutos por planta (NFP) de genitores¹ e híbridos F₁ de tomateiro de mesa e valores da heterose (H_{mp}, H_{ps} e H_{cp}). Paulínia, SP, 1985.

Genótipo	Média ²	NFP		
		Heterose Relativa		
		H _{mp}	H _{ps}	H _{cp}
P1	108,8 abcdef	-	-	122,4
P2	88,9 fg	-	-	100,0
P3	75,6 g	-	-	85,0
P4	90,8 efg	-	-	102,1
P5	122,7 abcd	-	-	138,0
P6	98,5 efg	-	-	110,8
P1xP2	137,5 a	139,1	126,4	154,7
P1xP3	98,0 defg	106,3	90,0	110,2
P1xP4	129,8 ab	130,0	119,2	146,0
P1xP5	105,8 abcdef	91,4	86,2	119,0
P1xP6	124,8 abcd	120,4	114,6	140,4
P2xP3	101,4 cdefg	123,3	114,1	114,1
P2xP4	116,4 abcde	129,5	128,2	130,9
P2xP5	109,7 bcdef	103,7	89,4	123,4
P2xP6	101,9 cdefg	108,7	103,4	114,6
P3xP4	109,4 bcdef	131,4	120,4	123,1
P3xP5	103,3 bcdef	104,2	84,2	116,2
P3xP6	112,4 bcdef	129,1	114,1	126,4
P4xP5	126,3 abc	118,3	102,9	142,1
P4xP6	109,6 bcdef	115,8	112,2	123,3
P5xP6	117,1 abcde	105,8	95,4	131,7

¹ P1 = Motelle; P = Ângela Gigante I-5.100; P3 = Olho Roxo Seleção IPA; P4 = Raminho; P5 = Licapal e P6 = Santa Cruz Zambão;

² Médias seguidas das mesmas letras não diferem significativamente entre si (Tukey 5%).

Os resultados obtidos para MMF encontram-se na Tabela 4. P3 e P1 apresentaram o maior (125,5 g) e menor (72,3 g) valores de MMF, respectivamente. Os valores heteróticos (H_{mp}, H_{ps} e H_{cp}) foram negativos para todos os híbridos, exceto para as combinações P1xP2, P1x P5, P1xP6 e P5xP6 que mostraram valores insignificantes de H_{mp}.

O genitor P3 (Olho Roxo), com maior MMF, não transmitiu essa característica favorável para os seus híbridos, uma vez que os efeitos heteróticos foram negativos (Tabela 4). Especula-se que isso tenha ocorrido devido ao modo de herança para tamanho de fruto. Quando os genitores são muito divergentes para esse caráter, os híbridos tendem a ter comportamento muito próximo da média geométrica dos genitores, configurando-se dominância parcial para menor tamanho de fruto. Em consequência, as estimativas de heterobeltiose tendem a ser de valor reduzido. Esses resultados são suportados por Estrada-Salazar (1984), Maluf; Miranda; Campos (1982) e Maluf; Miranda; Cordeiro (1982).

Tabela 4 - Médias da massa média do fruto (MMF) de genitores¹ e híbridos F₁ de tomateiro de mesa e valores da heterose (H_{mp}, H_{ps} e H_{cp}). Paulínia, SP, 1985.

Genótipo	MMF			
	Média ¹ (g)	Heterose Relativa		
		H _{mp}	H _{ps}	H _{cp}
P1	72,3 fg	-	-	75,5
P2	95,8 bc	-	-	100,0
P3	125,5 a	-	-	131,0
P4	97,9 b	-	-	102,2
P5	78,4 efg	-	-	81,8
P6	85,0 bcdefg	-	-	88,7
P1xP2	90,0 bcde	107,0	93,9	93,9
P1xP3	88,0 bcde	89,0	70,2	91,8
P1xP4	76,7 efg	90,1	78,4	80,1
P1xP5	78,2 efg	103,8	99,7	81,6
P1xP6	83,0 bcdefg	105,5	97,6	86,6
P2xP3	91,1 bcde	82,3	72,5	95,1
P2xP4	86,9 bcdefg	89,7	88,7	90,7
P2xP5	80,3 defg	92,2	83,8	83,8
P2xP6	86,9 bcdef	96,1	90,7	90,7
P3xP4	84,2 bcdefg	75,4	67,1	87,9
P3xP5	94,4 bcd	92,5	75,2	98,5
P3xP6	88,7 bcde	84,3	70,7	92,6
P4xP5	71,7 g	81,3	73,2	74,8
P4xP6	82,9 cdefg	90,6	84,6	86,5
P5xP6	83,8 g	102,6	98,5	87,5

¹ P1 = Motelle; P = Ângela Gigante I-5.100; P3 = Olho Roxo Seleção IPA; P4 = Raminho; P5 = Licapal e P6 = Santa Cruz Zambão;

² Médias seguidas das mesmas letras não diferem significativamente entre si (Tukey 5%).

Com relação ao caráter NLF, trata-se de um componente da massa média de fruto, daí sua importância. Conforme pode ser visto na Tabela 5, ocorreu variação de 2,0 a 3,2 lóculos para os genótipos avaliados. A cv. Raminho (P4) foi a única que se mostrou altamente uniforme para esse caráter.

Os maiores efeitos heteróticos de H_{mp} foram apresentados pelos cruzamentos P2xP4 (28,6%), P1xP6 (23,1%) e P1xP4 (17,6%). Todavia, somente P2xP4 mostrou heterobeltiose significativa, com valor de 22,7%. Os valores de heterose mais expressivos ocorreram quando as comparações foram feitas com a cultivar padrão, destacando-se os híbridos P1xP6 (45,5%), P1xP3 (40,9%), P1xP5 (40,9%) P1xP2 (36,4%) e P1xP4 (36,4%). Em todas essas combinações, P1 mostrou maior média para o caráter. Esses resultados são corroborados por Estrada-Salazar (1984) e Hanna; Hernandez (1979). Segundo esses autores, herança do tipo dominância parcial explica os valores baixos de heterose para NLF.

Tabela 5 - Médias do número de lóculos por fruto (NLF) de genitores¹ e híbridos F₁ de tomateiro de mesa e valores da heterose (H_{mp}, H_{ps} e H_{cp}). Paulínia, SP, 1985.

Genótipo	NLF			
	Média ¹	Heterose Relativa		
		H _{mp}	H _{ps}	H _{cp}
P1	3,1 ab			140,9
P2	2,2 cde	-	-	100,0
P3	2,7 abcd	-	-	122,7
P4	2,0 e	-	-	90,9
P5	2,5 bcde	-	-	113,6
P6	2,1 de	-	-	95,5
P1xP2	3,0 ab	113,2	96,8	136,4
P1xP3	3,1 ab	106,9	100,0	140,9
P1xP4	3,0 ab	117,6	96,8	136,4
P1xP5	3,1 ab	110,7	100,0	140,9
P1xP6	3,2 a	123,1	103,2	145,5
P2xP3	2,6 bcde	106,1	96,3	118,2
P2xP4	2,7 abcd	128,6	122,7	122,7
P2xP5	2,8 abc	119,2	89,3	127,3
P2xP6	2,2 cde	102,3	100,0	100,0
P3xP4	2,3 cde	97,9	85,2	104,5
P3xP5	2,9 abc	111,5	107,4	131,8
P3xP6	2,5 bcde	104,2	92,8	113,6
P4xP5	2,5 bcde	111,1	100,0	113,6
P4xP6	2,2 cde	107,3	104,8	100,0
P5xP6	2,6 abcde	113,0	104,0	118,2

¹ P1 = Motelle; P = Ângela Gigante I-5.100; P3 = Olho Roxo Seleção IPA; P4 = Raminho; P5 = Licapal e P6 = Santa Cruz Zambão;

² Médias seguidas das mesmas letras não diferem significativamente entre si (Tukey 5%).

Na Tabela 6, são apresentados os resultados dos valores médios e da heterose para MML. Do ponto de vista do melhoramento é imprescindível conhecer as interrelações entre MML, NLF e MMF. As duas primeiras características são componentes básicos da terceira que, por sua vez, é um componente primário de PFP.

As cultivares P3 (Olho Roxo) e P4 (Raminho) apresentaram maior MML, respectivamente, 49,1 g e 48,2 g. O genitor P3 caracteriza-se por ser bi ou trilocular, porém, com lóculos grandes. De outro lado, 'Motelle' (P1), de frutos de pequeno calibre, com três a quatro lóculos, foi o genitor que mostrou menor MML (24,4 g). Os valores de heterose para esse caráter foram negativos e resultados semelhantes foram reportados por Estrada-Salazar (1984). De acordo com Gontijo, Maluf; Miranda, (1983), existe baixa probabilidade de lograr aumento da MML em cultivares do grupo Santa Cruz, a partir de cruzamentos com parentais multiloculares de frutos grandes. Esses autores sugerem que isso é factível por meio do aumento do NLF e não

da MML. Tal sugestão parece se confirmar em novas cultivares Santa Cruz de frutos graúdos, como Ângela Gigante I 5100, Santa Clara e Olho Roxo Seleção IPA, todas predominantemente triloculares (MELO et al., 1986; NAGAI, 1993).

Tabela 6 - Médias de massa média do lóculo (MML) de genitores¹ e híbridos F₁ de tomateiro de mesa e valores da heterose (H_{mp}, H_{ps} e H_{cp}). Paulínia, SP, 1985.

Genótipo	MML			
	Média ¹ (g)	Heterose Relativa		
		H _{mp}	H _{ps}	H _{cp}
P1	24,4 h	-	-	57,8
P2	42,2 abc	-	-	100,0
P3	49,1 a	-	-	116,3
P4	48,2 ab	-	-	114,2
P5	30,9 cdefgh	-	-	73,2
P6	41,5 abcd	-	-	98,3
P1xP2	30,5 cdefgh	91,6	72,3	72,3
P1xP3	27,8 efgh	75,6	56,6	65,9
P1xP4	26,1 fgh	71,9	54,1	61,8
P1xP5	25,5 gh	92,2	82,5	60,4
P1xP6	26,1 fgh	79,2	62,6	61,2
P2xP3	34,0 cdefgh	74,5	69,2	80,6
P2xP4	34,7 cdefgh	76,8	72,0	82,2
P2xP5	29,3 efgh	80,2	69,4	69,4
P2xP6	39,0 abcde	93,2	92,4	92,4
P3xP4	37,8 abcdef	77,7	77,7	89,6
P3xP5	34,4 cdefgh	86,0	70,1	81,5
P3xP6	36,7 bcdefg	81,0	74,7	87,0
P4xP5	29,8 defgh	75,3	61,8	70,6
P4xP6	38,0 abcdef	84,7	78,8	90,0
P5xP6	35,5 cdefgh	98,1	85,6	84,1

¹ P1 = Motelle; P = Ângela Gigante I-5.100; P3 = Olho Roxo Seleção IPA; P4 = Raminho; P5 = Licapal e P6 = Santa Cruz Zambão;

² Médias seguidas das mesmas letras não diferem significativamente entre si (Tukey 5%).

3.1.3.7.2 Capacidade combinatória

Os quadrados médios (QM) da ANAVA, realizada conforme esquema apresentado por Melo (1987), para os cinco caracteres avaliados, revelaram diferenças significativas, indicando a variabilidade existente entre os genótipos parentais e híbridos F₁ quando comparados com expressão fenotípica. A soma dos quadrados de tratamentos foi desdobrada em soma dos quadrados para CGC e CEC.

Os valores dos QM de CGC e CEC foram altamente significativos pelo teste de F ($\alpha \leq 0,01$), para todos os caracteres, exceto para CGC de PFP. Isso indica que efeitos gênicos tanto aditivos quanto não aditivos estão envolvidos no controle de todos os caracteres, com exceção de PFP. Para esse caráter, predominam apenas efeitos gênicos não aditivos sugerindo a perspectiva de serem obtidas novas linhas ou híbridas, a partir do material utilizado.

Os QM da CGC foram maiores que os da CEC em todas as características, exceto para PFP. Deve ser ressaltado, no entanto, que nem sempre um QM maior de CGC do que de CEC indica predomínio de ação gênica aditiva. Portanto, parece ser mais lógico empregar-se a média dos quadrados dos efeitos para essa finalidade. No presente trabalho, efeitos gênicos aditivos estão envolvidos apenas no caráter NLF enquanto que, para PFP, NFP e MMF, predominam efeitos não aditivos. Já, para MML, são igualmente importantes os efeitos aditivos e os não aditivos, uma vez que as médias dos quadrados dos efeitos são iguais.

3.1.3.7.2.1 Efeitos da CGC

Os efeitos individuais da CGC ($\hat{g}_i$) para cada linha genitora, para todos os caracteres estudados, permitem afirmar que há comportamento diferencial entre as mesmas. Para o caráter PFP, destacaram-se apenas P1 (Motelle) e P2 (Ângela Gigante I-5.100), com valores positivos de $\hat{g}_1$. Esses parentais conferem uma contribuição genética para aumento da produção por planta nos cruzamentos em que participaram.

No tocante ao NFP, sobressaíram-se os parentais P1 (Motelle) e P5 (Licapal), que exibiram as maiores estimativas de $\hat{g}_i$ ($\hat{g}_1 = 8,13$ e $\hat{g}_5 = 6,16$). P3 (Olho Roxo) evidenciou o menor valor de $\hat{g}_i$ ($\hat{g}_3 = -11,87$), dando contribuição negativa para o NFP nos híbridos em que participou.

Para MMF, P2 (Ângela Gigante I-5.100) e P3 (Olho Roxo) apresentaram os maiores valores positivos de $\hat{g}_i$ ($\hat{g}_2 = 2,40$ e $\hat{g}_3 = 11,29$), diferindo significativamente entre si e dos demais parentais. O alto efeito de $\hat{g}_i$ exibido por P3 (Olho Roxo) pode ser útil em programas de melhoramento visando à obtenção de novas linhas com maior MMF.

Com relação ao caráter NLF, as estimativas de $\hat{g}_i$ revelaram valores de pequena magnitude. Isso pode ser explicado pela pouca divergência genética entre as cultivares parentais utilizadas para esse caráter em particular. As cultivares do grupo Santa Cruz (P2, P3, P4 e P6) e a colombiana Licapal (P5) têm de dois a três lóculos por fruto, enquanto Motelle (P1) exibe de três a quatro lóculos por fruto. As cultivares Motelle (P1), Raminho (P4) e Santa Cruz Zambão (P6)

mostraram as maiores estimativas de $\hat{g}_i$ para NLF, sem diferirem estatisticamente entre si. Apenas a cultivar Ângela Gigante I-5.100 (P2) apresentou $\hat{g}_i$ negativa, indicando que na eventualidade desse genótipo ser utilizado em programas de melhoramento, sua contribuição será no sentido de diminuir o NLF.

No que concerne ao caráter MML, os dados revelam valores positivos maiores de $\hat{g}_i$ para P3 e P4 e o valor menor para P1 ($\hat{g}_1 = -6,96$). A cultivar Olho Roxo (P3) revelou maior efeito de CGC para MMF e para MML, mas não mostrou boa habilidade combinatória geral para os caracteres PFP e NFP. Portanto, infere-se que a escolha de genitores deve ser baseada não apenas em sua CGC para o caráter principal em particular, mas também quanto ao seu mérito em componentes primários e secundários expresso em outras combinações híbridas.

As estimativas de $\hat{g}_i$ para todos os genitores e caracteres estudados, evidenciaram a grande diversidade existente nos genótipos utilizados neste trabalho. Tal constatação expressa, com propriedade, o cuidado que o melhorista deve ter na escolha dos genitores ao planejar um programa de melhoramento.

Em resumo, os resultados obtidos para CGC mostram que os genitores P1, P2 e P3 são os mais adequados para inclusão em programas futuros de melhoramento de tomate de mesa, devido à relevante porção de efeitos gênicos aditivos para a maioria dos caracteres estudados. Ademais, é recomendável o intercruzamento desses genótipos para formar uma população de base genética ampla, possibilitando a seleção de linhagens com características superiores.

3.1.3.7.2.2 Efeitos da CEC

As estimativas ($\hat{s}_{ij}$) dos efeitos da CEC dos cinco caracteres estudados e os erros-padrão (EP) dos efeitos de dois híbridos F_1 , com e sem parentais comuns e entre dois parentais encontram-se em Melo (1987). O efeito da CEC é interpretado como o desvio de um híbrido em relação ao que seria esperado com base na CGC de seus genitores. Assim, valores baixos de $\hat{s}_{ij}$ indicam que os híbridos F_1 entre genitores em questão comportaram-se como o esperado, com base na CGC. Já, valores altos absolutos de $\hat{s}_{ij}$ demonstram que algumas combinações específicas comportaram-se relativamente melhor ou pior do que o esperado, com base na CGC dos genitores envolvidos. Desse modo, a CEC é, em grande parte, dependente de genes com efeitos de dominância e/ou epistasia (GRIFFING, 1953).

A estimativa $\hat{s}_{ii}$ refere-se ao efeito da CEC de uma cultivar cruzada com ela mesma, ou seja, corresponde aos genitores autofecundados. Por sua vez, de acordo com Cruz; Regazzi;

Carneiro (2004), a magnitude de $\hat{s}_{ii}$ é indicativa da divergência genética do genitor i em relação à média dos demais genitores do dialelo.

Em relação ao caráter PFP, as combinações híbridas P1xP2 e P1xP6 se destacaram com valores de $\hat{s}_{ii}$ iguais a 2703,88 e 1087,13, respectivamente, embora apenas P1xP2 tenha diferido estatisticamente das demais. O híbrido com CEC de valor mais alto e positivo é resultante do cruzamento entre P1 e P2. Esses genitores apresentaram a mais alta CGC. Como alto potencial de produção é uma característica altamente desejada, essa combinação poderia ser avançada pelo método genealógico ou SSD, pois apresenta alta média de PFP, alta CEC e resulta de genitores com alta CGC. Além disso, esse híbrido é obtido pelo cruzamento de genitores geneticamente divergentes e com atributos hortícolas desejáveis, destacando-se a resistência múltipla a doenças limitantes da cultura. Ainda, o potencial desse híbrido poderia ser aferido, retrocruzando-o com P2 ou P3, visando aumentar a probabilidade de recuperar formato e tamanho de fruto desejáveis para o grupo Santa Cruz. O genitor P3 tem boas estimativas de CGC e CEC, que são de grande importância quando se busca obter frutos de maior calibre. Os efeitos da CEC ($\hat{s}_{ij}$) representam interações não aditivas e epistáticas que podem estar relacionadas com a manifestação de heterose em combinações híbridas. Todavia, em espécies de autofecundação como o tomate, a interação do tipo aditivo x aditivo é fixável em gerações avançadas. A combinação que mostrou máximo efeito da CEC para NFP foi P1xP2, seguida de P1xP4, P3xP4 e P4xP5. Em geral, nota-se que os cruzamentos com efeitos positivos de $\hat{s}_{ii}$ incluem pelo menos um bom combinante geral como genitor para NFP.

Para NFP, os cruzamentos que mostraram efeitos positivos máximos de CEC poderiam ser avançados por meio do método genealógico, por exemplo, com o objetivo de obter linhagens puras. Deve ser ressaltado que os híbridos P1xP2, P1xP4 e P1xP6 mostraram, também, efeitos máximos para CGC para o caráter principal PFP.

Para o caráter MMF, os híbridos com valores positivos maiores foram P1xP2 (6,63), P5xP6 (3,79), P1xP6 (3,51) e P1xP5 (2,52). Esses híbridos foram os únicos que apresentaram heterose positiva (H_{mp}) para MMF. O híbrido P1xP2 revelou maiores efeitos da CEC também para PFP e NFP e os valores mais altos de heterose para esses caracteres.

Observou-se pequena variação para os efeitos da CEC para NLF. Isso é explicado pela pouca diversidade genética existente entre os genitores, todos variando de dois a quatro lóculos por fruto.

Com relação ao caráter MML, os efeitos positivos maiores de $\hat{s}_{ii}$ foram evidenciados pelos híbridos P5xP6 (1,97) e P1xP2 (1,71) enquanto que as combinações P2xP3 (-5,36), P4xP5

(-4,37) e P1xP4 (-4,07) exibiram os efeitos negativos mais elevados. Mais uma vez o híbrido P1xP2 mostrou efeito positivo de $\hat{s}_{ij}$.

Deve ser destacado que os caracteres NLF e MML são subcomponentes de MMF que é, por sua vez, um componente primário da produção.

Em termos gerais, destacaram-se os híbridos P1xP2 e P1xP6, ambos com características semelhantes, sobretudo quanto ao formato e tamanho de fruto. O híbrido P1xP2 mostrou maior média para PFP e NFP, além de média alta para MMF. Esse híbrido exibiu efeitos heteróticos acima de 45% para PFP em relação aos três métodos de avaliação da heterose (H_{mp} , H_{ps} e H_{cp}). Quanto aos efeitos de $\hat{s}_{ij}$, o híbrido P1xP2 apresentou a maior magnitude positiva para PFP e seus componentes primários NPF e MMF.

Os genitores P1 e P2 são fenotipicamente divergentes, característica refletida nos altos valores da CEC e efeitos heteróticos observados na combinação P1xP2 (Figura 14). P1 apresentou o mais alto efeito positivo de CEC enquanto P2 mostrou o segundo maior efeito de CGC para PFP e MMF.

O híbrido P1xP6, embora promissor, tem a desvantagem de envolver um genitor (P6) com baixa CGC. Ademais, essa cultivar tem a mesma origem do outro genitor (P1), a cv. Ângela Gigante I-5.100, ambas do grupo Santa Cruz (NAGAI, 1989; NAGAI, 1993).

Os resultados desse trabalho, analisados em conjunto, sugerem que o cruzamento P1xP2 tem alto potencial para ser avançado até homozigose e posterior seleção de linhas fixadas com características desejáveis quanto a formato, firmeza e tamanho, visando à obtenção de híbridos F_1 do grupo Santa Cruz. Isso implica em melhorar as linhagens para maior complementaridade alélica, de modo a permitir a expressão do vigor de híbrido. Nesse caso, o método de melhoramento recomendável é a seleção recorrente para CEC, utilizando linhagem pura como testadora. Tal procedimento foi recomendado por Miranda (1978) para a cultura do pimentão. Esse autor também propôs o emprego da seleção recorrente genotípica visando solucionar o problema específico da base genética estreita existente nas cultivares nacionais de pimentão. Essa sugestão parece ser também válida para as cultivares nacionais de tomateiro do grupo Santa Cruz que tem origem comum. No presente trabalho, ficou evidente a expressão de valores heteróticos não muito acentuados para a maioria dos caracteres estudados, corroborando os resultados reportados por Maluf; Miranda; Campos (1982), Maluf; Miranda; Cordeiro (1982) e por Miranda (1978).

Merece ser ressaltado que formato e tamanho do fruto são atributos essenciais no grupo Santa Cruz sob o ponto de vista de aceitação comercial. Por conseguinte, o ideal seria cruzar P1xP2 com o genitor P3 que apresentou o mais alto efeito de CGC para os caracteres MMF e

MML. Em tal cruzamento triplo é esperada a segregação de 75% de plantas com frutos de formato Santa Cruz, aumentando a probabilidade de se lograr sucesso na seleção.

Figura 14 - Frutos de tomate dos genitores Motelle (P1) e de Ângela Gigante I-5.100 (P2) e do híbrido F₁ resultante P1xP2.

Merece notar que as cultivares, linhagens puras e combinações híbridas obtidas pelo autor da presente obra nessa primeira fase (1973 a 1986) enquanto esteve ligado funcionalmente ao IPA, integrarão o germoplasma básico de tomateiro que será utilizado para a condução de suas atividades de melhorista e fitotecnista nas duas outras fases de sua vida profissional que serão descritas em sequência.

3.2 Fase 2 – Desenvolvimento de cultivares para condições agroecológicas tropicais e subtropicais²⁸

Nessa fase, de 1986 a 2000, as atividades do autor foram desenvolvidas na Estação Experimental de Hortaliças da Asgrow do Brasil localizada em Paulínia, SP (EEHA-P). Os desafios enfrentados nesse período foram grandes, pois além da meta de obter cultivares de tomateiro de mesa, estava ainda sob sua responsabilidade desenvolver cultivares de outras

²⁸ No início de 1986, o autor desligou-se do IPA e, em março do mesmo ano, assumiu a função de melhorista de hortaliças e, mais tarde, gerente de pesquisa da Asgrow do Brasil Sementes Ltda., exercendo suas atividades de pesquisa e desenvolvimento (P&D) na EEHA-P. Em 1994, Asgrow Seed Company, Genecorp e Bruisma Seeds fundem-se e originam a Seminis Vegetable Seeds, Inc., hoje subsidiária da Monsanto Company. Em 2000, o autor desliga-se da empresa e inicia novas atividades de pesquisa como consultor científico do IICA na Embrapa Hortaliças.

hortaliças consideradas prioritárias para a empresa com características requeridas pelo mercado brasileiro. Além disso, o autor assumiu a responsabilidade de coordenar o programa de validação de novas cultivares de hortaliças desenvolvidas no Brasil em países das Américas do Sul e Central.

Deve ser mencionado que os dados das atividades de P&D desempenhadas pelo autor não serão aqui apresentados, pois são de propriedade da empresa e, portanto, não foram disponibilizados para o autor no momento da rescisão de seu contrato, em fevereiro de 2000. Por conta disso, o autor relatará apenas as metas, o germoplasma utilizado, os métodos de melhoramento empregados, além de uma discussão baseada nos resultados obtidos nesse período.

3.2.1 Estabilização da cultivar Santa Clara

O programa de melhoramento do tomateiro da Asgrow do Brasil estabeleceu como meta de curto prazo a liberação de lotes de sementes de CPA do segmento varietal Santa Cruz com alto potencial de desempenho, em termos de germinação, vigor, emergência, pureza, sanidade e uniformidade em campo.

A estratégia adotada consistiu na intensificação, a partir de 1986, do trabalho de seleção nas cultivares Ângela Gigante I-5.100 e IAC Santa Clara I-5.300, lançadas pelo Instituto Agrônômico (IAC). Quando foi liberada, em 1985, IAC Santa Clara I-5.300 ainda exibia significativa desuniformidade quanto às características de planta e de fruto. Essa cultivar foi lançada em geração F_6 , sendo originada de um cruzamento complexo envolvendo a cultivar Ângela Gigante I-5.100 e o híbrido comercial Duke, de origem norte-americana (NAGAI, 1985; NAGAI, 1993). Trata-se, portanto, de cultivar derivada de uma combinação híbrida entre uma linha do grupo Santa Cruz, de hábito de crescimento indeterminado, frutos com dois a três lóculos e massa média de 125 g, e um híbrido F_1 com planta de crescimento determinado, frutos redondos, multiloculares e com massa média de 200 g.

A Asgrow teve acesso, em primeira mão, ao lote original de sementes de 'IAC Santa Clara' mediante acordo de cooperação técnica estabelecido com o Dr. Nagai, representante legal do IAC. Em 1986, foi iniciada a multiplicação desse lote de sementes genéticas na EEHA-P, constatando-se variabilidade significativa entre as plantas desse lote. Isso indicava a necessidade de iniciar um rigoroso processo de seleção antes de atestar a qualidade genética do lote de sementes que seria utilizado para produção do primeiro estoque de sementes comerciais no exterior. Foram, então, selecionadas 272 plantas com características desejáveis de planta e fruto, além de se levar em consideração o estado fitossanitário da população. É

importante ressaltar que a média de massa dos frutos colhidos em cada planta foi de 230 g, correspondendo à classe 2 A, a mais valorizada no mercado. No ano seguinte, essas plantas individuais geraram 272 progênie. Procedeu-se à seleção rigorosa entre e dentro de cada progênie (20 plantas por progênie) examinando-se as plantas em todos os estádios de desenvolvimento, visando eliminar plantas fora de tipo e garantir a pureza varietal do material (Figura 15).

Figura 15 - Frutos atípicos biloculares com formato alongado vs. frutos típicos da cv. IAC Santa Clara I-5.300 com três lóculos detectados em lote de sementes comerciais na EEHA-P, em 1987.

Em 1988, as progênie que se destacaram por sua uniformidade nessa geração foram novamente plantadas e se realizou novo ciclo de seleção. As progênie uniformes, isto é, sem segregação para as características desejadas, foram reunidas e deram origem ao lote de *foundation seeds* da nova cultivar Santa Clara Asgrow (Figura 16).

Os lotes de sementes foram enviados para o Chile, onde foram instalados os campos de multiplicação de sementes em escala comercial. Na fase de maturação dos frutos, foi realizada inspeção rigorosa (*roguing*) em todos os campos contratados visando à eliminação de plantas atípicas.²⁹

A cv. Santa Clara Asgrow, a partir do início da década de 1990, se tornou líder de mercado no segmento Santa Cruz com grande aceitação pelos produtores bem como pelos setores de comercialização e consumo.

²⁹ Esse trabalho de inspeção foi realizado sob a supervisão do autor dessa obra em todos os campos contratados na região de Melipilla, Chile.

Os ensaios de averiguação e manutenção da pureza genética (*plant outs*) dos lotes de sementes comerciais das cultivares Santa Clara I-5.300 e Ângela Gigante I-5.100, produzidos no Chile, foram conduzidos na EEHA-P, anualmente, sob a responsabilidade do autor dessa obra.

Vale salientar que ‘IAC Santa Clara I-5.300’ e ‘Ângela Gigante I-5.100’ foram utilizadas como parentais na fase subsequente do programa de melhoramento da Asgrow, cujo foco foi a obtenção de híbridos F_1 com o padrão de fruto da cv. Santa Clara.

Figura 16 - O autor avaliando a pureza varietal de lotes de sementes comerciais da cv. Santa Clara Asgrow na EEHA-P, em 1988.

3.2.2 Obtenção de linhagens homozigotas e de híbridos F_1

O ponto de partida desse projeto ocorreu em 1986 com a realização de um bloco de cruzamentos na EEHA-P, em estufas agrícolas, envolvendo oito genitores, sendo cinco do grupo Santa Cruz e três com frutos alongados, graúdos e de ombros esverdeados (Figura 17). As hibridações foram realizadas de acordo com a técnica de cruzamentos manuais controlados descrita por Dias (1960).

Figura 17 - Produção de sementes de híbridos experimentais de tomate sob estrutura protegida na EEHA-P, em 1986.

Em 1987, foram avaliadas 14 combinações híbridas (F_1), das quais, cinco se destacaram em termos de produção comerciável e sanidade em condições de campo. Esses híbridos tiveram como um dos parentais as cultivares Raminho Seleção IPA, Olho Roxo Seleção IPA e Santa Cruz Zambão. Vale lembrar que esses genótipos também se sobressaíram na análise genética de cruzamentos dialélicos entre genótipos de tomate de mesa reportada anteriormente (MELO, 1987). A partir da geração F_2 de cada um desses híbridos, adotou-se o método de seleção genealógica que resultou na obtenção de diversas linhagens homozigotas, algumas com formato de fruto tipicamente Santa Cruz e outras do tipo Saladete e Italiano. Uma amostra desse conjunto de linhagens pode ser vista na Figura 18.

Figura 18 - Linhagens de tomate desenvolvidas no programa de melhoramento da Asgrow do Brasil para uso como genitores de híbridos F_1 .

Ao longo da década de 1990, essas linhagens foram largamente utilizadas no programa de obtenção de híbridos F_1 de diversos segmentos varietais com requisitos exigidos pelos mercados do Brasil, Argentina, Colômbia e países da América Central.

