



BEATRIZ TOMÉ GOUVEIA

**AVALIAÇÃO AGRONÔMICA E RESISTÊNCIA
A PRAGAS DE HÍBRIDOS DE TOMATE COM
ELEVADOS TEORES FOLIARES DE
ACILAÇÚCARES**

LAVRAS - MG

2016

BEATRIZ TOMÉ GOUVEIA

**AVALIAÇÃO AGRONÔMICA E RESISTÊNCIA A PRAGAS DE
HÍBRIDOS DE TOMATE COM ELEVADOS TEORES FOLIARES DE
ACILAÇÚCARES**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, área de concentração em Produção Vegetal, para obtenção do título de Mestre.

Orientador

Dr. Wilson Roberto Maluf

LAVRAS - MG

2016

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

Gouveia, Beatriz Tomé.

Avaliação agrônômica e resistência a pragas de híbridos de
tomate com elevados teores foliares de açúcares / Beatriz Tomé
Gouveia. – Lavras : UFLA, 2016.

94 p.

Dissertação (mestrado acadêmico)–Universidade Federal de
Lavras, 2016.

Orientador(a): Wilson Roberto Maluf.

Bibliografia.

1. *Solanum lycopersicum*. 2. gene *Mi*. 3. resistência genética. I.
Universidade Federal de Lavras. II. Título.

BEATRIZ TOMÉ GOUVEIA

**AVALIAÇÃO AGRONÔMICA E RESISTÊNCIA A PRAGAS DE
HÍBRIDOS DE TOMATE COM ELEVADOS TEORES FOLIARES DE
ACILAÇÚCARES**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, área de concentração em Produção Vegetal, para obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 29 de fevereiro de 2016.

Dr. Adriano Teodoro Bruzi	UFLA
Dr. Sebastião Márcio de Azevedo	SAKATA

Dr. Wilson Roberto Maluf
Orientador

LAVRAS - MG
2016

Aos meus pais, Marineide e Manoel, pelo amor, apoio e incentivo.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me dar forças para concluir esse trabalho.

Aos meus pais, Marineide e Manoel, por todo amor e apoio incondicional para que eu alcançasse meus objetivos.

Às minhas irmãs, Zara e Poliana, por estarem sempre ao meu lado.

Aos meus avós, Dorival, Luiza, Manoel e Nair, pelo apoio e amor durante toda a vida.

Ao Gustavo, pelo amor, apoio, incentivo, paciência e compreensão.

À Universidade Federal de Lavras, ao Departamento de Agricultura e ao Programa de Pós-graduação em Fitotecnia, pela oportunidade de cursar este mestrado, e pela contribuição em minha formação acadêmica.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), à Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Hortiagro Sementes S.A., pelo apoio financeiro, concessão de bolsa, e disponibilidade da infraestrutura.

Ao professor e orientador Dr. Wilson Roberto Maluf, pela oportunidade, confiança e ensinamentos transmitidos.

Ao Dr. Adriano Teodoro Bruzi, membro da banca examinadora, pela disponibilidade e por contribuir para a qualidade dessa dissertação.

Ao Dr. Sebastião Márcio de Azevedo, por participar da banca examinadora, pela sugestão e incentivo para que eu realizasse meu mestrado na Universidade Federal de Lavras.

A toda a equipe de trabalho (Alisson, Alex, Betsabé, Cyntia, Carlos, Daniela, Danilo, Douglas, Guilherme, Jéssica Figueiredo, Jessica Nogueira, João, Leonardo, Marcela, Marina, Monik, Nathália, Rafaela, Rodolfo, Regis e Thiago

Conrado), e a todos os funcionários da Hortiagro Sementes S.A., pela ajuda para a realização desse trabalho.

À Ana Flávia, Ana Paula, Íris e Thaís, pela boa convivência e amizade.

À secretária do Programa de pós-graduação em Fitotecnia, Marli, pelo auxílio e disponibilidade.

A todos que de alguma forma, contribuíram para a concretização deste trabalho.

Muito obrigada!

RESUMO GERAL

Acilaçúcares foliares são responsáveis por conferir resistência a uma gama de pragas do tomateiro. Similarmente, o gene *Mi*, que confere resistência a nematoides do gênero *Meloidogyne* spp., também tem efetividade contra algumas dessas pragas. Acilaçúcares e o gene *Mi*, isoladamente ou em associação, podem contribuir significativamente para o controle de pragas via resistência genética. Teores altos de acilaçúcares estão presentes em espécies selvagens, como *Solanum pennellii*, mas, recentemente, tornaram-se também disponíveis, através de melhoramento genético, em linhagens de tomateiro com características comerciais. Esse trabalho visou a avaliar a qualidade agrônômica de híbridos de tomateiro pré-comerciais, portadores de altos teores foliares de acilaçúcares e/ou do gene *Mi*, bem como o seu grau de resistência à mosca-branca e aos ácaros. Para a produção dos híbridos experimentais, 23 linhagens elite, com baixos teores de acilaçúcares, foram usadas como genitores femininos, e uma linhagem (TOM-760), com altos teores do aleloquímico e portadora do gene *Mi*, como genitor masculino. Foram avaliadas as características agrônômicas: produção total, produção comercial, produção precoce, massa média de frutos, formato, número de lóculos por fruto; qualidade de frutos: teor de sólidos solúveis, número de dias para atingir firmeza de 2.10^4N.m^{-2} e coloração dos frutos. Também foi avaliada a resistência à mosca-branca (*Bemisia argentifolii*) e ao ácaro-rajado (*Tetranychus urticae*). O híbrido TEX-412, do grupo Salada/Saladinha, apresentou melhores características de produção, e qualidade de frutos competitivas. No grupo Santa Cruz/Saladete os híbridos TEX-458, TEX-459 e TEX-461 destacam-se entre os híbridos do grupo, com características de produção e qualidade de frutos competitivas comercialmente. Teores mais elevados de acilaçúcares foliares em tomateiro conferiram resistência à *Bemisia argentifolii* e ao ácaro *Tetranychus urticae*. O gene *Mi*, ou outro intimamente ligado, também conferiu resistência à mosca-branca e parece ter dominância incompleta para resistência a essa praga. Contudo, esse gene não foi efetivo em conferir resistência ao ácaro-rajado. Os efeitos da resistência à *Bemisia argentifolii*, conferida pelos acilaçúcares se adicionam aos efeitos do gene *Mi*. A tecnologia AS-Plus, caracterizada pela presença de teores foliares mais elevados de acilaçúcare, pode ser efetivamente usada para conferir resistência ao ácaro *Tetranychus urticae* e à mosca-branca *Bemisia argentifolii*, e, em combinação com o gene *Mi*, sua ação contra a mosca-branca é potencializada.

Palavras-chave: *Solanum lycopersicum*. Gene *Mi*. Resistência genética.

GENERAL ABSTRACT

Foliar acylsugars are responsible to provide resistance against a wide array of tomato pests. Similarly, the *Mi* gene, which provides nematode (*Meloidogyne* spp.) resistance, also has shown to be effective against some of these pests. Acylsugar and the *Mi* gene, in isolation or in association, can contribute significantly for the control of pests through genetic resistance. High levels of acylsugars are present in some wild species, like *Solanum pennellii*, but recently they also became available, through genetic breeding, in commercial tomato lines. This article aims to evaluate the agronomical performance of pre-commercial tomato hybrids, which carry high foliar levels of acylsugar and/or *Mi* gene, as well as their degree of resistance to whitefly and spider mite. In order to produce commercial hybrids, 23 elite lines with low level of acylsugar were used as seed parents, and one line (TOM-760), with high acylsugar contents and carrier of the *Mi* gene, as male parent. Agronomic traits were evaluated (total yield, commercial yield, early yield, mean fruit mass, fruit shape, number of locus) as well as fruit quality traits (soluble solid level, number of days to reach the firmness 2.10^4 N.m^2 and fruit color). Hybrid resistance to whitefly (*Bemisia argentifolii*) and spider mite (*Tetranychus urticae*) was also assessed. The hybrid TEX-412, with oblate shaped-fruit, showed the best production features and competitive fruit quality. Saladete group hybrids TEX-458, TEX-459 and TEX-461 stood out for then production features and competitive fruit quality. High level of foliar acylsugar were shown to promote resistance to whitefly *Bemisia argentifolii* and to spider mite *Tetranychus urticae*. The *Mi* gene, or a closely linked gene, also provided a degree of resistance to whitefly, with incomplete dominance with relation to the pest. However, this gene was not effective in providing resistance to the two-spotted spider mite. The resistance effects against *Bemisia argentifolii* conferred by acylsugar are added to *Mi* gene effects. The AS-Plus technology, characterized by increased foliar acylsugar contents, can be effectively used to impart resistance to mites *Tetranychus urticae* and to the whitefly *Bemisia argentifolii*, and, in combination with the *Mi* gene, its action against the whitefly is potentialized.

Keywords: *Solanum lycopersicum*. *Mi* gene. Genetic resistance.

LISTA DE QUADROS

SEGUNDA PARTE

Artigo 1

- Quadro 1 Descrição dos genitores. UFLA, Lavras-MG 2016.57
- Quadro 2 Descrição dos híbridos experimentais e testemunhas utilizadas no experimento. UFLA, Lavras-MG, 2016.....59
- Quadro 3 Contrastes de interesse usados para comparações entre híbridos e/ou grupo de híbridos com diferentes relações $C.D^{-1}$ e constituições genótípicas no loco *rin* e *og^c*. UFLA, Lavras-MG, 2016.....61

Artigo 2

- Quadro 1 Descrição dos genótipos utilizados para a avaliação de resistência à mosca-branca (*Bemisia argentifolii*) e ácaro-rajado (*Tetranychus urticae*).90

LISTA DE TABELAS

SEGUNDA PARTE

Artigo 1

Tabela 1	Valores médios de produção total ($t.ha^{-1}$), produção comercial ($t.ha^{-1}$), produção precoce ($t.ha^{-1}$) e massa média de fruto (gramas) de híbridos de tomateiro. UFLA, Lavras-MG 2016.....	62
Tabela 2	Valores médios número de dias para firmeza de $2.10^4.N.m^{-2}$ (dias), relação comprimento/diâmetro ($C.D^{-1}$) número médio de lóculos por fruto e teor de sólidos solúveis ($^{\circ}Brix$). UFLA, Lavras, MG,2016	63
Tabela 3	Valores médios do Ângulo de cromaticidade ($^{\circ}Graus$) da epiderme, pericarpo, placenta e columela em frutos de tomate. UFLA, Lavras-MG 2016.....	64
Tabela 4	Valores médios do Croma da epiderme, pericarpo, placenta e columela em frutos de tomate. UFLA, Lavras-MG, 2016	64
Tabela 5	Estimativas de contrastes de interesse para Ângulo de cromaticidade ($^{\circ}Graus$) da epiderme, pericarpo, placenta e columela em frutos de tomate. UFLA, Lavras-MG 2016.....	66
Tabela 6	Estimativas de contrastes de interesse para Croma da epiderme, pericarpo, placenta e columela em frutos de tomate. UFLA, Lavras-MG 2016.....	67
Tabela 7	Estimativas de contrastes de interesse para de número de dias para atingir a firmeza de $2.10^4.N.m^{-2}$ (dias) em frutos de tomate. UFLA, Lavras-MG 2016.....	68

Artigo 2

Tabela 1	Valores médios de ovos e ninfas, por cm^{-2} de área foliar da face abaxial, amostrado aos 14 e 26 dias, respectivamente, e, valores médios obtidos da área sob a curva de progresso de contagem de ovos e ninfas ($\text{cm}^{-2}.\text{dia}^{-1}$) amostrado entre 4-14 dias e 19-26 dias, respectivamente, após a infestação com <i>Bemisia argentifolii</i> no terço superior das plantas de tomate com diferentes teores de acilaçúcares e gene <i>Mi</i> . UFLA, Lavras, MG, 2016.....	91
Tabela 2	Estimativas dos contrastes de interesse usados para comparações de resistência à <i>Bemisia argentifolii</i> entre genótipos e/ou grupos de genótipos de tomateiro com diferentes teores de acilaçúcares e gene <i>Mi</i> . UFLA, Lavras, MG, 2016.....	92
Tabela 3	Distâncias médias percorridas (mm) por <i>Tetranychus urticae</i> , aos 20, 40 e 60 minutos, na superfície de folíolos de plantas de tomate com diferentes teores de acilaçúcares e gene <i>Mi</i> . UFLA, Lavras, MG, 2016	93
Tabela 4	Estimativas dos contrastes de interesse usados para comparações de repelência à <i>Tetranychus urticae</i> entre genótipos e/ou grupos de genótipos de tomateiro com diferentes teores de acilaçúcares e gene <i>Mi</i> . UFLA, Lavras, MG, 2016.....	94

SUMÁRIO

	PRIMEIRA PARTE	13
1	INTRODUÇÃO	13
2	REFERENCIAL TEÓRICO	15
2.1	O tomateiro (<i>Solanum lycopersicum</i>)	15
2.2	Importância econômica e social do tomateiro	17
2.3	Melhoramento genético do tomateiro visando resistência a pragas	20
2.3.1	Resistência associada ao aleloquímico acilaçúcar	22
2.3.2	Resistência associada ao gene <i>Mi</i>	25
	REFERÊNCIAS	28
	SEGUNDA PARTE - ARTIGOS	37
	ARTIGO 1: Avaliação agronômica de híbridos de tomateiro com teores foliares elevados de acilaçúcares	37
1	INTRODUÇÃO	40
2	MATERIAL E MÉTODOS	42
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	47
4	CONCLUSÃO	52
	REFERÊNCIAS	53
	ARTIGO 2: Resistência à mosca-branca (<i>Bemisia argentifolii</i>) e repelência ao ácaro-rajado (<i>Tetranychus urticae</i>) em híbridos de tomateiro com teores foliares elevados de acilaçúcares e gene <i>Mi</i>	69
1	INTRODUÇÃO	72
2	MATERIAL E MÉTODOS	74
2.1	Genótipos avaliados	74
2.2	Avaliação de resistência à mosca-branca (<i>Bemisia argentifolii</i>)	76
2.3	Teste de repelência ao ácaro-rajado (<i>Tetranychus urticae</i>)	77
2.4	Análises estatísticas	77
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	78
3.1	Resistência à mosca-branca	78
3.2	Repelência ao ácaro-rajado	81
4	CONCLUSÃO	84
	REFERÊNCIAS	85

PRIMEIRA PARTE

1 INTRODUÇÃO

O tomate (*Solanum lycopersicum* L.) é cosmopolita e está entre as hortaliças mais consumidas no mundo. O tomate também se destaca entre as hortaliças no cenário econômico do Brasil, pois é a segunda hortaliça mais consumida e produzida no país, e é responsável por gerar empregos diretos e indiretos, e renda no setor do agronegócio (ABCSEM, 2010; SILVEIRA, 2011; FNP, 2016).