Vale ressaltar que, nessa mesma época, intensificaram-se os ensaios de triagem de cultivares e linhagens avançadas introduzidas de programas de melhoramento da Asgrow em andamento em vários países. Essa etapa do trabalho permitiu a seleção de um grande número de genótipos com ampla gama de resistência a doenças e com características de planta e fruto desejáveis visando dar início à etapa de obtenção de híbridos experimentais dos grupos varietais Santa Clara, Saladete e Italiano. Alguns desses híbridos foram lançados no mercado brasileiro pelo departamento comercial da Asgrow do Brasil ao longo da década de 1990 (Super Puma, Ataque e Avansus) e argentino (Puma) (Figura 19).

Figura 19 - Folhetos dos híbridos Puma, Ataque e Avansus lançados pela Asgrow do Brasil ao longo da década de 1990.

Entre os genótipos exóticos introduzidos nos anos 1990, merece destaque a cv. Stevens (ZIJL et al., 1986). Essa CPA, de origem sul-africana, é portadora do gene dominante *Sw-5* que confere resistência ao vírus do vira-cabeça-do-tomateiro (*Tomato spotted wilt virus* – TSWV), pertencente ao gênero *Tospovirus* (Figura 20). É uma das doenças mais limitantes e prejudiciais ao cultivo do tomate no Brasil. O controle do tripses, vetor do vírus, por via química, isoladamente, não era eficiente e as fontes de resistência testadas no país, até então, não mostravam resultados promissores (NAGAI, 1993).

Figura 20 - Frutos da cv. Stevens, tomateiro de origem sul-africana e fonte de resistência (gene *Sw-5*) a tospovírus (*Tomato spotted wilt virus* – TSWV).

A amostra de sementes da cv. Stevens foi recebida no início da década de 1990, época em que a doença incide com maior severidade nos cultivos de tomateiro de mesa do estado de São Paulo. De imediato, foi instalado um ensaio na EEHA-P com a inclusão de testemunhas consideradas como resistentes (‘Rey de los Tempranos’, ‘De la Plata INTA’, ‘Platense INTA’ e ‘TSW-10 CNPH’) e suscetíveis (‘Santa Clara Asgrow’, ‘Ângela Gigante I- 5.100’ e ‘IPA 6’). Os resultados revelaram que apenas a cv. Stevens e a linha derivada diretamente dela, TSW-10, obtida na Embrapa Hortaliças (BOITEUX et al., 1993) possuíam alto nível de resistência às espécies locais de tospovírus e exibiam boas características hortícolas (MELO; CARNEIRO, 1996) (Figura 21).

Figura 21 - Contraste entre uma cultivar de tomateiro altamente suscetível a tospovírus (*Tomato spotted wilt virus* – TSWV), à esquerda, e a cv. Stevens, resistente, à direita, em ensaio conduzido na EEHA-P no verão 1990/1991.

Em 1991, foi iniciado um programa de melhoramento visando incorporar o gene *Sw-5*, de ‘Stevens’, em linhas avançadas de hábito de crescimento determinado (tipo Saladete) e indeterminado (grupo Santa Cruz) desenvolvidas na EEHA-P. Foram feitos os cruzamentos Stevens x IPA 6 e Stevens x Santa Clara Asgrow. Os híbridos F_1 foram retrocruzados para ‘IPA-6’ e ‘Santa Clara Asgrow’, respectivamente. A partir da geração F_3RC_1 , adotou-se o método SSD até a geração F_6BC_1 quando foram selecionadas plantas individuais que originaram progênes avançadas de cada uma das populações (Figura 22). Os ciclos subsequentes de seleção foram baseados no desempenho das progênes quanto à uniformidade e nível de resistência de campo ao tospovírus. Esse método, que combina retrocruzamento com SSD, é recomendado por Wehrhahn; Allard (1965) quando se pretende recuperar genes desejáveis de germoplasma exótico.

Figura 22 - Geração F_6RC_1 do cruzamento Stevens x IPA 6 pelo método SSD, observando-se a marcante diferença entre as cinco fileiras de plantas, à esquerda, resistentes ao vira-cabeça (*Tomato spotted wilt virus* – TSWV); à direita, plantas da cv. IPA-3, usada como controle suscetível, completamente dizimadas pela doença.

As linhagens promissoras resistentes a tospovírus e com características hortícolas desejáveis foram utilizadas como genitores para a obtenção de híbridos dos tipos Santa Clara, de porte indeterminado, e de dupla aptidão, com porte determinado. Destaca-se, também, que antes dessas linhagens estarem disponíveis, foram feitos híbridos intervarietais envolvendo a cultivar Stevens e cultivares de porte determinado de dupla aptidão com resistência múltipla a doenças. Alguns desses híbridos – XPH 8019, XPH 8020, XPH 8021 e XPH 8022 – foram incluídos numa série varietal chamada de *tosponema* por serem resistentes a tospovírus e a nematoides. Os resultados dos ensaios conduzidos com esses híbridos experimentais em várias regiões brasileiras de produção de tomate identificaram o híbrido XPH 8022 como promissor. Esse híbrido foi denominado ‘Colosso’, tendo sido liberado comercialmente, em 1997. Foi o primeiro híbrido resistente ao vírus do vira-cabeça de dupla finalidade lançado no Brasil (Figura 23) (MELO; CARNEIRO, 1996).

Em 1993, a Asgrow do Brasil iniciou um programa de melhoramento visando à obtenção de linhagens homozigotas para o gene recessivo *rin*, um dos mutantes que controlam o caráter longa vida (LV). O desafio era enorme, porque as empresas de sementes concorrentes da Asgrow atuando no Brasil, já haviam introduzido, de Israel, os híbridos Carmen, Graziela, Shirley, entre outros. A introdução desse tipo de tomate sinalizava uma mudança irreversível no mercado de tomate de mesa. Assim, a partir da população segregante F_2 do genótipo H-190, procedente da Asgrow Argentina, foi iniciado o processo de seleção de linhagens homozigotas para o gene *rin* e de linhagens puras isogênicas de frutos vermelhos (*RinRin*). As linhagens puras para o caráter LV (*rinrin*) identificadas no teste de progênes

avanzadas (F₆/F₇) foram enviadas para outros melhoristas da empresa dos Estados Unidos e Europa (Figura 24).

Figura 23 - Híbrido Colosso, tomateiro de hábito de crescimento determinado e resistente a tospovírus (*Tomato spotted wilt virus* – TSWV), incluído no portfólio de produtos da Asgrow do Brasil, em 1997.

Figura 24 - Linhagens de tomateiro homozigotas para o gene *rin* com frutos verdes, à esquerda; linhagens isogênicas de frutos vermelhos (*RinRin*), à direita.

‘Avansus’ foi o primeiro híbrido do tipo Santa Clara LV lançado no Brasil, tendo como um de seus genitores uma das linhagens LV portadoras do gene *rin* desenvolvidas pelo programa de melhoramento de tomate da Asgrow do Brasil.

3.3 Fase 3 – Consultoria científica na área de melhoramento genético do tomateiro

Nessa fase, serão descritas as atividades desenvolvidas pelo autor junto à Embrapa Hortaliças³⁰ no período de março de 2000 a julho de 2001, relacionadas ao melhoramento genético do tomateiro dos segmentos de mesa e processamento industrial.

Os principais objetivos da consultoria foram os seguintes:

1. Orientação dos pesquisadores da instituição quanto à aplicação de técnicas de avaliação de genótipos para resistência a doenças, com ênfase em tospovirose e nos procedimentos de seleção para características agronômicas superiores;
2. Auxiliar na redefinição e formulação de linhas de P&D com a cultura do tomateiro (mesa e processamento industrial) em consonância com o planejamento estratégico da instituição;
3. Assessorar a revisão do documento sobre os descritores mínimos de tomate (*S. lycopersicum* L.).

3.3.1 Avaliação da estabilidade da resistência a tospovirose

Até o início da década de 1990, a maioria das fontes de resistência ao tospovírus em tomateiro era do tipo isolado-específico (STEVENS; SCOTT; GERGERICH, 1992) e de natureza poligênica (PATERSON; SCOTT; GERGERICH, 1989), despertando pouco interesse para os programas de melhoramento. Posteriormente, populações derivadas da cultivar Stevens (STEVENS, 1964), passaram a ser utilizadas como fontes de resistência ao vírus. Essa fonte, conforme relatado anteriormente, é portadora do gene *Sw-5* que, normalmente, confere altos níveis de resistência às espécies de tospovírus que ocorrem no Brasil. No entanto, o uso dessa fonte tem sido contestado devido à alta frequência de frutos com sintomas da doença (ULTIZEN et al., 1995). Embora não exista, até a presente data, relato sobre a quebra dessa resistência diante das espécies de tospovírus brasileiras, em tomateiro (POZZER et al., 1996), a eficiência da resistência conferida por esse gene, tida como de largo espectro e não isolado-específico vem sendo questionada em várias partes do mundo (GARCIA-CANO et al., 2006; ARAMBURU et al., 2010; CRESCENZI; VIGGIANO; FANGLIUCO, 2013).

³⁰ Em fevereiro de 2000, o autor desse trabalho desligou-se da Seminis Vegetable Seeds e, a partir de março do mesmo ano, foi contratado pelo Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura (IICA) para exercer a função de consultor científico junto ao Centro de Nacional de Pesquisa com Hortaliças (Embrapa Hortaliças), em Brasília, DF com atividades atreladas ao Projeto N° 05.0.99.020 (Aprimoramento do sistema de produção do tomateiro enfatizando alguns dos componentes do Manejo Integrado de Pragas (MIP)).

Observou-se que o efeito do gene *Sw-5* parece ser anulado sob condições de alta temperatura; especula-se, também, que a amplitude térmica diurna-noturna possa exercer alguma influência negativa à ação desse gene³¹. Ademais, foi relatada alta interação acesso/genótipo x espécie de tospovírus x condição ambiental (local de cultivo). Pesquisadores do IAC, Instituto Biológico de São Paulo, com a colaboração do consultor publicaram trabalho³² pertinente a esse assunto.

No decorrer da década de 1990, a Embrapa Hortaliças lançou as cultivares TSW-10 e Viradoro, ambas portadoras do gene *Sw-5* (BOITEUX; MELO; VILELA, 2008). Todavia, devido às incertezas sobre a efetividade da resistência conferida pelo gene *Sw-5*, o programa de melhoramento de tomateiro da Embrapa Hortaliças passou a priorizar a identificação de fontes de resistência de amplo espectro.

Diante dessa realidade, foi sugerida a condução de ensaios na área experimental da Embrapa Hortaliças, no verão 2000-2001, incluindo genótipos resistentes de diversas procedências/origens e com diferentes genes de resistência. O primeiro ensaio foi instalado em 05/12/2000 e o segundo em 04/01/2001. Foram avaliados 34 genótipos resistentes e duas testemunhas suscetíveis a tospovírus. Os resultados desses experimentos revelaram forte indício de que o gene *Sw-5* parece ser, de fato, não funcional sob condições de temperatura elevada. Desse modo, recomendou-se aos pesquisadores envolvidos com o programa de melhoramento intensificar as pesquisas visando à identificação de fontes alternativas de resistência às diferentes espécies de tospovírus, cuja expressão não fosse comprometida pelo efeito de temperatura. Os pesquisadores da Embrapa Hortaliças conduziram novos ensaios no verão de 2000-2001. Resultados preliminares reportados por Aragão et al. (2002) evidenciaram a quebra da resistência ao vira-cabeça em tomateiro por meio do cultivo de plantas resistentes homozigotas e heterozigotas para o gene *Sw* em câmaras de crescimento, sob regime de temperatura constante de 32 °C. Esses resultados preliminares foram comprovados em outro ensaio conduzido no verão de 2001-2002, quando ficou demonstrado que a amplitude diária de temperatura (acima de 20 °C) e/ou temperaturas elevadas (acima de 32 °C) alteram a expressão do gene *Sw-5* no controle da resistência ao vira-cabeça do tomateiro, levando ao aparecimento de sintomas (ARAGÃO; MELO; ÁVILA, 2003).

³¹ Essa limitação relacionada ao gene *Sw-5* foi observada pelo autor dessa obra nas avaliações de linhagens avançadas e híbridos com resistência a tospovírus em ensaios conduzidos no verão na EEHA-P.

³² Lourenção, A.L.; Siqueira, W.J.; Melo, A.M.T.; Melo, P.C.T.; Colariccio, A.; Fonte, L.C.; Chaves, A.L.R. Avaliação da resistência a tospovírus em cultivares e linhagens de tomateiro. Summa Phytopathologica, v.27, p.17-23, 2001.

3.3.2 Obtenção e avaliação preliminar de híbridos experimentais

A primeira etapa desse trabalho consistiu na produção de sementes híbridas envolvendo cruzamentos entre linhagens porte determinado e indeterminado, cedidas pelo consultor à Embrapa Hortaliças. Os híbridos obtidos pertencem aos segmentos varietais Italiano, Santa Clara e Saladete de dupla aptidão. Os cruzamentos foram realizados em casa de vegetação no campo experimental da Embrapa Hortaliças, DF (Figura 25).

Figura 25 - Execução de cruzamentos controlados entre linhagens de tomateiro de mesa, em casa de vegetação na Embrapa Hortaliças, DF.

Na segunda etapa do trabalho, foi conduzido ensaio de avaliação preliminar dos híbridos F₁ experimentais obtidos na primeira fase. O ensaio foi instalado em lavoura de tomateiro no município de Capivari, SP e a avaliação ocorreu em 22 de junho de 2001. Como testemunhas, foram utilizados os híbridos Carmen e Alambra. O ensaio se encontrava em boas condições fitossanitárias no momento da avaliação, mas foram constatadas infestação de mosca branca e incidência de geminivírus, que não causaram danos severos às plantas do ensaio.

De acordo com os resultados obtidos, destacaram-se os híbridos EXH 04 e EXH 05, do tipo italiano e porte indeterminado. Esses dois híbridos apresentaram elevado potencial

produtivo, frutos alongados, firmes e parede grossa. Os testes realizados na Embrapa Hortaliças confirmaram a resistência desses híbridos às seguintes doenças: raças 1 e 2 da murcha-de-fusário (*F. oxysporum* f. sp. *lycopersici*), raça 1 da murcha-de-verticílio (*V. dahlie*), nematoide de galhas (*M. javanica*, *M. incognita* e *M. arenaria*), algumas populações do pulgão *Macrosiphum euphorbiae*), pinta bacteriana (*Pseudomonas tomato*) e mancha-de-estenfílio (*S. solani* e *S. vesicarium*). Entre os híbridos do tipo Santa Cruz testados, EXH 02 se destacou pelo alto potencial produtivo, excelente vigor e uniformidade de frutificação. Esse híbrido produz frutos graúdos com formato tipicamente Santa Clara, firmes e com parede grossa (1 cm), não exibindo deformações de fruto. Além disso, exibe o caráter *cluster*, pois uma das linhagens utilizadas na obtenção dessa combinação híbrida é portadora dessa característica.

Em agosto de 2003, a Embrapa Hortaliças lançou o híbrido EXH 05, do tipo Italiano, com o nome de ‘San Vito’ (GIORDANO et al., 2006). Esse híbrido foi licenciado com exclusividade para a empresa de sementes Agrocinco, de capital nacional (Figura 26).

Figura 26 - Folhetos da Embrapa (à esquerda) e da Agrocinco (à direita) visando promover comercialmente o híbrido do tipo Italiano San Vito exibindo elevada carga de frutos e uniformidade de frutificação em lavoura no cerrado goiano.

3.3.3 Avaliação e caracterização dos descritores mínimos

O autor dessa obra assessorou o grupo de trabalho (GT) com a missão de analisar e caracterizar os descritores mínimos de tomateiro. O GT foi composto pelos pesquisadores

Leonardo de Britto Giordano (presidente do GT), João Bosco C. dos Santos, Leonardo Silva Boiteux, Antônio Carlos de Ávila, Ossami Furumoto, Jorge Roland M. dos Santos, Warley Marcos Nascimento e Félix Humberto França.

A definição de descritores mínimos das culturas agrícolas permite viabilizar o registro e a proteção de cultivares junto ao Serviço Nacional de Proteção de Cultivares do Ministério da Agricultura e Abastecimento. Desse modo, os descritores mínimos são indispensáveis para a condução dos testes de distinguibilidade, homogeneidade e estabilidade de cultivares (Testes de DHE), possibilitando discriminação fenotípica fácil e rápida entre cultivares.

A realização desse trabalho foi facilitada pela disponibilidade de dados de caracterização morfológica de um grande número de cultivares do banco de germoplasma de tomate da Embrapa Hortaliças. Uma parte do banco estava em processo de multiplicação de sementes nas casas de vegetação e foi de grande valia na exemplificação correta de várias características analisadas. Em alguns casos, não havia informações acerca da caracterização morfológica de caracteres considerados importantes nesse trabalho, sendo necessário utilizar exemplos citados no documento *“Guidelines for the conduct of tests for distinctness, uniformity and stability”*, da UPOV³³, de 17/07/2000.

3.4 Fase 4 – Avaliação do desempenho de genótipos sob sistemas convencional e orgânico de cultivo³⁴

3.4.1 Análise genética de cruzamentos dialélicos^{35,36}

3.4.1.1 Obtenção de combinações híbridas e suas linhagens parentais

Para a obtenção dos híbridos, foram utilizadas seis linhagens de tomateiro de mesa pertencente ao Banco Ativo de Germoplasma do IAC, escolhidas por suas características divergentes, assumindo que são genótipos contrastantes com respeito a caracteres olerícolas e tipo comercial.

Os genótipos parentais apresentam as seguintes características.

³³ International Union for the Protection of New Varieties of Plants (UPOV).

³⁴ A partir de agosto de 2001, o autor dessa obra assumiu a função de professor doutor na ESALQ/USP- Departamento de Produção Vegetal, ficando responsável pelo lecionamento de disciplinas na graduação e pós-graduação na área de olericultura.

³⁵ Nessa fase, o autor dessa obra deu ênfase à continuidade das linhas de pesquisa com o melhoramento do tomateiro de mesa dos segmentos Santa Cruz e Italiano em cooperação com o Programa de Melhoramento do Tomateiro em andamento no IAC.

³⁶ Texto extraído de SOUZA, L.M. Cruzamentos dialélicos entre genótipos de tomateiro de mesa. 61p. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical) - Instituto Agronômico, Campinas, 2007 e dos artigos publicados por Souza (2007) e SOUZA (2012a).

IAC-1: linhagem muito uniforme; planta alta, pouca enfolhada, com folhas recortadas e claras; fruto alongado, bilocular, firme, grande e diâmetro pequeno; produção de frutos em cascata com 6-8 frutos por penca e sensível à deficiência de cálcio; possui resistência a *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* raças 1 e 2, *V. albo-atrum* (V) e *S. solani* (S).

IAC-2: planta vigorosa, alta, moderadamente enfolhada e com folhas tipo batata de cor escura; frutificação uniforme, fruto firme com três lóculos em média.

IAC-3: linhagem com discreta desuniformidade para tamanho de plantas e planta bem enfolhada; fruto tipo *cluster*, com parede grossa, muito firme e coloração alaranjada.

IAC-4: planta vigorosa, bem enfolhada, com alta produção de frutos; frutos grandes tipo Débora (híbrido comercial) e coloração bem vermelha quando maduros.

IAC-5: linhagem de porte determinado, bem enfolhada e com folhas de coloração verde-escuro, pouco produtiva e frutos pequenos; resistente a tospovírus, nematoide, *V. albo-atrum* (V) e *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici*, raça 1 (I1).

Os híbridos foram obtidos no Centro de Horticultura do IAC, localizado no Centro Experimental Central, em Campinas, SP, latitude 22°54'23"S, longitude 47°03'42"W e altitude de 674 m acima do nível do mar, em condição de ambiente protegido. Utilizou-se estrutura do tipo arco, de 6,3 m de largura por 27 m de comprimento, totalizando 170 m² de área, com tela anti-afídeo e coberturas de polietileno transparente de 75 µm de espessura e tela protetora *aluminet* (Figura 27).

Figura 27 - Vista interna da casa de vegetação após o transplante das mudas dos genitores utilizados para a obtenção dos híbridos. Campinas, SP, outubro, 2006.

Os cruzamentos foram realizados por meio de um dialelo parcial (Figura 28), com todas as combinações possíveis entre as cinco linhagens genitoras, obtendo-se $n(n-1)/2$ híbridos F_1 , ou seja, 10 híbridos (ROQUEJANI et al., 2007).

Para realizar as hibridações, utilizou-se a técnica de cruzamentos manuais controlados (DIAS, 1960), que envolveu emasculação das flores dos genitores femininos (receptores); coleta de pólen dos genitores masculinos (doadores); polinização; etiquetagem e repolinização das flores (MELO, 1989). Esse procedimento foi feito diariamente, nos meses de novembro e dezembro de 2006.

Genitores	IAC-01	IAC-02	IAC-03	IAC-04	IAC-05
♀					
♂					
IAC-01					
IAC-02					
IAC-03					
IAC-04					
IAC-05					

Figura 28 - Esquema de cruzamento dialélico parcial envolvendo cinco linhagens IAC de tomateiro de diferentes segmentos varietais e seus 10 híbridos possíveis.

O processo de hibridação foi feito de acordo com as seguintes etapas: na véspera da antese da flor receptora, fez-se a emasculação, retirando-se o cone de anteras com o auxílio de uma pinça ou com os dedos. No dia seguinte, realizou-se a coleta de pólen do genitor doador com o auxílio de uma tesoura elétrica adaptada, cujo movimento vibratório facilita o desprendimento do pólen. O pólen de cada genitor foi colhido e armazenado em cápsulas duras semelhantes às utilizadas em fármacos. Após cada coleta, limpou-se a tesoura,

cuidadosamente, para evitar contaminação de pólen. Em seguida, procedeu-se à polinização de todas as flores emasculadas levando pólen ao estigma com o auxílio de “cachimbinho” polinizador. Esse procedimento foi repetido de 10 a 15 vezes para cada cruzamento programado para garantir um número mínimo de pegamento de frutos. A seguir, foi feita a identificação dos cruzamentos mediante a colocação de etiqueta no pedúnculo do racemo, tomando-se cuidado para que todos os seus frutos fossem do mesmo cruzamento, para, mais uma vez, evitar mistura (Figura 29).

Figura 29 - (A) Flor de tomateiro a ser emasculada na véspera da antese; (B) (C) e (D) Processo de emasculação, com retirada das sépalas, pétalas e cone de anteras; (E) Coleta de pólen do genitor doador; (F) Polinização do estigma no dia posterior à emasculação; (G) Flor emasculada e polinizada; (H) Fruto com pegamento e em desenvolvimento após a polinização e mostrando ausência de sépalas, característica de fruto cruzado; (I) e (J) racemo identificado e frutos em estágio de maturação. Campinas, SP, janeiro, 2007.

As colheitas foram realizadas semanalmente no estágio de fruto maduro. Foram realizadas oito colheitas em janeiro e fevereiro de 2007 (Figura 30).

O beneficiamento de sementes teve início em 8 de janeiro de 2007 e consistiu de retirada manual das sementes juntamente com o suco gelatinoso. Essa mistura foi deixada à temperatura ambiente por 48 a 72 horas para que ocorresse fermentação. Esse processo promove a eliminação parcial da pilosidade que reveste as sementes, facilitando o seu manuseio sem causar danos (MELO; RIBEIRO, 1990). Em seguida, as sementes foram

lavadas em água corrente e colocadas para secar à temperatura ambiente sobre pratos de barro. Depois de secas, foram embaladas em sacos de papel, identificadas e armazenadas em câmara fria, sob temperatura de 15 °C e 40% de umidade relativa (Figura 31).

Figura 30 – À esquerda, colheita dos frutos de tomateiro oriundos de cruzamentos; à direita, detalhe de racemos com frutos maduros oriundos de cruzamentos Campinas, SP, janeiro 2007.

Figura 31 - Etapas do beneficiamento das sementes oriundas de cruzamentos entre linhagens IAC de tomateiro. Campinas, SP, fevereiro, 2007.

3.4.1.2 Delineamento experimental e técnica cultural

A avaliação dos híbridos F₁ e seus respectivos genitores foi realizada de agosto de 2005 a janeiro de 2006 na Estação Experimental da Rogers, pertencente à empresa Syngenta Seeds Ltda., localizada no município de Itatiba, SP, latitude 23°00'21" S, longitude 46°50'20" W e altitude de 750 m acima do nível do mar. Adotou-se delineamento de blocos completos ao acaso, com 16 tratamentos e três repetições, totalizando 48 parcelas. Cada parcela experimental foi constituída por uma fileira dupla com seis plantas totais consideradas úteis. O espaçamento foi de 1,0 m entre fileiras e 0,5 m entre plantas. Como bordadura, foram utilizadas três plantas em cada extremidade das fileiras.

O experimento teve manejo semelhante ao de uma cultura comercial de tomateiro em ambiente protegido.

A semeadura foi realizada em bandejas de poliestireno expandido, em 25/08/2005 e as mudas foram transplantadas em 27/09/2005, quando apresentavam de quatro a seis folhas verdadeiras. Cada planta foi tutorada individualmente e realizou-se a eliminação de todas as brotações da base do pecíolo das folhas. A adubação foi feita de acordo com o recomendado após análise do solo e a irrigação realizada por gotejamento. O controle de pragas e doenças foi realizado de acordo com as necessidades da cultura.

Registrou-se grande incidência de mosca-branca (*Trialeurodes vaporariorum*) durante todo o ciclo de produção das plantas, prejudicando seu desenvolvimento no final do cultivo, com redução da fotossíntese e da produção de fotoassimilados. Em consequência, houve redução do número de colheitas, mas sem acarretar prejuízo às avaliações e análises estatísticas programadas. Foram realizadas cinco colheitas num período de 58 dias.

3.4.1.3 Características avaliadas

As avaliações foram realizadas com base em seis plantas por parcela. Os dados foram anotados individualmente por planta e as médias foram calculadas por parcela.

Foram avaliados os seguintes componentes de produção e de qualidade do fruto.

- a. Produção de frutos por planta (PFP): representa a produção média de frutos por planta, expressa em gramas por planta e acumulada nas diferentes etapas da colheita;
- b. Número de frutos por planta (NFP): foram contados os frutos de cada planta em cada colheita; posteriormente, foi realizado o cálculo da média das seis plantas, a fim de ser estabelecido o número médio de frutos por planta;

- c. Peso médio de fruto (PMF): calculado por meio da relação entre a produção e o número de frutos por parcela;
- d. Número de inflorescências por planta (NIP): foram marcadas e contadas as inflorescências que deram, pelo menos, um fruto em cada uma das seis plantas da parcela útil;
- e. Número de frutos por inflorescência (NFI): determinado com base na relação entre o número total médio de frutos por planta e o número total médio de inflorescências por planta;
- f. Número de lóculos por fruto (NLF): foram avaliados cinco frutos ao acaso de cada planta, em três colheitas. Para fins de análise, foram utilizadas as médias desses cinco frutos em três repetições;
- g. Comprimento do fruto (COM): foi anotado o comprimento de cinco frutos de cada planta da parcela a partir da segunda colheita, obtendo-se a média da parcela;
- h. Largura do fruto (LAR): a medida foi tomada pelo corte do fruto ao meio numa amostra de cinco frutos de cada planta da parcela a partir da segunda colheita, obtendo-se a média da parcela;
- i. Relação entre comprimento e largura do fruto (C/L): foi obtida pela divisão do valor do comprimento pelo valor da largura dos cinco frutos de cada uma das seis plantas, obtendo-se a média por parcela;
- j. Espessura de parede (EP): foi medida com paquímetro, em cinco frutos de cada uma das seis plantas da parcela durante três colheitas, obtendo-se a média da parcela;
- k. Sólidos solúveis totais (SST): o teor de sólidos solúveis totais foi medido com refratômetro de mesa, obtendo-se os valores em %, corrigidos para 20 °C ou graus Brix (AOAC, 2000; CARVALHO et al., 1990), utilizando-se polpa homogeneizada em triturador doméstico tipo "mixer", e os resultados expressos em °Brix;
- l. Acidez titulável total (ATT): foi determinada de acordo com o método proposto por CHITARRA; CHITARRA (2005); os resultados foram expressos em porcentagem de ácido cítrico (ácido cítrico 100 ml⁻¹ ou 100 g da amostra) porque o ácido cítrico é o que está presente em maior quantidade nos frutos do tomateiro;
- m. Relação SST/ATT: obtida pela relação entre SST e ATT.

3.4.1.4 Análises estatístico-genéticas

A análise de variância foi realizada tomando-se os dados médios das seis plantas da parcela para cada tratamento (genótipo), para os treze caracteres avaliados. Foi realizado o

teste F para cada característica e, ao ser constatado valor de F significativo, procedeu-se à comparação das médias pelo teste de Tukey a 5%. As análises de capacidade combinatória foram realizadas de acordo com o método 2 proposto por Griffing (1956b), que estima os efeitos da capacidade geral de combinação CGC ($\hat{g}_i$) de cada genitor e os efeitos da capacidade específica de combinação CEC ($\hat{s}_{ij}$), a partir de um conjunto de p parentais ($p=5$) e dos $p(p-1)/2$ ($F_1=10$) híbridos F_1 e t tratamentos ($t=15$) em cada um dos b blocos ($b=3$) considerados no experimento. Quando $i=j$, tem-se o efeito da CEC de um genitor cruzado consigo mesmo ($\hat{s}_{ij}$); quando $i \neq j$ tem-se o efeito da CEC de um híbrido obtido a partir de dois genitores cruzados entre si. Foram adotados esquemas e fórmulas, conforme constam em Melo (1987).

As médias de tratamentos foram submetidas à análise de variância para capacidades geral e específica de combinação pelo programa Genes (CRUZ, 2004).

Foram calculados os valores de heterose dos 10 híbridos em relação à média dos genitores (H_{mp}), em relação ao pai superior, denominada de heterobeltiose (H_{ps}) e em relação ao híbrido padrão, denominada de heterose padrão (H_{hc}), que é a porcentagem de rendimento em relação ao híbrido comercial considerado padrão de mercado. Como padrão comercial, foi utilizado o híbrido Débora Max, da empresa Sakata, visando avaliar melhor o valor prático da heterose. Os valores heteróticos, expressos em porcentagem, foram obtidos por meio da aplicação das fórmulas que constam em Melo (1987).

Foram estimados os coeficientes de correlação genotípica (r_G), fenotípica (r_F) e ambiental (r_A) entre os componentes da produção (PFP, NFP, PMF, NIP, NFI, NLF, COM, LAR, EPF) e os componentes de qualidade do fruto (SST e ATT). Para a estimação dos coeficientes de correlação genotípica (r_G), fenotípica (r_F) e ambiental (r_A) para cada par de caracteres, utilizou-se o programa Genes versão Windows (2004.2.1), desenvolvido por Cruz (2004).

3.4.1.5 Resultados e discussão

3.4.1.5.1 Análise dialélica

A análise de variância preliminar detectou diferenças significativas, pelo teste F, em relação a todos os caracteres avaliados, evidenciando a existência de variabilidade genética entre as linhagens utilizadas no cruzamento dialélico (Tabela 7).

Efeitos aditivos e não aditivos foram importantes e significativos para todos os caracteres avaliados. Os componentes quadráticos da CEC foram superiores aos da CGC em relação a todos os caracteres. Os dados indicam que as ações gênicas e a estrutura genética das populações estudadas favorecem a manifestação de efeitos gênicos não aditivos desses caracteres. Os resultados estão em conformidade com os obtidos por Melo (1987) com relação aos caracteres PFP, NFP, PMF, onde predominaram os efeitos gênicos não aditivos, e para o caráter NIP, o resultado foi conflitante, pois predominaram efeitos gênicos aditivos. Por sua vez, efeitos gênicos não aditivos foram encontrados por Martinez; Sanint; Vallejo-Cabrera (1989) para os caracteres PFP, PMF e NFP.

Tabela 7 - Resumo da análise de variância de treze caracteres avaliados em um cruzamento dialélico parcial entre cinco linhagens de tomateiro de mesa, com as respectivas médias gerais e coeficientes de variação (CV). Campinas, SP, 2006.

FV	Quadrados Médios													
	GL	PFP ⁽¹⁾ (kg/pl)	NFP (n°)	PMF (g)	NIP (n°)	NFI (n°)	NLF (n°)	COM (cm)	LAR (cm)	C/L	EP (cm)	SST (°Brix)	ATT (%)	SST/ATT
Blocos	2	0,819	52,652	0,0001	0,200	0,874	0,015	0,080	0,058	0,0006	0,002	1,343	0,003	16,073
Tratamentos	15	2,241 **	216,597 **	0,0002 **	3,556 **	1,815 **	1,185 **	0,832 **	0,796 **	0,0780 **	0,130 **	1,546 *	0,002 **	24,528 **
Resíduo	30	0,570	34,360	0,0007	0,673	0,337	0,023	0,008	0,005	0,0004	0,001	0,433	0,001	4,815
Média		2,809	30,625	0,0900	6,683	4,524	2,827	6,675	6,200	1,0750	0,935	4,825	0,292	16,660
CV (%)		26,880	19,120	9,2900	12,270	12,840	5,400	1,390	1,160	1,8600	3,260	13,630	8,660	13,160

⁽¹⁾ Variáveis: PFP=Produção de frutos por planta; NFP=Número de frutos por planta; PMF=Peso Médio de fruto; NIP=Número de inflorescência por planta; NFI= Número de frutos por inflorescência; NLF= Número de lóculos por fruto; COM= Comprimento de fruto; LAR= Largura de fruto; C/L=Relação entre Com e LAR; EP=Espessura de parede do Fruto; SST=Sólidos Solúveis Totais; ATT=Acidez Titulável Total; SST/ATT= Relação entre SST e ATT.

Para o caráter produção de frutos por planta (PFP), os genitores foram classificados da maior para a menor CGC, em IAC-2, IAC-4, IAC-1, IAC-3 e IAC-5 (Tabela 8).

Em relação ao número de frutos por inflorescência (NFI), o genitor IAC-2 apresentou maior estimativa de CGC (0,375), seguida de IAC-1 (0,170) e IAC-4 (0,011). Essa característica está associada negativamente com o peso médio de fruto, o que pode ser observado comparando os valores obtidos pelos genitores IAC-1 e IAC-3, onde o genitor IAC-2 apresentou o maior valor positivo para NFI e o maior valor negativo para PMF (-0,002 g); 'IAC-3' comportou-se de maneira oposta apresentando valor negativo de CGC para NFI (-0,073) e valor positivo para PMF (0,005 g). Trabalhando com cruzamentos dialélicos entre linhagens do grupo Santa Cruz, Resende et al. (2000) encontraram resultados semelhantes para os caracteres NFI e PMF (Tabela 8).

A espessura de parede (EP), associada com características de peso médio e tamanho de fruto, é sem dúvida, um componente produtivo de grande importância na cultura do tomateiro, pois está diretamente ligada à qualidade do fruto e à produtividade. Para essa característica, observa-se, na Tabela 8, que as linhagens IAC-3 e IAC-4 apresentaram valores positivos para CGC, de 0,016 e 0,043 cm, respectivamente, contribuindo para o aumento da espessura da parede dos frutos nos cruzamentos que envolveram essas linhagens.

Em relação ao teor de sólidos solúveis totais (SST), a linhagem IAC-2 (0,560) se destacou apresentando CGC positiva, seguida da linhagem IAC-4 (0,036). A linhagem IAC-3 evidenciou o menor valor de CGC (-0,321), dando contribuição negativa ao teor de SST nos híbridos em que participou. Já, para o caráter ATT, IAC-5 apresentou maior estimativa positiva, seguido de IAC-3 e IAC-4. O genitor 'IAC-1' (-0,023) apresentou CGC negativa, sendo a linhagem mais indicada quando o objetivo é obter frutos com menor acidez (Tabela 8). Resultados semelhantes foram reportados por Bhatt; Biswas; Kumar (2000) que também obtiveram valores significativos de CGC para esses caracteres.

Tabela 8 - Estimativa dos efeitos da CGC ($\hat{g}_i$) para treze caracteres de seis linhagens de tomateiro, e desvio padrão (DP) dos efeitos de dois genitores diferentes. Campinas, SP, 2006.

Caracter ⁽¹⁾	Genitor					DP $\hat{g}_i$	DP $\hat{g}_i - \hat{g}_j$
	IAC-1 $\hat{g}_1$	IAC-2 $\hat{g}_2$	IAC-3 $\hat{g}_3$	IAC-4 $\hat{g}_4$	IAC-5 $\hat{g}_5$		
PFP	0,103	0,278	0,081	0,243	-0,705	0,152	0,240
NFP	2,795	4,171	-0,652	0,710	-7,025	1,214	1,919
PMF	-0,006	-0,002	0,005	0,005	-0,002	0,002	0,003
NIP	0,377	0,413	0,025	0,167	-0,983	0,162	0,256
NFI	0,140	0,375	-0,073	0,011	-0,453	0,113	0,178
NLF	-0,469	0,015	0,214	0,158	0,081	0,029	0,046
COM	0,339	0,191	-0,162	0,055	-0,423	0,019	0,030
LAR	-0,269	-0,142	0,201	0,314	-0,103	0,014	0,023
C/L	0,111	0,059	-0,060	-0,064	-0,046	0,001	0,002
EP	-0,018	-0,004	0,016	0,043	-0,037	0,002	0,003
SST	-0,083	0,560	-0,321	0,036	-0,191	0,132	0,209
ATT	-0,023	-0,001	0,007	0,007	0,011	0,005	0,008
SST/ATT	1,348	1,742	-1,555	-0,386	-1,149	0,434	0,685

⁽¹⁾ Variáveis: PFP=Produção de frutos por planta; NFP=Número de frutos por planta; PMF=Peso médio de fruto; NIP=Número de inflorescência por planta; NFI= Número de frutos por inflorescência; NLF= Número de lóculos por fruto; COM= Comprimento de fruto; LAR= Largura de fruto; C/L=Relação entre COM e LAR; EP=Espessura de parede do fruto; SST=Sólidos solúveis totais; ATT=Acidez titulável total; SST/ATT= Relação entre SST e ATT.

Os resultados da CEC para produção de frutos por planta mostraram que os híbridos IAC-1 x IAC-2 e IAC-1 x IAC-4 se destacaram, com valores de 0,843 kg planta⁻¹ e 0,867 kg planta⁻¹, respectivamente. Os genitores envolvidos nesses dois híbridos foram considerados bons combinadores gerais, com estimativas de CGC positivas e de CEC negativas, que contribuiriam para heterose positiva (Tabela 9). Os híbridos resultantes dos cruzamentos IAC-2 x IAC-5 e IAC-3 x IAC-5 também apresentaram valores positivos de CEC. Entretanto, não existe perspectiva desses híbridos serem utilizados em escala comercial, porque não apresentaram frutos de tamanho condizente com o exigido pelo mercado.

O aumento da produção na cultura do tomateiro como resultado de efeito heterótico foi anteriormente relatado por diversos autores, embora com magnitudes diferentes (MELO, 1987; AHMED; SAHA; SHARFUDDIN, 1988; PATIL; BOJAPPA, 1988; BRAZ, 1992).

Tabela 9 - Estimativa dos efeitos da CEC (s_{ii} e s_{ij}) para treze caracteres de tomateiro e desvio padrão (DP) entre F_1 's com um genitor comum ($s_{ij-s_{ik}}$) e entre dois F_1 's quaisquer ($s_{ij-s_{kl}}$), dos efeitos de dois F_1 's híbridos com e sem genitor comum. Campinas, SP, 2006.

Híbridos	Caracteres ⁽¹⁾												
	PFP (kg/pl)	NFP (n°)	PMF (g)	NIP (n°)	NFI (n°)	NLF (n°)	COM (cm)	LAR (cm)	C/L	EP (cm)	SST (°Brix)	ATT (%)	SST/ATT
s(1 , 1)	-0,643	-7,703	0,002	-0,770	-0,531	0,182	-0,083	-0,396	0,091	-0,001	0,762	-0,007	3,723
s(1 , 2)	0,843	8,391	0,008	0,825	0,513	-0,102	0,166	0,507	-0,057	0,054	-0,380	0,020	-2,851
s(1 , 3)	-0,240	-0,426	-0,010	-0,187	0,071	-0,441	0,719	-0,266	0,162	-0,036	0,001	-0,007	-0,004
s(1 , 4)	0,867	8,853	0,001	1,041	0,547	-0,315	-0,499	0,181	-0,134	-0,033	-0,886	0,023	-4,462
s(1 , 5)	-0,184	-1,413	-0,002	-0,140	-0,069	0,492	-0,220	0,369	-0,152	0,017	-0,259	-0,021	-0,130
s(2 , 2)	-0,301	-3,724	0,003	-1,211	0,317	-0,056	0,044	-0,350	0,096	-0,030	-0,023	0,007	-0,535
s(2 , 3)	-1,054	-7,331	-0,014	0,278	-1,194	-0,725	-0,303	-0,033	-0,085	-0,050	0,528	0,000	1,672
s(2 , 4)	0,463	3,377	-0,004	0,635	0,021	0,131	0,220	-0,046	0,049	0,023	0,601	0,010	1,683
s(2 , 5)	0,351	3,011	0,003	0,685	0,026	0,808	-0,171	0,271	-0,100	0,033	-0,702	-0,044	0,566
s(3 , 3)	0,823	6,261	0,009	-0,234	1,074	-0,123	-0,050	-0,306	0,033	0,100	-0,760	-0,007	-1,791
s(3 , 4)	-0,840	-6,800	-0,011	-0,237	-0,920	0,602	-0,227	0,011	-0,062	-0,097	0,882	0,013	2,121
s(3 , 5)	0,489	2,034	0,016	0,613	-0,106	0,810	-0,089	0,899	-0,081	-0,017	0,110	0,009	-0,207
s(4 , 4)	-0,053	-1,631	0,009	-1,020	0,516	-0,142	0,386	-0,002	0,112	0,076	-0,375	-0,017	-0,278
s(4 , 5)	-0,384	-2,167	-0,004	0,601	-0,680	-0,135	-0,266	-0,144	-0,077	-0,044	0,152	-0,011	1,215
s(5 , 5)	-0,136	-0,733	-0,007	-0,880	0,414	-0,988	0,373	-0,697	0,205	0,006	0,350	0,034	-0,722
DP($s_{ij} - s_{ik}$)	0,588	4,702	0,007	0,628	0,436	0,113	0,073	0,056	0,005	0,008	0,513	0,019	1,679
DP($s_{ij} - s_{kl}$)	0,537	4,292	0,006	0,573	0,398	0,103	0,066	0,051	0,005	0,007	0,468	0,017	1,533

⁽¹⁾ Variáveis: PFP=Produção de frutos por planta; NFP=Número de frutos por planta; PMF=Peso Médio de fruto; NIP=Número de inflorescência por planta; NFI= Número de frutos por inflorescência; NLF= Número de lóculos por fruto; COM= Comprimento de fruto; LAR= Largura de fruto; C/L=Relação entre COM e LAR; EP=Espessura de parede do fruto; SST=Sólidos solúveis totais; ATT=Acidez titulável total; SST/ATT= Relação entre SST e ATT.

A combinação IAC-1 x IAC-4 apresentou efeito máximo da CEC para NFP, seguida de IAC- 1 x IAC-2 (Tabela 9). Verifica-se que os cruzamentos com efeitos positivos de CEC incluem pelo menos um genitor com boa CGC para o caráter NFP. O híbrido IAC-3 x IAC-5 comportou-se de maneira contrária, diferindo do esperado pois seus genitores apresentaram valores altos e negativos para CGC (Tabela 8), enquanto que na combinação híbrida, o efeito

positivo de CEC foi de 2,034 (Tabela 9). No entanto, pode ser observado, na Tabela 10, que o valor da heterose para essa combinação híbrida foi negativo.

Para a CEC referente ao NFI, destacaram-se os híbridos IAC-1 x IAC-4 e IAC-1 x IAC-2, com valores positivos de 0,547 e 0,513, respectivamente. Para a característica NIP, os híbridos IAC-1 x IAC-4 (1,041), IAC-1 x IAC-2 (0,825), IAC-2 x IAC-5 (0,685) e IAC-2 x IAC-4 (0,635) apresentaram CEC positiva, enquanto que o híbrido IAC-3 x IAC-4 (-0,237) apresentou maior valor negativo. Os caracteres NIP e NFI são subcomponentes do NFP, que, por sua vez, é um dos componentes primários da produção (PFP). Ademais, existe uma estreita associação entre NIP e NFI com PMF. Em decorrência desse fato, um incremento genotípico para PMF está associado com decréscimo genotípico para NFP. Esse comportamento é explicado por Estrada-Salazar (1984).

Para PFP e NFP, todos os genitores avaliados apresentaram valor negativo de CEC e apenas a linhagem IAC-3 apresentou valor positivo (0,823). Esses resultados refletem a divergência genética entre as linhagens e concordam com os resultados encontrados para heterose. Nos cruzamentos em que a linhagem IAC-3 foi incluída, o valor de heterose foi sempre negativo (Tabela 10). Os sinais negativos e os altos valores absolutos das estimativas de CEC para NIP e LAR de todos os genitores indicam que a divergência genética entre os mesmos é alta e que a heterose em seus híbridos é sempre positiva (Tabela 9).

Estimaram-se valores elevados de heterose dos híbridos em relação à média dos parentais para as características PFP (de até 49,72%) e NFP (de até 47,19%), que são os principais componentes da produção (Tabela 10). Os híbridos IAC-1 x IAC-2, IAC-1 x IAC-4 e IAC-2 x IAC-4 destacaram-se como as combinações mais promissoras para o componente PFP. Para PMF, os híbridos que apresentaram heterose positiva foram IAC-3 x IAC-5 (15,79%) e os híbridos IAC-1 x IAC-2 e IAC-2 x IAC-5 (5,88%). Para PMF, uma explicação para ausência de heterose na maioria dos cruzamentos está diretamente relacionada com o modo de herança para tamanho de fruto. Maluf; Ferreira; Miranda(1983) constataram ausência de dominância ou, de dominância incompleta em pequeno grau para peso médio de frutos.

Tabela 10 - Estimativa do efeito de heterose em relação à média dos genitores para treze caracteres de fruto de tomateiro. Campinas, SP, 2006.

Híbridos	PFP	NFP	PMF	NIP	NFI	NLF	COM	LAR	C/L	EP	SST	ATT	SST/ATT
S(1,2)	49,716	45,405	5,882	28,293	12,757	-6,776	2,564	16,236	-11,111	7,778	-13,274	7,407	-20,942
S(1,3)	-10,963	0,944	-15,789	4,835	-4,175	-18,077	11,519	1,469	8,333	-8,629	0,000	0,000	-5,607
S(1,4)	44,424	47,190	-5,263	30,886	12,078	-13,215	-8,966	6,281	-19,028	-7,000	-21,818	13,208	-32,172
S(1,5)	11,748	13,129	0,000	13,211	-0,245	43,980	-5,395	17,313	-23,077	1,695	-16,028	-11,864	-8,936
S(2,3)	-39,195	-24,855	-20,000	15,798	-34,679	-21,417	-4,458	4,971	-13,043	-8,629	19,785	0,000	18,214
S(2,4)	20,779	18,913	-10,000	28,783	-7,517	7,931	0,070	2,097	-4,641	0,000	15,385	5,085	11,950
S(2,5)	27,273	21,189	5,882	34,600	-7,173	55,417	-5,689	14,627	-20,000	5,085	-16,214	-20,000	7,240
S(3,4)	-35,559	-28,321	-18,182	6,311	-33,076	23,980	-5,839	2,513	-13,043	-17,051	36,709	8,475	23,258
S(3,5)	5,906	-2,932	15,789	22,941	-18,201	53,216	-3,981	24,138	-18,182	-7,216	7,711	-1,538	8,347
S(4,5)	-13,303	-4,414	-5,263	31,959	-25,587	17,200	-9,605	3,380	-20,705	-8,629	3,560	-6,250	11,824

⁽¹⁾ Variáveis: PFP=Produção de frutos por planta; NFP=Número de frutos por planta; PMF=Peso Médio de fruto; NIP=Número de inflorescência por planta; NFI= Número de frutos por inflorescência; NLF= Número de lóculos por fruto; COM= Comprimento de fruto; LAR= Largura de fruto; C/L=Relação entre COM e LAR; EP=Espessura de parede do fruto; SST=Sólidos solúveis totais; ATT=Acidez titulável total; SST/ATT= Relação entre SST e ATT.

Para espessura de parede, a heterose foi baixa e variou de -17,05% a 7,78%, destacando-se os híbridos IAC-1 x IAC-2 (7,78%) e IAC-2 x IAC-5 (5,08%). A espessura da parede é um caráter que cresce de importância porque esta diretamente ligada à qualidade do fruto e à produtividade, pois os frutos com paredes mais grossas são mais pesados, têm maior conservação pós-colheita devido ao murchamento menos acentuado e maior firmeza do fruto.

Observaram-se efeitos heteróticos variando entre -16,21% a 36,71% para SST (Tabela 10). Esses resultados não são corroborados pelos obtidos por Amaral Júnior et al. (1999) e Bhatt; Biswas; Kumar (2000), que concluíram que os valores baixos de heterose obtidos estão, provavelmente, associados com a baixa variabilidade existente entre os materiais utilizados como genitores.

A figura 32 ilustra o formato dos genitores IAC-1 e IAC-2 e do híbrido F₁ (IAC-1 x IAC-2) resultante. Pode-se observar que o híbrido F₁ exibe frutos de maior tamanho quando comparado com os de seus genitores. Esse híbrido tem alto valor do ponto de vista comercial, e apresenta formato de fruto bem aceito no mercado nacional.

Figura 32 - Formato dos frutos referentes aos genitores IAC-1 e IAC-2 e ao híbrido F_1 resultante do cruzamento entre essas linhagens.

3.4.1.5.2 Correlações genotípica, fenotípica e ambiental

Em relação aos coeficientes das correlações fenotípica e genotípica, verificou-se que, para todos os pares de caracteres, os sinais e a magnitude dos valores foram iguais, ou muito próximos (Tabelas 11 e 12). Na maior parte dos casos, as correlações genotípicas (Tabela 12) foram ligeiramente superiores às fenotípicas (Tabela 11). Em geral, ambas foram superiores às correlações ambientais (Tabela 13). Os resultados mostram tendência de maior contribuição dos fatores genéticos que dos ambientais nas correlações entre os caracteres estudados. Em geral, os melhoristas consideram 0,5 como um alto coeficiente de correlação (MIRANDA; COSTA; CRUZ, 1988). Verificou-se, também, que nas 55 combinações possíveis entre os onze caracteres, apenas quatro coeficientes de correlação ambiental foram superiores à genotípica.

Tabela 11 - Estimativa dos coeficientes de correlação fenotípica entre onze caracteres⁽¹⁾ de frutos em um cruzamento dialélico entre linhagens de tomateiro. Campinas, SP, 2006.

	NFP ⁽¹⁾	PMF	NIP	NFI	NLF	COM	LAR	EPF	SST	ATT
PFP	0,944 **	0,532 **	0,723 **	0,822 **	0,042	0,452	0,332	0,654 **	-0,183	-0,132
NFP	-	0,232	0,806 **	0,825 **	-0,164	0,573 *	0,127	0,460	-0,061	-0,251
PMF	-	-	0,119	0,282	0,580 *	-0,107	0,732 **	0,703 **	-0,371	0,198
NIP	-	-	-	0,340	-0,026	0,368	0,323	0,207	0,107	-0,317
NFI	-	-	-	-	-0,213	0,585	-0,098	0,577 **	-0,173	-0,138
NLF	-	-	-	-	-	-0,477	0,685 **	0,188	-0,054	0,117
COM	-	-	-	-	-	-	-0,311	0,255	0,316	-0,385
LAR	-	-	-	-	-	-	-	0,395	-0,270	0,203
EPF	-	-	-	-	-	-	-	-	-0,299	-0,084
SST	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,122

⁽¹⁾ Variáveis: PFP = Produção de frutos por planta; NFP = Número de frutos por planta; PMF = Massa média do fruto; NIP = Número de inflorescências por planta; NFI = Número de frutos por inflorescência; NLF = Número de lóculos por fruto; COM = Comprimento do fruto; LAR = Largura do fruto; EPF = Espessura da parede do fruto; SST = Sólidos solúveis totais; ATT = Acidez titulável total;

(*) e (**) indicam significâncias a 1% e 5% pelo teste t a 5%, respectivamente.

Tabela 12 - Estimativa dos coeficientes de correlação genotípica entre onze caracteres⁽¹⁾ de frutos em um cruzamento dialélico entre linhagens de tomateiro. Campinas, SP, 2006.

	NFP ⁽¹⁾	PMF	NIP	NFI	NLF	COM	LAR	EPF	SST	ATT
PFP	0,950	0,414	0,746	0,826	0,037	0,539	0,401	0,862	-0,268	-0,107
NFP	-	0,115	0,815	0,826	-0,200	0,638	0,143	0,566	-0,094	-0,272
PMF	-	-	0,024	0,196	0,682	-0,122	0,858	0,908	-0,499	0,338
NIP	-	-	-	0,355	-0,029	0,412	0,355	0,273	0,098	-0,431
NFI	-	-	-	-	0,268	0,658	-0,106	-0,701	-0,213	-0,076
NLF	-	-	-	-	-	-0,486	0,693	0,187	-0,056	0,168
COM	-	-	-	-	-	-	-0,314	0,262	0,368	-0,450
LAR	-	-	-	-	-	-	-	0,419	-0,353	0,266
EPF	-	-	-	-	-	-	-	-	-0,378	-0,091
SST	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,050

⁽¹⁾ Variáveis: PFP = Produção de frutos por planta; NFP = Número de frutos por planta; PMF = Massa média do fruto; NIP = Número de inflorescências por planta; NFI = Número de frutos por inflorescência; NLF = Número de lóculos por fruto; COM = Comprimento do fruto; LAR = Largura do fruto; EPF = Espessura da parede do fruto; SST = Sólidos solúveis totais; ATT = Acidez titulável total.

Houve correlação fenotípica positiva e significativa entre produção de frutos por planta (PFP) e os seguintes caracteres: número de frutos por planta (NFP), massa média do fruto (PMF), número de inflorescências por planta (NIP), número de frutos por inflorescência (NFI) e espessura da parede do fruto (EPF). Os resultados mostram que essas associações podem ser de grande valor nos trabalhos de seleção entre esses genótipos. A associação positiva desses caracteres contribuiu para o aumento da produção. No entanto, a PFP

apresentou correlação ambiental superior a 0,5 em relação a NFP, PMF, NIP e NFI, respectivamente de 0,950, 0,854, 0,668 e 0,830, indicando que essas correlações foram mais influenciadas pelo ambiente do que as demais (Tabela 13). A correlação genotípica positiva observada para o par de caracteres PFP e PMF é conflitante com os resultados encontrados por NANDPURI; SUJAN-SINGH (1973) e CUARTERO; CUBERO (1982). Essa divergência relaciona-se com diferenças intrínsecas entre os genótipos utilizados.

Tabela 13 - Estimativa dos coeficientes de correlação ambiental entre onze caracteres⁽¹⁾ de frutos em um cruzamento dialélico entre linhagens de tomateiro. Campinas, SP, 2006.

	NFP ⁽¹⁾	PMF	NIP	NFI	NLF	COM	LAR	EPF	SST	ATT
PFP	0,950	0,854	0,668	0,830	0,165	-0,009	-0,132	-0,331	0,030	-0,202
NFP	-	0,654	0,768	0,822	0,261	0,004	-0,035	0,276	0,047	-0,175
PMF	-	-	0,454	0,581	0,550	-0,047	0,185	0,394	0,021	-0,243
NIP	-	-	-	0,279	0,004	0,007	0,132	-0,247	0,138	0,107
NFI	-	-	-	-	0,422	0,014	-0,103	-0,240	-0,046	-0,366
NLF	-	-	-	-	-	0,126	0,017	0,263	-0,101	-0,452
COM	-	-	-	-	-	-	0,052	0,168	0,119	0,157
LAR	-	-	-	-	-	-	-	-0,327	0,444	0,148
EPF	-	-	-	-	-	-	-	-	0,063	-0,058
SST	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,331

⁽¹⁾ Variáveis: PFP = Produção de frutos por planta; NFP = Número de frutos por planta; PMF = Massa média do fruto; NIP = Número de inflorescências por planta; NFI = Número de frutos por inflorescência; NLF = Número de lóculos por fruto; COM = Comprimento do fruto; LAR = Largura do fruto; EPF = Espessura da parede do fruto; SST = Sólidos solúveis totais; ATT = Acidez titulável total.

O número de lóculos por fruto (NLF) apresentou correlação fenotípica positiva e significativa com PMF, que foi de 0,580, indicando que o aumento do número de lóculos proporcionou um aumento no peso médio do fruto. A largura do fruto (LAR) também se correlacionou positivamente com NLF e PMF, indicando que frutos maiores e mais pesados possuem maior número de lóculos.

A correlação genotípica entre NFI e EPF foi negativa (-0,701), significando que o aumento do número de frutos por inflorescência pode reduzir a EPF. Analisando as demais correlações envolvendo NFI, observou-se que esse caráter correlacionou-se negativamente também com LAR, SST e ATT. Assim, entre os genótipos estudados, quanto maior o número de frutos por inflorescência, menor será a largura, a espessura da parede, o teor de sólidos

solúveis e a acidez dos frutos. Portanto, se o melhorista estiver interessado nessas características não deve usar como base o número de inflorescências por planta.

Todos os caracteres estudados, quando associados com SST e ATT, mostraram correlações de baixo valor ou até mesmo correlação genotípica negativa, indicando que o aumento de SST e ATT não pode ser buscado indiretamente por meio da seleção para outras características. Resultado semelhante foi observado por Carvalho et al. (2003). Os coeficientes de correlação ambiental foram baixos, com exceção daqueles observados entre PFP e os caracteres NFP, PMF, NIP e NFI; entre NFI e os caracteres NFP e PMF, e entre NIP e NFI. Esses resultados indicam que a melhoria do ambiente promoverá, ao mesmo tempo, aumento da produção por planta e do número total de frutos. Em geral, a correlação ambiental foi de pequena magnitude. A correlação genotípica apresentou valores muito próximos aos de correlação fenotípica, sendo ambas de mesmo sinal. Isso mostra que os fatores genéticos contribuíram mais do que os de ambiente para as correlações estudadas e que o fenótipo refletiu adequadamente o genótipo. Os resultados obtidos nesse experimento são válidos somente para os genótipos estudados e como foram linhagens homozigóticas escolhidas, não representam toda a população de tomateiros.

Como conclusão, fica evidente que as linhagens envolvidas nesse dialelo podem ser exploradas em programas de melhoramento com a finalidade de obtenção de novos híbridos em virtude da existência de variabilidade aditiva e não-aditiva em relação a todos os caracteres estudados. A exceção é a linhagem IAC-5, que não é indicada para programas de melhoramento cujo objetivo seja a produção de frutos, por apresentar valores negativos de CGC para todos os caracteres avaliados. Todavia, é uma linhagem que possui resistência a nematoides e a tospovirus, podendo ser incluída em programas que visem à obtenção de cultivares resistentes a esses patógenos.

3.4.2 Avaliação de cultivares em sistemas orgânicos sob ambiente protegido

O trabalho foi conduzido em propriedades localizadas no estado de São Paulo com o objetivo de estudar o desempenho de cultivares de tomateiro de mesa quanto aos componentes de produção e à qualidade do fruto sob diferentes sistemas de cultivo orgânico em ambiente protegido com distintos níveis tecnológicos.

É importante destacar que existe demanda por uma série de informações sobre o cultivo orgânico de tomateiro em ambiente protegido que a pesquisa fitotécnica ainda não tem disponível. Portanto, torna-se necessário o desenvolvimento de pesquisas focadas no estudo

da interação entre fatores tais como cultivar, práticas culturais e manejo de pragas e doenças e produtividade, nas condições das áreas de cultivo do estado de São Paulo.

3.4.2.1 Local de instalação dos experimentos

Foram conduzidos dois experimentos sob cultivo protegido, de baixa e média tecnologias, em propriedades localizadas nos municípios de Ibiúna, SP (Experimento I) e Araraquara, SP (Experimento II), ambas certificadas pelo IBD. O período de condução dos experimentos variou conforme a localidade, ajustando-se às épocas de cultivo dos dois produtores e às peculiaridades climáticas de cada local.

Experimento I (Ibiúna, SP): conduzido no período de março a outubro de 2004 na propriedade pertencente ao engenheiro agrônomo Marcelo Akira Saito, localizada à Rodovia Júlio Del Fabbro, km 3, Bairro Rio de Una, em Ibiúna, SP. A área cultivada com tomate orgânico em ambiente protegido na propriedade é de 2,8 ha.

O município de Ibiúna está localizado em altitude média de 996 m, com precipitação anual média de 1.200 mm. O clima da região é de montanha (temperado com inverno úmido). Os dados e informações referentes às características climáticas foram fornecidos por estação meteorológica convencional situada no Morro de Santana, em São Paulo, SP, pertencente ao INMET. A latitude, longitude e altitude da estação são 23°30'S, 46°37'O e 792,06 m, respectivamente.

O experimento foi instalado em casa de vegetação tipo arco com estrutura metálica, conjugada, com dimensões de 51,2 m x 31,5 m e pé direito de 3,5 m, coberta com polietileno transparente de 75 μ m (Figura 33). Trata-se de estrutura para cultivo protegido considerada de alta tecnologia.

Na área experimental, realizou-se previamente o preparo dos canteiros com o uso de rotoencanteiradeira. Em seguida, foi feita adubação verde com aveia preta (*Avena strigosa*) (Figura 34). A aveia preta apresenta boa tolerância ao frio, tem ciclo vegetativo de 140 a 160 dias e produz até 8 t/ha/ano de matéria seca (MATSUDA, 2004). Ao atingir a fase de florescimento, a aveia foi roçada sendo, posteriormente, recoberta por um plástico preto, visando reduzir a evaporação da água no solo. O uso desse tipo de *mulching* é permitido pela certificadora do produtor. Nesse sistema, o preparo de solo é realizado com revolvimento mínimo.

Figura 33 - À esquerda, conjunto de casas de vegetação de alta tecnologia da Flora Saito, Ibiúna, SP, onde foi instalado o experimento I; à direita, detalhe de uma parcela experimental mostrando as plantas podadas à altura do 3º racemo.

Figura 34 - À esquerda, aveia preta utilizada como adubo verde; ao centro, plantas de aveia preta secas e roçadas; e, à direita, canteiros recobertos com plástico preto com irrigação por gotejamento.

As mudas foram produzidas em bandejas de poliestireno expandido e a irrigação foi realizada por sistema de microaspersão (Figura 35).

Figura 35 – À esquerda, semeadora automática de bandejas; à direita, casa de vegetação de produção de mudas em sistema orgânico. Sítio Flora Saito, Ibiúna, SP, outubro de 2004.