A ampla aceitação do tomate no mundo deve-se, principalmente, às suas características organolépticas, suas propriedades como alimento funcional e sua versatilidade. O seu valor como alimento funcional é devido às propriedades antioxidantes do licopeno, pigmento carotenóide que dá a cor vermelha à maioria das cultivares disponíveis no mercado, que ajuda na prevenção de doenças vasculares e câncer.

Tem havido uma evolução da estrutura social brasileira, representada pela modificação da distribuição social da renda. Em 1993, a classe D e E representava 63% da população, já em 2014, estima-se que se tenha reduzido a 25% (CPS, 2014). Com o aumento da renda dos consumidores, também tem aumentado a exigência em relação a qualidade do tomate. Aliado à demanda por uma alimentação mais saudável tem crescido a demanda por frutos com maior atratividade, como tamanho, coloração vermelha mais intensa (indicativo de alto teor de licopeno), textura, sabor, e produtos com menor quantidade, ou livre de agrotóxicos.

Um dos problemas para o cultivo desta hortaliça é o amplo número de patógenos e pragas que atacam a cultura. Para o manejo de doenças, as estratégias mais utilizadas são controle químico e a resistência genética. Hoje no

Brasil, várias doenças possuem grande importância como as causadas por vírus, fungos e bactérias, tornando-se cada vez mais necessária a incorporação de resistência a esses patógenos nas cultivares.

Por outro lado, no que tange a insetos-praga, há uma grande dependência do controle químico, uma vez que não há no momento, cultivares com níveis suficientemente altos de resistência, de modo a reduzir substancialmente a necessidade de pulverizações. No entanto, estratégias como a do emprego de cultivares com altos teores foliares de aleloquímicos com ação antagônica a pragas têm demonstrado a sua viabilidade no controle via resistência varietal (RESENDE et al., 2006; GONÇALVES NETO, 2008; MALUF et al., 2010; MACIEL et al., 2011).

Neste contexto, o trabalho visou a avaliar a qualidade agrônômica de híbridos de tomateiro pré-comerciais, portadores de altos teores foliares de acilglicosídeos e/ou gene *Mi*, bem como o seu grau de resistência à mosca-branca e aos ácaros.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 O tomateiro (*Solanum lycopersicum*)

O tomateiro pertence à família Solanaceae e o seu cultivo abrange o mundo inteiro. Estudos afirmam que as espécies silvestres de tomate são nativas da região andina, que abrange desde o norte do Chile até a Colômbia. O tomate foi introduzido na Europa no século XVI, e há evidências de que os italianos foram os primeiros a cultivar o tomate, por volta de 1550, inicialmente pela curiosidade e valor ornamental de seus frutos (FILGUEIRA, 2008).

O cultivo do tomateiro no Brasil iniciou-se pelos imigrantes europeus, no final do século XIX, porém, o incremento no seu uso e na produção ocorreu após a Primeira Guerra Mundial. Algumas variedades cultivadas naquela época foram base para o surgimento de cultivares do grupo Santa Cruz, por meio de seleções feitas por agricultores, a partir de cruzamentos naturais (ALVARENGA, 2004).

O tomate é uma solanácea herbácea, de caule flexível, piloso, cuja arquitetura natural lembra uma moita, com abundante ramificação lateral. Essa arquitetura pode ser profundamente modificada pela poda, condicionando o tipo de cultura. A arquitetura do tomateiro é caracterizada por dois tipos de hábito de crescimento: indeterminado e determinado. No Brasil, o tipo indeterminado ocorre na maioria das cultivares para a produção de frutos para mesa, que são tutoradas e desbrotadas, de modo que o caule pode ultrapassar dois metros de altura. O hábito determinado é característico das cultivares adaptadas especialmente para a cultura rasteira, cujos frutos destinam-se à agroindústria, e suas hastes atingem cerca de um metro de comprimento (FILGUEIRA, 2000).

As suas flores são pequenas, amarelas, e hermafroditas, o que favorece a autopolinização. Possui inflorescência cimeira de formas simples, bifurcadas ou ramificadas (SILVA; GIORDANO, 2000). Segundo Melo (1989), o fruto do tomateiro é do tipo baga, com diferentes tamanhos e formatos, constituindo-se de película, polpa, placenta e sementes. Internamente, é dividido em lóculos onde as sementes encontram-se imersas na mucilagem placentária e, dependendo da cultivar, os frutos podem ser biloculares, triloculares, tetraloculares ou pluriloculares.

O gênero *Solanum* seção *Lycopersicum* abrange 13 espécies agrupadas em dois complexos, de acordo com a possibilidade de cruzamento com *Solanum lycopersicum*: *Esculentum* e *Peruvianum*. O complexo *Esculentum* engloba: *Solanum lycopersicum* L., *Solanum cheesmaniae* (L. Riley), Fosberg, *Solanum chmielewskii* (C. M. Rick, Kesicki, Fobesberg & M. Holle) D. M. Spooner, G.J. Anderson & R. K. Jansen, *Solanum galapagense* S. Darwin & Peralta, *Solanum habrochaites*, S.Knapp & D. M. Spooner, *Solanum neorickii* (C.M. Rick, Kesicki, Fobes & M.Holle) D. M. Spooner, G. J. Anderson & R.K. Jansen, *Solanum pennellii* Correll e *Solanum pimpinellifolium* L.. O complexo *Peruvianum* inclui as espécies *Solanum arcanum* Peralta, *Solanum chilense* (Dunal) Reiche, *Solanum corneliomuelleri* J. F. Macbr., *Solanum huaylasense* Peralta e *Solanum peruvianum* L. (PERALTA; KNAPP; SPOONER, 2005). As espécies dos dois complexos, com exceção de *S. lycopersicum*, não são exploradas comercialmente, entretanto, têm sido utilizadas em programas de melhoramento, para introdução de alelos de resistência a patógenos, e mais recentemente, a insetos-praga (GOFFREDA et al., 1989; MALUF; CAMPOS; CARDOSO, 2001; GONÇALVES NETO et al., 2010; MALUF et al., 2010).

2.2 Importância econômica e social do tomateiro

Duas cadeias produtivas compõem o mercado do tomate, formadas pelos segmentos de mesa (com frutos destinados ao consumo *in natura*), e o segmento industrial (com frutos destinados ao processamento). No segmento de mesa, o formato e o tamanho dos frutos definem os tipos varietais, sendo aceitos cinco grupos principais, que são: Caqui, Salada (inclui o grupo saladinha), Santa Cruz, Italiano ou Saladete, e Minitomate (ALVARENGA; SOUZA, 2004; ALVARENGA; MELO; SHIRAHIGE, 2013).

Os tomates Caqui se caracterizam por ter frutos graúdos, plurilocures, massa média acima de 280g, podendo chegar até 500g, formato globular achatado, com diâmetro transversal maior que o longitudinal (relações C/L <1). Já o grupo Salada, enquadra-se nos híbridos ditos longa vida. Os frutos são pluriloculares, formato globular achatado, com diâmetro transversal maior que o longitudinal (relações C/L <1), sendo menores que o grupo caqui, com massa média de 180 e 280g. O grupo saladinha é apresentado por diversos autores como parte do grupo salada. Didaticamente, sugere-se um grupo à parte, diante do menor tamanho dos frutos em relação ao grupo salada. As cultivares Santa Cruz se caracterizam por terem frutos oblongos, com diâmetro transversal menor que o diâmetro longitudinal, bi ou triloculares, massa média variando de 80 a 200g. As cultivares do grupo Saladete (Italiano) caracterizam-se por apresentar frutos alongados (7 a 10 cm), com diâmetro transversal de 3 a 5 cm (relação C/L próximos a 2) e biloculares. Já o grupo de Minitomate agrupa os tomates cereja, *grape*, coquetel, mini-italiano e *tomatoberry*. Em geral, são mais adocicados que aqueles dos demais grupos consumidos ao natural, e são considerados como produto gourmet (ALVARENGA; SOUZA, 2004; ALVARENGA; MELO; SHIRAHIGE, 2013). Entretanto, para outros autores, há distinção entre os tomates do grupo Italiano e saladete. Frutos que apresentam formato mais

alongado, com relações C/L próximos a 2, são considerados típicos do grupo Italiano, enquanto C/L em torno de 1,3 são do grupo Saladete.

No Brasil, em 2013, a produção de tomate englobando os dois segmentos, alcançou 3.987.367 t para uma área de 60.345 ha, portanto, com produtividade de 66,1 t ha⁻¹ (FNP, 2016). No Sudeste brasileiro está a maior concentração da área plantada de tomate, com 37,7%, sendo 80,6% em São Paulo e Minas Gerais. A região Centro-oeste ocupa 28,1% da superfície plantada, sendo que apenas o estado de Goiás participa com 93,1%. O restante, Sul, Norte e Nordeste, participam com 16,3%, 17,4 e 0,5%, respectivamente, da área plantada de tomate no país (FNP, 2016). A cadeia produtiva de tomate tem grande importância no agronegócio brasileiro, pois movimenta uma cifra anual superior a R\$ 2 bilhões (cerca de 16% do PIB gerados pela produção de hortaliças no Brasil). Aliado a isso, o cultivo do tomateiro é uma importante fonte de emprego e renda ao longo de toda sua cadeia produtiva (ABCSEM, 2010). Considerando somente o tomate de mesa, estima-se que a cultura gera por hectare/ano entre cinco e seis empregos diretos, e o mesmo número de empregos indiretos. No âmbito da cadeia produtiva, a cultura movimenta um conjunto diversificado de setores até atingindo os consumidores finais (MELO; VILELA; BOITEAUX, 2010).

O tomate é a segunda hortaliça mais consumida no Brasil, logo após a batata (SILVEIRA, 2011). O consumo de tomate no país é de cerca de 18 kg/habitante/ano, considerado baixo quando comparado ao de outros países como a Itália, que é próximo a 70 kg/ano, e a Turquia, cujo consumo per capita é de 86 kg/ano (ABCSEM, 2010; IBGE, 2010).

A mudança na distribuição de renda no Brasil é notável nos últimos anos, o que tem afetado o consumo de hortaliças em geral, e de tomate em particular. O número de pobres reduziu de 63% em 1993 para 33% em 2011, enquanto a classe rica cresceu de 6% para 11,76% no mesmo período. Dados

mostram que quanto maior a renda, maior o consumo de hortifrutis. De todos os produtos estudados, a aquisição per capita de tomate *in natura* é a que mais cresce na medida em que a renda sobe (SILVEIRA, 2011).

Com o aumento da renda, além do aumento do consumo, também aumenta a exigência por um produto de maior qualidade. Andreuccetti, Ferreira e Tavares (2005) verificaram que a aparência do fruto é um fator decisivo na compra do tomate. O estudo mostrou que os consumidores estão insatisfeitos quanto à qualidade do tomate e concluiu que um tomate ideal para o consumo seria aquele que apresentasse coloração vermelha, uniformidade, firmeza e sem presença de injúrias. Segundo ABCSEM (2010), o varejo está passando a exigir qualidade de fruto, diferente tipologia de produto, segurança alimentar e regularidade de oferta, objetivando atender as demandas de seus clientes.

De acordo com a FAO/WHO (2003), alimento seguro é aquele que seja livre ou que contenha níveis aceitáveis de contaminantes de origem biológica, química ou física, e, portanto, não cause dano à saúde do consumidor. Entre os contaminantes de origem química estão os agroquímicos. Segundo Reis Filho, Marin e Fernandes (2009), o tomateiro tem grandes problemas com doenças e pragas, o que exige grandes investimentos fitossanitários, chegando a se fazer, normalmente, pulverizações a cada três dias, desde a emergência até a colheita dos frutos. A ANVISA iniciou em 2001, o Programa de Análise de resíduo de Agrotóxicos em Alimentos (PARA), que tem como objetivo avaliar continuamente os níveis de agrotóxicos nos produtos agrícolas. Existem dois tipos de irregularidades que podem aparecer nos resultados do PARA: quando a amostra contém agrotóxicos acima do Limite Máximo de Resíduo (LMR) permitido, e quando a amostra apresenta resíduos de agrotóxicos não autorizados para o alimento pesquisado. O resultado do monitoramento do último PARA (2011/2012), que analisou 4.690 amostras de treze alimentos monitorados (incluindo arroz, feijão, morango, pimentão, tomate, dentre outros), mostra que

36% das amostras de 2011 e 27,1% das amostras de 2012 apresentaram resultados insatisfatórios. Para o tomate, das 151 amostras analisadas em 2011 e 246 em 2012, apresentaram-se insatisfatórios 12% e 15%, respectivamente (ANVISA, 2013; ANVISA, 2014).

A cultura do tomate é amplamente disseminada pelo mundo sendo considerada uma hortaliça cosmopolita (FILGUEIRA, 2008). A ampla aceitação do tomate no mundo deve-se, principalmente, às suas qualidades organolépticas e ao seu valor como alimento funcional, devido às propriedades antioxidantes do licopeno, pigmento carotenóide que dá a cor vermelha à maioria das cultivares disponíveis no mercado (DORAIS et al. citados por SHIRAHIGE, 2009). Além do licopeno, o beta-caroteno, que confere a cor alaranjada, também é antioxidante. Ambos têm papel curativo e preventivo de doenças como o câncer, doenças cardiovasculares, e na degeneração celular no processo de envelhecimento. O licopeno é considerado o carotenóide que possui a maior capacidade sequestrante do oxigênio *singlete*, oxigênio molecular de estado excitado, que reage com uma variedade de moléculas biológicas, causando danos oxidativos (SHAMI; MOREIRA, 2004; DECS, 2016). Uma importante função de alguns carotenóides é o seu papel como precursores de vitamina A (pró-vitamina A). O beta-caroteno é o carotenóide pró-vitamina A mais ativo sendo convertido em vitamina A, na medida em que o organismo necessita (CARVALHO, 2014).

2.3 Melhoramento genético do tomateiro visando resistência a pragas

O trabalho de diversas instituições, públicas e privadas, resultou em ampla diversidade de híbridos de tomate adaptados a várias condições ambientais e formas de cultivo. Grande parte dessa dedicação tem sido utilizada para o desenvolvimento de materiais resistentes a pragas e doenças, sendo as

espécies selvagens relacionadas ao tomateiro, frequentemente o recurso genético mais utilizado para busca de resistências que não existem em cultivares comerciais (BAIER, 2012).

As causas da resistência às pragas podem estar associadas a três fatores: físicos (cores do substrato vegetal), químicos (substâncias denominadas aleloquímicos) e morfológicos (fatores estruturais: dimensão e disposição das estruturas vegetais; e da epiderme: espessura, dureza, textura, cerosidade e pilosidade) (GALLO et al., 2002).

Os aleloquímicos são substâncias químicas naturais presentes, principalmente, em plantas superiores, e que atuam como fatores nutricionais, anti-nutricionais, fitoterápicos, medicinais e de resistência. Os aleloquímicos podem atuar como substâncias de defesa na resistência de plantas às pragas (alomônios), ou como estimulantes ao ataque de pragas (caiomônios) (GALLO et al., 2002).

Os programas de melhoramento do tomateiro conduzidos no Brasil, visando a obtenção de cultivares comerciais resistentes às pragas, têm utilizado a estratégia de incorporação de alelos de resistência de materiais selvagens, que contêm aleloquímicos associados à resistência (metil-cetonas, sesquiterpenos e acilaçúcares) (AZEVEDO et al., 2003; RESENDE, 2003; RESENDE et al., 2006; GONÇALVES NETO, 2008; PEREIRA et al., 2008; RESENDE et al., 2008; MALUF et al. 2010; MACIEL et al. 2011). As metil-cetonas tais como 2-tridecanona e undecanona são encontradas em *Solanum habrochaites* (syn. *L. hirsutum*) var. *glabratum* 'PI134417 (WILLIAMS et al., 1980), sesquiterpenos em *Solanum habrochaites* (sin. *L. hirsutum*) var. *hirsutum* 'PI127826 (CARTER; SACALIS; GIANFAGNA, 1988) e os acilaçúcares, acilsacaroses e acilglicoses, encontrados no acesso *Solanum pennellii* 'LA716 (GOFFREDA et al., 1989).

Muitas dessas espécies silvestres apresentam resistência às pragas relacionada à presença de estruturas morfológicas denominadas tricomas foliares e a substâncias químicas naturais, exsudadas pelos tricomas, os aleloquímicos (FREITAS et al., 2002). De acordo com Luckwill (1943), os tricomas foliares são estruturas delgadas com tamanhos variando de 0,2 a 0,4 mm, podendo ou não, possuir pequenas vesículas glandulares na extremidade que, quando tocadas, estouram e liberam os aleloquímicos. Segundo o autor, gênero *Solanum* pode apresentar sete tipos de tricomas, que são classificados em não glandulares (II, III, V), bastante semelhantes entre si, diferindo apenas no comprimento, e glandulares (I, IV, VI, VII), que tem como característica, uma ou mais glândulas no seu ápice.

2.3.1 Resistência associada ao aleloquímico acilaçúcar

Os acilaçúcares encontrados em *S. pennellii*, são ésteres formados, principalmente de 2,3,4-tri-O-ésteres de glicose, possuindo ácidos graxos com 4 a 12 átomos de carbono em sua cadeia (BURKE; GOLDSBY; MUDD, 1987). Entre os acessos de *S. pennellii*, existe uma considerável variação quanto aos níveis de acilaçúcares produzidos, tipo de açúcares (glicose vs sacarose), e, quanto aos ácidos graxos incorporados aos acilaçúcares (SHAPIRO; STEFFENS; MUTSCHLER, 1994).

Alguns trabalhos mostram a correlação entre o teor de acilaçúcares com a densidade do tricoma tipo IV na espécie *S. pennellii* (GOFFREDA et al., 1989; FOBES; MUDD; MARSDEN, 1985). Shapiro, Steffens e Mutschler (1994) relatam que a quantidade nula de acilaçúcares em plantas de *S. pennellii* var. *puberulum* é devida a ausência de tricomas glandulares tipo IV. No entanto, Pamplona (2001), avaliou o número de tricomas glandulares tipo IV em dois clones selecionados para alto teor de acilaçúcar e em um clone selecionado para

baixo teor, ambos provenientes da população F2 (*S. lycopersicum* x *S. pennellii*). Os resultados encontrados por esta autora mostraram que apenas um dos clones de alto teor apresentou número de tricomas similar ao acesso 'LA-716', o qual apresentou a maior densidade. Nota-se, portanto, contradições nos trabalhos que indicam correlação entre teor de acilaçúcares e densidade de tricomas glandulares.

Resende et al. (2002) e Gonçalves et al. (2007) estudaram a herança dos teores foliares de acilaçúcar e relataram que altos teores se devem a ação de um alelo recessivo, com dominância incompleta no sentido de baixos teores. Resende (2003) trabalhou com plantas selecionadas para alto e baixo teor de acilaçúcares na população F2 do cruzamento entre *S. lycopersicum* 'TOM-584' e *S. pennellii* 'LA-716' e na população F2 do primeiro retrocruzamento para *S. lycopersicum*. Estas plantas foram submetidas a ensaios de repelência ao ácaro *Tetranychus evansi*, resistência à mosca branca (*Bemisia tabaci*) e à traça-do-tomateiro (*Tuta absoluta*), juntamente com os genitores e as testemunhas *S. lycopersicum* 'TOM-600' (alto teor de 2-tridecanona) e 'TOM-556' (linhagem comercial com baixo teor de acil-açúcares). Os resultados obtidos demonstraram os efeitos dos acilaçúcares na repelência ao ácaro *Tetranychus evansi*. Nos ensaios de resistência à mosca branca, verificou-se um menor número de ninfas para todos os genótipos com elevado teor de acilaçúcares, o que evidencia o efeito do tipo antibiose sobre o desenvolvimento deste inseto-praga. Alto teor de acilaçúcares também foi associado à resistência dos genótipos à traça do tomateiro em ensaios realizados tanto em casa de vegetação quanto em campo.

Outros estudos foram realizados em plantas com constituição genotípica de *S. lycopersicum*. Gonçalves (2006) trabalhou com plantas com alto teor de acilaçúcares provenientes de gerações avançadas de retrocruzamentos, a partir do cruzamento interespecífico das espécies *S. lycopersicum* e *S. pennellii* 'LA-716'. As plantas com altos teores foram selecionadas na população segregante,

denominada BPX- 370G, correspondente à geração F₂RC₃ obtida do terceiro retrocruzamento para *S. lycopersicum* a partir do acesso selvagem *S. pennellii* 'LA-716'. Os resultados indicam não haver relação entre o teor de acilaçúcares medidos nos clones da população segregante derivadas do cruzamento interespecífico, e as suas densidades de tricomas glandulares e não glandulares. Costa (2013) também estudou a possível associação entre o teor de acilaçúcar, responsável pela resistência a artrópodes-praga, e a densidade de tricomas foliares. Porém, em nenhuma população dos dois ensaios realizados para verificar a associação entre tricomas e o teor de acilaçúcar, pôde ser observada a associação entre densidade de qualquer tipo de tricoma glandular com o alto teor de acilaçúcar. Costa (2013) sugere que os acilaçúcares presentes nestas linhagens resistentes a praga podem estar presentes no mesófilo foliar, ao invés de nos tricomas.

Outros autores também estudaram e confirmaram a resistência associada do aleloquímico acilaçúcar ao ácaro rajado (*Tetranychus urticae*) (SILVA et al., 2009; MARCHESE, 2013; OLIVEIRA, 2015) e vermelho (*Tetranychus evansi*) (GONÇALVES, 2006; RESENDE et al., 2008), à mosca branca (*Bemisia argentifolii*) (RESENDE et al., 2009; PAMPLONA, 2001; SILVA et al., 2009; MARCHESE, 2013; OLIVEIRA, 2015) e à traça-do-tomateiro (*Tuta absoluta*) (RESENDE et al., 2006; MACIEL et al. 2011).

Recentemente, a resistência ao pulgão *Myzus persicae* e *Liriomyza trifolii* foi avaliada em genótipos de tomateiro com altos teores foliares de aleloquímicos (SILVA et al., 2013). Dentre os genótipos, utilizaram-se duas linhagens ricas em acilaçúcares, TOM-687 e TOM-688. Neste trabalho Silva et al. (2013) observaram um aumento do período ninfal dos insetos mantidos sobre os genótipos com altos teores de acilaçúcares, e diminuição do período reprodutivo, da longevidade e da produção de ninfas para pulgões mantidos sobre os genótipos com altos teores de acilaçúcares. Concluíram então, que os

genótipos com altos teores de acilalúcares possuem resistência a *M. persicae* do tipo antibiose. Nos ensaios de resistência a *Liriomyza trifolii*, verificou que os genótipos ricos em acilalúcares apresentaram menor número de minas/planta e menor porcentagem de folíolos atacados (mecanismo de antixenose), e, menor número de pupas quando comparados às cultivares comerciais (mecanismo de antibiose) (SILVA, 2012; SILVA et al., 2013).

Híbridos de tomateiro com teores mais elevados de acilalúcar também são capazes de conferir resistência à traça-do-tomateiro (*Tuta absoluta*), mosca branca (*Bemisia argentifolii*) e uma resistência moderada ao ácaro-rajado (*Tetranychus urticae*) (MALUF et al., 2010). Os autores ressaltaram que, com o uso de apenas uma linhagem parental com alto teor deste aleloquímico, é possível obter híbridos com teores intermediários que apresentam níveis satisfatórios de resistência às pragas citadas (MALUF et al., 2010). A resistência à traça-do-tomateiro em híbridos com teores intermediários de acilalúcar foi confirmada por Maciel (2010). O autor estudou as capacidades combinatórias de linhagens de tomateiro contrastantes quanto ao teor de acilalúcar e quanto ao nível de resistência a pragas. Quatro híbridos experimentais em que a linhagem rica em acilalúcares TOM-687 foi genitora (TEX-298, TEX-310, TEX-315 e TEX-316) foram avaliados quanto à resistência à traça-do-tomateiro, e mostraram-se mais resistentes à traça do que as testemunhas comerciais.

2.3.2 Resistência associada ao gene *Mi*

O gene *Mi* confere resistência efetiva a três espécies mais importantes de nematoides de galhas, *Meloidogyne incognita*, *M. javanica* e *M. arenaria* (ROBERTS; THOMASON, 1989). O principal mecanismo de resistência desencadeado em plantas portadoras do gene *Mi* é a reação de hipersensibilidade

(HR), que provoca mudanças histológicas, como a morte celular próxima ao sítio de infecção do juvenil de segundo estágio de *Meloidogyne* spp. (DROPKIN, 1969).