A calagem, gessagem e fosfatagem foram realizadas de acordo com os resultados da análise de solo e com as normas da certificadora. A adubação foi realizada por fertirrigação e o adubo utilizado foi o sulfato duplo de potássio e magnésio (Sul-Po-Mag), aplicado em duas fases de desenvolvimento do tomateiro. A primeira adubação foi feita entre 30 e 60 dias após o transplantio (DAT) aplicando-se 150 kg ha⁻¹ (três aplicações semanais com

eletrocondutividade de $2,0 \text{ mS cm}^{-1}$) e, a segunda, entre 60 e 120 DAT, aplicando-se 450 kg ha^{-1} (três aplicações semanais com eletrocondutividade de $2,5 \text{ mS cm}^{-1}$).

O transplântio das mudas foi realizado aos 30 dias após o semeio, adotando-se o espaçamento de 1,5 m entre linhas e 0,35 m entre plantas na linha de plantio. O sistema de irrigação adotado pelo produtor foi o de gotejamento e as regas foram realizadas diariamente, em pulsos de 20 minutos. O número de pulsos diários foi controlado a fim de evitar abortamento de flores, fundo preto e parecimento de frutos ocos. Para prevenir o excesso de gutação pela manhã, a intensidade da irrigação foi reduzida até o nível de pouca ou nenhuma gutação.

O monitoramento da traça-do-tomateiro (*T. absoluta*) foi realizado por meio de retiradas periódicas das folhas das plantas que apresentavam galerias resultantes da atividade da lagarta. As folhas foram colocadas em sacos plásticos e descartadas. Outro método adotado para controle da praga foi o de armadilhas adesivas, visando capturar os adultos. As armadilhas constituíram-se de um pequeno recipiente com melaço para atrair os insetos. Foram instaladas, também, lâmpadas em diversos postes no interior das casas de vegetação. Com as luzes acesas, as mariposas, que são a forma adulta das traças, foram atraídas e capturadas. Foram realizadas, ainda, pulverizações com o produto Bac-Control WP.

O controle de pragas e doenças e a aplicação de adubos foliares foram realizados por meio de duas pulverizações semanais, de acordo com o seguinte programa:

1ª pulverização: adubo foliar Arbore CaB2 (100 mL) + Bac-Control WP (100 g) + Rocksil (100 g) + sulfato de zinco (30 g) + sulfato de manganês (30 g);

2ª pulverização: Kumulus (100 g) + Biocontrol (100 mL) + CaB2 (100 mL).

Obs.: vazão de 500 L ha^{-1} e doses em g ou mL 100 L^{-1} de água.

As plantas daninhas foram controladas com o uso de plástico preto como cobertura do solo.

As colheitas foram realizadas semanalmente quando os frutos atingiram o estágio de vez (pintado).

Experimento II (Araraquara, SP)

O experimento foi instalado no período de maio a outubro de 2004, no município de Araraquara, SP, no Sítio Oyafuso, de propriedade do técnico agrícola Marcelo Oyafuso. A área da propriedade tem sete hectares, sendo um hectare cultivado com tomateiro orgânico em casa de vegetação. A estrutura é tipo arco com dimensões de 7,0 m de largura por x 50,0 m de

comprimento e pé direito de 3,0 m, coberta com polietileno transparente de 75 μm de espessura. A parte lateral é aberta e se apoia em postes de madeira (Figura 36).

Figura 36 - Casas de vegetação do Sítio Oyafuso, Araraquara, SP onde foi instalado o Experimento II em outubro de 2004. À esquerda, plantas da cultura anterior tombadas no canteiro juntamente com o mato; à direita, canteiros cobertos com palhada de braquiária e com irrigação por gotejamento.

Os dados climáticos do município de Araraquara foram fornecidos pela Embrapa Pecuária Sudeste, localizada em São Carlos, SP, coletados em estação meteorológica, cujas coordenadas geográficas são latitude de $21^{\circ}57'42''\text{S}$, longitude de $47^{\circ}50'28''\text{W}$ e altitude de 860 m (EMBRAPA, 2004). Segundo o sistema Köppen, o clima é classificado como tropical de altitude, Cwa, com clima quente e inverno seco, no qual a temperatura média do mês mais frio é inferior a 18°C e a do mês mais quente ultrapassa 22°C . O total das chuvas do mês mais seco não atinge 30 mm e o do mês mais chuvoso é dez ou mais vezes superior a do mês mais seco. Nessa área, o período seco ocorre, geralmente, de junho a agosto, podendo se prolongar até novembro.

O preparo do solo da área experimental foi realizado da seguinte maneira: as plantas da cultura anterior, juntamente com as plantas daninhas que nasceram ao longo do cultivo, foram tombadas no próprio canteiro (Figura 36) e trituradas com auxílio de uma roçadeira. Posteriormente, fez-se incorporação com rotoencanteiradeira regulada para operar em baixa rotação, levando-se em consideração o ponto ideal de umidade para o preparo de solo. Em seguida, foi feita aplicação de composto orgânico à base de torta de mamona, farelo de arroz, farinha de concha, farinha de peixe, capim *napier* triturado, melaço, água e adição de sulfato de zinco e ácido bórico. O composto foi incorporado ao solo regulando-se o implemento à profundidade máxima de 10,0 cm. Os canteiros foram cobertos com camada de palhada de

braquiária. Com a palhada disposta na superfície dos canteiros, foi instalado o sistema de irrigação por gotejamento (Figura 36).

As mudas foram produzidas em ambiente protegido em bandejas de poliestireno expandido, com substrato orgânico confeccionado pelo próprio produtor. O transplântio das mudas ocorreu aos 34 dias após o semeio, adotando-se espaçamento de 0,80 m entre linhas e 0,60 m entre plantas nas linhas.

Utilizou-se irrigação por gotejamento, de acordo com o seguinte cronograma: um dia antes e até o primeiro dia após o transplântio das mudas, foi feita durante 15 minutos; a cada quatro dias e até o 20º dia, durante 15 minutos; a partir do 20º dia, a frequência e o tempo foram aumentados de acordo com as exigências das plantas; após o surgimento do primeiro racemo, a frequência e o tempo das irrigações atingiram valores máximos, sendo feitas diariamente com duração de 1 hora até 1 hora e 30 minutos.

Para o controle de pragas, foram adotados métodos alternativos. No controle da traça-do-tomateiro (*T. absoluta*), foi adotado controle biológico com a liberação de ovos de *Trichogramma* spp.; com 40 mil ovos do parasitoide foram colocadas na área do experimento. A broca-pequena-do-fruto (*Neoleucinodes elegantalis*) e a broca-grande-do-fruto (*Helicoverpa zea*) foram controladas com pulverização de *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki*, linhagem HD-1 (DiPel® PM). No preparo da calda, foram utilizados 100 g do produto em 100 L de água ha⁻¹ e aplicados 600 L de calda ha⁻¹. As pulverizações foram realizadas pela manhã ou ao final da tarde. Ao se detectar as primeiras infestações na cultura, as aplicações foram feitas na fase de maior atividade larval, determinada pela contagem ou levantamento de pragas.

Para o controle do ácaro-do-bronzeamento ou micro-ácaro (*Aculops lycopersici*), foi aplicado produto à base de enxofre (Kumulus®) a 0,3%.

Foram adotadas medidas de controle para doenças, especificamente para a requeima (*Phytophthora infestans*), com pulverizações de calda bordalesa (mistura de cal hidratada a 0,3% e sulfato de cobre a 0,2%).

3.4.2.2 Cultivares avaliadas

Foram avaliadas 11 cultivares de tomateiro de hábito de crescimento indeterminado, pertencentes a diferentes segmentos varietais, sendo oito híbridos e três CPA. A descrição das

características de cada uma das cultivares estudadas foi obtida em catálogos das empresas de sementes e de institutos públicos de pesquisa detentores dos seus direitos autorais (Tabela 14).

Tabela 14 - Descrição das cultivares de tomateiro avaliadas nos experimentos I e II conduzidos em Ibiúna, SP, e Araraquara, SP, 2004.

Cultivar	Descrição varietal	Resistência a doenças ¹
Avalon	Híbrido F ₁ do grupo Santa Cruz; fruto firme, graúdo (170-200 g), trilobular, ombro de cor uniforme e boa conservação pós-colheita (LVE ²).	V1, Fol 1-2, Tm
Colibri	Híbrido F ₁ vigoroso; fruto com formato intermediário entre o tipo Santa Cruz e Saladete com tem boa firmeza e massa média variando de 180 a 200 g.	Tm, Fol 1-2, V1, St, N
HTX 5415	Cultivar PA ³ do tipo Saladete, frutos firmes (LVE), biloculares e cicatriz peduncular pequena.	V1, Fol 1-2
HTX 8027	Híbrido F ₁ do tipo Santa Cruz, vigoroso; frutos predominantemente trilobulares com elevada firmeza (LVE) e cor uniforme do ombro.	V1, Fol-1, N
Sahel	Híbrido F ₁ do tipo Saladete, com alto potencial produtivo e muito uniforme; frutos grandes, alongados e muito firmes.	V1, Fol 1-2, Fr, St, Tm, N;
San Marzano	Cultivar PA de origem italiana; plantas vigorosas; frutos tipicamente alongados, ocos; de baixa consistência e excelente sabor. A colheita se inicia de 100 a 110 dias após a semeadura.	
San Vito	Híbrido F ₁ do tipo italiano desenvolvido pela Embrapa Hortaliças; frutos firmes de formato alongado e massa média de 100 g. Destaca-se pelo elevado conteúdo de licopeno. A colheita se inicia 80 dias após o transplantio.	Bsp, St, Fol 1-2, V1, N; pulgão das solanáceas (<i>Macrosiphum euphorbiae</i>)
Júpiter	Híbrido F ₁ do tipo Saladete; planta produtiva e vigorosa; frutos com boa coloração e consistência extra firme, resultando em boa conservação pós-colheita. Inicia-se a colheita em torno de 100 dias após o transplantio.	Tm, V1, Fol 1-2, N
Raminho Sel. IPA	Cultivar PA selecionada pelo Instituto Agrônômico de Pernambuco (IPA); planta vigorosa; excelente uniformidade de frutificação; frutos firmes, biloculares e com ombro uniforme.	St
Saladete DRW 3410	Híbrido F ₁ do tipo Italiano altamente produtivo, precoce e com racemos uniformes; frutos firmes e uniformemente coloridos.	Tm, V1, Fol 1-2, N
Jane	Híbrido F ₁ do tipo Salada (caqui) com alto potencial produtivo; frutos com massa média de 290 g.	Tm, V1, Fol 1-2, Sw

¹ V1: murcha-de-verticílio (*V. dahliae*); Fol-1: murcha-de-fusário raça 1 (*F. oxysporum* f.sp. *lycopersici*); Fol 1-2: murcha-de-fusário raças 1 e 2 (*F. oxysporum* f.sp. *lycopersici*); St: mancha-de-estenfilio (*S. solani* e *S. lycopersici*), Fr: *F. oxysporum radialis-lycopersici*; Tm: ToMv (vírus do mosaico do tomate); Sw: vírus do vira-cabeça-do-tomateiro (Tospovírus); N: nematóide-de-galhas (*Meloidogyne* spp.) e Bsp: pinta-bacteriana (*Pseudomonas syringae* pv. *tomato*);

² LVE: longa vida estrutural;

³ CPA: cultivar de polinização aberta.

3.4.2.3 Delineamento experimental

A análise estatística dos dados foi realizada separadamente devido à adoção de manejo cultural diferenciado nas propriedades onde os experimentos foram conduzidos.

Os tratamentos, constituídos pelas cultivares, foram distribuídos em delineamento de blocos ao acaso com cinco (experimento I) e quatro (experimento II) repetições. No

experimento I foram incluídos 10 tratamentos, sendo três CPA (HTX 5415, San Marzano e Raminho) e sete híbridos (Avalon, Colibri, HTX 8027, Sahel, San Vito, Júpiter e Saladete DRW 3410). No experimento II foram estudados oito tratamentos, sendo duas PA (HTX 5415 e San Marzano) e seis híbridos (Avalon, Colibri, HTX 8027, Sahel, San Vito e Jane). Os híbridos Saladete DRW 3410 e Jane foram adotados como cultivares-padrão para os experimentos I e II, respectivamente, por serem produzidos em escala comercial nas áreas onde os experimentos foram instalados.

No experimento I, a parcela foi constituída por um canteiro com área total de $6,3 \text{ m}^2$, uma fileira central de 12 plantas sendo oito úteis, espaçadas de 1,5 m entre linhas e 0,35 m entre plantas na linha. Com esse espaçamento, a densidade foi de 20.000 plantas por hectare. As plantas foram conduzidas no sistema de haste única com poda apical drástica acima do 3º racemo.

No experimento II, a parcela foi constituída por um canteiro com área total de $5,4 \text{ m}^2$, com 12 plantas dispostas em fileiras duplas (seis plantas de cada lado), no espaçamento de 0,80 m entre plantas e 0,60 m entre plantas da mesma fileira, correspondendo a uma população de 20.000 plantas por hectare. Adotaram-se, como parcela útil, oito plantas de cada unidade experimental. As plantas foram conduzidas pelo sistema de haste dupla sem poda apical.

A análise da variância, para todos os caracteres avaliados nos experimentos I e II, encontra-se detalhada em Tamiso (2005).

Os dados referentes à produção total (PTF) e comercial de frutos (PFC), no experimento I, foram transformados em raiz quadrada de x . No experimento II, os dados para PFC foram transformados em $\log x$. Houve necessidade de transformação dos dados desses caracteres porque não foram atendidas às pressuposições do modelo matemático.

Obtendo-se o valor de F significativo para tratamento, procedeu-se à comparação dos contrastes entre médias pelo teste de Scott-Knott (SCOTT; KNOTT, 1974), a 5%. Esse método, de acordo com Giglioti (1997), quando confrontado com o teste de comparação múltipla (DUNCAN, 1955), apresenta a vantagem de classificar as médias em grupos distintos eliminando qualquer efeito subjetivo no momento da separação dos grupos.

3.4.2.4 Características avaliadas

Os critérios adotados na avaliação das características consideradas como componentes da produção são descritos a seguir:

- a) Produção total de frutos (PTF) representa a produção média de frutos por planta, expressa em gramas por planta e acumulada nas diferentes etapas de colheita;
- b) Produção de frutos comerciais (PCF), obtida pela soma da pesagem dos frutos da parcela, classificados dentro dos padrões comerciais nas diferentes datas de colheita, expressa em gramas por planta;
- c) Quantidade total de frutos (QTF), obtida pela média por planta de todos os frutos colhidos nas diferentes datas de colheita;
- d) Quantidade comercial de frutos (QCF), obtida pela média de frutos por planta de todos os frutos classificados dentro dos padrões comerciais;
- e) Massa média de frutos comerciais (MFC), representada pela relação entre PCF e QCF.

O critério de classificação comercial dos frutos (CCF) se baseou nas Normas de Classificação elaboradas pelo Centro de Qualidade em Horticultura/CEAGESP, como parte do Programa Brasileiro para Modernização da Horticultura (CEAGESP, 2003).

Os frutos foram classificados individualmente de acordo com o diâmetro equatorial (em mm). Pelas normas adotadas, foram considerados frutos com padrão comercial aqueles que sem defeitos e que se enquadraram entre as classes 40 e 90 mm. Os frutos de classes 50 e 60 mm são os de maior aceitação comercial. Os frutos não comerciais são aqueles que se enquadraram nas classes 0 e 100 mm e que mostraram algum tipo de defeito.

Com relação a características de qualidade do fruto, foram avaliadas a firmeza e o tamanho da cicatriz peduncular. A firmeza do fruto (FF) foi avaliada de forma subjetiva pressionando-se manualmente os frutos maduros e o índice de consistência foi obtido com escala de notas, cujos valores variaram de 1,0 (muito mole) a 5,0 (muito firme). A determinação da firmeza por método subjetivo tem se mostrado altamente correlacionado com a medição feita por métodos não destrutivos, em que são utilizados instrumentos apropriados para avaliar essa característica (MACNISH; JOYCE; SHORTER, 1997).

Pelo critério de avaliação adotado, a cicatriz peduncular (CP) do fruto foi classificada como pequena (P), média (M), grande (G) ou extragrande (XG) para diâmetros de 3,0 a 4,0 mm, 4,1 a 5,0 mm e 5,1 a 10,0 mm e 10,1 a 14,0 mm, respectivamente. .

A ocorrência de pragas foi avaliada no momento da classificação dos frutos, calculando-se a porcentagem de frutos com danos característicos causados por traça-do-tomateiro (TT), *T. absoluta*, broca-pequena-do-fruto (BPF), *N. elegantalis*, broca-grande-do-fruto (BGF), *H. zea* e percevejo-sugador-do-tomate (*Phthia picta*).

A incidência de nematoides foi avaliada por ocasião da última colheita dos dois experimentos. Inicialmente, foi feita uma observação geral do sistema radicular das plantas com o objetivo de verificar se havia homogeneidade de incidência da doença em cada parcela. Em seguida, foram retiradas três amostras de cada tratamento, as quais foram avaliadas visualmente utilizando-se escala de infestação de 0 a 100%, sendo o valor 0% para o tratamento cujas raízes não apresentavam nenhuma galha e o valor 100% para o tratamento que apresentava raízes totalmente infestadas. Amostras de raízes foram enviadas para o Laboratório de Nematologia da ESALQ/USP, visando à identificação das espécies de nematoides predominantes na área.

3.4.2.5 Resultados

Os resultados serão apresentados separadamente tendo em vista as diferenças, já mencionadas com relação às condições climáticas, ao manejo cultural e ao nível de tecnologia das estruturas protegidas onde os dois experimentos foram conduzidos.

3.4.2.5.1 Experimento I – Ibiúna, SP

Os resultados para PTF apresentados na Tabela 15 mostram que os híbridos Sahel e Colibri superaram todos os demais tratamentos, inclusive diferiram estatisticamente da cultivar-padrão, Saladete DRW 3410. As CPA, San Marzano (294,2 g planta⁻¹), Raminho Sel. IPA (301,5 g planta⁻¹) e HTX 5415 (702,3 g planta⁻¹) mostraram potencial produtivo inferior aos híbridos testados, exceto ‘HTX 8027’, que não diferiu estatisticamente de ‘HTX 5415’. Os resultados praticamente se repetem para o caráter PCF. Os híbridos Saladete DRW 3410, Colibri e Sahel produziram 77,5%, 69,9% e 67,7% de frutos comercializáveis em relação à PTF. Os menores percentuais de PCF foram auferidos pelas CPA San Marzano (49,4%) e Raminho Sel. IPA (58,9%). Esses resultados concordam com os reportados por Bettiol et al. (2004), onde o híbrido Débora mostrou produtividade significativamente superior à da cv. Santa Clara, em cultivo orgânico. Por isso, para Diver; Kuepper; Born (1999), a escolha da cultivar é essencial para se obter melhores níveis de rendimento comercial de frutos no cultivo de tomateiro orgânico. Esses autores enfatizaram que o uso de híbridos com resistência múltipla a doenças é fator-chave no manejo integrado de pragas e doenças em sistemas orgânicos.

Os híbridos Sahel e San Vito foram, entre todas as cultivares testadas, as que apresentaram maiores médias para QTF e QCF, não diferindo estatisticamente entre si. ‘San Marzano’ e ‘Raminho Sel. IPA’, ambas CPA, obtiveram os piores resultados conforme se vê na Tabela 15.

Os híbridos Sahel (113,8 g), Colibri (119,1 g), Saladete DRW 3410 (104,3 g), Avalon (102,6 g) e Júpiter (101,7 g) foram os que apresentaram maiores MFC, não diferindo estatisticamente entre si. ‘HTX 5415’, ‘HTX 8027’ e ‘Raminho Sel. IPA’ apresentaram resultados intermediários e não diferiram estatisticamente entre si. Os piores resultados foram observados em ‘San Marzano’ e ‘San Vito’, que produziram MFC inferior a 50 g (Tabela 15).

A firmeza do fruto (FF) define um fator importante para a durabilidade pós-colheita. A cultivar que apresentou o fruto menos consistente foi San Marzano, com nota 1,0, enquanto que ‘HTX 5415’, ‘HTX 8027’, ‘Colibri’, ‘Saladete DRW 3410’ e ‘San Vito’ produziram frutos muito firmes, com nota $\geq 4,5$. Os resultados para as demais cultivares podem ser observados na Tabela 15.

Tabela 15 - Quantidade total de frutos (QTF), quantidade comercial de frutos (QCF), produção total de frutos (PTF), produção comercial de frutos (PCF), massa média de frutos comerciais (MFC) e firmeza do fruto (FF) de cultivares de tomateiro, Experimento I. Ibiúna, SP, 2004.

Cultivar	QTF	QCF	PTF	PCF	MFC	FF
	(n° planta ⁻¹)		(g planta ⁻¹)		(g fruto ⁻¹)	Nota*
Avalon	14,4 b	8,8 b	1334,9 b	869,4 b	102,6 a	3,0
Colibri F1	16,9 b	10,8 b	1870,6 a	1309,0 a	119,1 a	4,5
HTX - 5415	10,9 c	6,3 c	702,3 c	452,1 c	71,2 b	5,0
HTX - 8027	14,3 b	9,1 b	859,9 c	592,4 b	64,3 b	5,0
Sahel	19,6 a	12,9 a	2177,7 a	1474,0 a	113,8 a	3,0
San Marzano	6,7 d	2,9 d	294,2 d	145,2 d	49,8 c	1,0
San Vito	20,8 a	14,2 a	1028,0 b	666,8 b	48,5 c	4,5
Júpiter	15,8 b	9,2 b	1366,8 b	916,8 b	101,7 a	2,5
Raminho Sel. IPA	4,9 d	2,4 d	301,3 d	177,4 d	70,6 b	2,0
Saladete DWR 3410	14,9 b	10,8 b	1421,9 b	1103,0 a	104,3 a	4,5
C.V. (%)	22,7	29,7	13,9	17,84	20,0	-

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($P>0,05$);

* Escala de notas: 1,0 = mole; 5 = muito firme.

A principal praga observada foi à traça-do-tomateiro (TT). As porcentagens de danos causados por essa praga são apresentadas na Tabela 16. As cultivares menos atacadas foram San Vito e Saladete DRW 3410, ambas com porcentagens de danos em torno de 13%. ‘San Marzano’ apresentou a maior incidência de TT com 44,57% dos frutos com danos.

Em todos os tratamentos, a porcentagem média dos danos causados pela TT foi de 24,4%, demonstrando a importância dessa praga como fator limitante à cultura do tomateiro em sistema orgânico.

A avaliação dos danos causados por nematoides permitiram comprovar a resistência dos híbridos Colibri, Saladete DRW 3410, San Vito, HTX 8027 e Sahel (Tabela 17). Esses híbridos são descritos na Tabela 14 como portadores do gene *Mi* que confere resistência a todas as espécies de *Meloidogyne*, exceto *M. hapla* (LATERROT, 1973). Os resultados obtidos comprovam a resistência a *M. javanica* que foi identificada como espécie prevalente na área onde o experimento I foi conduzido. ‘Avalon’, ‘Raminho’, ‘HTX 5415’ e ‘San Marzano’ exibiram sintomas típicos de meloidoginose, com infestação de galhas nas raízes que variou de 60 a 100% (Tabela 17).

Tabela 16 - Número e porcentagem de frutos danificados pela traça-do-tomateiro (TT) em cultivares de tomateiro híbrido e de polinização aberta avaliadas no experimento I. Ibiúna, SP, 2004.

Tratamento	Nº frutos TT	Nº total de frutos	% frutos danificados
Avalon	194	578	33,56
Colibri F1	135	678	19,91
HTX 5415	137	437	31,35
HTX 8027	101	571	17,69
Sahel	168	785	21,40
San Marzano	119	267	44,57
San Vito	110	834	13,19
Júpiter	158	633	24,96
Raminho Sel. IPA	39	163	23,93
Saladete DRW 3410	82	628	13,06
Média	124,3	557,4	24,4

Tabela 17 - Nível de infestação do nematoide *Meloidogyne javanica* em cultivares de tomateiro avaliadas no experimento I. Ibiúna, SP, 2004.

Cultivar	Nível de infestação (%)	Espécie
Avalon	60-80%	<i>M. javanica</i>
Colibri F1	0	-
HTX 5415	60-80%	<i>M. javanica</i>
HTX 8027	0	-
Sahel	0	-
San Marzano	80-100%	<i>M. javanica</i>
San Vito	0	-
Júpiter	0	-
Raminho Sel. IPA	80-100%	<i>M. javanica</i>
Saladete DRW 3410	0	-

Em geral, todas as cultivares testadas exibiram alta suscetibilidade à mancha-de-cladospório (*Fulvia fulva*), doença reconhecidamente problemática em regiões sujeitas a nevoeiros frequentes ou em cultivos protegidos (LOPES; REIS; BOITEUX, 2005).

Com relação à requeima (*P. infestans*), a maioria das cultivares testadas mostrou-se suscetível em graus mediano e alto. Essa doença constitui um dos maiores desafios para a produção orgânica de tomate especialmente em regiões sujeitas a umidade elevada e temperaturas em torno de 20 °C (LOPES; REIS; BOITEUX, 2005) podendo ocasionar a destruição completa das culturas. Além disso, não existem cultivares resistentes à doença.

3.4.2.5.2 Experimento II – Araraquara, SP

O híbrido Sahel se destacou com o melhor desempenho para PTF (5.763,7 g planta⁻¹) e PCF (3.856,4 g planta⁻¹), superando estatisticamente os demais tratamentos. Em seguida, destacou-se o híbrido San Vito, com valores de PTF e PCF de 4.606,3 g planta⁻¹ e 2.635,4 g planta⁻¹, respectivamente. O híbrido Colibri apresentou o menor potencial produtivo, tanto para PTF (2.183,5 g planta⁻¹) como para PCF (1.154,3 g planta⁻¹). Porém, em relação à PCF não diferiu estatisticamente do híbrido HTX 8027 (1.492,8 g planta⁻¹). ‘Avalon’, ‘HTX 5415’, ‘San Marzano’ e ‘Jane’ apresentaram resultados intermediários para essas duas características (Tabela 18).

Tabela 18 - Quantidade total de frutos (QTF), quantidade comercial de frutos (QCF), produção total de frutos (PTF), produção comercial de frutos (PCF), massa média de frutos comerciais (MFC) e firmeza do fruto (FF), de tomateiros avaliados no experimento II. Araraquara, SP, 2004.

Cultivar	QTF ---- (n° planta ⁻¹)----	QCF ----- (g planta ⁻¹) -----	PTF ----- (g planta ⁻¹) -----	PCF ----- (g planta ⁻¹) -----	MFC (g fruto ⁻¹)	FF *
Avalon	44,6 c	17,2 c	3122,6 c	1790,9 c	102,6 b	3,0
Colibri F1	32,2 d	13,0 d	2183,5 d	1154,3 d	96,3 b	4,5
HTX 5415	49,3 c	21,4 c	3457,2 c	2032,5 c	94,6 b	5,0
HTX 8027	55,4 b	17,5 c	3306,9 c	1492,8 d	84,8 c	5,0
Sahel	68,9 a	40,3 a	5763,7 a	3856,4 a	96,8 b	3,0
San Marzano	59,2 b	28,7 c	3086,2 c	1771,2 c	63,2 d	1,0
San Vito	68,2 a	30,7 b	4606,3 b	2635,4 b	87,4 c	4,5
Jane	34,8 d	17,8 c	3295,5 c	2180,7 c	123,2 a	2,5
C.V. (%)	10,9	21,6	13,1	2,6	13,8	

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($P>0,05$);

* Escala de notas: 1,0 = mole; 5 = maior firmeza.

Os híbridos Sahel e San Vito apresentaram as maiores médias para QTF, não diferindo estatisticamente entre si. Entretanto, para QCF, o híbrido Sahel (40,3 frutos planta⁻¹) superou ‘San Vito’ (30,7 frutos planta⁻¹). Para QTF, as médias mais baixas foram observadas para as cultivares Colibri e Jane. Para QCF, as médias menores foram obtidas para os híbridos Colibri (13,0 frutos planta⁻¹), Avalon (17,2 frutos planta⁻¹), ‘HTX 8027’ (17,5 frutos planta⁻¹) e Jane (17,8 frutos planta⁻¹) que não diferiram estatisticamente entre si. As médias obtidas pelas CPA HTX 5415 e San Marzano para QTF e QCF, foram superiores às dos híbridos HTX 8027 e Colibri, resultado também observado para os caracteres PTF e PCF (Tabela 18).

A maior massa média de fruto comercial (MFC) foi verificada no híbrido Jane (123,3 g fruto⁻¹). O resultado é devido à característica varietal desse híbrido, de frutos pluriloculares do tipo caqui e, portanto, de maior calibre. Entre as demais cultivares, ‘Avalon’ (102,6 g fruto⁻¹), ‘Sahel’ (96,8 g fruto⁻¹), ‘Colibri’ (96,3 g fruto⁻¹) e ‘HTX 5415’ (94,6 g fruto⁻¹) obtiveram os melhores resultados para MFC, não diferindo estatisticamente entre si. ‘San Marzano’ demonstrou o resultado menos promissor para essa característica, com massa média de 63,2 g fruto⁻¹ (Tabela 18).

Em relação à firmeza do fruto (FF), verificou-se que ‘HTX 5415’ (5,0), ‘HTX 8027’ (5,0), ‘Colibri’ (4,5) e ‘San Vito’ (4,5) obtiveram as maiores notas. ‘Avalon’ (3,0), ‘Sahel’ (3,0) e ‘Jane’ (2,5) exibiram firmeza média (Tabela 18). Conforme esperado, ‘San Marzano’

apresentou frutos moles (1,0), de acordo com as características da cultivar descritas na Tabela 14.

As principais pragas que ocorreram no período de condução do ensaio foram traça-do-tomateiro (TT), broca-pequena-do-fruto (BPF), broca-grande-do-fruto (BGF) e percevejo sugador do tomate (PST). Não foi realizado levantamento do nível populacional de cada praga. Entretanto, a Tabela 19 mostra o nível de dano causado por cada praga, cuja anotação foi realizada durante a etapa de classificação dos frutos colhidos.

Tabela 19 - Porcentagem de danos causados por pragas nos frutos de tomateiros avaliados no experimento II. Araraquara, SP, 2004.

Cultivar	Dano no fruto ¹ (%)				Total
	BGF	BPF	TT	PST	
Avalon	0,6	2,8	15,9	2,0	21,4
Colibri F1	1,0	2,8	20,0	1,9	25,7
HTX 5415	1,0	4,2	21,1	0,8	27,0
HTX 8027	0,8	1,8	14,7	1,0	18,3
Sahel	0,8	2,5	16,6	0,2	20,1
San Marzano	1,6	3,4	16,5	0,8	22,4
San Vito	0,8	3,9	18,9	1,0	24,6
Jane	0,4	3,7	13,0	2,0	19,0
Média	0,09	3,14	17,09	1,21	22,30

¹ BGF = broca-grande-do-fruto; BPF = broca-pequena-do-fruto; TT = traça-do-tomateiro; e PST = percevejo sugador.

O dano total devido à incidência de pragas nos oito tratamentos variou de 18,3%, no híbrido HTX 8027, a 27%, na CPA HTX 5415, tendo a média de danos alcançado 22,3% (Tabela 19). A TT foi a praga mais limitante, com nível médio de dano de 17%. A CPA HTX 5415 (21,1%) e o híbrido Colibri (20,0%) apresentaram as maiores porcentagens de frutos atacados pela TT, enquanto que os híbridos HTX 8027 e Jane, ambas com 15% de dano, foram as cultivares menos afetadas pela traça (Tabela 19). Esses resultados não concordam com aqueles reportados por Medeiros; Vilela; França, (2006), que verificaram não preferência da TT por tomateiro sob cultivo em sistema orgânico. Levando em conta os resultados obtidos, ficou evidente que a infestação de pragas é responsável, isoladamente, por quase um quarto dos danos registrados nos frutos.