Trabalhos mostram que o gene *Mi* também confere resistência a outras pragas. Rossi et al. (1998) relataram que o gene *Mi*, ou outro gene ligado a ele, promove níveis de tolerância do tomateiro ao pulgão da batata (*Macrosiphum euphorbiae*), diminuindo o número de afídeos na folha e a sua sobrevivência. De acordo com Nombela, Beitia e Muñiz (2000), o mesmo gene, ou um gene a ele ligado, confere resistência à mosca branca (*B. argentifolii*) em cultivares comerciais de tomate (*S. lycopersicum*), reduzindo em até 50% o número de fêmeas e de adultos. Godzina, Kielkiewicz e Szymczykiewicz, (2011), apontaram uma menor densidade populacional de ácaro rajado (*T. urticae*) em plantas de tomateiro com a presença do alelo dominante em homozigose para o loco gênico *Mi*, em comparação com aquelas que não possuíam o alelo. Contudo, segundo os autores, apesar de significativa a diferença, ela não é satisfatória, necessitando maiores investigações para este fato, uma vez que no trabalho foi a primeira vez em que se apontou o gene *Mi* como fonte de resistência ao ácaro.

Marchese (2013) comparou o nível de resistência conferido por acilaçúcares com aquele conferido pela presença do gene *Mi*. A autora verificou que o nível de resistência à mosca-branca conferido pelos altos teores foliares de acilaçúcares é maior do que o conferido pela presença do gene *Mi*. No trabalho, encontrou uma redução para ovos e ninfas de aproximadamente 20% de plantas com o gene *Mi*, quando comparada com a testemunha 'Santa Clara'. Já com a presença de acilaçúcares, a redução atingiu cerca de 51%. A autora também estudou os níveis de resistência ao ácaro-rajado (*T. urticae*), contra o qual o gene *Mi* não se mostrou efetivo no sentido de conferir resistência.

Oliveira (2015) quantificou e comparou os efeitos do gene *Mi*, dos altos teores foliares de acilaçúcares e zingibereno, isoladamente e simultaneamente, quanto à resistência à mosca branca (*B. argentifolii*) e ao ácaro-rajado (*T. urticae*). O genótipo com o gene *Mi* foi mais resistente à mosca-branca que as testemunhas que possuíam baixo teor de aleloquímicos e eram suscetíveis a nematoides. Contudo, os genótipos ricos em acilaçúcares e zingibereno, isoladamente ou simultaneamente, promoveram maiores níveis de resistência em relação ao conferido pelo gene *Mi*. Em relação ao ácaro-rajado, houve resistência conferida por ambos aleloquímicos na repelência ao ácaro, mas o gene *Mi* não influenciou a resistência, o que concorda com os resultados obtidos por Marchese (2013).

REFERÊNCIAS

ABCSEM. Associação Brasileira do Comércio de Sementes e Mudas. **Tomate lidera crescimento e lucratividade no setor de hortaliças, 2010**. Disponível em: <<http://www.abcsem.com.br/noticia.php?cod=284>>. Acesso em: 26 maio 2014.

ALVARENGA, M.A.R. **Tomate: produção em campo, casa-de-vegetação e em hidroponia**. Lavras, UFLA, 2004. 400 p.

ALVARENGA, M.A.R.; SOUZA, R.A.M. **Comercialização, colheita, classificação e embalagens**. In: ALVARENGA, M.A.R. Produção em campo, casa de vegetação e hidroponia. Lavras, MG: Editora UFLA, 2004. p.367-393.

ALVARENGA, M.A.R.; MELO, P.C.T.; SHIRAHIGE, F.H. **Cultivares (2013)**. In: ALVARENGA, M.A.R. Produção em campo, casa de vegetação e hidroponia. 2. ed. Lavras, MG: Editora Universitária de Lavras. p. 49-50.

ANDREUCETTI, C.; FERREIRA, M.D.; TAVARES, M. Perfil dos compradores de tomate de mesa em supermercados da região de Campinas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 1, p.148-153, 2005.

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **‘Relatório de Atividades 2011 e 2012’**. 2013. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br>>. Acesso em: 26 set. 2015.

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **‘Programa de análise de resíduos de agrotóxicos em alimentos (PARA): relatório complementar relativo à segunda etapa das análises de amostras coletadas em 2012’**. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br>>. Acesso em: 2 set. 2015.

AZEVEDO, S.M.; FARIA, M.V.; MALUF, W.R.; OLIVEIRA, A.C.B.; FREITAS, J.A. Zingiberene-mediated resistance to the South American tomato pinworm derived from *Lycopersicon hirsutum* var. *hirsutum*. **Euphytica**, v. 134, p.347-351, 2003.

BAIER, J.E. **Seleção indireta de genótipos de tomateiro industrial resistentes ao ácaro rajado**. 2012. 52 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade do Centro-Oeste, Guarapuava, 2012.

BURKE, A.B.; GOLDSBY, G.; MUDD, J.B. Polar Epicuticular Lipids of *Lycopersicon pennellii*. **Phytochemistry**, Oxiford, v. 26, n. 9, p. 2567-2571, 1987.

CPS. Centro de Políticas Sociais. **Centro de políticas Sociais da FGV a partir de microdados da PNAD/IBGE**. Disponível em: <<http://cps.fgv.br/banco-de-dados>>. Acesso em: 26 maio 2014.

CARTER, C.D.; SACALIS, J.N.; GIANFAGNA, T.J. Resistance to Colorado Potato Beetle in relation to zingiberene content of *Lycopersicum* species. **Report of Tomato Genetics Cooperative**, New York, v. 38, n. 1, p. 12-13, Sept. 1988.

CARVALHO, P.G.B. **Benefícios do tomate para a saúde**. Disponível em: <http://www.cnph.embrapa.br/paginas/imprensa/artigos/beneficios_tomate_para_saude.htm>. Acesso em: 4 set. 2014.

COSTA, E. M. R. **Relação entre densidades de tricomas foliares e teores de zingibereno e de acilacúcares em tomateiros resistentes a pragas**. 2013. 83 p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2013.

DECS. DESCRITORES EM CIÊNCIAS DA SAÚDE. **Biblioteca virtual em saúde**. Disponível em: <http://decs.bvs.br/cgi-bin/wxisl660.exe/decserver/?IsisScript=../cgi-bin/decserver/decserver.xis&task=exact_term&previous_page=homepage&int>

erface_language=p&search_language=p&search_exp=Oxig%EAnio%20Singlet
o>. Acesso em: 03 de mar. 2016.

DROPKIN, V.H. The necrotic reaction of tomatoes and other hosts resistant to Meloidogyne: reversal by temperature. **Phytopathology**, Ithaca, v. 59, n. 11, p. 1632-1637, 1969.

FAO/WHO Food Standards - Food and Agriculture Organization of the United Nations. World Health Organization. Codex Alimentarius Commission.
Recommended international code of practice general principles of food hygiene. CAC/RCP 1-1969. Rev. 4-2003.

FILGUEIRA, F.A.R. **Novo Manual de Olericultura:** agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. Viçosa: UFV, 2000.

FILGUEIRA, F.A.R. **Novo manual de olericultura:** Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 3. ed .Viçosa: Editora UFLA, 2008. 421 p.

FNP CONSULTORIA E COMÉRCIO. **AGRIANUAL 2016:** anuário da agricultura brasileira. São Paulo, 2016. 456 p.

FOBES, J.F.; MUDD, J.B.; MARSDEN, M.P.F. Epicuticular lipid accumulation on the leaves of *Lycopersicon pennellii* (Corr.) D'Arcy e *Lycopersicon esculentum* Mill. **Plant Physiology**, Rockville, v. 77, n. 3, p. 567- 570, mar. 1985.

FREITAS, J.A.; MALUF, W.R.; CARDOSO, M.G.; GOMES, L.A.A.; BEARZOTTI, E. Inheritance of foliar zingiberene contents and their relationship to trichome densities and whitefly resistance in tomatoes. **Euphytica**, Wageningen, v. 127, n. 2, p. 275-287, 2002.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R.P.L.; BAPTISTA, G.C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A.;

ALVES, S.B.; VENDRAMIM, J.D.; MARCHINI, L.C.; LOPES, J.R.S.; OMOTO, C. **Entomologia Agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002. 920 p.

GODZINA, M.; KIELKIEWICZ, M.; SZYMCZYKIEWICZ, K. Varying abundance and dispersal of the two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae*. Koch, 1836, Acari: Prostigmata: Tetranychidae) on Mi-tomato plants differing in allelic combination. **Biological Lett**, v. 48, p. 213-223, 2011.

GOFFREDA, J.C.; MUTSHLER, M.A.; AVÉ, D.A.; TINGEY, W.M.; STEFFENS, J.C. Aphid deterrence by glucose esters in glandular trichome exudate of wild tomato, *Lycopersicon pennellii*. **Journal of Chemical Ecology**, New York, v. 15, n.7, p. 2135-2147, 1989.

GONÇALVES, L.D. **Herança do teor de acilaçúcares em genótipos de tomateiro e sua relação com tricomas foliares e repelência ao ácaro *Tetranychus evansi***. 2006. 37 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2006.

GONÇALVES, L.D.; MALUF, W.R.; CARDOSO, M.G.; GOMES, L.A.A.; NASCIMENTO, I.R. Inheritance of tomato leaflet acylsugar contents in genotypes derived from an interspecific cross. **Pesquisa agropecuária Brasileira**, Rio de Janeiro, v. 42, n. 5, p.699-705, maio, 2007.

GONÇALVES NETO, A.C. **Seleção para teor de acilaçucar nas folhas em tomateiros com qualidade comercial confere resistência à traça (*Tuta absoluta*)**. 2008. 37 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2008.

GONÇALVES NETO, A.C.; SILVA, V.F.; MALUF, W.R.; MACIEL, G.M.; NIZIO, D.A.C.; GOMES, L.A.A.; AZEVEDO, S.M. Resistência à traça-do-tomateiro em plantas com altos teores de acilaçúcares nas folhas. **Horticultura Brasileira**, v. 28, p. 203-208, 2010.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Levantamento Sistemático da produção agrícola:** pesquisa mensal de previsão e acompanhamento das safras agrícolas no ano civil. Rio de Janeiro, 2010. 53 p.

LUCKWILL, L.C. **The genus *Lycopersicon*:** an historical, biological, and taxonomic survey of the wild and cultivated tomatoes. Aberdeen: Aberdeen University Press, n. 120, 1943. 44 p.

MACIEL, G. M. **Capacidade combinatória em tomateiro e potencial comercial de híbridos resistentes a pragas.** 2010. 44 p. Tese (Doutorado em Agronomia/Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010.

MACIEL, G.M.; MALUF, W.R.; SILVA, V.F.; GONÇALVES NETO, A.C.; GOMES, L.A.A. Híbridos pré-comerciais resistentes a *Tuta absoluta* obtidos de linhagem de tomateiro rica em acilaçúcares. **Horticultura Brasileira**, v. 29, p.151-156, 2011.

MALUF, W.R.; CAMPOS, G.A.; CARDOSO, M.G. Relationships between trichome types and spider mite (*Tetranychus evansi*) repellence in tomatoes with respect to foliar zingiberene contents. **Euphytica**, Wageningen, v. 121, n. 1, p.73-80, 2001.

MALUF, W.R.; MACIEL, G.M.; GOMES, L.A.A.; CARDOSO, M.G.; GONÇALVES, L.D.; SILVA, E.C.; KNAPP, M. Broad-spectrum arthropod resistance in hybrids between high- and low-acylsugar tomato lines. **Crop Science Society of America**, v. 50, p. 439-450, 2010.

MARCHESE, A. **Resistência à mosca-branca e ao ácaro-rajado mediada por acilaçúcares e pelo gene mi em tomateiro.** 2013. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras MG, 2013.

MELO, P.C.T. Melhoramento genético do tomateiro. **Asgrow**, Campinas, 1989. 55p.

MELO, P.C.T.; VILELA, J.V.; BOITEAUX, L.S. Setor Agroindustrial de tomate no Brasil: ameaças e perspectivas. **Revista Campo & Negócios HF**, Uberlândia, v. 66, p. 16- 20, 2010.

NOMBELA, G.; BEITIA, F.; MUÑIZ, M. Variation in tomato host response to *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) in relation to acyl sugar content and presence of the nematode and potato aphid resistance gene Mi. **Bulletin of Entomological Research**, Farnham Royal, v. 90, n. 2, p. 161-167, Apr. 2000.

OLIVEIRA, C. M. de. **Efeito do gene Mi e dos altos teores foliares de acilacúcares e de zingibereno na resistência do tomateiro a artrópodes-praga**. 2015. 65 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2015.

PAMPLONA, A.M.S.R. **Avaliação de genótipos de tomate *Lycopersicon* sp. com diferentes concentrações de acilacúcares, quanto à resistência a *Bemisia tabaci* (Gennadius, 1889) (Hemiptera: Aleyrodidae)**. 2001. 70 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2007.

PERALTA, I.E.; KNAPP, S.; SPOONER, D.M. New species of wild tomatoes (*Solanum* section *Lycopersicon*: Solanaceae) from northern Peru. **Systematic Botany**, v. 30, p. 424-434, 2005.

PEREIRA, G.V.N.; MALUF, W.R.; GONÇALVES, L.D.; NASCIMENTO, I.R.; LICURSI, V. Seleção para alto teor de acilacúcares em genótipos de tomateiro e sua relação com a resistência ao ácaro vermelho (*Tetranychus evansi*) e à traça (*Tuta absoluta*). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 3, p. 996-1004, 2008.

REIS FILHO, J.S.; MARIN, J.O.B.; FERNANDES, P.M. Os agrotóxicos na produção de tomates de mesa na região de Goianápolis, Goiás. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 39, n. 4, p. 307-316, 2009.

RESENDE, J.T.V.; MALUF, W.R.; CARDOSO, M.D.; NELSON, D.L.; FARIA, M.V. Inheritance of acylsugar contents in tomatoes derived from an interspecific cross with the wild tomato *Lycopersicon pennellii* and their effect on spider mite repellence. **Genetics and Molecular Research**. v. 1, n. 2, p. 106-116, June 2002.

RESENDE, J.T.V. **Resistência a artrópodos-pragas, mediada por acilaçúcares em tomateiros obtidos do cruzamento interespecífico de *Lycopersicon esculentum* Mill 'TOM-584' x *L. pennellii* 'LA-716'**. 2003. 91 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2003.

RESENDE, J.T.V.; MALUF, W.R.; FARIA, M.V.; PFANN, A.Z.; NASCIMENTO, I.R. Acylsugars in tomato leaflets confer resistance to the south american tomato pinworm, *Tuta absoluta* Meyr. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 63, n.1, p. 20-25, jan./fev, 2006.

RESENDE, J.T.V.; MALUF, W.R.; CARDOSO, M.G.; FARIA, M.V.; GONÇALVES, L.D.; NASCIMENTO, I.R. Resistance of tomato genotypes with high level of acylsugars to *Tetranychus evansi* Backer & Pritchard. **Scientia Agricola**, v. 65, p. 31-35, 2008.

RESENDE, J.T.V.; MALUF, W.R.; CARDOSO, M.G.; GONÇALVES, L.D.; FARIA, M.V.; NASCIMENTO, I.R. Resistance of tomato genotypes to the silverleaf whitefly mediated by acylsugars. **Horticultura Brasileira**, v. 27, p. 345-348, 2009.

ROBERTS, P.A.; THOMASON, I.J. A review of variability in four *Meloidogyne* spp. measured by reproduction on several hosts including *Lycopersicon*. In: RUSSEL, G. E. (Ed.). **Agricultural zoology reviews**, Andover: Intercept, 1989. v. 3, p. 225-252.

ROSSI, M.; GOGGIN, F.L.; MILLIGAN, S.B.; KALOSHIAN, I.; ULLMAN, D.E.; WILLIAMSON, V.M. The *nematode resistance gene Mi* of tomato confers *resistance* against the potato aphid. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, Washington, v. 95, n. 17, p. 9750-9754, 1998.

SILVA, V.F.; MALUF, W.R.; CARDOSO, M.G.; GONÇALVES NETO, A.C.; MACIEL, G.M.; NIZIO, D.A.C.; SILVA, V.A. Resistência mediada por aleloquímicos de genótipos de tomateiro à mosca-branca e ao ácaro-rajado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 9, p. 1262-1269, 2009.

SILVA, A.A.; MALUF, W.R.; MORAES, J.C.; ALVARENGA, R.; COSTA, E.M.R. Resistência a *Myzus persicae* em genótipos de tomateiro com altos teores foliares de aleloquímicos. *Bragantia*, Campinas, v. 72, n. 2, p.173-179, 2013.

SILVA, A.A. da. **Resistência de genótipos de tomateiro com teores foliares contrastantes de aleloquímicos a *Liriomyza trifolii* (Burgess) (Diptera: Agromyzidae) e a *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae)**. 2012. 81 p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas)- Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2012.

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

SILVEIRA, J.; GALESKAS, H.; TAPETTI, R.; LOURENCINI, I. Quem é o consumidor brasileiro de frutas e hortaliças? **Hortifruti Brasil**, 2011.

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

SHAPIRO, J.A.; STEFFENS, J.C.; MUTSCHLER, M.A. Acylsugars of the wild tomato *Lycopersicon pennellii* in relation to geographic distribution of the species. **Biochemical Systematics and Ecology**, Oxford, v. 22, n. 6, p. 545-561, sept. 1994.

SHIRAHIGE, F. H. **Produtividade e qualidade de híbridos de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) dos segmentos Santa Cruz e Italiano em função**

do raleio de frutos, em ambiente protegido. 2009. 21p. Tese (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2009.

WILLIAMS, W.G.; KENNEDY, G.G.; YAMAMOTO, E.T.; THACKER, J.D.; BORDNER, J. 2-Tricdecanone – a naturally occurring insecticide from the wild tomato *Lycopersicon hirsutum* f. *glabratum*. **Science**, Washington, v. 207, n.4433, p.888-889, feb. 1980.

SEGUNDA PARTE - ARTIGOS

ARTIGO 1: Avaliação agronômica de híbridos de tomateiro com teores foliares elevados de açúcares

RESUMO

Esse trabalho visou a avaliar caracteres agronômicos e de qualidade de frutos de híbridos de tomateiro, potencialmente comerciais, com elevados teores do aleloquímico acilaçúcar e resistentes a nematoides, possuidores da Tecnologia AS-Plus, responsável pela resistência a uma ampla gama de pragas. Para a produção dos híbridos experimentais, 23 linhagens elite, com baixos teores de acilaçúcares, foram usadas como genitores femininos, e uma linhagem (TOM-760), com altos teores do aleloquímico e resistente a nematoides, como genitor masculino. Utilizou-se o delineamento em blocos casualizados, com 28 tratamentos (23 híbridos experimentais com teores intermediários de acilaçúcares e 5 testemunhas com baixos teores de acilaçúcares: Ivety, Paronset, Carina, Ibiza e TEX-249) e quatro repetições. Foram avaliadas as características: produção total, produção comercial, produção precoce, massa média de frutos, formato e número de lóculos por fruto. Para qualidade de frutos avaliou-se: teor de sólidos solúveis, número de dias para atingir a firmeza de 2.10^4N.m^{-2} e coloração. O híbrido TEX-412, no grupo Salada/Saladinha apresenta melhores características de produção e qualidade de frutos competitivas. No grupo Santa Cruz/Saladete, os híbridos TEX-458, TEX-459 e TEX-461 destacam-se entre os híbridos do grupo, com características de produção e qualidade de frutos competitivas comercialmente.

Palavras-chave: *Solanum lycopersicum*. Aleloquímicos. Melhoramento genético.

ABSTRACT

This article aimed to evaluate agronomical characteristics and fruit quality of tomato hybrids potentially commercial with high foliar levels of acylsugars, possessor of the technology AS-Plus, responsible for resistance against a wide array of pests. In order to produce commercial hybrids, 23 elite lines with low level of acylsugar were used as seed parents, and one line (TOM-760), with high acylsugar contents and carrier of the *Mi* gene, as male parent. There was used a randomized complete block design with 28 treatments (23 experimental hybrids with high level of acylsugar and 5 check cultivars with low level of acylsugar: Ivety, Paronset, Carina, Ibiza and TEX-249) and four replications. Agronomic traits were evaluated (total yield, commercial yield, early yield, mean fruit mass, fruit shape, number of locus) as well as fruit quality traits (soluble solid level, number of days to reach the firmness $2.10^4 \cdot \text{N} \cdot \text{m}^2$ and fruit color). The hybrid TEX-412, with oblate shaped-fruit, showed the best production features and competitive fruit quality. Saladete group hybrids TEX-458, TEX-459 and TEX-461 stood out for then production features and competitive fruit quality.

Keywords: *Solanum lycopersicum*. Allelochemical. Genetic breeding.

1 INTRODUÇÃO

Nos programas de melhoramento genético do tomateiro, os melhoristas visam a obtenção de híbridos com bons atributos agronômicos, principalmente produtividade e qualidade de frutos. Contudo, o tomateiro é uma cultura que possui grandes problemas com pragas e doenças, o que torna cada vez mais necessária a introdução de alelos de resistência na espécie.

O trabalho de instituições públicas e privadas resultou em diversas cultivares resistentes a um amplo número de doenças de grande importância causadas por vírus, fungos e bactérias. Entretanto, no que tange a insetos-praga, ainda não estão disponíveis no mercado, cultivares com níveis suficientemente altos de resistência, de modo a reduzir substancialmente a necessidade de pulverizações. Dessa maneira, o controle utilizado dos insetos-praga dessa cultura é principalmente o químico, o que pode acarretar danos ao ambiente, à saúde do trabalhador rural e ao consumidor, quando o uso de defensivos for utilizado como única ou principal forma de manejo (SILVA et al, 2009).

Contudo, trabalhos têm sido realizados visando a obtenção de cultivares comerciais resistentes às pragas, utilizando-se a estratégia de incorporação, em cultivares comerciais, de alelos de resistência presentes em materiais selvagens, que controlam a síntese de aleloquímicos associados à resistência – metilcetonas, sesquiterpenos e acilaçúcares (AZEVEDO et al., 2003; RESENDE, 2003; RESENDE et al., 2006; RESENDE et al., 2008; RESENDE et al., 2009; MALUF et al. 2010; MACIEL et al. 2011).

A resistência conferida pelos acilaçúcares já é bem documentada. Pesquisas evidenciam que o aleloquímico confere resistência ao ácaro-rajado (*Tetranychus urticae*) (SILVA et al., 2009; MARCHESE, 2013; OLIVEIRA, 2015) e vermelho (*Tetranychus evansi*) (GONÇALVES, 2006; RESENDE et al., 2008), à mosca-branca (*Bemisia argentifolii*) (RESENDE et al., 2009; SILVA et

al., 2009; MARCHESE, 2013; OLIVEIRA, 2015), à traça-do-tomateiro (*Tuta absoluta*) (RESENDE et al., 2006; MACIEL et al. 2011), ao pulgão (*Myzus persicae*) e à mosca minadora (*Liriomyza trifolii*) (SILVA, 2012; SILVA et al. 2013).

Alguns autores mostraram que o teor de acilacúcares nos híbridos de tomateiro heterozigotos para essa característica é menor do que nos genitores homozigotos com altos teores, mas ainda assim, é mais elevado que nos genitores com baixo teor (MACIEL, 2008; MALUF et al., 2010). Mesmo os híbridos heterozigotos são capazes de conferir resistência à traça-do-tomateiro (*Tuta absoluta*), à mosca-branca (*Bemisia argentifolii*) e ao ácaro-rajado (*Tetranychus urticae*) (MALUF et al., 2010). Contudo, apesar de bem documentado, ainda não existe no mercado, híbridos de tomate com níveis satisfatórios de resistência a insetos-pragas e competitivos agronomicamente, uma vez que os programas de melhoramento que visam a introgressão destes altos teores de aleloquímicos, em linhagens comerciais, são relativamente recentes e limitados a poucos grupos de pesquisa.

O gene *Mi*, que confere resistência a nematoides do gênero *Meloidogyne* sp, também pode influenciar a resistência a algumas pragas, como ao pulgão-da-batata (*Macrosiphum euphorbiae*) (ROSSI et al., 1998), ácaro-rajado (*T. urticae*) (GODZINA; KIELKIEWICZ; SZYMCZYKIEWICZ, 2011), e mosca-branca (*B. argentifolii*) (MARCHESE, 2013; OLIVEIRA, 2015). Linhagens ou híbridos que possuem a presença simultânea do alelo *Mi* e de teores elevados de acilacúcares são denominados pela empresa Hortiagro Sementes S.A. como possuidores da Tecnologia AS-Plus® - denominação utilizada nesta versão para os híbridos experimentais testados.

Desse modo, esse trabalho visou a avaliação de características agrônomicas e de qualidade de frutos em híbridos de tomateiro potencialmente

comerciais, com elevados teores do aleloquímico acilaçúcar, possuidores da Tecnologia AS-Plus, responsável pela resistência a uma ampla gama de pragas.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Estação Experimental da empresa Hortiagro Sementes S.A., localizada na Fazenda Palmital no município de Ijaci, MG, nas coordenadas 21°14'16" de latitude Sul e 45°08'00" de longitude oeste, à altitude de 920m, no período de março a setembro de 2015.

O material genético foi constituído de 23 híbridos experimentais e cinco testemunhas. As testemunhas utilizadas são cultivares híbridas e de crescimento indeterminado: Ivety-F1, Paronset-F1, Ibiza-F1, Carina-F1 e TEX-249-F1. Ivety-F1 e Paronset-F1 são tipo salada, das empresas Sakata Seed Sudamerica e Syngenta, respectivamente. Ibiza-F1 e Carina-F1 são do grupo Santa Cruz das empresas Hortiagro Sementes SA. e Sakata Seed Sudamerica, respectivamente, e, TEX-249-F1 é um híbrido experimental do tipo saladete da empresa Hortiagro Sementes S.A. Todas as testemunhas possuem baixos teores foliares de acilaçúcares.