O nível de incidência de doenças manteve-se baixo durante todas as fases fenológicas da cultura. As doenças que incidiram na área foram requeima, mancha-de-septoria, murcha-

de-verticílio e vira-cabeça do tomateiro. Vale registrar que, essas doenças não causaram danos econômicos.

Com relação aos danos causados por nematoides, a avaliação visual revelou que as cultivares San Marzano (60 a 80%) e Jane (80 a 100%) exibiram os maiores níveis de infestação por *M. incognita*, *M. javanica* e *M. arenaria*. Entre as demais cultivares avaliadas, ‘Avalon’, ‘Colibri’ e ‘HTX 8027’ apresentaram de 20 a 40% de infestação e ‘HTX 5415’ e ‘San Vito’ comportaram-se como resistentes.

Chama a atenção o fato de que cultivares descritas como resistentes a nematoides, como Colibri (20-40%), HTX 8027 (20-40%) e Sahel (0-10%) mostraram níveis variáveis de galhas nas raízes (Tabela 20).

3.4.2.6 Discussão

Os sistemas orgânicos de produção adotados nos dois experimentos diferem em vários aspectos. As principais diferenças referem-se ao tipo de casa de vegetação, ao sistema de condução da planta, à adubação e ao manejo de plantas invasoras, pragas e doenças. Além disso, os experimentos foram conduzidos em regiões geográficas do estado de São Paulo que apresentam condições climáticas distintas.

Tabela 20 - Nível de infestação por espécies de nematoide em cultivares de tomateiro avaliadas no experimento II, Araraquara-SP, 2004.

Cultivar	Nível de infestação (%)	Nematóide¹
Avalon	20-40	Mi, Mj, Ma
Colibri	20-40	Mi
HTX 5415	0	-
HTX 8027	20-40	Mi, Ma
Sahel	0-10	Mi
San Marzano	60-80	Mi, Mj, Ma
San Vito	0-5	Mi
Jane	80-100	Mi, Mj

¹ Mi = *Meloidogyne incognita*; Mj = *M. javanica* e Ma = *M. arenaria*.

Em Ibiúna, o experimento I foi instalado em casas de vegetação conjugadas e fechadas lateralmente com tela antiafídeo e coberturas com plástico de luz difusa. Por sua vez, em Araquarara, o experimento II foi conduzido em casa de vegetação não conjugada e aberta lateralmente. No experimento I, o preparo do solo foi feito com incorporação de palhada de aveia preta e os canteiros foram cobertos com *mulching* plástico; a irrigação e a adubação foram feitas via gotejo e fertirrigação, respectivamente. Já, no experimento II, os canteiros foram cobertos com *mulching* vegetal (cobertura morta) de capim braquiária, a adubação foi realizada apenas no plantio e a irrigação foi feita por gotejo. No experimento I, as plantas foram conduzidas em linhas simples, com uma haste por planta, e com poda apical drástica, acima do 3º racemo. A adoção dessa prática permite explorar apenas 1/3 da capacidade produtiva das cultivares, uma vez que, a poda apical convencional é realizada após o 8º ou 9º racemo. Essa prática vem sendo adotada visando, principalmente, reduzir o período de colheita e, dessa forma, diminuir os efeitos dos ataques de pragas e a incidência de doenças, especialmente da requeima. Em contrapartida, no experimento II, o plantio foi realizado em linhas duplas com duas hastes por planta, sem poda apical.

Desse modo, fica evidente que o sistema de cultivo adotado em Ibiúna é bem mais sofisticado do que o empregado em Araraquara, o qual é mais simples, menos intensivo, e com menor utilização de insumos e mão de obra.

É necessário averiguar, portanto, se as discrepâncias de desempenho das cultivares observadas nos dois experimentos, de acordo com as características avaliadas, são decorrentes das diferenças existentes entre os dois sistemas de cultivo orgânico onde foram conduzidos.

De modo geral, os híbridos, mostraram melhor desempenho que as CPA em ambos os sistemas de cultivo orgânico. Entre os híbridos avaliados, ‘Sahel’ mostrou a maior amplitude

adaptativa, destacando-se como o de melhor desempenho para rendimento comercial, e para outros componentes da produção nos dois sistemas de condução. Considerando apenas os dados do experimento I, sobressaíram-se, também, os híbridos Colibri e Saladete DRW 3410, que não diferiram estatisticamente de ‘Sahel’.

A traça-do-tomateiro se revelou como praga altamente limitante, contribuindo sobremaneira para o decréscimo do rendimento comercial, em ambos os experimentos. A média de danos aos frutos causados por essa praga, considerando todas as cultivares incluídas no experimento I, foi de 24,4%. Por outro lado, no experimento II o nível médio de danos foi menor, mas alcançou 17,0%. Portanto, o ataque da TT causou quase um quarto das perdas. Isso demonstrara claramente que as táticas e produtos empregados não se mostraram eficazes para reduzir os danos causados por essa praga.

Vale destacar que, no experimento, em Ibiúna, a eliminação dos restos culturais é uma prática rotineira e que contribui para minimizar os ataques da traça-do-tomateiro. Outro fator que auxilia na prevenção da ocorrência da praga, é a concentração dos plantios apenas no período do verão.

No experimento II, todos os danos causados por pragas (traça, brocas e percevejo), atingiram 22,3%. Portanto, torna-se imperativa a busca por métodos alternativos mais eficazes para o manejo de pragas, em especial da traça-do-tomateiro, uma vez que, em sistemas orgânicos, é vetado o uso de inseticidas químicos. Evidentemente, as pragas ainda são um dos grandes desafios do sistema orgânico de produção de tomate de mesa.

Com relação ao nível de infestação de nematoides, as análises das amostras coletadas detectaram as presenças de *M. javanica*, *M. incognita* e *M. arenaria*, no experimento II, e somente de *M. javanica*, no experimento I.

No experimento II, chama à atenção o fato de que cultivares resistentes a nematoides, como Colibri (20 a 40%), HTX 8027 (20 a 4%), Sahel (0 a 10%) e San Vito (0 a 5%), mostraram níveis variáveis de galhas em suas raízes. Esse resultado pode estar relacionado ao fato da resistência às espécies de *Meloidogyne*, exceto *M. hapla*, conferida pelo gene *Mi*, incorporado nessas cultivares, ser tipicamente condicional, ou seja, sob temperatura acima de 28 °C, a resistência é reduzida (LATERROT, 1973; CLERGEAU; LATERROT; PITRAT, 1979). Especula-se que a divergência de desempenho das cultivares quanto à reação a nematóides observada nos dois experimentos, deve estar relacionada às temperaturas mais elevadas registradas em Araraquara, local do experimento II.

Quanto à incidência de doenças, a requeima é o principal desafio uma vez que não existem cultivares resistentes disponíveis no mercado. No experimento I, a maioria das

cultivares testadas exibiu suscetibilidade de moderada a alta. Nesse experimento, registrou-se ainda a incidência da mancha-de-cladospório (*F. fulva*). As cultivares, em geral, se comportaram como altamente suscetíveis a essa doença. Trata-se de doença do tomateiro das mais frequentes em cultivo protegido, cujo ambiente é sujeito a longos períodos de umidade relativa alta. Uma das maneiras de controlar essa doença é pelo uso de cultivares resistentes, entretanto, o fungo apresenta muitas raças, razão pela qual nem sempre a resistência é efetiva (LOPES; REIS; BOITEUX, 2005).

No experimento II, a requeima foi a única doença que requereu controle, embora o nível de incidência tenha sido baixo, mesmo no período de declínio de temperaturas, entre junho e agosto. O controle dessa doença se mostrou eficaz com aplicações de calda bordalesa. Os resultados obtidos nesses experimentos mostram, com bastante clareza, a vantagem do uso de híbridos F₁ com resistência a nematoides e a outras doenças, em relação às cultivares de polinização livre, contrariando Primavesi (2001). Tais resultados são corroborados por Diver; Kuepper; Born (1999) que consideram a infestação de pragas e a incidência de doenças os maiores entraves da produção orgânica de tomateiro nos Estados Unidos e reforçam a importância da utilização de cultivares com maior amplitude de resistência genética a doenças.

Os resultados obtidos no presente estudo mostram que os híbridos tiveram desempenho geral superior ao das CPA em termos de produção total e comercial de frutos. Esses híbridos são portadores de cinco (Saladete DRW 3410), seis (Colibri) e sete (Sahel e San Vito) genes que conferem resistência genética a doenças limitantes à cultura do tomateiro. Resultados semelhantes foram reportados por Bettiol et al. (2004) ao comparar o desempenho produtivo da CPA Santa Clara com o híbrido Débora em experimento conduzido na região de Campinas, SP. Nesse trabalho, ‘Débora’ suplantou a ‘Santa Clara’ em rendimento comercial tanto no sistema convencional quanto no orgânico. A diferença a favor de ‘Débora’ foi mais expressiva, no entanto, no sistema orgânico, cuja produção comercial alcançou 1,7 kg planta⁻¹ contra apenas 0,6 kg planta⁻¹ de ‘Santa Clara’. É importante ressaltar que ‘Débora’ possui resistência à raça 1 da murcha-de-verticílio (*V. dahliae*), à raça 1 de *F. oxysporum* f.sp. *lycopersici* e a nematoides-de-galhas (*Meloidogyne* spp.), enquanto a cv. Santa Clara é resistente apenas à raça 1 de *F. oxysporum* f.sp. *lycopersici* (Nagai, 1985). Portanto, a escolha de cultivares é essencial no cultivo orgânico, uma vez que a resistência genética a doenças pode representar o único método de controle disponível para o produtor (Bettiol et al., 2004).

No presente trabalho, não se sustentou a alegação de que cultivares de polinização aberta poderiam mostrar melhor desempenho em manejo orgânico que os híbridos por serem consideradas rústicas e, portanto, menos demandantes de insumos modernos. .

Na cultura do tomateiro, vem sendo ampliado em todo o mundo o uso de híbridos de primeira geração, com resistência múltipla a doenças. As vantagens dos híbridos sobre as CPA são exaltadas sob diferentes aspectos. O uso de híbridos F_1 em sistema convencional de cultivo propicia aumentos potenciais de produção acima de 40%, maturação precoce, maior uniformidade dos frutos comercializáveis, maior vigor inicial e de desenvolvimento, resistência a doenças e capacidade de adaptação mais ampla (MELO; MIRANDA; COSTA, 1998). A rigor, as sementes híbridas de tomateiro têm custo muito superior às de polinização livre, mas o investimento compensa porque se reflete diretamente em retorno financeiro, com aumento de produtividade e qualidade. Para viabilizar os seus empreendimentos, o setor profissional de produção de tomate em sistemas orgânicos, seja em campo aberto ou sob ambiente protegido, tem adotado o uso de sementes híbridas em escala crescente. Todavia, se torna imprescindível o desenvolvimento de programas de pesquisa especificamente focados na área do melhoramento genético orgânico visando à obtenção de cultivares com características adequadas a esse tipo não convencional de exploração agrícola (IFOAM, 2008). Na atualidade, são raras as cultivares disponíveis no mercado mundial, não só de hortaliças, mas de outros cultivos de importância econômica, oriundas de programas de melhoramento genético orgânico (LAMMERTS VAN BUEREN, 2002). É certo que no futuro as entidades certificadoras e regulatórias, inclusive as que operam no Brasil, exigirão o uso de cultivares desenvolvidas exclusivamente a partir de programas de melhoramento orgânico para qualquer espécie a ser cultivada em sistema orgânico.

3.4.3 Avaliação do desempenho de híbridos de tomateiro dos segmentos Santa Cruz, Italiano e Saladete em ambiente protegido

3.4.3.1 Especificações do experimento

Os objetivos do trabalho foram determinar o efeito do raleio de frutos sobre o rendimento e seus componentes e caracterizar qualitativamente os frutos de híbridos de tomate dos segmentos Santa Cruz e Italiano de crescimento indeterminado, cultivados em ambiente protegido, visando ao consumo *in natura*

O experimento foi conduzido de 26 de fevereiro a 11 de setembro de 2008, em condições de ambiente protegido, no Centro de Horticultura do IAC, em Campinas, SP,

(22°54'20"S, 47°05'34"W, 674 m de altitude). O delineamento experimental foi blocos completos ao acaso, com parcelas subdivididas, com 12 tratamentos e três repetições. Foram avaliados seis híbridos experimentais, sendo três do grupo Santa Cruz (THX-01, THX-02 e THX-03) e três do grupo Italiano (THX-04, THX-05 e THX-06) oriundos do programa de melhoramento genético do IAC, Campinas, SP. Como testemunhas, usaram-se cinco híbridos comerciais, sendo dois do grupo Italiano – Giuliana (Sakata) e Netuno (Eagle) – um do tipo Saladete – Sahel (Syngenta) – e dois do grupo Santa Cruz – Avalon (Hortivale), Débora Max (Sakata) e a CPA Maravilha (UNAL, Sede Palmira, Colômbia) (Figura 38).

As parcelas foram representadas pelas cultivares e as subparcelas pelo raleio de frutos, avaliando-se plantas com e sem raleio. A subparcela foi composta por dois canteiros de fileiras simples, com oito plantas totais. Como bordaduras, foram utilizadas três plantas em cada extremidade dos canteiros.

Figura 38. Híbridos experimentais e comerciais de tomateiro de mesa dos segmentos Santa Cruz e Italiano avaliados quanto a características agrônômicas. Campinas, SP, 2008.

A calagem e as adubações de plantio e cobertura foram realizadas com base em análise, seguindo-se a recomendação de adubação e calagem para o estado de São Paulo (TRANI; RAIJ, 1996). Produziram-se as mudas em bandejas de poliestireno expandido com 128 células, preenchidas com o substrato comercial Plantmax®. As mudas foram transplantadas para canteiros de 0,6 x 30 m quando atingiram o estágio de quatro a cinco folhas definitivas, aos 40 dias após a semeadura.

A condução foi feita com haste única, sendo as plantas distribuídas em canteiros distanciados de 0,4 m entre si, com espaçamento de 0,55 m entre plantas na linha. As plantas foram tutoradas individualmente com fitilho, eliminando-se todas as brotações das axilas das folhas. As hastes das plantas foram podadas após a emissão do 8º racemo. Após o pegamento dos frutos, foi feito o raleio dos mesmos nas subparcelas determinadas, deixando-se seis frutos por racemo.

Aos 110 dias após o transplante (DAT), em 15/07/2008, iniciou-se a colheita dos frutos de cada tratamento no estágio de maturação completa caracterizada por frutos totalmente vermelhos e ainda firmes. A colheita foi semanal, prolongando-se por nove semanas.

3.4.3.2 Avaliações e análise da variância

As avaliações foram realizadas com base em quatro plantas selecionadas por parcela, sendo duas por subparcela. Os dados foram anotados individualmente por planta e as médias foram calculadas por subparcela. Foram avaliadas as seguintes características: a) número de frutos por planta (FP); 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 (PR), obtida pela massa total de frutos com diâmetro transversal menor que 33 mm e de frutos com defeitos, com resultado expresso em toneladas por hectare; d) massa média do fruto (MM), obtida pela relação entre produtividade (PC) e número de frutos comerciais, com resultado expresso em gramas por fruto; e) comprimento do fruto (CM); e f) largura do fruto (LR). CM e LR foram avaliados com uso de um paquímetro digital (Mitutoyo 150 mm) em 60 frutos comerciais coletados ao acaso de plantas de cada subparcela, a partir da segunda colheita, avaliando-se 10 frutos por colheita e expressando-se os resultados em centímetro.

As análises das características qualitativas foram realizadas em laboratório do IAC, em Campinas, SP. Aos 130 dias após o transplante, colheram-se 12 frutos de cada subparcela no

estádio de maturação completa, com frutos vermelhos e firmes, e determinaram-se as características físico-químicas: a) teor de sólidos solúveis (SS), determinado pela leitura direta em refratômetro digital “Atago modelo Palete 101”, utilizando-se polpa homogeneizada em triturador doméstico tipo ‘mixer’, sendo os resultados expressos em °Brix; b) acidez titulável (AT), determinada de acordo com o método descrito por Carvalho et al. (1990), expressando-se os resultados em porcentagem de ácido cítrico da polpa; c) teor de ácido ascórbico (AA), determinado por titulometria, de acordo com o método descrito por Carvalho et al. (1990), sendo os resultados expressos em mg de ácido ascórbico por 100 g de polpa; d) pH, aferido pela leitura direta com peagâmetro; e) sabor (*flavor*), obtido pela relação entre SS e AT; f) conteúdo de licopeno (LI), determinado por análise espectrofotométrica, de acordo com o método descrito por Rodrigues-Amaya (2001), sendo os resultados expressos em microgramas de licopeno em 100 gramas de polpa.

Os valores dos componentes da produção bem como das características qualitativas dos frutos foram submetidos à análise de variância. Utilizou-se o programa estatístico SISVAR, versão 4.3. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5%.

3.4.3.3 Resultados e discussão

Para os componentes de produção, houve efeito significativo da interação entre cultivares e manejo (raleio e não raleio de frutos). Os híbridos THX-02, THX-03, Netuno, Sahel, THX-04 e THX-05 apresentaram maior FP nas plantas sem raleio de frutos (Tabela 21), com valores que variaram de 57,3 (‘Sahel’) a 76,0 frutos planta⁻¹ (‘Netuno’). Os demais genótipos, não foram afetados pelo raleio. Uma provável explicação para esse resultado pode estar relacionada à seleção de combinações híbridas de tomate de mesa com tendência de fixar poucos frutos por racemo (5 a 6), visando obter aumento da massa média do fruto. Segundo Nagai (1990), os programas privados de melhoramento genético dedicaram esforços nesse sentido, uma vez que frutos com massa média entre 200 e 250 gramas recebiam maior cotação na comercialização. Considerando as plantas sem raleio de fruto, ‘Netuno’ produziu maior número de frutos por planta (76,0 frutos planta⁻¹). Machado et al. (2007) reportaram resultados de ensaio com tomate do segmento Italiano ou Saladete realizado sob diferentes densidades de plantio e sistemas de poda; obtiveram média de 57,2 frutos planta⁻¹ deixando oito cachos por planta, porém, não foi analisado o efeito do raleio. Deve ser ressaltado que são raros os trabalhos disponíveis na literatura científica mostrando o efeito do raleio no número

de frutos por planta bem como no aumento da massa média de fruto nesses segmentos de tomate.

Para produtividade comercial de frutos (PC), dentro do grupo Santa Cruz, os híbridos experimentais THX-02 e THX-03 mostraram valores superiores em 16,8% e 14,6%, respectivamente, nas plantas que foram raleadas em comparação àquelas não raleadas (Tabela 21). Para o segmento Italiano, o raleio de frutos influenciou o desempenho de ‘Netuno’, THX-04 e THX-05, com produções superiores em 17,6%, 18,9% e 17,9%, respectivamente, em comparação ao desempenho sem raleio. Somente o híbrido Sahel teve maior PC, em 6,8% ($140,5 \text{ t ha}^{-1}$), nas plantas não raleadas quando comparadas às raleadas ($131,5 \text{ t ha}^{-1}$). Considerando o raleio de fruto, os híbridos Giuliana e Sahel alcançaram maior PC. Dentro das plantas sem o raleio de fruto, ‘Sahel’ foi quem teve maior PC. Machado et al. (2007) encontraram média da produtividade comercial de $111,3 \text{ t ha}^{-1}$ em plantas do segmento Italiano ou Saladete com espaçamento de 0,5 m entre plantas e de 0,8 m entre linhas e com oito cachos por planta. Wamser et al. (2007), avaliando a produção de tomate Débora e Nemo Netta, em função do espaçamento entre plantas e do número de cachos por haste no tutoramento vertical com fitilho, relataram média da produtividade comercial de $94,5 \text{ t ha}^{-1}$. Ambos os autores não avaliaram o efeito do raleio.

Tabela 21 - Número de frutos por planta (FP), produtividade comercial (PC) e produtividade de frutos não comercializáveis (PR) de híbridos de tomateiro dos segmentos Santa Cruz e Italiano, com e sem raleio de frutos. Campinas, IAC, 2008.

Híbrido	FP (frutos planta ⁻¹)		PC (t ha ⁻¹)		PR (t ha ⁻¹)	
	Raleado	Não raleado	Raleado	Não raleado	Raleado	Não raleado
Avalon	47,0 Aa	47,7 Ea	104,3 Ca	99,7 CDEa	10,4 ABa	11,2 Da
Débora Max	47,7 Aa	48,7 Ea	100,1 CDa	99,6 CDEa	13,1 Aa	12,1 Da
Maravilha	47,5 Aa	49,0 Ea	89,2 Ea	90,2 EFGa	13,6 Aa	12,0 Da
THX-01	47,8 Aa	49,3 Ea	102,1 CDa	101,3 Ca	12,9 ABa	14,2 Da
THX-02	48,0 Ab	63,7 Ca	94,3 DEa	80,7 GHb	6,8 Bb	28,8 BCa
THX-03	48,0 Ab	65,2 BCa	88,8 Ea	77,5 Hb	11,3 ABb	27,9 Ca
Netuno	48,0 Ab	76,0 Aa	118,3 Ba	100,6 CDb	7,8 ABb	36,0 Aa
Giuliana	47,5 Aa	49,3 Ea	128,8 Aa	126,1 Ba	9,8 ABa	11,4 Da
Sahel	48,0 Ab	57,3 Da	131,5 Ab	140,5 Aa	9,8 ABa	12,7 Da
THX-04	47,8 Ab	63,8 BCa	117,1 Ba	98,5 CDEb	8,9 ABb	34,3 ABa
THX-05	48,0 Ab	66,7 Ba	103,3 CDa	87,6 FGb	10,2 ABb	37,3 Aa
THX-06	47,5 Aa	48,8 Ea	93,8 DEa	91,3 DEFa	10,2 ABa	12,5 Da
CV parc.(%)	1,68		2,91		12,77	
CV subp (%)	2,30		3,65		15,43	

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na coluna e minúsculas na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Somente o híbrido Sahel apresentou maior PC e FP, em 6,8% e 19,4%, respectivamente, nas plantas não raleadas quando comparadas às raleadas, e foi estatisticamente semelhante para as características PR, MM, CM e LR nos dois sistemas de manejo de plantas (Tabelas 21 e 22). Os resultados mostraram que o efeito do raleio de frutos não mostrou vantagens para produção nesse genótipo, reconhecidamente de alto potencial produtivo e com tendência de exibir elevado pegamento de frutos por racemo (SHIRAHIGE et al., 2009).

Para produtividade de frutos não comercializáveis (PR) do tipo Santa Cruz, os híbridos experimentais THX-02 e THX-03 apresentaram reduções de 76,4% e 59,5%, respectivamente, nas plantas raleadas quando comparadas às não raleadas (Tabela 21). Para o segmento Italiano, o raleio de fruto influenciou positivamente o desempenho de ‘Netuno’, THX-04 e THX-05, os quais produziram, respectivamente, 78,3%, 74,0% e 72,6% menos frutos não comercializáveis nas plantas submetidas ao raleio quando comparadas às não raleadas (Tabela 21). Isso se deve, provavelmente, à redução do número de frutos nas plantas submetidas ao raleio que, por consequência, contribuiu para o aumento da massa média do fruto e diminuição de frutos não comercializáveis. Apesar de ‘Netuno’ e THX-05 terem alcançado maior média de FP em plantas não submetidas ao raleio, ambos os híbridos tiveram maior PR (36,0 e 37,3 t ha⁻¹, respectivamente).

Tabela 22 - Massa média (MM), comprimento (CM) e largura (LR) do fruto das híbridos de tomateiro dos segmentos Santa Cruz e Italiano, com e sem raleio de frutos. Campinas, IAC, 2008.

Híbrido	MM (g fruto ⁻¹)		CM (cm)		LR (cm)	
	Raleado	Não raleado	Raleado	Não raleado	Raleado	Não raleado
Avalon	150,3 BCDA	147,7 Ba	6,7 EFa	6,4 DEa	6,7 Aa	6,4 Aa
Débora Max	143,8 CDEa	141,1 BCa	6,2 Fa	6,4 DEa	5,8 CDEFa	6,1 ABCa
Maravilha	131,4 FGHa	129,5 DEFa	6,6 EFa	6,3 Ea	6,4 ABCa	6,0 ABCa
THX-01	142,1 CDEFa	141,7 BCa	6,8 EFa	6,7 CDEa	6,2 ABCDA	6,0 ABCa
THX-02	128,1 GHa	118,5 Fb	6,9 DEFa	6,3 Eb	6,1 ABCDEa	5,6 BCDB
THX-03	122,7 Ha	106,2 Gb	7,9 BCa	6,1 Eb	6,6 ABa	5,6 CDB
Netuno	156,8 Ba	142,0 BCb	8,3 BCa	7,7 Bb	5,3 FGa	4,9 Eb
Giuliana	169,4 Aa	169,1 Aa	9,9 Aa	9,6 Aa	6,0 BCDEFa	5,8 ABCa
Sahel	172,9 Aa	166,8 Aa	7,8 BCDA	7,6 BCa	6,4 ABCa	6,3 Aba
THX-04	153,3 BCa	138,5 CDB	8,0 BCa	7,2 BCDB	5,6 DEFa	5,0 DEB
THX-05	139,8 DEFa	126,3 Efb	8,7 Ba	7,7 Bb	5,4 EFGa	4,9 Eb
THX-06	134,6 EFGa	133,3 CDEa	7,5 CDEa	7,4 BCa	4,9 Ga	5,1 DEa
CV parc.(%)	2,19		4,36		4,61	
CV subp.(%)	3,27		4,09		3,76	

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na coluna e minúsculas na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Para massa média do fruto (MM), o efeito do raleio variou conforme o híbrido em ambos os segmentos varietais (Tabela 22). No grupo Santa Cruz, os híbridos experimentais THX-02 e THX-03 mostraram MM superiores em 8,1% e 15,5%, respectivamente, nas plantas submetidas ao raleio de fruto quando comparados às sem raleio. Por sua vez, para o segmento Italiano, o efeito do raleio de fruto influenciou o desempenho dos híbridos Netuno, THX-04 e THX-05, que alcançaram produções superiores em 10,4%, 10,7% e 10,7%, respectivamente, nos tratamentos com raleio quando comparados com aqueles sem raleio. Esses resultados se devem, ao que tudo indica, à alteração da relação fonte/dreno das plantas que submetidas ao raleio, aumentando o teor de assimilados disponíveis por fruto nos cachos raleados. Tais resultados foram também relatados por Leal; Araújo; Fernandes (2003) e Shirahige et al. (2009), que obtiveram médias de MM estatisticamente superiores em plantas cultivadas sob raleio. Em ambos os tratamentos, com e sem raleio, os genótipos Giuliana e Sahel alcançaram maior massa média do fruto.

A influência do raleio no comprimento do fruto (CM) variou conforme o híbrido dentro de cada grupo varietal estudado (Tabela 22). Para o grupo Santa Cruz, os híbridos experimentais THX-02 e THX-03 mostraram CM superiores em 9,5% e 29,5%, respectivamente, nas plantas submetidas ao raleio, quando comparadas às sem raleio. ‘Giuliana’ obteve maior comprimento médio do fruto em ambos os tratamentos, com e sem raleio de fruto. Os resultados confirmaram o padrão típico de fruto de cada grupo varietal estudado em que o comprimento é o principal diferencial. Alvarenga (2004) considerou que as cultivares dos grupos Italiano e Saladete têm comprimento de fruto que varia de 7 a 10 cm. Por sua vez, as cultivares do grupo Santa Cruz produzem frutos mais curtos com comprimento variando de 6 a 8 cm. No presente estudo, para o segmento Italiano, o efeito do raleio de fruto exerceu influência sobre o CM dos híbridos Netuno, THX-04 e THX-05, contribuindo para a produção de frutos maiores em 7,8%, 11,1% e 13,0%, respectivamente, nas pencas raleadas quando comparadas às sem raleio de fruto. Melo; Souza; Melo (2007), avaliando cruzamentos dialélicos entre genótipos de tomateiro de mesa, relataram médias de CM entre 6,0 e 7,6 cm.

Com relação à largura do fruto (LR), os híbridos avaliados foram influenciados da mesma maneira que o comprimento do fruto (CM), sendo que o efeito do raleio dependeu de cada genótipo. No grupo Santa Cruz, os híbridos experimentais THX-02 e THX-03 mostraram LR superior em 8,9% e 17,9%, respectivamente, nas plantas cultivadas sob raleio quando comparadas às sem raleio de fruto. Os resultados confirmam a descrição encontrada nos catálogos das empresas de sementes em que os frutos das cultivares do tipo Santa Cruz são mais largos que os dos híbridos do segmento Italiano. No presente trabalho, no tocante ao

segmento Italiano, o efeito do raleio de fruto influenciou a LR dos híbridos Netuno, THX-04 e THX-05 propiciando frutos maiores em 8,2%, 12,0% e 10,2%, respectivamente, nas plantas que foram raleadas em comparação às não raleadas. Isso pode ser atribuído ao menor número de frutos por planta e maior massa média dos frutos nas plantas raleadas (Tabelas 21 e 22, respectivamente), resultando em maior crescimento dos frutos devido à menor competição por fotoassimilados nas plantas submetidas ao raleio. Resultados similares foram relatados por Melo; Souza; Melo (2007) que avaliaram cruzamentos dialélicos entre genótipos de tomateiro de mesa e verificaram médias de LR entre 5,6 e 7,2 cm.

Para os componentes de qualidade do fruto, não houve efeito significativo da interação entre cultivares e manejo (raleio e não raleio de frutos) (Tabela 23). No entanto, houve diferenças significativas entre as cultivares evidenciando que os genótipos são geneticamente contrastantes e que, no presente estudo, tais características foram influenciadas unicamente pela constituição genotípica de cada cultivar. Esses resultados são concordantes com os descritos por Guimarães et al. (2004), que não encontraram diferenças significativas quanto a SS, AT, SS/AT e pH de tomateiros do grupo Santa Cruz submetidos a podas apical e de cachos florais.

Os valores de pH variaram de 4,23 (THX-05 e THX-06) a 4,07 (THX-03) e foram similares aos relatados por Camargos et al. (2000) e Carvalho; Tessarioli Neto (2005), corroborando a classificação dos frutos de tomate como ácidos, segundo Giordano; Silva; Barbosa (2000). O genótipo experimental THX-03 obteve valor de pH inferior ao dos híbridos THX-05 (4,23), THX-06 (4,23) e Netuno (4,21) (Tabela 23).

Tabela 23 - Valores de pH, teor de sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), relação entre SS e AT (SS/AT), teor de ácido ascórbico (AA) e teor de licopeno (LI), de cultivares de tomateiro dos segmentos Santa Cruz e Italiano, com e sem raleio de fruto. Campinas, IAC, 2008.

Tratamento	pH	SS (%)	AT (%)	SS/AT	AA (mg 100g ⁻¹)	LI (µg 100g ⁻¹)
Raleado	4,16 a	4,56 a	0,34 a	13,74 a	21,22 a	4.544,96 a
Não raleado	4,16 a	4,64 a	0,35 a	13,37 a	21,84 a	4.330,70 a
CV (%)	1,34	6,19	13,42	11,28	13,39	20,77

Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

O teor de sólidos solúveis (SS é o principal componente responsável pelo sabor do fruto e pode indicar a influência causada pela adubação, temperatura e irrigação, além de ser

uma característica genética da cultivar (GIORDANO; SILVA; BARBOSA, 2000). No caso do uso de tomate como matéria-prima para processamento, a porcentagem de SS tem influência marcante sobre o rendimento industrial. Portanto, quanto maior o teor de sólidos solúveis, maior é o rendimento e menor o gasto de energia no processo de concentração da polpa. Nesse trabalho, observou-se, no grupo Santa Cruz (Tabela 24), valor médio de SS de 4,7% para todas as cultivares avaliadas com amplitude de 5,0% ('Avalon' e 'Débora Max') a 3,8% (THX-03). 'THX-03' diferiu das cultivares comerciais utilizadas como testemunhas e de dois outros híbridos experimentais (THX-01 e THX-02). É importante salientar que 'Avalon' é um híbrido que tem como um de seus genitores um genótipo de porte determinado selecionado para processamento industrial (MELO; MELO; BOITEUX, 2009). Quanto ao grupo Italiano, 'THX-04' e 'THX-05', ambos com 4,9% de SS, mostraram-se superiores aos híbridos comerciais Sahel (4,2%) e Giuliana (4,1%). Essas diferenças se devem, provavelmente, à característica genética de cada cultivar. Resultados similares foram encontrados no experimento de 2007 realizado por Shirahige et al. (2009), utilizando os mesmos híbridos experimentais. Ferreira (2001) obteve valores entre 3,57% e 3,75% para frutos de 'Santa Clara' produzidos em campo. Já, Carvalho; Tessarioli Neto (2005) relataram valores de 4,49% para 'Débora Max' e 5,05% para 'Andrea', sendo essa última cultivar pertencente ao grupo Italiano ou Saladete.

Tabela 24 - Valores de pH, teor de sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), relação entre SS e AT (SS/AT), teor de ácido ascórbico (AA) e teor de licopeno (LI) em tomateiros dos segmentos Santa Cruz (SC) e Italiano (IT). Campinas, IAC, 2008.

Cultivar	Tipo	pH	SS (%)	AT (%)	SS/AT	AA (mg 100g ⁻¹)	LI (µg 100g ⁻¹)
Avalon	SC	4,11 abc	5,0 a	0,39 ab	13,1 ab	25,0 a	5.252,7 ab
Débora Max	SC	4,17 abc	5,0 a	0,38 abc	13,3 ab	22,4 ab	5.707,7 a
Maravilha	SC	4,13 abc	4,8 ab	0,37 abc	12,9 ab	22,0 abc	4.649,8 abc
THX-01	SC	4,19 abc	4,8 ab	0,34 abc	14,0 ab	23,4 ab	5.538,6 a
THX-02	SC	4,09 bc	4,8 ab	0,41 a	12,0 ab	22,4 ab	5.358,1 a
THX-03	SC	4,07 c	3,8 d	0,37 abc	10,3 b	23,7 ab	3.354,8 cd
Netuno	IT	4,21 ab	4,4 bcd	0,28 c	15,7 a	17,7 bc	4.049,0 abc
Giuliana	IT	4,19 abc	4,1 cd	0,29 bc	14,2 ab	19,5 abc	2.194,5 d
Sahel	IT	4,15 abc	4,2 cd	0,34 abc	12,2 ab	15,7 c	3.281,6 cd
THX-04	IT	4,17 abc	4,9 ab	0,36 abc	13,7 ab	24,0 ab	5.503,0 a
THX-05	IT	4,23 a	4,9 ab	0,33 abc	15,5 a	20,9 abc	4.771,1 abc
THX-06	IT	4,23 a	4,6 abc	0,29 bc	15,8 a	21,7 abc	3.583,0 bcd
CV (%)		1,46	5,69	13,36	13,88	13,97	18,68

Médias na coluna seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

A acidez titulável (AT), representada pelo teor de ácido cítrico, influencia principalmente o sabor dos frutos (GIORDANO; SILVA; BARBOSA, 2000). Os valores da acidez titulável variaram de 0,41% (THX-02) a 0,34% (THX-01) para genótipos do grupo Santa Cruz, e de 0,36% (THX-04) a 0,28% ('Netuno') do segmento Italiano (Tabela 24). Valores similares de AT foram reportados por Gil et al. (2002) (0,35%) e Carvalho; Tessarioli Neto (2005) (0,38% a 0,41%). O genótipo experimental THX-02 obteve valor de AT superior ao das testemunhas Netuno (0,28%) e Giuliana (0,29%). Os demais híbridos experimentais não diferiram estatisticamente das testemunhas.

O sabor do tomate está relacionado com a presença de diversos constituintes químicos, destacando-se açúcares e ácidos, além de suas interações. Conhecendo-se o teor de sólidos solúveis e de acidez titulável dos frutos é possível estabelecer a relação SS/AT. Alto valor na relação indica excelente combinação de açúcar e ácido, a qual se correlaciona com sabor suave, enquanto que valores baixos estão diretamente relacionados com sabor ácido (ZAMBRANO; MOYEJA; PACHECO, 1996). Segundo Kader et al. (1978), frutos de alta qualidade contêm mais de 0,32% de AT, 3% de SS e relação SS/AT maior que 10. Os genótipos avaliados exibiram valores acima de 10 para a relação SS/AT, variando de 10,3 ('THX-03') a 15,8 ('THX-06'), sendo, portanto, adequados para o consumo *in natura* (Tabela 24).

Na Tabela 24, encontram-se os dados referentes aos teores de ácido ascórbico (AA). 'Avalon' destacou-se pelo maior teor de AA (25,0 mg 100 g⁻¹), mas diferiu apenas de 'Sahel' (15,7 mg 100 g⁻¹) e 'Netuno' (17,7 mg 100 g⁻¹). Os híbridos experimentais THX-01, THX-02, THX-03 e THX-04 apresentaram teores de vitamina C estatisticamente iguais à maioria das testemunhas comerciais, superando o híbrido Sahel. O valor médio de AA relativo aos genótipos do segmento Santa Cruz (23,1 mg 100 g⁻¹) encontra-se de acordo com a média padrão para frutos de tomate, que é de 23 mg 100 g⁻¹, enquanto o valor médio de AA para as cultivares do segmento Italiano (19,9 mg 100 g⁻¹) está abaixo da média padrão para frutos de tomate (CRAWFORD, 1966).

Os teores de licopeno variaram de 2.194,5 µg 100 g⁻¹ ('Giuliana') a 5.707,7 µg 100 g⁻¹ ('Débora Max'). Os híbridos Débora Max, THX-01, THX-02 e THX-04 foram similares quanto ao teor de licopeno e superaram 'Giuliana', 'Sahel', THX-03 e THX-06. Os valores médios para o conteúdo de licopeno das cultivares dos segmentos Santa Cruz e Italiano foram 4.976,9 µg 100 g⁻¹ e 3.897,0 µg 100 g⁻¹, respectivamente. Esses valores são inferiores à faixa de teor ideal desse pigmento (5.000 a 8.000 µg 100 g⁻¹), o qual confere a cor vermelha ao fruto de tomate (CAMPOS, 2006). Portanto, em geral, os frutos das cultivares avaliadas no

presente estudo, independentemente do tipo varietal, apresentaram deficiência de cor. Com relação ao segmento Santa Cruz, os teores de licopeno verificados nesse trabalho, em média, estão abaixo daqueles que Campos (2006) reportou para cultivares do mesmo grupo (5.123,0 $\mu\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$). Deve ser destacado que os baixos teores de licopeno observados nos híbridos do tipo Italiano, provavelmente estão relacionados ao fato de que três deles são do tipo longa vida ('Giuliana', 'Netuno' e THX-06). Tomateiros do tipo longa vida são portadores de genes que retardam o processo de amadurecimento do fruto e, em consequência, proporcionam o aumento de sua preservação pós-colheita. Todavia, tais genes, desvantajosamente, contribuem para a redução do teor de licopeno, afetando a cor e a qualidade gustativa dos frutos (GIORDANO; SILVA; BARBOSA, 2000). Por sua vez, Boiteux; Melo; Vilela, 2008 ressaltaram que em tomate, a cor do fruto é um importante parâmetro de qualidade, quer para consumo *in natura*, quer para processamento industrial. Os mesmos autores enfatizaram que hortaliças e frutas naturalmente com altos teores de vitamina C e de licopeno, revestem-se de grande importância devido às propriedades antioxidantes desses fitonutrientes, que contribuem para redução do risco de doenças cardiovasculares e de algumas formas de câncer.

De acordo com os resultados obtidos no presente trabalho, o raleio dos frutos proporcionou incremento de produtividade comercial, massa média, comprimento e largura do fruto para os híbridos THX-02, THX-03, THX-04, THX-05 e 'Netuno', e não mostrou vantagens para produção e seus componentes para os demais genótipos e características avaliadas. Considerando o raleio de fruto, os genótipos Giuliana e Sahel tiveram maior produtividade comercial e massa média do fruto. Dentro das plantas sem o raleio de fruto, 'Netuno' alcançou maior número de frutos por planta, porém, o híbrido Sahel destacou-se por apresentar alto potencial produtivo e exibiu elevado pegamento de frutos por racemo. O raleio não influenciou a qualidade organoléptica dos genótipos avaliados. As diferenças dos componentes de qualidade dos frutos entre as cultivares se devem à constituição genotípica de cada cultivar.

3.4.4 Desempenho de híbridos em função de sistemas de condução e da densidade populacional

3.4.4.1 Especificações do experimento

O experimento foi conduzido no período de 30 de julho de 2007 a 04 de janeiro de 2008, em condições de campo na estação experimental da Syngenta Seeds Ltda., no município de Itatiba, SP (23°01'15"S; 46°45'00"W; 755 m de altitude). Os objetivos dessa

pesquisa foram: (a) estudar o desempenho de cultivares de tomateiro dos segmentos Salada Longa Vida (SLV) e Santa Cruz (SC) em dois sistemas de condução de plantas, tutoradas com fitilho e com estacas de bambu, com uma e duas hastes, respectivamente; (b) avaliar o desempenho de duas cultivares do grupo SLV em função de diferentes espaçamentos no sistema de condução com uma haste por planta e tutoramento vertical com fitilho.

Adotou-se o delineamento em blocos ao acaso, tratamentos em esquema fatorial 5 x 2 e quatro repetições. Os dez tratamentos corresponderam à combinação de dois sistemas de condução com cinco híbridos comerciais. Os sistemas de condução consistiram de (1) uma planta por cova e duas hastes por planta, tutorada com estaca de bambu (V invertido alternado), e (2) uma planta por cova e uma haste por planta, tutorada com fitilho (vertical em fileira simples) (Figura 39); os híbridos avaliados foram três do grupo SLV (Alambra, Paron e Forty), e dois do grupo SC (Débora Pto e Ellus). Na Tabela 25, encontra-se a descrição varietal de cada híbrido, de acordo com os catálogos das empresas proprietárias dos mesmos. Cada bloco foi constituído por um canteiro com 74,0 m de comprimento e 0,60 m de largura. Os canteiros foram dispostos lado a lado e, como bordaduras, foram instalados canteiros adicionais nas laterais do experimento. Nas extremidades de cada bloco, foram deixadas quatro plantas consideradas também como bordadura.

Figura 39 – (A) Sistema de condução tradicional com uma planta por cova, com duas hastes por planta e estaqueamento tipo “V” invertido com bambu; (B) sistema de condução com uma planta por cova, com uma haste por planta e tutorada com fitilho.

Tabela 25 - Descrição varietal dos híbridos de tomateiro dos segmentos de mercado Salada Longa Vida e Santa Cruz utilizados no experimento 1. Itatiba, SP, 2007.

Híbrido	Segmento varietal ¹	Descrição varietal ²
Alambra	SLV	Hábito de crescimento indeterminado; alto potencial produtivo; 6 a 7 frutos por racemo; excelente pegamento de frutos até o ponteiro. Resistências: ToMV; V; Fol 1, 2; C 1, 2, 3, 4, 5; N
Paron	SLV	Hábito de crescimento indeterminado; excelente cobertura foliar; bom pegamento de frutos até o ponteiro; 5 a 6 frutos por racemo. Resistências: ToMV; V; Fol 1, 2; C 1, 2, 3, 4, 5, TSWV
Forty	SLV	Hábito de crescimento indeterminado; excelente vigor de planta; bom pegamento de frutos; 6 a 7 frutos por racemos. Resistências: ToMV; V; Fol 1, 2; TYLCV
Débora Pto	SC/LVE	Hábito de crescimento indeterminado; excelente cobertura foliar, frutos com ótima coloração e padrão de mercado. Resistências: ToMV; V; Fol 1, 2; Pto
Ellus	SC/LVE	Hábito crescimento indeterminado; alto potencial produtivo e cobertura foliar moderada. Resistências: ToMV; V; Fol 1, 2; N, Pto

1 SLV = Salada Longa Vida; SC/LVE = Santa Cruz/Longa Vida Estrutural;

2 V = *Verticillium dahliae*; Fol 1,2 = *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*, raças 1 e 2; C = *Fulvia fulva*, raças 1, 2, 3, 4 e 5; N = *Meloidogyne* spp.; ToMv = *Tomato mosaic virus*; TSWV = *Tomato spotted wilt virus*; TYLCV = *Tomato yellow leaf curl virus*.

Os tratamentos (híbridos) foram dispostos em parcelas com área de 9,8 m². Nas parcelas com tutoramento com estacas de bambu (“V” invertido alternado), o espaçamento foi de 0,9 m entre canteiros, 0,5 m entre linhas e 1,0 m entre plantas, totalizando 14 plantas por parcela, correspondendo a uma população de 14.285 plantas há⁻¹. Nas parcelas tutoradas com fitilho, o espaçamento foi de 1,4 m entre canteiros e 0,35 m entre plantas na fileira, totalizando 20 plantas por parcela, correspondendo a uma população de 20.408 plantas há⁻¹.

O preparo de solo foi feito com aração e duas gradagens e os canteiros foram preparados com auxílio de rotoencanteiradora. A correção do solo e as adubações de plantio e cobertura foram realizadas de acordo com os resultados da análise de solo, seguindo-se a recomendação de adubação e calagem para o estado de São Paulo (TRANI; RAIJ, 1996). Os canteiros foram cobertos com filme agrícola de polietileno (*mulching*). As mudas foram produzidas em ambiente protegido, em bandejas de poliestireno expandido com 128 células preenchidas com substrato de fibra de casca de coco. O transplante das mudas para a área experimental ocorreu em 12 de setembro de 2007, 42 dias após a semeadura, quando as mudas apresentavam quatro folhas definitivas. As adubações de cobertura foram realizadas duas vezes por semana, a partir de 25 dias após a instalação dos experimentos no local definitivo, utilizando-se fertirrigação localizada por meio de gotejamento. As quantidades de

fertilizantes foram distribuídas com base no estágio de desenvolvimento da cultura (ALVARENGA, 2013), sendo divididas em três fases. Na primeira fase, que correspondeu da terceira à quinta semana após o transplante das mudas (SAT), foram aplicados 1,67 kg de nitrato de cálcio, 1,25 kg de fosfato monopotássico e 0,53 kg de nitrato de potássio; na segunda fase, da sexta à 11ª SAT, foram aplicados 2,1 kg de nitrato de cálcio, 1,73 kg de fosfato monopotássico e 0,94 kg de nitrato de potássio; e, na terceira fase, da 12ª a 17ª SAT, foram aplicados 1,1 kg de nitrato de cálcio e 1,74 kg de nitrato de potássio.

Foram realizadas desbrotas semanais e poda apical ou capação em todos os tratamentos. A poda apical foi efetuada após a emissão do 8º racemo, à altura de 1,8 m a 2,2 m, para viabilizar a produção de frutos graúdos.

As colheitas foram feitas no ponto ideal de maturação, denominado “de vez”, e determinado visualmente quando os frutos começavam a mudar da cor verde para a vermelha. A colheita foi realizada em todas as plantas das parcelas de cada tratamento. A primeira colheita ocorreu em 22 de novembro de 2007, seguida de mais seis em 27/11, 03/12, 10/12, 17/12, 26/12 e 03/01/2008, totalizando sete colheitas durante o ciclo de condução do experimento.

3.4.4.2 Avaliações e análise da variância

Foram avaliadas as seguintes características: produtividade total (PT), produtividade comercial (PC), produção por planta (PP), massa média de frutos (MM), número total de frutos (TF), número de frutos comercializáveis (FC), número de frutos das classes 3A, 2A e 1A, número de frutos manchados pelo sol (MAN) e com lóculo aberto (LAB). A PC foi determinada pela diferença entre produtividade total e produtividade de frutos não comercializáveis. Os frutos foram classificados pelo sistema adotado pelo setor produtivo de tomate que separa os frutos em três categorias (3A, 2A e 1A), de acordo com o diâmetro transversal (DT). Para o grupo SLV (formato redondo) consideraram-se 3A os frutos com DT maior que 85 mm, 2A com DT entre 65 e 85 mm, e frutos 1A com DT entre 50 e 65 mm. Para o tipo SC (formato oblongo) consideraram-se 3A os frutos com DT maior que 70 mm, 2A com DT entre 60 e 70 mm, e frutos 1A com DT entre 40 e 60 mm. Foram considerados como descarte (frutos não comercializáveis) os frutos com doenças fisiológicas ou fitopatológicas, frutos com ataque de insetos-praga e frutos miúdos, com DT menores que 50 e 40 mm para os grupos SLV e SC, respectivamente. Essa classificação aproxima-se da proposta do Programa Brasileiro para a Modernização da Horticultura (ANDREUCETTI et al., 2004).

Os dados de número de frutos das classes 3A, 2A e 1A e de número de frutos manchados e com lóculo aberto foram transformados em raiz quadrada de $x+1$. Posteriormente, as variáveis estudadas foram submetidas à análise de variância (teste F). Havendo significância ($P \geq 0,05$), as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5%. As análises estatísticas foram realizadas pelo programa (Sisvar, v. 4.3) (FERREIRA, 2000).

3.4.4.3 Resultados e discussão

Pela análise de variância dos fatores estudados, não houve efeito significativo da interação entre cultivar e sistema de condução de planta para a maioria das características avaliadas, exceto número total de frutos, número de frutos comercializáveis e número de frutos da classe AA (MATOS, 2010; MATOS, SHIRAHIGE; MELO, 2012).

Não houve efeito do sistema de condução sobre as produtividades total e comercial de frutos (Tabela 26). Para ambas as características, o resultado indica que não houve diferenças entre as cultivares de ambos os grupos para os dois sistemas de condução avaliados. Houve, apenas, tendência de vantagem com a utilização de uma haste por planta, apesar do número de hastes por hectare ser 40% menor. Resultado semelhante foi obtido por Marim et al. (2005), que não encontraram diferença entre os métodos de tutoramento cruzado e vertical para produtividade total e comercial de frutos. Por sua vez, Wamser et al. (2007), pesquisando a produtividade do tomateiro em função dos sistemas de condução de plantas, encontraram aumento na produtividade total e comercial em todos os métodos de tutoramento vertical avaliados.

Tabela 26 - Produtividade total (PT), produtividade comercial (PC), produção por planta (PP), massa média de frutos (MM), número de frutos das classes 3A e 1A, número de frutos manchados (MAN) e com lóculo aberto (LAB), de cultivares de tomateiro dos segmentos Salada Longa Vida e Santa Cruz, em dois sistemas de condução da planta. Itatiba, SP, Syngenta Seeds, 2007/2008.

	PT	PC	PP	MM	3A ²	1A ²	MAN ²	LAB ²
Sistema de condução	t ha ⁻¹		kg planta ⁻¹	g fruto ⁻¹	frutos planta ⁻¹			
Bambu	95,69 a ¹	94,92 a	6,69 a	132,30 b	6,62 b	13,70 a	0,17 b	0,11 a
Fitolho	96,48 a	94,55 a	4,67 b	153,48 a	8,18 a	4,39 b	0,23 a	0,12 a
CV (%)	8,75	8,84	8,91	4,58	4,39	7,90	6,20	4,83

¹ Médias na coluna seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%;

² Os dados originais foram transformados em $\sqrt{x+1}$.

Quando comparado com o sistema de condução com estacas de bambu e duas hastes por planta, o tutoramento com fitilho e uma haste por planta proporcionou incremento de 23,6% e redução de 68,0 % no número de frutos das classes 3A e 1A, respectivamente (Tabela 26). Resultados similares foram reportados por Carvalho; Tessarioli Neto (2005) e Marim et al. (2005), que observaram acréscimo na produção de frutos de melhor classificação (frutos grandes) e decréscimo na produção de frutos pequenos sob condução com uma haste por planta. Os autores atribuíram essa diferença à maior insolação e ventilação propiciadas pelo método de tutoramento vertical. Outra possível explicação para esses resultados se deve à alteração da relação fonte/dreno devido ao menor número total de frutos obtidos na condução com uma haste, quando comparado com a condução com duas hastes. A diminuição do número de frutos por planta permitiu o aumento da disponibilidade de assimilados para cada fruto (Tabela 27). Wamser et al. (2007) concluíram que o método de condução com uma haste por planta proporciona maior produção de frutos grandes e da qualidade do fruto em relação ao método de condução com duas hastes. Tais resultados têm grande importância para o produtor, pois os frutos de maior tamanho são os que alcançam maiores preços no mercado para consumo *in natura*.

Comparando os segmentos SLV e SC, os híbridos não diferiram estatisticamente entre si para PT, PC, PP e número de frutos das classes 3A e 1A (Tabela 27). No entanto, o híbrido Alambra apresentou PT superior a ‘Débora Pto’ em 15,7%, e maior PC que ‘Débora Pto’ e ‘Ellus’, em 13,7% e 8,5%, respectivamente. Para número de frutos da classe 3A, os híbridos de tomate do tipo SC, Débora Pto e Ellus, foram superiores às cultivares do segmento SLV, evidenciando a diferença de potencial produtivo de frutos graúdos entre os dois grupos de tomate avaliados. Situação oposta ocorreu para número de frutos da classe 1A (Tabela 28).

Tabela 27 - Número total de frutos (TF), número de frutos comercializáveis (FC) e número de frutos da classe 2A de cultivares de tomateiro dos segmentos SLV e SC, em função do sistema de condução de plantas. Itatiba, SP, Syngenta Seeds, 2007/2008.

Cultivar	Tipo	Sistema de condução					
		Bambu	Fitolho	Bambu	Fitolho	Bambu	Fitolho
		TF (frutos planta ⁻¹)		FC (frutos planta ⁻¹)		2A ² (frutos planta ⁻¹)	
Alambra	SLV	52,12 bcA ¹	30,32 abB	51,79 bcA	29,94 abB	31,78 aA	21,23 aB
Paron	SLV	43,90 dA	27,32 bB	43,56 dA	26,95 bB	28,78 aA	19,30 abB
Forty	SLV	47,24 cdA	30,29 abB	46,81 cdA	29,65 abB	29,10 aA	19,16 abB
Débora Pto	SC	54,76 abA	31,40 abB	54,58 abA	31,11 abB	32,09 aA	13,66 cB
Ellus	SC	58,35 aA	34,07 aB	58,15 aA	33,87 aB	31,54 aA	15,33 bcB
CV (%)		7,29		7,27		5,16	

¹ Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%;

² Os dados originais foram transformados em $\sqrt{x + 1}$.

Tabela 28 - Produtividade total (PT), produtividade comercial (PC), produção por planta (PP), massa média de frutos (MM), número de frutos das classes 3A e 1A, número de frutos manchados (MAN) e com lóculo aberto (LAB), em tomateiros dos segmentos SLV e SC. Itatiba, SP, Syngenta Seeds, 2007/2008.

Cultivar	Tipo	PT	PC	PP	MM	3A ²	1A ²	MAN ²	LAB ²
		t ha ⁻¹		kg pl ⁻¹	g fruto ⁻¹	frutos planta ⁻¹			
Alambra	SLV	103,27 a ¹	100,80 a	6,04 a	148,87 b	2,74 b	11,62 a	0,26 a	0,06 b
Paron	SLV	96,97 ab	95,57 ab	5,77 ab	164,22 a	2,64 b	9,97 a	0,03 b	0,28 a
Forty	SLV	97,60 ab	95,72 ab	5,80 ab	151,11 b	3,34 b	10,76 a	0,30 a	0,23 a
Débora Pto	SC	89,22 b	88,65 c	5,26 b	127,11 c	13,75 a	6,21 b	0,22 ab	0,00 b
Ellus	SC	93,37 ab	92,94 bc	5,55 ab	123,15 c	14,73 a	7,85 b	0,18 ab	0,01 b
CV (%)		8,75	8,84	8,91	4,58	4,39	7,90	6,20	4,83

¹ Médias na coluna seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%;

² Os dados originais foram transformados em $\sqrt{x + 1}$.

O sistema de condução tradicional com estacas de bambu influenciou o número total de frutos, o número de frutos comercializáveis, a produção por planta e a massa média de frutos. Independentemente das cultivares, as plantas conduzidas por esse sistema apresentaram desempenho superior para TF, FC e PP, e redução na MM (Tabelas 27 e 28) em comparação ao sistema de condução vertical com fitilho. Uma provável explicação para esse resultado deve-se ao fato de que as plantas tutoradas com bambu foram conduzidas com duas hastes, enquanto que as plantas tutoradas com fitilho foram conduzidas com uma haste. O aumento do número total de frutos e da produção por planta, e a diminuição da massa média de frutos obtidos no sistema com duas hastes ocorreu em função do maior número de hastes

por planta e à maior competição entre os frutos pelos fotoassimilados, respectivamente. O maior número de frutos por planta eleva a demanda por fotoassimilados, gerando uma forte competição entre eles. Shirahige et al. (2010) avaliando tomateiros dos segmentos Santa Cruz e Italiano verificaram menor massa média de frutos em plantas sem raleio e, portanto, com maior número de frutos. Esse resultado é corroborado por Carvalho; Tessarioli Neto (2005) que estudaram diferentes cultivares de tomateiro em função do espaçamento e do número de ramos por planta. Esses autores chegaram à conclusão de que, independentemente dos híbridos utilizados, as plantas conduzidas com duas hastes apresentaram maior número de frutos por planta e menor massa média comercial de frutos. Resultados semelhantes foram também descritos por SELEGUINI; SENO; ZIZAS (2002), que reportaram maior número total de frutos e de frutos comercializáveis no sistema de condução com duas hastes em relação à condução com uma haste. Esses resultados são indicativo de que o incremento do número de frutos é função do maior número de hastes por planta.

Na produção por planta, o híbrido do tipo SLV Alambra mostrou desempenho superior em 14,8% em relação ao híbrido SC Débora Pto, conforme pode ser visto na Tabela 28.

Para massa média de frutos, o híbrido SLV Paron com MM de 164,22 g fruto⁻¹ foi superior às demais cultivares independentemente do grupo varietal. ‘Alambra’ com MM de 148,87 g fruto⁻¹ e ‘Forty’ com 151,11 g fruto⁻¹, não diferiram entre si, mas foram superiores a ‘SC Débora Pto’ e ‘Ellus’ (Tabela 28). As cultivares do grupo SLV (valores médios de 154,73 g fruto⁻¹) apresentaram MM com valor 23,65% superior em comparação aquelas do grupo SC (valores médios de MM de 125,13 g fruto⁻¹) (Tabela 28). As diferenças de MM entre os grupos SLV e SC eram previsíveis uma vez que as cultivares do grupo SLV têm características distintas daqueles pertencentes ao grupo SC em termos de formato, tamanho e massa média de frutos (EPAGRI, 2003).

Houve maior número de frutos manchados (35,3%) no sistema de condução no fitilho com uma haste por planta quando comparado ao tutoramento com estacas de bambu com duas hastes por planta (Tabela 28). O sistema de condução vertical no fitilho com uma haste por planta favorece o surgimento de frutos manchados. Isso ocorre devido à menor proteção dos frutos pelas folhas contra a incidência direta de radiação solar (ALVARENGA, 2013). ‘Paron’ foi superior a ‘Alambra’ e ‘Forty’, mas não diferiu significativamente de ‘Débora Pto’ e ‘Ellus’ (Tabela 28). Uma provável explicação para tal ocorrência pode estar relacionada ao melhor enfolhamento desse híbrido.

Não houve efeito entre os sistemas de condução de plantas para lóculo aberto (Tabela 26). No entanto, ocorreu diferença estatística entre os híbridos evidenciando a diferença

genética entre os grupos varietais avaliados. O número de frutos com lóculo aberto observado em ‘Paron’ e ‘Forty’ foi significativamente superior ao de ‘Alambra’(Tabela 28). Esse resultado mostra que ‘Paron’ e ‘Forty’ têm maior predisposição genética do que ‘Alambra’ para a ocorrência desse distúrbio. Por sua vez, ‘Alambra’ não diferiu de ‘Débora Pto’ e ‘Ellus’, indicando, de fato, ser mais tolerante à ocorrência dessa desordem. Melo; Lopes; Giordano (2005) afirmaram que, entre outros fatores, a expressão desse distúrbio está associada ao genótipo.

É importante ressaltar que já era previsível a ocorrência quase nula de lóculo aberto nos dois híbridos Santa Cruz devido ao menor número de lóculos. De acordo com Alvarenga (2013), o maior número de lóculos em frutos do grupo Salada eleva a suscetibilidade ao lóculo aberto. Os distúrbios fisiológicos que ocorreram no experimento encontram-se ilustrados na Figura 40.

Figura 40 - (1) Rachadura concêntrica; (2) Micro rachadura concêntrica; (3) Rachadura radial; (4) Fruto oco; (5) e (6) Fruto manchado; (7) Lóculo aberto; (8) Fruto deformado.

No sistema de condução com bambu, o híbrido Ellus alcançou maior TF e FC que os híbridos do segmento SLV. Porém, no tutoramento com fitilho, ‘Ellus’ mostrou-se superior apenas ao híbrido Paron (Tabela 27) para ambas as características avaliadas.

Para o número de frutos da classe 2A, no sistema de condução com bambu, todas as cultivares avaliadas produziram maior número de frutos da classe 2A quando comparados às plantas tutoradas com fitilho (Tabela 27). Esse resultado é devido ao maior TF alcançado nas plantas com duas hastes e à maior competição entre os frutos pelos fotoassimilados, com consequente redução na massa média e no tamanho do fruto. No sistema de condução com fitilho, o híbrido Débora Pto destacou-se com menor número de frutos da classe 2A que as cultivares Alambra, Paron e Forty. Em contrapartida, ‘Ellus’ produziu menor número de

frutos da classe 2A que a cultivar Alambra. No tutoramento com estacas de bambu, não houve diferença significativa entre os desempenhos dos híbridos avaliados (Tabela 27).

Com base nesses resultados, concluiu-se que o sistema de tutoramento vertical no fitilho com uma haste é superior ao método de condução tradicional no bambu com duas hastes por planta. O tutoramento vertical com fitilho proporcionou aumento da produção de frutos da classe 3A e da massa média de frutos, e redução da produção de frutos da classe 1A, sem diminuir as produtividades total e comercial.

No segmento SC, os híbridos avaliados não diferiram estatisticamente entre si para todas as características avaliadas independentemente do sistema de condução. Por sua vez, os híbridos SLV não diferiram entre si quanto à PT, PC, PP e número de frutos das classes 3A e 1A. O híbrido Paron sobressaiu-se por apresentar maior massa média de frutos e menor número de frutos manchados que ‘Alambra’ e ‘Forty’, mas não diferiu desses híbridos para TF e FC no sistema de condução no fitilho com uma haste por planta.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesse item é apresentado um retrospecto do que foi abordado no presente documento, o qual foi embasado nas atividades de docência e pesquisa exercidas pelo autor dessa obra com a cultura do tomateiro de mesa na área fitotécnica em conexão com outras áreas da ciência agronômica.