Para a produção dos híbridos utilizou-se 23 linhagens elite, com baixos teores de acilaçúcares como genitores femininos (Grupo I), e uma linhagem (TOM-760), com alto teor de acilaçúcares e resistência a múltiplas doenças (inclusive nematoides), como genitor masculino (Grupo II), cujas descrições estão no Quadro 1. Os híbridos, todos com hábito de crescimento indeterminado, foram obtidos pelo cruzamento de linhagens do grupo I x linhagem do grupo II. Os híbridos obtidos estão descritos no Quadro 2, e, dada à dominância apenas parcial do alelo que controla o teor de acilaçúcar (MACIEL, 2008; MALUF et al., 2010), possuem níveis do aleloquímico inferiores ao TOM-760, porém, mais elevados do que os das testemunhas com baixo teor. Linhagens ou híbridos que

possuem a presença simultânea do alelo *Mi* e de teores elevados de açúcares são denominados pela empresa Hortiagro Sementes S.A. como possuidores da Tecnologia AS-Plus®, de modo que todos os 23 híbridos experimentais obtidos são detentores desta tecnologia.

Os tratamentos foram semeados em bandejas de plástico de 162 células em substratos Tropstrato®, e após 30 dias transplantados para o campo no delineamento em blocos casualizados, com 28 tratamento e 4 repetições. Cada parcela foi constituída de uma fileira com 10 plantas, alocadas no espaçamento de 1,50m entre linha e 0,50m entre plantas.

As plantas foram conduzidas em sistema tutorado com única haste, e tutoradas individualmente, sendo semanalmente desbrotadas. As adubações de plantio e cobertura, e os tratamentos culturais e fitossanitários, seguiram as recomendações específicas para a cultura do tomateiro.

Foram realizadas colheitas semanais para cada uma, das quais foi utilizado o valor médio de cada parcela para a realização das análises. As características avaliadas foram:

Produção total de frutos - corresponde ao somatório total de frutos colhidos em cada parcela, durante o período de colheita, expressa em $t.ha^{-1}$.

Produção comercial de frutos - corresponde ao somatório total de frutos comerciais colhidos em cada parcela, durante o período de colheita, expressa em $t.ha^{-1}$. Foram considerados comerciais frutos com peso superior a 60 gramas e com ausência de deformações.

Produção precoce - obtida pelo somatório das produções do total de frutos comerciais colhidos em cada parcela, referente às 4 primeiras colheitas. Os dados serão expressos em $t.ha^{-1}$ de frutos colhidos.

Massa média dos frutos - obtida pela divisão da massa fresca total de frutos comerciais colhidos em cada parcela pelo respectivo número de frutos, durante todas as colheitas, e expressa em gramas/fruto.

Formato dos frutos – mensurado pela divisão do comprimento (C) pela largura (L) dos frutos. Frutos que apresentam formato alongado, com relações C/L próximos a 2, são considerados típicos do grupo Italiano, enquanto C/L em torno de 1,3 são do grupo Saladette. Já C/L ligeiramente >1 classificam-se no grupo Santa Cruz, e, $C/L \leq 1$ no grupo salada ou multilocular. Foram mensurados 20 frutos em cada parcela e obtida a relação média C/L por parcela.

Número de lóculos por fruto – estimada pela média de número de lóculos por fruto em uma amostra de 4 frutos/parcela.

Teor de sólidos solúveis – determinado pela leitura direta em refratômetro. Foram avaliados 4 frutos por parcela e obtido o valor médio de sólidos solúveis em cada parcela, os resultados expressos em °Brix.

Coloração do fruto – determinado em frutos plenamente maduros, de 4 frutos por parcela, cuja média é calculada para obter-se o valor correspondente. As leituras foram realizadas em um ponto externo do fruto, na epiderme, e três pontos internos, no pericarpo, placenta e columela. Para mensurá-las utilizou-se o colorímetro Minolta CR-400, iluminante D65, no modo CIE *L, *a, e *b, onde:

*L = “lightness” = coordenada de brilhância (eixo z) = varia de -100 (negro) a +100 (branco). Valores maiores indicam cores mais brilhantes.

*a = coordenada de cromaticidade (eixo x), variando de -60 (verde) a +60 (vermelho).

*b = coordenada de cromaticidade (eixo y), variando de -60 (azul) a +60 (amarelo).

A partir dos valores *a e *b foram obtidos:

“*Hue angle*” = ângulo de cromaticidade = definido como $\arctg(b/a)$;

“*Chroma*” = croma ou saturação = raiz quadrada de $(a^2 + b^2)$.

Ângulo de cromaticidade é definido a partir do eixo a, e é expresso em graus; 0° é definido como +a (vermelho), 90° como +b (amarelo), 180° como -a

(verde), e 270° como -b (azul). Já para a saturação ou croma, os valores variam entre 0 e 60. Valores iguais a 0 correspondem ao centro de origem das coordenadas que indicam cores pouco saturadas, e valores de 60 indicam a máxima saturação (KONICA MINOLTA, 2016).

Firmeza de frutos - medida segundo a técnica de aplanção não destrutiva, desenvolvida por Calbo e Calbo (1989) e Calbo e Nery (1995). O princípio consiste em utilizar um aplanador centrado, e assim, aplicar uma força exatamente conhecida à superfície do fruto, seguindo-se à medição da área de contato entre a placa compressora e a superfície do fruto. A área aplanada é estimada pela fórmula da área (A) de uma elipse, $A = 0,7884 * a * b$, em que A = área aplanada em cm^2 , a = diâmetro menor (cm) e b = diâmetro maior (cm). A firmeza (Fz) é obtida dividindo-se o peso da ponta de prova (P) pela área aplanada (A), $Fz = P/A$, expressando-se os resultados em N.m^{-2} .

Para avaliação da firmeza, coletou-se 4 frutos por parcela, no estágio de maturação *breaker* (início de manchas de coloração vermelha na região da cicatriz estilar). Os frutos foram armazenados em câmara fria a 15°C e umidade relativa de 60%, durante 21 dias. As medidas iniciaram-se 1 dia após os frutos colhidos em estágio *breaker* (dia 1) e foram continuamente realizadas a cada dois dias, até o 21º dia após o *breaker*. Cada fruto foi medido sempre no mesmo ponto. Utilizou-se uma gota de óleo mineral na superfície do fruto a ser medido para delinear melhor a elipse provocada pela compressão. Para medir o diâmetro maior e menor da elipse, usou-se como auxílio, um paquímetro digital. Foi determinado o número de dias para atingir a firmeza de 2.10^4N.m^{-2} , que corresponde à firmeza limite, abaixo do qual o fruto torna-se inviável para comercialização, e representa, portanto, a capacidade de conservação do mesmo.

Foi observada uma variação nas características avaliadas devido ao efeito de um sombreamento em parte dos blocos. Por esse motivo, realizou-se um ajuste inserindo a fonte de variação sombreamento com cinco classes que

indicavam o tempo de exposição da parcela ao sombreamento ('sem sombra', 'sombra por curtos períodos', 'sombreamento intermediário', 'sombreamento por longos períodos', 'sempre sombreado'). Considerando a progressão do sombreamento ao longo do período em que o experimento permaneceu no campo, e a dificuldade em estimar a classe que cada parcela pertencia, partindo de cenários empíricos, avaliou-se quatro cenários com algumas parcelas pertencendo a classes diferentes, com o intuito de selecionar o cenário que minimizasse o quadrado médio do resíduo e maximizasse o ajuste do modelo. A partir do cenário com a disposição das classes de sombreamento que apresentava o melhor ajuste, realizou-se a correção das médias de forma semelhante para a fonte de variação blocos. A correção dos dados foi significativa para as características produção total, produção comercial, produção precoce, massa média de frutos, teor de sólidos solúveis, ângulo de cromaticidade do epicarpo, pericarpo e columela, e saturação do epicarpo; não significativo para formato, número de dias para atingir a firmeza de 2.10^4N.m^{-2} , número de lóculos por fruto, ângulo de cromaticidade da placenta e saturação do pericarpo, placenta e columela. Realizou-se análise de variância para os caracteres avaliados, e as médias dos genótipos foram comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. As estimativas de contrastes selecionados entre grupos de genótipos com diferentes relações $C.D^{-1}$ e/ou da constituição genotípica no loco *rin* e *og*^c foram obtidas, a fim de caracterizar diferenças possíveis no número de dias para firmeza de 2.10^4N.m^{-2} (dias), ângulo de cromaticidade (°Graus) e croma em função dessas duas características. Ambos foram realizados por meio do aplicativo estatístico SAS®.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos ($p=0,05$) para todas as características de produção (produção total, produção comercial, produção precoce, massa média de frutos, formato, número de lóculos por fruto) e para qualidade de frutos (dias para firmeza de 2.10^4N.m^{-2} (dias), teor de sólidos solúveis e coloração) (Tabelas 1, 2, 3, 4).

Os grupos Caqui, Salada e Saladinha apresentam os frutos pluriloculares, formato globular achatado, com diâmetro transversal maior que o longitudinal (relações $C.D^{-1} < 1$) e, no presente ensaio, portanto, enquadram-se neste grupo os híbridos experimentais TEX-412, TEX-449, TEX-450, TEX-451 e TEX-455, bem como as testemunhas Ivety e Paronset. Os híbridos experimentais TEX-412, TEX-449, TEX-450, TEX-451 e TEX-455 não diferiram entre si e da testemunha Paronset para o parâmetro relação $C.D^{-1}$ e número médio de lóculos por fruto, também não diferiram da testemunha Ivety para a segunda característica (Tabela 2), permitindo classificar esses híbridos experimentais como cultivares do tipo Salada. Já os híbridos TEX-452, TEX-453, TEX-454, TEX-456, TEX-457, TEX-458, TEX-459, TEX-460, TEX-461 e TEX-465 caracterizam-se como do grupo Saladete, com relação $C.D^{-1}$ que não diferiram estatisticamente da testemunha Saladete TEX-249. Os outros híbridos, TEX-407, TEX-408, TEX-409, TEX-410, TEX-411, TEX-462, TEX-463 e TEX-464, apresentaram relações $C.D^{-1}$ ligeiramente maiores que 1, típica do grupo Santa Cruz, não diferindo da testemunha Ibiza e Carina (Tabela 2). Com exceção dos híbridos experimentais AS-Plus do tipo Salada, os outros híbridos não diferiram entre si nem das testemunhas Ibiza, Carina e TEX-249 para número médio de lóculos por frutos, cujos valores variaram entre 2,01 e 2,44.

As massas médias de frutos dos híbridos experimentais AS-Plus do grupo Salada TEX-412, TEX-449 e TEX-450 não diferiram entre si e da

testemunha Paronset. TEX-451 e TEX-455 apresentaram massas médias inferiores a essa testemunha. Entretanto, todos os híbridos experimentais com relação $C.D^{-1} < 1$ apresentaram massa média inferior à testemunha Ivety. Esses híbridos experimentais apresentaram massa média de frutos entre 114,17 e 141,92 gramas, valores baixos para ser considerado do tipo Salada, sendo classificados como Saladinha, embora alguns se aproximem deste tipo salada, a exemplo de TEX-412, TEX-449 e TEX-450, cujas massas médias se assemelharam à de Paronset. Todos os outros híbridos, dos grupos Santa Cruz/Saladete, não diferiram entre si e de Carina, Ibiza e TEX-249, (testemunhas do tipo Santa Cruz/Saladete) com massas médias de frutos com valores variando de 89,55 a 106,02 gramas (Tabela 1).

A maioria dos híbridos experimentais não diferiu estatisticamente entre si e das testemunhas para produção total, comercial e precoce (Tabela 1). Houve amplitude de uma variação de 54,52 a 100,49t.ha⁻¹, 46,24 a 84,87t.ha⁻¹, e, 26,86 a 38,38 t.ha⁻¹ para produção total, produção comercial e produção precoce, respectivamente, entre os híbridos experimentais AS-Plus do grupo Salada/Saladinha. Entre os híbridos experimentais desse grupo, TEX-412, TEX-449, TEX-450 e TEX-451 apresentaram produtividades totais não diferentes entre si nem das testemunhas Paronset e Ivety. Já TEX-455 apresentou menor produção total ($p < 0,05$) que o híbrido experimental TEX-412 e as testemunhas Ivety e Paronset (Tabela 1). Para produção comercial TEX-412, TEX-449 e TEX-450 não diferiram das testemunhas Paronset e Ivety, TEX-451 não diferiu de Paronset, e, TEX-455 apresentou menor produção comercial que as duas testemunhas do tipo salada. As produções precoces no grupo Salada/Saladinha não diferiram estatisticamente entre os híbridos do grupo, e também iguais as testemunhas do grupo (Tabela 1). No grupo Santa Cruz/Saladete houve uma variação de 46,04 a 81,62t.ha⁻¹, 39,77 a 72,55t.ha⁻¹, e, 18,46 a 38,34 t.ha⁻¹ para produção total, produção comercial e produção precoce, respectivamente, e não

houve diferença entre os híbridos experimentais e as testemunhas Carina e Ibiza para essas características (Tabela 1). Os resultados para as características de produção mostram que boa parte dos híbridos é competitiva comercialmente, quando comparados às testemunhas utilizadas.