A primeira parte traça um panorama sobre a tomaticultura de mesa com base na compilação de informações de várias fontes incluindo, entre outras, artigos científicos, teses, dissertações, boletins técnicos, livros e páginas da internet. Esse acervo bibliográfico permitiu resgatar fatos históricos, informações e eventos relevantes que contribuíram efetivamente para as transformações e os avanços da cultura do tomateiro de mesa desde a sua introdução no país, no final do século XIX, até 2013.

A segunda parte do documento foi estruturada em quatro fases, cada uma delas diretamente vinculadas à atuação profissional do autor, como pesquisador científico e docente na área da olericultura, junto a instituições públicas e privadas. É nessa perspectiva que se pode visualizar como elas interagiram entre si, além de avaliar os impactos advindos dos resultados alcançados até 2013.

O exame global das atividades exercidas pelo autor em sua trajetória profissional evidenciou a coerência de sua linha de pesquisa com sua formação. Como resultado, o autor obteve várias cultivares de tomateiro de mesa ao mesmo tempo em que se dedicou à investigação de técnicas culturais que maximizassem o potencial produtivo desses genótipos em condições tropicais e subtropicais. Além disso, é notório que as pesquisas desenvolvidas pelo autor com tomateiro de mesa em quatro décadas de atividades contribuíram para os avanços no conhecimento dessa importante hortaliça do ponto de vista fitotécnico, envolvendo o melhoramento genético e diversas outras especialidades da ciência da olericultura.

Cabe ressaltar a contribuição do autor na ampliação do conhecimento por meio dos estudos de capacidade combinatória envolvendo genótipos de tomateiro do grupo Santa Cruz e cultivares exóticas com destaque para a incorporação de genes de resistência a doenças limitantes, a exemplo das tospoviroses. O autor postulou a necessidade de desenvolvimento de programas específicos de melhoramento visando à obtenção de linhas parentais para uso exclusivo na criação de híbridos do padrão Santa Cruz. Entre as suas contribuições, destaca-se a criação de cultivares de hábito de crescimento determinado, cultivares essas que permitiram

a consolidação do sistema de cultivo rasteiro de tomateiro de mesa, hoje predominante em todo o Nordeste.

Os conhecimentos gerados sobre o manejo do tomateiro em ambiente protegido com ênfase na técnica de raleio de frutos mostrou-se altamente benéfica para o incremento da produtividade e da qualidade dos frutos. Nessa mesma linha de pesquisa, o estudo realizado em campo aberto sobre os efeitos de diferentes sistemas de tutoramento e de condução de híbridos de tomateiro de crescimento indeterminado sobre a produção e atributos de qualidade dos frutos, evidenciou a superioridade do sistema de tutoramento vertical no fitilho com uma haste por planta em relação ao sistema tradicional que utiliza varas de bambu e duas hastes por planta. Merece destaque, ainda, a condução de pesquisa visando à prospecção de cultivares de tomateiro com aptidão para sistemas orgânicos de produção em campo aberto e em ambiente protegido. Os resultados advindos dessa pesquisa contribuíram para mostrar as vantagens de híbridos F_1 em relação a cultivares de polinização aberta.

Ressalta-se que a longa experiência do autor como pesquisador em instituições dos setores público e privado contribuíram para moldar o seu perfil profissional. É nessa perspectiva que o autor espera que as pesquisas e atividades de ensino conduzidas tenham trazido contribuições práticas e inovadoras para o equacionamento de gargalos tecnológicos da cadeia produtiva do tomateiro de mesa do Brasil.

Da mesma forma, o candidato tem a expectativa de que esse trabalho tenha efetivamente contribuído para a formação de profissionais que assumirão a missão de enfrentar os desafios de hoje e do futuro que ainda são muitos, dado o dinamismo que caracteriza o setor brasileiro de produção de tomateiro de mesa.

REFERÊNCIAS

- ABCSEM. Associação Brasileiro do Comércio de Sementes e Mudas. **Pesquisa de mercado de sementes de hortaliças**. Disponível em: http://www.abcsem.com.br/docs/pesquisa_mercado_2009.pdf. Acesso em: 25 março 2013.
- AHMED, S.U.; SAHA, H.K.; SHARFUDDIN, A.F.M. Study of heterosis and correlation in tomato. **Thai Journal of Agricultural Science**, Ban Kok, v.21, p.117-123, 1988.
- ALLARD, R.W. Estimation of prepotency from lima bean diallel cross data. **Agronomy Journal**, Madison, v.48, p.537-43, 1956.
- ALLARD, R.W. **Princípios do melhoramento genético das plantas**. São Paulo: Edgard Blüchner, 1971. 381 p.
- ALVARENGA, M.A.R. **Tomate: produção em campo, em casa-de-vegetação e em hidroponia**. 2.ed.rev.ampl. Lavras: Ed. UFLA, 2013. 455p.
- ALMEIDA, J.L.F. Um novo aspecto do melhoramento do tomate. **Agricultura**, Piracicaba, v.10, p.43-44, 1961.
- AMARAL JÚNIOR, A.T.; CASALI, V.W.D.; SCAPIM, C.A.; CRUZ, C.D. Análise dialélica da capacidade combinatória de cultivares de tomateiro. **Bragantia**, Campinas, v.55, n.1, p.67-73, 1996.
- AMARAL JUNIOR, A.T.; CASALI, V.W.D.; CRUZ, C.D.; FINGER, F.L. Inferências genéticas na produção e qualidade de tomateiro sob cruzamento dialélico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.8, p.1407-1416, 1999.
- ANDERLINI, R. **A cultura do tomate**. Lisboa: Litexa, 1982. 164p.
- ANDREUCCETTI, C.; FERREIRA, M.D.; GUTIERREZ, A.S.; TAVARES, M. Classificação e padronização dos tomates cv. Carmem e Débora dentro da CEAGESP – SP. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.24, n.3, p.790-798, 2004.
- ANDRIOLO, J.L. **Fisiologia das culturas protegidas**. 1.ed. Santa Maria: UFSM, 1999. 142p.
- ARAMBURU, J.; GALIPIENSO, L.; SOLER, S.; LÓPEZ, C. Characterization of Tomato spotted wilt virus isolates that overcome the Sw-5 resistance gene in tomato and fitness assays. **Phytopathol. Mediterr.** v.49, p.342-351, 2010.

AOAC. ASSOCIATION ON OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the Association of the Agricultural Chemists**. 17th. AOAC: Gaythersburg, M.D. 1115p. 2000.

ARAGÃO, F.S.; MELO, P.C.T.; GIORDANO, A.C.A.; BOITEUX, L.S.; ÁVILA, A.C. Stability of the *Sw-5*-mediated resistance to Brazilian tospovirus isolates. In: WORLD CONGRESS ON THE PROCESSING TOMATO, 5, 2002, Istambul. **Abstracts...** Istambul: ISHS, 2002.

ARAGÃO, F.A.S.; MELO, P.C.T.; ÁVILA, A.C. Influência da amplitude térmica diária na resistência ao tospovírus conferida pelo gene *Sw-5* em tomateiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE PLANTAS, 2., 2003, Porto Seguro. **Anais...** Porto Seguro: SBMP, 2003. 1 CD-ROM.

BATISTA, J.B.; LEAL, N.R. **Avaliação fitotécnica e econômica entre culturas de tomateiro estaqueado e rasteiro (*Lycopersicon esculentum* Mill)**. Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio de Janeiro. EMPAER: Niteroi. 4p., n.129. 1983.

BELFORD, C.C.; CAMPOS, J.P.; CASALI, V.W.D. Efeito de poda da haste principal e população de plantas na produção de frutos do tomateiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 1982. Vitória, ES. **Resumos...** Vitória: SOB, 1982, 382p. p. 290-292.

BERDEGUÉ, J.A.; OCAMPO, A.; ESCOBAR, G. Sistematización de experiencias locales de desarrollo agrícola y rural: guía metodológica. 2. ed. Santiago, Chile: FIDAMERICA; PREVEL, 2002. Disponível em: <http://www.grupochorlavi.org/webchorlavi/sistematizacion/guiametodologica.PDF>. Acesso em: 21 mar. 2013.

BETTIOL, W.; GHINI, R.; GALVÃO, J.A.H.; SILOTO, R.C. Organic and conventional tomato cropping systems. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.61, n.3, p.253-259, 2004.

BHATT, R.P.; BISWAS, V.R.; KUMAR, N. Heterosis, combining ability and genetics for vitamin C, total soluble solids and yield in tomato (*Lycopersicon esculentum*) at 1700m altitude. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v.137, p.71-75, 2001.

BOILEAU, T.W.; LIAO, Z.M.; KIM, S.; LEMESHOW, S.; ERDMAN, J.W.; CLINTON, S.K. Prostate carcinogenesis in N-methyl-N-nitrosourea (NMU)–testosterone-treated rats fed with tomato powder, lycopene, or energy-restricted diets. **Journal of the National Cancer Institute**, Illinois, v. 95, n.21, p.1578-1586, 2003.

BOITEUX, L.S.; GIORDANO, L.B.; ÁVILA, A.C.; SANTOS, J.R.M. ‘TSW-10’: linhagem de tomate para mesa resistente a três espécies de tospovírus causadores do “vira-cabeça”. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.11, n.2, p.163-164, 1993.

BOITEUX, L.S.; MELO, P.C.T.; VILELA, J.V. Tomate para consumo *in natura*. In: ALBUQUERQUE, A.C.S.; SILVA, A.G. (Org.). **Agricultura tropical: quatro décadas de inovações tecnológicas, institucionais e políticas**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. v.1, p.557-567.

BORÉM, A. **Melhoramento de plantas**. 2 ed. Viçosa: UFV. cap.8, p. 135-155. 1998.

BORRAZ, J.C.; CASTILHO, F.S.; ROBLES, P.E. Efectos del despunte y la densidade de poblacion sobre variedades de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill), em hidroponia bajo invernadero. **Chapingo**, Chapingo, v.15, n.73/74, p.26-30, 1991.

BRASIL. Ministério da Agricultura do Abastecimento e da Reforma Agrária. Portaria nº 553 de 30 de agosto de 1995. Dispõe sobre a Norma de identidade, qualidade, acondicionamento e embalagem do tomate *in natura*, para fins de comercialização e revoga as especificações de identidade, qualidade, acondicionamento e embalagem do tomate, estabelecidas pela Portaria nº. 76, de 25 de fevereiro de 1975. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, setembro, 1995.

BRASIL. Legislação brasileira sobre proteção de cultivares. Brasília: Ministério da Agricultura e Abastecimento: MA/SDR/SNPC, 1998. 115p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria SARC nº 085 de 06 de março de 2002. **Propõe o Regulamento técnico de identidade e qualidade para classificação do tomate**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, março 2002.

BRASIL. Lei n. 10.831, de 23 de dezembro de 2003. **Diário Oficial da União**, 24 dez. 2003. Seção I. Dispõe sobre a agricultura orgânica e outras providencias.

BRAZ, L.T. **Estudos da heterose e da capacidade combinatória visando produção de frutos e sementes de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.)**. 116p. (Doutorado - Faculdade de Ciências Agrárias UNESP), Jaboticabal, 1992.

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, v.647, p.1-123, 2004.

BRUCE, A.B. The Mendelian theory of heredity and the augmentation of vigor. **Science**, Washington, v.32, p.627-628, 1910.

BUESCHER, R.W.; TIGCHELAAR, E.C. Pectinesterase, polygalacturonase, cx-cellulase activities and softening of the *rin* tomato mutant. **HortScience**, Alexandria, v.10, p.624-625, 1975.

CALIMAN, F.R.B. **Produção e qualidade de frutos de genótipos de tomateiro em ambiente protegido e no campo**. 2003. 72 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2003.

CAMARGOS, M.I.; FONTES, P.C.R.; CARDOSO, A.A.; CARNICELLI, J.H.A. Produção de tomate longa vida em estufa, influenciada por espaçamento e número de cachos por planta. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.18, p.563-564, 2000.

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

CAMPOS, J.P.; BELFORD, C.C.; GALVÃO, J.D.; FONTES, P.C.R. Efeito da poda de haste e da população de plantas sobre a produção do tomateiro. **Revista Ceres**, Viçosa, v.34, n.191, p.198-208, 1987.

CARDOSO, F.B. **Produtividade e qualidade de tomate com um e dois cachos em função da densidade de plantio, em hidroponia**. 39p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - UFV, Viçosa, 2007.

CARMO, C.A.S.; CALIMAN, L.F. Tomate: clima, época de plantio e cultivar. In: Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural - INCAPER (Ed.). **Tomate**. Vitória: INCAPER, 2010. p.121-147.

CARVALHO, V.D. Características químicas e industriais do tomate. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.66, n.6, p.63-68, 1981.

CARVALHO, L.A.; TESSARIOLI NETO, J. Produtividade de tomate em ambiente protegido, em função do espaçamento e número de ramos por planta. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, p.986-989, 2005.

CARVALHO, C.R.L.; MANTOVANI, D.M.; CARVALHO, P.R.N.; MORAES, R.M. **Análises químicas de alimentos** (Manual Técnico). Campinas: Biblioteca do ITAL, 1990. 121p.

CARVALHO, J.O.M.; LUZ, J.M.Q.; JULIATTI, F.C.; MELO, L.C.; TEODORO, R.E.F.; LIMA, L.M.L. Desempenho de famílias e híbridos comerciais de tomateiro para processamento industrial com irrigação por gotejamento. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.21, n.3, p.525-533, 2003.

CASCUDO, L.C. **História da alimentação no Brasil**. Belo Horizonte: Itatiaia; São Paulo: EDUSP; v.1-2. 1983. 926p.

CASTILLA, N.; MONTERO, J.I. Environmental control and crop production in mediterranean greenhouses. **Acta Horticulturae**, The Hague, n.797, p.25-36, 2008.

CEAGESP. Companhia de entrepostos e armazéns gerais de São Paulo. **Programa brasileiro para a modernização da horticultura: normas para a classificação do tomate**. Centro de Qualidade em Horticultura (CQH, Documentos 26), São Paulo, 2003.

CHENG, S.S. **Avaliação de algumas características agronômicas em híbridos de tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.)**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1972.

CHITARRA, M.I. CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: ESAL/FAEPE, 2005. 2ª Edição. 783p.

CLERGEAU, M.; LATERROT, H.; PITRAT, M. Création de varieties, resistantes aux maladies chez les plants maraichères. **Bulletin Technique d'information**, Paris, v.337, p.101-114, 1979.

CORRÊA, A.L.; FERNANDES, M.C.A.; AGUIAR, L.A. **Produção de tomate sob manejo**. Niterói: Programa Rio Rural, Manual Técnico; 36, 2012. 38p.

COX, S. **I say tomayto, you say tomahto**. 2000. Disponível em: <http://www.landscapeimagery.com/tomato.html>. Acesso em: 26 fevereiro 2013.

CRAWFORD, A.Mc. **Alimentos: seleção e preparo**. Rio de Janeiro: Editora Record, 1966. 387p.

CRESCENZI, A.; VIGGIANO, A.; FANIGLIULO. Resistance breaking tomato spotted wilt virus isolates on resistant pepper varieties in Italy. **Commun Agric. Appl. Biol. Sci.**, v.78, n.3, p.609-612, 2013.

CRUZ, C.D. **Programa Genes** - versão Windows. aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa: UFV. 2004. Disponível em: <http://www.ufv.br/dbg/genes/genes.htm>. Acesso em: 15 maio 2010.

CRUZ, C.D., REGAZZI, A.J.; CARNEIRO P.C.S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, Cap. VII, p.223-375, 2004.

CRUZ, C.D.; VENCOVSKY, R. Comparação de alguns métodos de análise dialélica. **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, v.12, n.2, p.425-438, 1989.

CUARTERO, J.; MOLINA, J. Las características “Larga vida” y sus efectos sobre el comércio internacional. In: FARNBOROUGH INTERNATIONAL TECHNOLOGY EXPLOITATION CONFERENCE - FITECH'98, Valencia, Espanha, 1998. **Anais....** Disponível em: <http://www.horticom.com/fitech4/ponencias/epon7.html>. Acesso em : 15 fevereiro 2010.

CUARTERO J.; CUBERO J.I. Phenotypic, genotypic and environmental correlation in tomato (*Lycopersicon esculentum*). **Euphytica**, Wageningen, v.31, p.151-159, 1982.

CUARTERO, J.; FERNANDEZ-MUÑOZ, R.; GONZÁLEZ-FERNÁNDEZ, J.J. Estresses abióticos. In: NUEZ, F. (Ed.). **El cultivo del tomate**. Madrid: Mundi-Prensa, p.352-382, 1995.

CURRENCE, T.M.; LARSON, R.E.; VIRTÁ, A.A. A comparison of six tomato varieties as parents of F₁ lines resulting from the fifteen possible crosses. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.45, p.349-352, 1944.

DAVENPORT, C.G. Degeneration, albinism and inbreeding. **Science**, Washington, v.28, p.454-455, 1908.

DELEO, J.P.; PAGLIUCA, L.G. Especial tomate. **Hortifruti Brasil**, Piracicaba, n.113, p.10-26, 2012.

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, 2000.

DELLA VECCHIA P.T.; TAKASAKI, P.E.; TÚLLIO, A.A. Débora e Cláudia: os primeiros híbridos brasileiros de tomate do tipo Santa Cruz. In: ENCONTRO NACIONAL DE PRODUÇÃO E ABASTECIMENTO DE TOMATE, 1. Viçosa, 1989. Resumos... Viçosa: UFV, 1989. p.122-124.

DIAS, M.S. **Produção de sementes híbridas F₁ no tomateiro**. Viçosa: Universidade Rural do Estado de Minas Gerais, 1960. 3p. (Hortaliças: cultura do tomateiro, 6). (mimeografado).

DIVER, S.; KUEPPER, G.; BORN, H. **Organic tomato production**. National Center for Appropriate Technology (ATTRA) Publication #CT073/149. 1999. Disponível em: <http://attra.ncat.org/attra-pub/tomato.html#training>. Acesso em: 3 março 20.

DUNCAN, D.B. Multiple range and multiple F-tests. **Biometrics**, Malden, v.11, p.1-42, 1955.

EAST, E.M. **Inbreeding in corn**. Connecticut Agricultural Experimental Station Report, v.1907, p.419-428, 1908.

ECKERT, C. **Orientações para a elaboração de sistematização de experiências**. Porto Alegre: Associação Riograndense de Empreendimentos de Assistência Técnica e Extensão Rural (EMATER-RS) - Associação Sulina de Crédito e Assistência Rural (ASCAR), 2009. 469p.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária 2004. Disponível em: <http://www.cppse.embrapa.br/meteoro/apresentacao.htm?novapagina=1>. Acesso em: 23 de dezembro de 2004.

ENOCH, H.Z. Climate and protected cultivation. **Acta Horticulturae**, The Hague, n.176, p.11-20, 1986.

EPAGRI. Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural. **Avaliação de cultivares para o Estado** de Santa Catarina 2003/2004. Florianópolis: EPAGRI. 2003. 141p.

ESPINOZA, W. **Manual de produção de tomate industrial no Vale do São Francisco**. Brasília: Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura (IICA), Escritório no Brasil, 1991. 301p.

ESTRADA-SALAZAR, E.I. **Evaluacion de cruzamientos dialélicos en tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.)**, Bogotá, 109p. (Mestrado - Universidade Nacional da Colômbia). 1984.

FALCONER, D.S. **Introdução à genética quantitativa**. Trad. SILVA, M.A.; SILVA, J.C. Viçosa, UFV. Imprensa Universitária, 1987. 279p.

FAOSTAT - FAO Statistics Division. Disponível em: <http://faostat.fao.org/site/567/default.aspx#ancor>. Acesso em: 4 fevereiro 2013.

FERRAZ, E.; MELO, P.C.T.; WANDERLEY, L.J.G.; SILVA, C.J.; SAMPAIO, J.F. Comportamento de cultivares de tomate para processamento industrial sob condições irrigadas e não irrigadas no Nordeste. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 22. Vitória, 1982. **Resumos...** Secretaria de Estado da Agricultura-ES/Sociedade de Olericultura do Brasil, 1982. p.74-76.

FERRAZ, E.; MELO, P.C.T.; MENEZES, D.; MENEZES, J.T.; CANDEIA, J.A.. Cultivar de tomate IPA-5. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.4, n.1, p.52. 1986.

FERRAZ, E.; MELO, P.C.T.; MENEZES, D.; MENEZES, J.T. Cultivar de tomate Caline IPA-6. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.5., n.1, p.55. 1987.

FERREIRA, M.M.M. **Índice de nitrogênio para o diagnóstico do estado nutricional do tomateiro em presença e ausência de adubação orgânica**. 145p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2001.

FERREIRA, D.F. **Manual do sistema Sisvar para análises estatísticas**. Lavras: UFLA, 2000. 66p. Disponível em: <http://www.dex.ufla.br/~danielff/sisvarmanual.pdf>. Acesso em: 4 jun 2010.

FILGUEIRA, F.A.R. **Novo Manual de Olericultura**: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 2. ed: Viçosa: Editora UFV, 412p., 2003.

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

FONTES, P.C.R.; NAZAR, R.A.; CAMPOS, J.P. Produção e rentabilidade da cultura do tomateiro afetadas pela fertilidade e pelo sistema de condução. **Revista Ceres**, Viçosa, v.34, p.355-365, 1987.

FREITAS, J.A.; MALUF, W.R.; GOMES, L.A.A.; OLIVEIRA, A.C.B.; MARTINS, W.; BRAGA, R.S. Padrão de amadurecimento e conservação pós-colheita de frutos de tomateiro, em função das diferentes constituições genotípicas no loco alcobaça. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Campinas, v.10, p.191-196, 1998.

GARCÍA-CANO, E.; RESENDE, R.O., FERNÁNDEZ-MUÑOZ, R.; MORIONES, E. Synergistic interaction between Tomato chlorosis virus and Tomato spotted wilt virus results in breakdown of resistance in tomato. **Phytopathology**, v.96, p.1263-1269, 2006.

GARDNER, C.O.; EBERHART, S.A. Analysis and interpretation of variety cross diallel and related populations. **Biometrics**, Raleigh, v.22, p.439-452, 1966.

GEISENBERG, C.; STEWART, K. Field crop management. In: ATHERTON, J.G.; RUDICH, J. (Ed.) **The tomato crop**. London: Chapman & Hall, cap.13, p.511-557, 1986.

GIGLIOTI, E. **Conciliação dos métodos de STM e TBIA para determinação de resistência de genótipos de cana-de-açúcar RSD**. 119f. Tese (Doutorado) Piracicaba SP. Escola Superior de Agronomia Luiz de Queiroz - ESALQ/USP, 1997.

GIL, M.I.; CONESA, M.A.; ARTÉS, F. Quality changes in fresh cut tomato as affected by modified atmosphere packaging. **Postharvest Biology and Technology**, Washington, v.25, p.199-207, 2002.

GILBERT, J.C.; Mc GUIRE, D.C. Root knot resistance in commercial type tomatoes in Hawaii. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.60, p.401-411, 1952.

GIORDANO, L.B. Cultivares de hortaliças desenvolvidas pela pesquisa nacional. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA 31., 1991. Belo Horizonte. **Palestras...** Belo Horizonte: Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural (EMATER-MG), p.119-156, 1991.

GIORDANO, L.B.; SILVA, J.B.C; BARBOSA, V. Escolha de cultivares e plantio. In: SILVA, J.B.C., GIORDANO, L.B. (Org.). **Tomate para processamento industrial**. Brasília: EMBRAPA Comunicação para Transferência de Tecnologia, p.168, 2000.

GIORDANO, L.B.; ARAGÃO, F.A.S.; BOITEUX, L.S. Melhoramento genético do tomateiro. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.24, p.43-57, 2003.

GIORDANO, L.B.; BOITEUX, L.S.; FONSECA, M.E.N.; MELO, P.C.T.; NASCIMENTO, W.M. San Vito: A nova geração de híbridos de tomate ricos em elementos funcionais. **Revista Campo & Negócios HF**, Uberlândia, v.10, n.1, p.8-9, 2006.

GONTIJO, M.C.; MALUF, W.R.; MIRANDA, J.E.C. Análise genética do peso médio por lóculo em um cruzamento dialélico de cultivares de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.1, p.24-27, 1983.

GRIFFING, B. A generalized treatment of the use of diallel crosses in quantitative inheritance. **Heredity**, Oxford, v.10, p.31-50, 1956a.

GRIFFING, B. Concept of general and specific ability in relation to diallel crossing systems. **Australian Journal of Biological Sciences**, Australia, v.9, n.4, p.462-93, 1956b.

GRIFFING, B. **Analysis of tomato yield components interms of genotypic and environmental effects**. Ames,:Iowa Station College, 1953. p.327-379. (Research Bulletin, 397).

GUIMARÃES, M.A.; CALIMAN, F.R.B.; SILVA, D.J.H.; MATTEDI, A.P.; MARIN, B.G. Produção e sabor de tomate em função da despona e desbaste de cachos em tomateiro do grupo Santa Cruz. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.22, 2004. I CD ROM. Apresentado no CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 44., 2004, Campo Grande.

GUSMÃO, S.A.L. **Efeito da poda e da densidade de plantio sobre a produção do tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.)**. 1988. 102p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1988.

HALLAULER, A.R.; MIRANDA, J.B. **Quantitative genetics in maize breeding**. Iowa State University Press: Ames., 468p., 1988.

HANNA, Y.; HERNANDEZ, T. Heterosis and inheritance of fruit shape in the tomato. **Hortscience**, Alexandria, v.14, n.2, 15-22, 1979.

HENDRIX, J.W.; FRAZIER, W.A. Studies on the inheritance of *Stemphylium* resistance in tomatoes. **Technical Bulletin**, 8. Honolulu: University of Hawaii, 1949.

HENZ, G.P.; MORETTI, C. Tomate: manejo pós-colheita. **Revista Cultivar HF**, p.24-28, 2005.

HOBSON, G.E.; GRIERSON, D. Tomato. In: SEYMOUR, G.B.; TAYLOR, J.E.; TUCKER, G.A. (Ed.). **Biochemistry of fruit ripening**. London: Chapman & Hall, 1993. p.405-442.

HORA, R.C. **Aplicação de luz na faixa do vermelho-extremo em mudas e diferentes sistemas de condução do tomateiro, em ambiente protegido**. 56p. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Sistema de Produção) - Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Ilha Solteira, 2003.

HORINO, Y.; MAKISHIMA, N.; REIS, N.V.B.; CORDEIRO, C.M.T.; REIFSCHNEIDER, F.J.B. Produção de tomate e pepino sob cobertura plástica para proteção contra chuva. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.5, n.1, p.61, 1987.

HORINO, Y.; PESSOA, H.B.S.V. Avaliação de cultivares de tomate sob proteção plástica. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.7, n.1, p.57, 1989.

HORTALIZAS. **Tomates de México**. Agosto de 2010. Disponível em: www.hortalizas.com/articulo/18142/tomates-de-mexico. Acesso em: 23 fevereiro 2013.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Levantamento sistemático da produção agrícola**. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa_200912.pdf. Acesso em 10 março 2010.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Levantamento sistemático da produção agrícola**. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa_201112.pdf. Acesso em: 14 junho 2012.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Levantamento sistemático da produção agrícola**. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa_201212.pdf. Acesso em: 4 fevereiro 2013.

IFOAM. International Federation of Organic Agriculture Movements. **Basic standards for organic production and processing**. Disponível em <http://www.ifoam.org/>. Acesso em: 07 abril 2008.

IKUTA; H.; VENCOVSKY, R.; DIAS, M.S.D. Ensaio de variedades de tomate do tipo Santa Cruz. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.5, n.2, p.16-17, 1965. Apresentado no CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 5., Recife. 1965.

IPA/COOPECA. Instituto Pernambucano de Pesquisa Agropecuária. **Relatório do programa de pesquisa com a cultura do tomate estaqueado no agreste meridional de Pernambuco**. Recife: IPA, 1984. 38p.

JANICK, J. Competição biológica. In: _____. **A ciência da horticultura**. 2. ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1968. cap. 8, p.282-284.

JANICK, J.; ERICKSON, H.T.; COUTO, F.A.A. Santa Rita: Uma nova variedade de tomate, resistente a rachadura. **Revista de Olericultura**, Viçosa, v.4, p.117-118, 1964.

JINKS, J.L.; HAYMAN, B.I. The analysis of diallel crosses. **Maize Genetic Cooperation Newsletters**, Columbia, v.27, p.48-54, 1953.

JUNQUEIRA, AH; PEETZ, MS; ONODA, SM. **Sweet Grape: um modelo de inovação de gestão da cadeia de produção e distribuição de hortaliças diferenciadas no Brasil**. Estudo de Caso, Escola Superior de Propaganda e Marketing, abril de 2011. Disponível em: http://www.organicnet.com.br/wp-content/uploads/sweet_grape.pdf. Acesso em: 23 fevereiro 2013.

KADER, A.A.; MORRIS, M.A.; STEVENS, M.A.; ALBRIGHT-HOLTON, M. Composition and flavor quality of fresh market as influenced by some postharvest handling procedures. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.103, n.1, p.6-11, 1978.

KEDAR, N; RABINOVITCH, H.D. Improved breeding methods for yield, adaptation and shelf life. In: MEETING OF THE EUCARPIA – TOMATO WORKING GROUP, 13., 1997, Jerusalém. **Proceedings...**Jerusalém: European Association for Research on Plant Breeding, 1997.

KEMPTHORNE, O.; CURNOW, R.N. The partial diallel cross. **Biometrics**, Virginia, v.17, p.229-50, 1961.

KHANNA, K.R.; CHAUDHARY, R.C. The nature of gene action and combining ability for some vegetative characters in tomato. **Euphytica**, Wageningen, v.23,n.1, p.159-165, 1974.

KOPELIOVITCH, E.; RABINOWITCH, H.D.; MIZRAHI, Y.; KEDAR, N. The potential of ripening mutants for extending the storage life of the tomato fruit. **Euphytica**, Wageningen, v.28, p.99-104, 1979.

LAMMERTS VAN BUEREN, E.T. **Organic plant breeding and propagation: concepts and strategies**. Netherlands: Wageningen University. 210p. 2002. (Thesis).

LANCELOTTI, S. **500 anos de gastronomia em Terra Brasilis**. L&PM Editores, 2000. 123p.

LAPUSHNER, D.; FRANKEL, R.; FUCHS, Y.; BASKER, D.; EDELMAN, H. Tomato fresh market fruit quality from a once over harvest of *nor* and *rin* hybrid arrays : Considerations for mechanical harvest production. In: MEETING OF THE EUCARPIA TOMATO WORKING GROUP, **Proceedings...** Avignon, France: European Association for Research on Plant Breeding 1981. p.153-160.

LATERROT, H. Sélection de variétés de tomate résistantes aux *Meloidogyne*. **European and Mediterranean Plant Protection Organization**, v.1, n.3, p.89-92, 1973.

LEAL, M.A.A.; ARAÚJO, M.L.; FERNANDES, M.C.A. Raleio e capação na produtividade e na qualidade dos frutos de tomateiro cultivado em ambiente protegido, em sistema orgânico. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.21, p.267-267, 2003.

LÉDO, F.J.S.; CAMPOS, J.P.; FONTES, P.C.R.; GOMES, J.A.; REIS, F.P. Comportamento de seis cultivares de tomate de crescimento determinado, sob três sistemas de condução da planta, na produção de frutos para consumo *in natura*. **Revista Ceres**, Viçosa, v.42, p.218-224, 1998.