Os híbridos experimentais TEX-412, TEX-449, TEX-450, TEX-451 e TEX-455, do segmento Salada/Saladinha, apresentaram teor de sólidos solúveis entre 3,79 e 4,43 °Brix, não diferentes estatisticamente, entre si e das testemunhas Ivety e Paronset (Tabela 2). O teor de sólidos solúveis entre os híbridos experimentais, do segmento Santa Cruz/Saladete, variou entre 3,59 a 4,83 °Brix. TEX-407, TEX-411 e TEX-452 apresentaram valores médios para esse parâmetro superiores, e os outros híbridos experimentais desse segmento não se diferenciaram da testemunha Ibiza. Já em relação a testemunha Carina, TEX-408, TEX-457, TEX-462, TEX-463 e TEX-464 apresentaram valores inferiores, enquanto os outros híbridos do grupo não diferenciaram dessa testemunha. Entre os híbridos experimentais, tipo Santa Cruz/Saladete, TEX-407 apresentou maior teor de sólidos solúveis que TEX-408, TEX-457, TEX-462, TEX-463 e TEX-464 (Tabela 2).

Os híbridos experimentais do segmento Santa Cruz/Saladete, não diferiram entre si e das testemunhas Ibiza e Carina em relação ao número de dias para atingir firmeza de 2.10^4N.m^{-2} , mas houve uma tendência dos híbridos normais terem maiores números de dias para firmeza que os híbridos heterozigotos *og^f* (Tabela 2 e Tabela 7, Contrastes 1, 2 e 7). Entre os híbridos experimentais do grupo Salada/Saladinha, TEX-451 (20,21 dias) apresentou maior número de dias para atingir a firmeza de 2.10^4N.m^{-2} que o híbrido TEX-412 (11,07 dias), mas nenhum dos híbridos experimentais desse segmento diferiu das testemunhas Ivety e Paronset (Tabela 2 e Tabela 7, Contrastes 3, 4 e 5). O híbrido TEX-451, heterozigoto *rin*, apresentou, aproximadamente, 5 dias a mais para atingir o valor de 2.10^4N.m^{-2} que os híbridos também heterozigotos

para o gene *rin*, TEX-449 e TEX-450 (Tabela 2 e Tabela 7, Contraste 6), indicando que a firmeza de frutos pode ser devido tanto a *background* genético como a alelos mutantes que atuam sobre o processo de amadurecimento (ANDRADE JÚNIOR, 2005; CÁ, 2006). Santos (2012) observou que o alelo mutante de coloração *og^c* em heterozigose prejudicou a firmeza dos frutos de tomate saladete em comparação com os genótipos normais. Os resultados de firmeza do híbrido TEX-451 provavelmente são devidos a ambos os fatores, citados por Andrade Júnior (2005) e Cá (2006) e a menor firmeza nos híbridos heterozigotos *og^c* concordam com os resultados de Santos (2012).

Carina apresentou valores de ângulo de cromaticidade mais próximos ao vermelho que os híbridos Santa Cruz/Saladete AS-Plus experimentais e todos os outros híbridos Santa Cruz/Saladete para os quatro pontos avaliados (Tabela 3 e Tabela 5, Contrastes 1 e 2). Em relação aos híbridos Saladas/Saladinhas, Ivety apresentou valores menores de ângulos de cromaticidade, mais próximos ao vermelho na epiderme e columela que Paronset, na epiderme e no pericarpo que os Saladas/Saladinhas AS-Plus experimentais, e na epiderme, pericarpo e columela que os híbridos Saladas/Saladinhas AS-Plus experimentais *rin* (Tabela 3 e Tabela 5, Contrastes 3, 4 e 5).

Para croma, os valores dos híbridos Santa Cruz/Saladete AS-Plus experimentais e de todos os outros híbridos Santa Cruz/Saladete apresentaram cores menos saturadas e menos intensas para o pericarpo, placenta e columela que a testemunha Carina (Tabela 4 e Tabela 6, Contrastes 1 e 2). Já Ivety apresentou maiores valores para saturação, cores mais saturadas e intensas na epiderme e pericarpo que Paronset, na columela que os híbridos Saladas/Saladinhas AS-Plus experimentais, e na placenta e columela que os híbridos Saladas/Saladinhas AS-Plus experimentais *rin* (Tabela 4 e Tabela 6, Contrastes 3, 4 e 5). Os valores de croma para epiderme dos híbridos Saladas/Saladinhas AS-Plus experimentais e dos híbridos Saladas/Saladinhas

AS-Plus experimentais *rin* foram maiores, mais saturados e intensos que da testemunha Ivety (Tabela 4 e Tabela 6, Contrastes 3, 4 e 5).

Os resultados de ângulo de cromaticidade e croma dos híbridos heterozigotos para gene *rin* mostram que o uso desse alelo mutante em heterozigose tende a piorar a coloração, notadamente a interna, apresentando cores menos vermelhas e menos intensas que a testemunha normal Ivety (Tabela 3, Tabela 4, Tabela 5 e Tabela 6, Contrastes 5). Já o uso do alelo *og^c* em heterozigose tendeu a melhorar a coloração na epiderme, pericarpo e placenta do híbrido TEX-451, heterozigoto *rin*, com valores de ângulo de cromaticidade mais próxima do vermelho, quando comparado com os híbridos heterozigotos *rin* e *og^{c+}/og^{c+}*. Já em comparação com os genótipos normais (*og^{c+}/og^{c+}*), os híbridos heterozigotos *og^c* apresentaram desvios mais próximos do vermelho na placenta e columela (Tabela 5, Contrastes 6 e 7). Os valores de croma tenderam a serem mais saturados e intensos no pericarpo no híbrido heterozigoto *rin* e *og^c*, em comparação com os híbridos heterozigotos *rin*, e os valores médios na placenta e columela nos híbridos normais (*og^{c+}/og^{c+}*), apresentaram maior saturação, em comparação com os híbridos heterozigotos *og^c* (Tabela 6, Contrastes 6 e 7). Santos (2012) avaliou os efeitos na coloração de frutos de tomate dos alelos *nor^A*, *rin*, *hp*, *og^c* e *t*, e encontrou menor valor médio de chroma e maior ângulo de cromaticidade no híbrido heterozigoto *rin* do que em genótipos normais, isto é, o uso do mutante *rin* em heterozigose piorou a coloração dos frutos, e o mutante *og^c* melhorou a coloração dos frutos. Andrade et al. (2015) estudou o efeito dos genes mutantes e verificou que os genótipos homozigotos *og^c* mostraram um desvio significativo quanto aos ângulos de cromaticidade em direção ao vermelho na placenta e columela quando comparado com os genótipos normais. Os resultados encontrados no atual trabalho, concordam com Santos (2012) e Andrade et al. (2015).

Os resultados do presente trabalho mostram que há híbridos experimentais AS-Plus competitivos quando as características agronômicas e qualidade de frutos no grupo de cultivares Salada/Saladinha e Santa Cruz/Saladete. Entre os híbridos do grupo Salada/Saladinha se destaca o híbrido TEX-412, com melhores características de produção e qualidade de frutos competitivas. Já no grupo Santa Cruz/Saladete os híbridos TEX-458, TEX-459 e TEX-461 destacam-se entre os híbridos do grupo, com características de produção e qualidade de frutos competitivas com a melhor testemunha Santa Cruz/Saladete.

4 CONCLUSÃO

O híbrido experimental TEX-412, do grupo Salada/Saladinha, apresentou melhores características de produção e qualidade de frutos competitivas.

No grupo Santa Cruz/Saladete os híbridos TEX-458, TEX-459 e TEX-461 destacam-se entre os híbridos do grupo, com características de produção e qualidade de frutos competitivas comercialmente.

REFERÊNCIAS

ANDRADE JUNIOR, V.C.; MALUF, W.R.; FARIA, M.V.; BENITES, F.R.G.; SANTOS JUNIOR, A.M. Produção e qualidade de frutos de híbridos de tomateiro portadores de alelos mutantes de amadurecimento e coloração. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, p. 555-561, 2005.

ANDRADE, T.M.; GOMES, L.A.A.; SANTOS, D.C.; CARVALHO, R.C.; GONÇALVES NETO, A.C. Interaction of the mutant genes B, og^c, hp and t in the coloring of tomato fruit. **Euphytica** (Dordrecht. Online), v. 202, p. 1, 2015.

AZEVEDO, S.M.; FARIA, M.V.; MALUF, W.R.; OLIVEIRA, A.C.B.; FREITAS, J.A. Zingiberene-mediated resistance to the South American tomato pinworm derived from *Lycopersicon hirsutum* var. *hirsutum*. **Euphytica**, v. 134, p. 347-351, 2003.

CÁ, J.A.; MALUF, W.R.; GOMES, L.A.A.; NASCIMENTO, I.R.; FARIA, M.V.; LICURSI, V.; MORETTO, P. Híbridos de tomateiro longa-vida com frutos de maior intensidade de coloração. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 9, p. 1377-1384, 2006.

CALBO, A. G.; CALBO, M. E. Medição e importância do potencial de parede. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Ribeirão Preto, v. 1, n. 1, p. 41-45, jun. 1989.

CALBO, A. G.; NERY, A. A. Medida de firmeza em hortaliças pela técnica de aplanção. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 13, n. 1, p. 14-18, maio, 1995.

GODZINA, M.; KIELKIEWICZ, M.; SZYMCZYKIEWICZ, K. Varying abundance and dispersal of the two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae*.Koch, 1836, Acari: Prostigmata: Tetranychidae) on Mi-tomato plants differing in allelic combination. **Biological Lett**, v. 48, p. 213-223, 2011.

GONÇALVES, L.D. **Herança do teor de açúcares em genótipos de**

tomateiro e sua relação com tricomas foliares e repelência ao ácaro *Tetranychus evansi*. 2006. 37 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2006.

KONICA MINOLTA. **Precise color communication.** Disponível em: <https://www.konicaminolta.eu/fileadmin/content/eu/Measuring_Instruments/4_Learning_Centre/C_A/PRECISE_COLOR_COMMUNICATION/pcc_english_13.pdf>. Acesso em: 20 jan. 2016.

MACIEL, G.M. **Broad spectrum arthropod resistance mediated by leaf acylsugar contents in tomatoes.** 2008. 45 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2008.

MACIEL, G.M.; MALUF, W.R.; SILVA, V.F.; GONÇALVES NETO, A.C.; GOMES, L.A.A. Híbridos pré-comerciais resistentes a *Tuta absoluta* obtidos de linhagem de tomateiro rica em acilaçúcares. **Horticultura Brasileira**, v. 29, p.151-156, 2011.

MALUF, W.R.; MACIEL, G.M.; GOMES, L.A.A.; CARDOSO, M.G.; GONÇALVES, L.D.; SILVA, E.C.; KNAPP, M. Broad-spectrum arthropod resistance in hybrids between high- and low-acylsugar tomato lines. **Crop Science Society of America**, v. 50, p. 439-450, 2010.

MARCHESE, A. **Resistência à mosca-branca e ao ácaro-rajado mediada por acilaçúcares e pelo gene mi em tomateiro.** 2013. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras MG, 2013.

OLIVEIRA, C.M. de. **Efeito do gene Mi e dos altos teores foliares de acilaçúcares e de zingibereno na resistência do tomateiro a artrópodes-praga.** 2015. 65 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2015.

SANTOS, D.C. **Produção e qualidade de frutos de híbridos de tomateiro quanto à sua coloração e conservação pós-colheita.** 2012. 99 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2012.

SILVA, V.F.; MALUF, W.R.; CARDOSO, M.G.; GONÇALVES NETO, A.C.; MACIEL, G.M.; NIZIO, D.A.C.; SILVA, V.A. Resistência mediada por aleloquímicos de genótipos de tomateiro à mosca-branca e ao ácaro-rajado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 9, p. 1262-1269, 2009.

SILVA, A.A.; MALUF, W.R.; MORAES, J.C.; ALVARENGA, R.; COSTA, E.M.R. Resistência a *Myzus persicae* em genótipos de tomateiro com altos teores foliares de aleloquímicos. **Bragantia**, Campinas, v. 72, n. 2, p. 173-179, 2013.

SILVA, A.A. da. **Resistência de genótipos de tomateiro com teores foliares contrastantes de aleloquímicos a *Liriomyza trifolii* (Burgess) (Diptera: Agromyzidae) e a *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae)**. 2012. 81 p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas)- Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2012.

RESENDE, J.T.V. **Resistência a artrópodos-pragas, mediada por acilaçúcares em tomateiros obtidos do cruzamento interespecífico de *Lycopersicon esculentum* Mill 'TOM-584' x *L. pennellii* 'LA-716'**. 2003. 91 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2003.

RESENDE, J.T.V.; MALUF, W.R.; FARIA, M.V.; PFANN, A.Z.; NASCIMENTO, I.R. Acylsugars in tomato leaflets confer resistance to the south american tomato pinworm, *Tuta absoluta* Meyr. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 63, n.1, p. 20-25, jan./fev, 2006.