LIMA, N.G.F.; HAMMERSCHMIDT, I. As culturas de tomate e alface em estufa. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.4, n.1, p.59, 1986.

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

LOGENDRA, L.S.; GIANFAGNA, T.J.; SPECCA, D.R.; JANES, H.W. Greenhouse tomato limited cluster production systems: crop management practices affect yield. **HortScience**, Alexandria, v.36, n.5, p.893-896, 2001.

LOOMIS, R.S.; AMTHOR, J.S. Yield potential, plant assimilatory capacity, and metabolic efficiencies. **Crop Science**, Madison, v.39, p.1584-1596, 1999.

LOPES, C.A.; REIS, A.; BOITEUX, L.S. Doenças fúngicas. In: LOPES, C. A.; ÁVILA, A. C. (Org.). **Doenças do tomateiro**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2005. p. 17-51.

LOPES, M.C.; STRIPARI, P.C. A cultura do tomateiro. In: GOTO, R.; TIVELLI, S.W. **Produção de hortaliças em ambiente protegido: condições subtropicais**. São Paulo: Fundação Editora da UNESP, 1998. cap.9, p.257-319.

LORENA, B. **Cultura do tomateiro**. São Paulo: SAIC/Directoria de Publicidade Agrícola, 1937. 38p.

MACHADO, A.Q.; ALVARENGA, M.; 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, p.149-153, 2007.

MACNISH, A.J.; JOYCE, D.C.; SHORTER, A.J. A simple non-destructive method for laboratory evaluation of fruit firmness. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v.37, p.709-713, 1997.

MAKISHIMA, N.; MIRANDA, J.E.C. **Cultivo do Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.)**. Brasília: EMBRAPA CNPH, 1992. 22 p. (Instruções Técnicas do CNPH, 11).

MALUF, W.R., MIRANDA, J.E.C.; CAMPOS, J.P. Análise genética de um cruzamento dialélico de cultivares de tomate. II Características referentes à produção de frutos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.17, n.4. p.633-641, 1982.

MALUF, W.R., MIRANDA, J.E.C.; CORDEIRO, C.M.T. Correlações entre médias e híbridos F₁ e médias parentais em tomate. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.17, n.8. p.1171-1176, 1982.

MALUF, W.R.; FERREIRA, P.E.; MIRANDA, J.E.C. Genetic divergence in tomatoes and its relationship with heterosis for yield in hybrids. **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, v.6, n.3, p.453-460, 1983.

MARGARIDO, M.A.; KATO, H.T.; UENO, L.H. Aplicação da metodologia BoxJenkins na análise da transmissão de preços no mercado de tomate no Estado de São Paulo. **Estudos Econômicos**, São Paulo, v.24, n.3, p.405-32, 1994.

MARIM, B.G.; SILVA, D.J.H.; GUIMARÃES, M.A.; BELFORT, G. Sistemas de tutoramento e condução do tomateiro visando produção de frutos para consumo *in natura*. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, p.951-955, 2005.

MARLOW, D. **The greenhouse advantage**. Fresh Americas/ Fine Produce for the USA. p.8-9. Series 2008. Disponível em: [http:// www.freshamericas-digital.com/freshamericas/200812](http://www.freshamericas-digital.com/freshamericas/200812). Acesso em: 06 janeiro 2008.

MARTINEZ, P.B.A.; SANINT, P.R.; VALLEJO-CABRERA, F.A. Análisis de la heterosis y de la habilidade combinatoria entre diferentes cultivares de tomate, *Lycopersicon esculentum* Mill., a partir de um cruzamento dialélico. **Acta Agronômica**, Palmira, v.39, n.1-2, p.24-33. 1989.

MARTINIC, S. Algunas categorias de análisis para la sistematización. Santiago, Chile: CIDE-FLACSO, 1984. Disponível em: <http://cronopio.flacso.cl/fondo/pub/publicos/1984/libro/001313.pdf>. Acesso em: 21 mar 2013.

MARTINS, G.; CASTELLANE, P.D.; VOLPE, C.A.; BANZATTO, C.A. Uso da casa de vegetação com cobertura plástica na tomaticultura de verão. Desenvolvimento e produção. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.10, n.1, p.60, 1992.

MATHER, K.; JINKS, J.L. **Biometrical genetics**. 2. ed. London: Chapman and Hall, 1971. 382p.

MATOS, E.S. **Desempenho de híbridos de tomate de mesa em função de sistemas de condução e da densidade populacional**. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. 2010. 106p.

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, p.240-245, 2012.

MATSUDA. Grupo Matsuda. Disponível em: <http://www.matsuda.com.br>. Acesso em: 19 dezembro 2004.

MEDEIROS, M.A.; VILELA, N.J.; FRANÇA, F.H. Eficiência técnica e econômica do controle biológico da traça-do-tomateiro em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.24, p.180-184, 2006.

MELO, P.C.T. **Heterose e capacidade combinatória em um cruzamento dialélico parcial entre seis cultivares de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.)**. Piracicaba, 107 p. (Doutorado - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”). 1987.

MELO, P.C.T. **Melhoramento genético do tomateiro**. Campinas: ASGROW. 1989. 55p. (impresso).

MELO, P.C.T. Tendências do melhoramento genético do tomateiro visando mesa e indústria no Brasil. In: ENCONTRO NACIONAL DE PRODUÇÃO E ABASTECIMENTO DE TOMATE, 2., 1991, Jaboticabal, SP. **Palestras...** Jaboticabal, SP: UNESP; FCAV; SOB; ANDEF; FUNEP, 1991. p.35-46.

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

MELO, P.C.T.; CARNEIRO, L. Tomato breeding for tospovirus resistance for Brazilian subtropical and tropical conditions. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TROPICAL TOMATO DISEASES, 1., 1996, Recife. **Proceedings...** Alexandria: ASHS: IPA 1997. p.172-173.

MELO, P.C.T.; VILELA, N.J.; FONTE, L.C. Agroprocessamento do tomate no Brasil: realidade e perspectivas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.29, p.S5992-S6006, 2011. Apresentado no CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 51., 2011.

MELO, P.C.T.; RIBEIRO, A. Produção de sementes de tomate: cultivares de polinização livre e híbridos. In: CASTELLANE, P.D.; NICOLOSI, W.M.; HASEGAWA, W. (Ed.) **Produção de sementes de hortaliças**. Jaboticabal: FCAV/FUNEP, 1990. p.193-223.

MELO, P.C.T.; WANDERLEY, L.J.G. Melhoramento de populações locais de tomateiro no Estado de Pernambuco. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 24., REUNIÃO LATINO-AMERICANA DE OLERICULTURA 1., 1984, Jaboticabal. **Resumos...** Brasília: EMBRAPA-DDT, 1984. p.122.

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. 2004.

MELO, P.C.T; LOPES, C.A.; GIORDANO, L.B. Distúrbios fisiológicos. In: LOPES, C.A.; ÁVILA, A.C. (Ed.) **Doenças do Tomateiro**. Brasília: EMBRAPA Hortaliças, p.101-132. 2005.

MELO, P.C.T; MELO, A.M.T.; ARAGÃO, F.A.S. Melhoramento genético de hortaliças no Brasil: retrospectiva e perspectivas. In: SIMPÓSIO NORDESTINO DE GENÉTICA E MELHORAMENTO DE PLANTAS, 1., 2009, Fortaleza. **Resumos...** Fortaleza: Sociedade Brasileira de Melhoramento de Plantas/Embrapa Agroindústria Tropical, 2009. p.60-82.

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, v.821, p.55-62, 2009.

MELO, P.C.T.; WANDERLEY, L.J.G.; FERRAZ, E.; MENEZES, J.T.; MENEZES, D. Melhoramento do tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.) estaqueado em Pernambuco. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 22., 1983, Rio de Janeiro. **Resumos...** Rio de Janeiro, RJ: SOB, 1983. p.160.

MELO, P.C.T.; WANDERLEY, L.J.G.; MENEZES, D.; MENEZES, J.T.; FERRAZ, E. Olho Roxo Seleção IPA: cultivar de tomateiro para mesa. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 26., Salvador, 1986. **Resumos...** Brasília: Sociedade de Olericultura do Brasil, 1986. p.76

MELO, P.C.T.; MIRANDA, J.E.C.; COSTA, C.P. Possibilidades do uso de híbridos F₁ de tomate. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 6, n. 2, p. 4-6, 1998.

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. Apresentado no CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA 47., 2007, Porto Seguro.

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, p.553-559, 2009.

MIKANOWSKI, P.; MIKANOWSKI, L. **Tomate**. Paris: Editions du Chêne, 1999. 192p.

MILLER, J.C.; TANKSLEY, S.D. RFLP analysis of phylogenetic relationships and genetic variation in the genus *Lycopersicon*. **Theoretical and Applied Genetics**, Hohenheim, v.80, p.437-448, 1990.

MINAMI, K.; HAAG, H.P. **O tomateiro**. 2 ed. Campinas: Fundação Cargill, 1989. 397p.

MIRANDA, J.E.C. **Avaliação de seis cultivares de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) e suas progênes híbridas F₁**. 1978. 42 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1978.

MIRANDA, J.E.C.; COSTA, C.P.; CRUZ, C.D. Análise dialélica em pimentão. I. Capacidade combinatória. **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, v.11, n.2, p.431-440, 1988.

MIRANDA, J.E.C.; MALUF, W.R., CAMPOS, J.P. Análise genética de um cruzamento dialélico de cultivares de tomate. II Características vegetativas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.17, n.5, p.767-773, 1982.

MORGAN, L. **Tomato fruit flavor and quality evaluation**. Part I. Disponível em: <<http://www.fertcut.com/search.cmf>>. Acesso em: 6 janeiro. 2007.

MURAYAMA, S.J. **Cultura do tomateiro no Brasil**. Rio de Janeiro. Ministério da Agricultura – Serviço de Informação Agrícola. 1950. 54p.

NAGAI, H. Santa Clara I-5300, novo cultivar de tomate para mesa. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.3, 1985. Apresentado no CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 25., **Resumos...** Blumenau, 1985.

NAGAI, H. Avanços obtidos com melhoramento genético do tomate no Brasil. In: ENCONTRO NACIONAL DE PRODUÇÃO E ABASTECIMENTO DE TOMATE, 1., 1989, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV, 1989. p.88-103.

NAGAI, H. Tomate Ângela. **Revista de Olericultura**, Viçosa, v.17, p.20-22, 1979.

NAGAI, H. Avanços obtidos com o melhoramento genético do tomate no Brasil. In: ENCONTRO NACIONAL DE PRODUÇÃO E ABASTECIMENTO DE TOMATE, 1990, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV; SOB; EPAMIG; EMATER; CEASA, 1990. p.88-107.

NAGAI, H. Tomate. In: FURLANI, A.M.C.; VIEGAS, G.P. (Org.). **O Melhoramento de plantas no Instituto Agrônomo**. 1 ed. Campinas: IAC/FUNDAÇÃO CARGILL, 1993, v.1, p.301-313.

NAGAI, H.; COSTA, A.S.C. Incorporação de resistência ao mosaico Y em tomateiro. **Bragantia**, Campinas, v.26, p.225-232, 1969.

NANDPURI, K.S.; SUJAN-SINGH, T. Studies on the genetic variability and correlation of some economics characters in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). **Journal of Research Punjab Agriculture University**, v.10, p.316-321, 1973.

NUEZ, F. **El cultivo del tomate**. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 1995. 793p.

NUEZ, F.; RINCON, A.R.; TELLO, J.; CUARTERO, J.; SEGURA, B. **El cultivo del tomate**. Mundi-Prensa: Madrid, p.793, 1998.

OLIVEIRA, M.A. Pelotas: uma nova variedade de tomate. **Revista de Olericultura**, Viçosa, v.2, p. 240-247, 1962.

OLIVEIRA, V.R.; CAMPOS, J.P.; FONTES, P.C.R.; REIS, F.P. Efeito do número de hastes por planta e poda apical na produção classificada de frutos de tomateiro (*Lycopersicon esculentum* MILL.). **Ciência e Prática**, Lavras, v.19, n.4, p.414-419, 1995a.

OLIVEIRA, V.R.; OLIVEIRA JUNIOR, R.S.; MELO, V.F.; FONTES, P.C.R.; REIS, F.P. Distribuição da produção de frutos nos cachos de cinco cultivares de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). **Revista Ceres**, Viçosa, v.42, n.244, p.644-657, 1995b.

PATERNIANI, E. **Estudos recentes sobre heterose**. São Paulo: Fundação Cargill, 1974. 36p. (Boletim, 1).

PATERSON, R.G., SCOTT, S.J.; GERGERICH, R.C. Resistance in two *Lycopersicon* species to an Arkansas isolate of tomato spotted wilt virus. **Euphytica**, Wageningen, v.43, p.173-178, 1989.

PATIL, A.A.; BOJAPPA, K.M. Studies on heterosis as influenced by genetic diversity and combining ability. **Journal of Maharashtra Agriculture Universities**, v.13, p.150-151, 1988.

PAZINATO, B.C.; GALHARDO, R.C. **Processamento artesanal de tomate**. 2a. impressão. Campinas: Coordenadoria de Assistência Técnica Integral, 1997. 30p.

PERALTA, I.E.; KNAPP, S.; SPOONER, D.M. New species of wild tomatoes (*Solanum* section *Lycopersicon*: Solanaceae) from northern Peru. **Systematic Botany**, Laramie, v.30, n.2, p.424-434, 2005.

PERALTA, I.E.; KNAPP, S.; SPOONER, D.M. Nomenclature for wild and cultivated tomatoes. **Tomato Genetic Cooperative Report**, Gainesville, v.56, p.6-12, 2006.

PERALTA, I.E.; SPOONER, D.M. History, origin and early cultivation of tomato (Solanaceae). pp 1-27. In: **Genetic improvement of Solanaceous crops**, v.2: Tomato. RAZDAN, M.K.; MATTOO, A.K. (eds.), Science Publishers, Enfield, USA. 2007.

PESSOA, H.B.S.V.; MIRANDA, J.E.C.; MALUF, W.R.; HUANG, S.P. Nemadoro: tomate para indústria, resistente ao nematóide das galhas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.6, n.1, p.41-42, 1988.

PICANÇO, M.; GUEDES, R.N.C.; LEITE, G.L.D.; FONTES, P.C.R.; SILVA, E.A. Incidência de *Scrobipalpuloides absoluta* em tomateiro sob diferentes sistemas de tutoramento e controle químico. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.13, p.180-183, 1995.

POERSCHKE, P.R.C.; BURIOL, G.A.; STRECK, N.A.; ESTEFANEL, V. Efeito de sistemas de poda sobre o rendimento do tomateiro cultivado em estufa de polietileno. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.25, p.379-384, 1995.

PONCE, J. **Mexican greenhouse**. Fresh Americas / Fine Produce for the USA. p. 10-11. Series 2008. Disponível em: <[http:// www.freshamericas-digital.com/freshamericas/200812](http://www.freshamericas-digital.com/freshamericas/200812)>. Acesso em: 6 janeiro 2008.

POZZER, L.; RESENDE, R.O.; LIMA, M.I.; KITAJIMA, E.W.; GIORDANO, L.B.; ÁVILA, A.C. Tospovírus: uma visão atualizada. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, Passo Fundo, v.4, p.95-148, 1996.

PRATTA, G.; ZORZOLI, R.; PICARDI, L.A. Diallel analysis of production traits among domestic, exotic and mutant germoplasms of *Lycopersicon*. **Genetics and Molecular Research**, Ribeirão Preto, v.2, n.2, p.206-213, 2003.

PRIMAVESI, A.M. **Fundamentos da Agroecologia**. In: SEMINÁRIO DE AGRICULTURA ORGÂNICA E FAMILIAR. Campinas, 2001 **Anais...** Campinas: Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI), 2001. p.23-30.

RAMALHO, M.A.P.; SANTOS, J.B.; ZIMMERMANN, M.J.O. **Genética quantitativa em plantas autógamas: aplicação ao melhoramento do feijoeiro**. Goiânia: Editora da UFG, 1993. cap. 5, p.93-135.

REBELO, J.A. Sistema alternativo de tutoramento para tomateiro. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.11, n.2, p.161, 1993.

REIS, N.V.B.; HORINO, Y.; OLIVEIRA, C.A.S.; BOITEUX, L.S.; LOPES, J.F. Avaliação do uso de estufas plásticas para produção de pepino, na região do Distrito Federal, durante a estação invernal. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.9, n.1, p.55, 1991.

RESENDE, L.V.; MALUF, W.R.; RESENDE, J.T.V.; GOMES, L.A.A. Capacidade combinatória de linhagens de tomateiro do tipo Santa Cruz com diferentes níveis e controles genéticos de resistência a tospovírus. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.24, n.3, p.549-559, 2000.

RIBEIRO, R.L.D.; WATANABE, H.; SUDO, S.; CASTRO, L.A.B.; LEAL, N.R. Criação de uma nova variedade de tomateiro ‘tipo “santa Cruz” com resistência às murchas de *Fusarium* e *Verticillium*. Estudo de métodos de cultivo e comportamento de variedades de tomate em regiões do Estado do Rio de Janeiro. **Agronomia**, Rio de Janeiro, v.25, n.1/2, p.21-24, 1967.

RICK, C.M. The potencial of exotic germplasm for tomato improvement. In: VASIL, I.K.; SCOWCROFT, W.R.; FREY, H.J. (Eds.) **Plant improvement and somatic cell genetics**. New York: Acad. Press, p. 478-495, 1982.

RICK, C.M.; BUTLER, L. Cytogenetics of the tomato. **Advances in Genetics**, La Jolla, v 8, p.267-382, 1956.

ROBINSON, R.W.; TOMES, M.L. Ripening inhibitor: a gene with multiple effects on ripening. **Tomato Genetics Cooperative Report**, Gainesville v.18, p.36-37, 1968.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. **A guide to carotenoids analysis in food**. Washington: International Life Sciences Institute Press, 2001. 64p.

RODRIGUES, L.R.; ZAMBON, F.R.; MURARO, D. **Classificação do tomate por atacadistas e produtores Curitiba. Horticultura Brasileira**, Brasília, v.25, n.4, p.521-526, 2007.

ROQUEJANI, M.S.; MELO, A.M.T.; MELO, P.C.T.; PASSOS, F.A. Obtenção de híbridos de tomate do segmento italiano e caracterização dos parentais In: CONGRESSO INTERINSTITUCIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA 1., 2007, Campinas. **Anais...** Campinas: IAC/PIBIC/CNPq, 2007.

RUGHOO, M.; GOVINDEN, N. Response of three salad tomato varieties to staking and pruning. **Revue Agricole et Sucrière de L'île Maurice**, Port Louis, v.78, p.26-34, 1999.

SAMPAIO, R.A.; FONTES, P.C. Qualidade de frutos de tomateiro fertirrigado com potássio em solo de coberto com polietileno preto. **Horticultura Brasileira**, Brasília v.16, n.2, p.136-139, 1998.

SANTOS, M.M. **Avaliação de quinze caracteres agrônômicos de seis cultivares de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) em cruzamentos dialélicos**. 85p. (Mestrado - Universidade Federal de Viçosa), Viçosa, 1981.

SANTOS, H.S.; PERIN, W.H.; TITATO, L.G.; VIDA, J.B.; CALLEGARI, O. Avaliação de sistemas de condução em relação à severidade de doenças e à produção de tomateiro. **Acta Scientiarum**, Maringá, v.21, n.3, p.453-457, 1999.

SANTOS JÚNIOR, A.M.; MALUF, W.R.; FARIA, M.V.; ANDRADE JÚNIOR, V.C.; NASCIMENTO, I.R.; BENITES, F.R.G; GOMES, L.A. Produção, qualidade e conservação de tomates heterozigotos nos locos *alcobaça*, *nonripening* e *ripening inhibitor*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.40, n.12, p.1203-1210, 2005

SCOTT, A.J.; KNOTT, M.A. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**, Raleigh, v.30, p.507-514, 1974.

SEDIYAMA, M.A.N.; FONTES, P.C.R.; SILVA, D.J.H. Práticas culturais adequadas ao tomateiro. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.24, p.19-25, 2003.

SELEGUINI, A.; SENO, S.; ZIZAS, G.B. Influência do espaçamento entre plantas e número de cachos por planta na cultura do tomateiro, em condições de ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.20, n.2, p.25-28, 2002.

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

SHIRAHIGE, F.H.; MELO, P.C.T.; MELO, A.M.T.; JACOMINO, A.P.; PURQUERIO, L.F.V.; ROQUEJANI, M.S. Yield and qualitative characterization of fresh market tomato hybrids of Italian and Santa Cruz types. **Acta Horticulturae**, Leuven, n.821, p.81-88, 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, p.292-298, 2010.

SHULL, G.H. The composition of a field of maize. **American Breeders's Association Report**, v.4, p. 296-301, 1908.

SILVA, J.B.C.; GIORDANO, L.B.; BOITEUX, L.S., LOPES, C.A.; FRANÇA, F.H.; SANTOS, J.R.M.; FURUMOTO, O.; FONTES, R.R.; MAROUELLI, W.A.; NASCIMENTO, W.M.; SILVA W.L.C.; PEREIRA, W. **Cultivo do tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) para industrialização**. Brasília: EMBRAPA, CNPH, 1994. 36 p. (Instruções Técnicas do CNPH, 12).

SILVA, D.J.H.; MOURA, M.C.C.L.; CASALI, V.W.D. Recursos genéticos do banco de germoplasma de hortaliças da UFV: histórico e expedições de coleta. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.19, p.108-114, 2001.

SILVA, D.J.H.; COSTA, C.P.; CASALI, V.W.D.; DIAS, L.A.; CRUZ, C.D. Análise da capacidade combinatória em berinjela. **Bragantia**, Brasília, v.58, n.1, p.7-14, 1999.

SILVA JÚNIOR A.; MÜLLER, J.J.V.; PRANDO, H.F. Poda de alta densidade de plantio de tomate. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v.5, p.57-61, 1992.

SIMS, W.L. History of tomato production for industry around the world. **Acta Horticulturae**, Leuven, v.100, p.25-26, 1980.

SOUZA, J.L. Tomateiro para mesa em sistema orgânico. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.24, n.219, p.108-120, 2003.

SOUZA, J.L. Sistema orgânico de produção de tomate. In: INCAPER (ed.). **Tomate**. Vitória: INCAPER, 2010. p.35-67

SOUZA, J.C.; MALUF, W.R.; SOUZA SOBRINHO, F.; GOMES, L.A.A.; MORETO, P.; LICURSI, V. Características de produção e conservação pós-colheita de frutos de tomateiros híbridos portadores do alelo “alcobaça”. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.25, p.503-509, 2001.

SOUZA, L.M. **Cruzamentos dialélicos entre genótipos de tomate de mesa**. 61p. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical) - Instituto Agronômico, Campinas, 2007.

SOUZA, L.M.; PATERNIANI, M.E.A.G.Z.; MELO, P.C.T.; MELO, A.M.T. Diallel cross among fresh market tomato inbreeding lines. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.30, p.246-251, 2012a.

SOUZA, L.M.; MELO, P.C.T.; LUDERS, R.R.; MELO, A.M.T. Correlations between yield and fruit quality characteristics of fresh market tomatoes. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.30, p.627-631, 2012b.

SPOONER, D.M.; HETTERSCHEID, W.L.A.; VAN DEN BERG, R.G.; BRANDENBURG, W. Plant nomenclature and taxonomy: an horticultural and agronomic perspective. **Horticultural Review**, Ontário, v.28, p.1-60, 2003.

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. **Táxon**, Cincinnati, v.54, p.43-61, 2005.

SPRAGUE, G.F. Heterosis in maize: theory and practice. In: FRANKEL, R. (Ed.) **Heterosis: reappraisal of theory and practice**. Berlin: Springer-Verlag, cap.2, p.47-70, 1983.

SPRAGUE G.F.; TATUM, L.A. General vs. specific combining ability in single crosses of corn. **Journal of the American Society of Agronomy**, Madison, v.34, n.10, p.923-932, 1942.

STEVENS, J.M. **Tomato breeding: Project Report W-Vvl**. Republic of South Africa: Department of Agricultural Technical Services, 1964.

STEVENS, M.A. The future of the field crop. In: ATHERTON, J.G.; RUDICH, J. (eds.). **The tomato crop**. New York: Chapman and Hall, 1986. p.559-580.

STEVENS, M.R.; SCOTT, S.J.; GERGERICH, R.C. Inheritance of a gene for resistance to tomato spotted wilt virus (TSWV) from *Lycopersicon peruvianum* Mill. **Euphytica**, Dordrecht, v.59, p.9-17, 1992.

STRECK, N.A.; BURIOL, O.A.; SCHNEIDER, F.M. Efeito da densidade de plantas sobre a produtividade do tomateiro cultivado em estufa de plástico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.31, n.2, p.105-112, 1996.

STRECK, N.A.; BURIOL, G.A.; ANDRIOLO, J.L. Influencia da densidade de plantas e da poda apical drástica na produtividade do tomateiro em estufa de plástico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.33, p.1105-1112, 1998.

SUINAGA, F.A; CASALI, V.W.D.; PICANÇO, M.C.; SILVA, D.J.H. Capacidade combinatória de sete caracteres de resistência de *Lycopersicon* spp. à traça do tomateiro. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.22, n.2, p.243-248, 2004.

TAMISO, L.G. **Desempenho de cultivares de tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.) sob sistemas orgânicos em cultivo protegido**. 87 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2009.

TANAKA, A.; FUJITA, F. Nutrio-physiological studies on the tomato plant IV. Source-sink relationship and structure of the source-sink unit. **Soil Science and Plant Nutrition**, Kyoto, v.20, n.3, p.305-315, 1974.

TAUNGBODHITAM, A.K.; JONES, G.P.; WAHLQUIST, M.L.; BRIGGS, D.R. Evaluation of extraction method for the analysis of carotenoids in fruits and vegetables. **Food Chemistry**, Reading, v.63, p.577-584, 1998.

TIGCHELAAR, E.C.; TOMES, M.; KERR, E.; BARMAN, R. A new fruit ripening mutant, non- ripening (nor).. **Tomato Genetic Cooperative Report**, Gainesville, v.23, p.33, 1973.

TIGCHELAAR, E.C.; MCGLASSON, W.B.; FRANKLIN, M.J. Natural and ethephon-stimulated ripening of F₁ hybrids of the ripening inhibitor (*rin*) and non-ripening (*nor*) mutants of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). **Australian Journal of Plant Physiology**, Collingwood, v.5, p.449-456, 1978.

THOMPSON, A.E.; TOMES, M.L.; WANN, E.V.; McCOLLUM, J.P.; STONER, A.K. Characterization of crimson tomato fruit color. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**, Virginia, v.86, p.610-616, 1965.

TOLEDO, D.S.; COSTA, C.A.; BACCI, L.; FERNANDES, L.A.; SOUZA, M.F. Production and quality of tomato fruits under organic management. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.29, p.253-257, 2011.

TRANI, P.E.; RAIJ, B. Hortaliças. In: RAIJ, B.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: IAC, 1996. p.157-186. (IAC. Boletim Técnico, 100).

TRINKLEIN, D.H.; LAMBETH, V.N. Reciprocal cross differences and combining ability for six diverse tomato lines. **Journal of the American Society of Horticultural Science**, Geneva, v.100, n.6, p.650-2, 1975.

ULTZEN, T.; GIELEN, J. ; VENEMA, F.; WESTERBROEK, A.; DE HAAN, P.; TAN, M-L.; SCHRAM, A.; VAN GRINSVEN, M.; GOLDBACH, R. Resistance to tomato spotted wilt virus in transgenic tomato hybrids. **Euphytica**, Wageningen, v.85, p.159-68, 1995.

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, 2007.

VALLEJO-CABRERA, F.A. **Mejoramiento genético y producción de tomate em Colombia**. Palmira: Universidad Nacional de Colombia - Sede Palmira, 1999. 216p.

VILELA, N.J.; MELO, P.C.T.; BOITEUX, L.S.; CLEMENTE, F.M.V.T. Perfil socioeconômico da cadeia agroindustrial no Brasil 17-27p. In: CLEMENTE, F.M.V.T.; BOITEUX, L.S. (Ed.) 2012. **Produção de tomate para processamento industrial**. Brasília: Embrapa, 2012. 344p.

WAMSER, A.F.; MUELLER, S.; SANTOS, J.P.; BECKER, W.F. Produção de tomate em função do espaçamento entre plantas e do número de cachos por haste no tutoramento vertical com fitilho. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.25, 2007. Suplemento, 1 CD-ROM. Apresentado no CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 47., 2007, Porto Seguro.

WAMSER AF; BECKER WF; SANTOS JP; MUELLER S. Influência do sistema de condução do tomateiro sobre a incidência de doenças e insetos-praga. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.26, p.180-185, 2008.

WAMSER, A.F.; MUELLER, S.; BECKER, W.F.; SANTOS, J.P.; SUZUKI, A. Espaçamento entre plantas e cachos por haste no tutoramento vertical do tomateiro. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.27, p.565-570, 2009.

WANDERLEY, L.J.G.; COSTA, C.P.; QUEIROZ, M.A.; MELO, P.C.T.; LIMA, D.T.; NEVES, J.D. Avaliação de cultivares de tomate visando industrialização no submédio São Francisco. **Revista de Olericultura**, Viçosa, v.15, p.181-186, 1975.

WANDERLEY, L.J.G.; FERRAZ, E.; MELO, P.C.T. IPA-3: nova cultivar de tomate de porte determinado para consumo ao natural. **Pesquisa Agropecuária Pernambucana**, Recife, v.4, p.107-112, 1980.

WARNOCK, S.J. A review of taxonomy and phylogeny of genus *Lycopersicon*. **HortScience**, Alexandria, v.23, n.4, p.669-673, 1988.

WARNOCK, S.J. Natural habitats of *Lycopersicon* species. **HortScience**, Alexandria, v.26, p.466-471, 1991.

WEHRHAHN, C.; ALLARD, R.W. Detection and measurement of the effects of individual genes involved in the inheritance of a quantitative character in wheat. **Genetics**, Rockville Pike, v.31, p.109-119, 1965.

WIJNANDS, J. The international competitiveness of fresh tomatoes, peppers and cucumbers. **Acta Horticulturae**, Leuven, v.611, p.79-90, 2003.

YAMAMOTO, A. Agricultura orgânica: evolução e desafios. Informe Rural ETENE, Fortaleza: BNB, v.1, n.11, nov. 2007.

YATES, F. Analysis of data from all possible reciprocal crosses between a set of parental lines. **Heredity**, New York, v.1, n.3, p.287-301, 1947.

YORDANOV, M. Heterosis in the tomato. In: FRANKEL, R. (Ed.) **Heterosis, Reappraisal of theory and practice**. Berlin: Springer-Verlag, p. 189-219, 1983.

ZAMBOLIM, L.; VALE, F.X.R.; CRUZ FILHO, J.; CHAVES, G.M. Controle integrado das doenças do tomateiro. In: ENCONTRO NACIONAL DE PRODUÇÃO E ABASTECIMENTO DE TOMATE, 1., 1989, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV, 1989. p.55-76.

ZAMBRANO, J.; MOYEJA, J.; PACHECO, L. Efecto del estado de madurez en la composición y calidad de frutos de tomate. **Agronomía Tropical**, Maracay, v.46, n.1, p.61-72, 1996.

ZIJL, J.J.B.; BOSCH, S.E.; COETZEE, C.P.J. Breeding tomatoes for processing in South Africa. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v.194, p.69-75, 1986.