RESENDE, J.T.V.; MALUF, W.R.; CARDOSO, M.G.; FARIA, M.V.; GONÇALVES, L.D.; NASCIMENTO, I.R. Resistance of tomato genotypes with high level of acylsugars to *Tetranychus evansi* Backer & Pritchard. **Scientia Agricola**, v. 65, p. 31-35, 2008.

RESENDE, J.T.V.; MALUF, W.R.; CARDOSO, M.G.; GONÇALVES, L.D.; FARIA, M.V.; NASCIMENTO, I.R. Resistance of tomato genotypes to the

silverleaf whitefly mediated by acylsugars. **Horticultura Brasileira**, v. 27, p. 345-348, 2009.

ROSSI, M.; GOGGIN, F.L.; MILLIGAN, S.B.; KALOSHIAN, I.; ULLMAN, D.E.; WILLIAMSON, V.M. The *nematode resistance gene Mi* of tomato confers *resistance* against the potato aphid. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, Washington, v. 95, n. 17, p. 9750-9754, 1998.

Quadro 1 Descrição dos genitores. UFLA, Lavras-MG 2016.

Linhagens do Grupo I	Descrição
1 = TOM-698	Hábito de crescimento determinado. Linhagem do tipo Rio Fuego (saladete). Resistência a Fol ₂ , Ty-1 e Sw-5.
2 = TOM-695	Hábito de crescimento determinado. Linhagem do tipo Débora. Resistência a Fol ₁ , Pst, Ss, Ty-1, Vd e Sw-RT.
3 = TOM-699	Hábito de crescimento determinado. Linhagem do tipo Rio Fuego (saladete). Resistência a Fol ₂ , Sw-5 e Ty-1.
4 = TOM-691	Hábito de crescimento determinado. Linhagem tipo Bônus. Resistência a Fol ₂ , Ty-1 e Sw-5.
5 = TOM-692	Hábito de crescimento determinado. Linhagem tipo Bônus. Resistência a Fol ₂ , Ty-1 e Sw-5.
6 = TOM-717	Hábito de crescimento indeterminado. Linhagem multilocular. Resistência a Fol ₂ , Mi e Ty-1.
7 = TOM-665	Hábito de crescimento determinado. Linhagem multilocular tendendo a Santa Cruz. Resistência Vd e Fol ₂ . Gene <i>rin</i> .
8 = TOM-667	Hábito de crescimento determinado. Linhagem do tipo Rodas, multilocular e graúdo. Resistência Vd e Fol ₂ . Gene <i>rin</i> .
9 = TOM-761	Hábito de crescimento determinado. Resistência Fol ₂ . Gene <i>rin</i> e alelo <i>og^c</i> .
10 = TOM-718	Hábito de crescimento determinado. Linhagem do tipo Andrea (italiano). Resistência a Mi, Mj e Fol ₂ .
11 = TOM-720	Hábito de crescimento indeterminado. Linhagem do tipo Andrea (italiano). Resistência a Vd e Fol ₂ .
13 = TOM-756	Hábito de crescimento determinado. Frutos tipo NC-123S, multiloculares. Resistência a Vd, Fol ₁ , Fol ₂ , Fol ₃ , Mi, Mj e Sw-5.
14 = TOM-765	Hábito de crescimento determinado. Linhagem do tipo saladette. Resistência a Vd, Fol ₁ , Fol ₂ , Fol ₃ e As. Alelo <i>og^c</i> .
15 = TOM-766	Hábito de crescimento determinado. Linhagem do tipo saladette. Resistências a Vd, Fol ₁ , Fol ₂ , Ph ₃ e As. Alelo <i>og^c</i> .
16 = TOM-764-hip-roxo	Hábito de crescimento determinado. Linhagem do tipo italiano. Resistências a Vd e Fol ₁ . Alelo <i>og^c</i> .
17 = TOM-764-hip-verde	Hábito de crescimento determinado. Linhagem macho-estéril do tipo italiano. Resistências a Vd e Fol ₁ . Alelo <i>og^c</i> .

Quadro 1, conclusão

Linhagens do Grupo I	Descrição
19 = TOM-768	Hábito de crescimento determinado. Linhagem do tipo italiano (C/D>2:1). Resistências a Fol ₃ e Sw-5. Alelo <i>og^c</i> .
20 = TOM-781	Hábito de crescimento determinado. Linhagem do tipo Rio Fuego (saladete) e graúdo.
21 = TOM-782	Hábito de crescimento determinado. Linhagem do tipo Rio Fuego (saladete) e graúdo.
22 = TOM-783	Hábito de crescimento determinado. Linhagem do tipo Rio Fuego (saladete) e graúdo.
23 = TOM-784	Hábito de crescimento determinado. Linhagem do tipo Rio Fuego (saladete) e graúdo.
Linhagem do Grupo II	Descrição
1 = TOM-760	Linhagem do tipo Santa Cruz, hábito de crescimento indeterminado. Resistências a Vd, Fol ₁ , Ss, Mi, Mj, Pst, Sw-5. Alto teor de acilaçúcar.

Legenda: As= resistência a *Alternaria solani*; Ph3= resistência a *Phytophthora infestans*; Fol₁= resistência a *Fusarium oxysporum* f.sp.*lycopersici* raça 1; Fol₂= resistência a *Fusarium oxysporum* f.sp.*lycopersici* raça 2; Fol₃= resistência a *Fusarium oxysporum* f.sp.*lycopersici* raça 3; Mi = resistência a *Meloidogyne incógnita*; Mj = resistência a *Meloidogyne javanica*; Pst= resistência a *Pseudomonas syringae* pv. *tomato*; Ss = resistência a *Stemphylium solani*; Sw-5 = resistência a *Tospovirus*, fonte de resistência: cv. Stevens; Vd= resistência a *Verticillium dahliae*; Sw-RT = resistência a *Tospovirus*, fonte de resistência Rey de los Tempranus; Ty-1= resistência a *Begomovirus*; *og^c* = presença do alelo *old gold-crimson*; *rin* = alelo “ripening inhibitor”.

Quadro 2 Descrição dos híbridos experimentais e testemunhas utilizadas no experimento. UFLA, Lavras-MG, 2016.

T	Híbridos	Nº Lóculos		Loco <i>og^c</i>			Loco <i>rin</i>			Loco <i>Mi</i>			Acilaçúcar ^a		
		≤3	>3	<i>og^c/og^c</i>	<i>og^{c+}/og^c</i>	<i>og^{c+}/og^{c+}</i>	<i>rin/rin</i>	<i>rin⁺/rin</i>	<i>rin⁺/rin⁺</i>	<i>Mi/Mi</i>	<i>Mi⁺/Mi</i>	<i>Mi⁺/Mi⁺</i>	A	I	B
T1	Paronset	-		-	-		-	-		-	-		-	-	
T2	Ivety	-		-	-		-	-		-		-	-	-	
T3	Carina		-	-	-		-	-		-		-	-	-	
T4	Ibiza		-	-	-		-	-		-		-	-	-	
T5	TEX-249		-	-	-		-	-		-		-	-	-	
T6	TEX-407 (TOM-698 x TOM-760)		-	-	-		-	-		-		-	-		-
T7	TEX-408 (TOM-695 x TOM-760)		-	-	-		-	-		-		-	-	-	
T8	TEX-409 (TOM-699 x TOM-760)		-	-	-		-	-		-		-	-	-	
T9	TEX-410 (TOM-691 x TOM-760)		-	-	-		-	-		-		-	-	-	
T10	TEX-411 (TOM-692 x TOM-760)		-	-	-		-	-		-		-	-	-	
T11	TEX-412 (TOM-717 x TOM-760)	-		-	-		-	-		-	-		-	-	
T12	TEX-449 (TOM-665 x TOM-760)	-		-	-		-		-	-		-	-	-	
T13	TEX-450 (TOM-667 x TOM-760)	-		-	-		-		-	-		-	-	-	
T14	TEX-451 (TOM-761 x TOM-760)	-		-			-		-	-		-	-	-	
T15	TEX-452 (TOM-718 x TOM-760)		-	-	-		-	-		-	-		-	-	
T16	TEX-453 (TOM-720 x TOM-760)		-	-	-		-	-		-		-	-	-	
T17	TEX-454 (TOM-732 x TOM-760)		-	-	-		-	-		-	-		-	-	
T18	TEX-455 (TOM-756 x TOM-760)	-		-	-		-	-		-	-		-	-	
T19	TEX-456 (TOM-765 x TOM-760)		-	-		-	-	-		-		-	-	-	
T20	TEX-457 (TOM-766 x TOM-760)		-	-	-		-	-		-		-	-	-	
T21	TEX-458 (TOM-764-hip.roxo x TOM-760)		-	-	-		-	-		-		-	-	-	

Quadro 2, conclusão

T	Híbridos	Nº Lóculos		Loco <i>og^c</i>			Loco <i>rin</i>			Loco <i>Mi</i>			Acilaçúcar ^a		
		≤3	>3	<i>og^c/og^c</i>	<i>og^{c+}/og^c</i>	<i>og^{c+}/og^{c+}</i>	<i>rin/rin</i>	<i>rin⁺/rin</i>	<i>rin⁺/rin⁺</i>	<i>Mi/Mi</i>	<i>Mi⁺/Mi</i>	<i>Mi⁺/Mi⁺</i>	A	I	B
T22	TEX-459 (TOM-764-hip-verde x TOM-760)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T23	TEX-460 (TOM-767-hip.roxo x TOM-760)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T24	TEX-461 (TOM-768 x TOM-760)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T25	TEX-462 (TOM-781 x TOM-760)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T26	TEX-463 (TOM-782 x TOM-760)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T27	TEX-464 (TOM-783 x TOM-760)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T28	TEX-465 (TOM-784 x TOM-760)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Legenda: *og^c* = presença do alelo *old gold-crimson*; *rin* = alelo “ripening inhibitor”. (a) A= alto teor de acilaçúcares, I= intermediário-teores elevados, mas inferiores ao do genitor TOM-760, B= baixo teor de acilaçúcares.

Quadro 3 Contrastes de interesse usados para comparações entre híbridos e/ou grupo de híbridos com diferentes relações C.D⁻¹ e constituições genótípicas no loco *rin* e *og^c*. UFLA, Lavras-MG, 2016.

Contrastes	Contrastes estimados	Descrição do contraste
C1	$T03 - (T04+ T05+ T06+ T07 + T08 + T09 + T10 + T15 + T16 + T17 + T19 + T20+ T21 + T22 + T23 + T24 + T25 + T26 + T27 + T28)/20$.	Carina vs todos os outros Santa Cruz/Saladete
C2	$T03 - (T06+ T07+ T08+ T09+ T10+ T15+ T16+ T17+ T19+ T20+ T21+ T22+ T23+ T24+ T25+ T26+ T27+ T28)/18$.	Carina vs Santa Cruz/Saladete AS-Plus experimentais
C3	$T02 - T01$	Ivety vs Paronset
C4	$T02 - (T11+ T12+ T13+ T14+ T18)/5$	Ivety vs todos Saladas/Saladinhas AS-Plus experimentais
C5	$T02 - (T12+ T13+ T14)/3$	Ivety vs todos Saladas/Saladinhas AS-Plus experimentais <i>rin⁺/rin</i>
C6	$(T12+ T13)/2 - T14$	Saladas/Saladinhas <i>rin⁺/rin</i> ; <i>og^{c+}/og^{c+}</i> vs Saladas/Saladinhas <i>rin⁺/rin</i> ; <i>og^{c+}/og^c</i>
C7	$(T03 + T04 + T05+ T06+ T07 + T08 + T09 + T10 + T15 + T16 + T17 + T25 + T26 + T27 + T28)/15 - (T19 + T20 + T21 + T22 + T23 + T24)/6$	Santa Cruz/saladete <i>og^{c+}/og^{c+}</i> vs Santa Cruz/saladete <i>og^{c+}/og^c</i>

Legenda: *og^c* = presença do alelo *old gold-crimson*; *rin* = alelo “ripening inhibitor”

Tabela 1 Valores médios de produção total (t.ha⁻¹), produção comercial (t.ha⁻¹), produção precoce (t.ha⁻¹) e massa média de fruto (gramas) de híbridos de tomateiro. UFLA, Lavras-MG 2016.

Trat	Genótipos	Produção Total (t.ha ⁻¹)	Produção Comercial (t.ha ⁻¹)	Produção Precoce (t.ha ⁻¹)	Massa média de fruto (gramas)
T1	Paronset	110,03 ^a	93,51 ^{ab}	51,73 ^a	151,7 ^b
T2	Ivety	113,71 ^a	103,82 ^a	48,94 ^{ab}	173,5 ^a
T3	Carina	70,13 ^{abcd}	61,26 ^{abcde}	25,61 ^{bcd}	93,3 ^f
T4	Ibiza	85,64 ^{abc}	74,21 ^{abcd}	36,86 ^{abcd}	104,9 ^{def}
T5	TEX-249	34,06 ^d	27,42 ^e	11,04 ^d	89,2 ^f
T6	TEX-407	63,89 ^{bcd}	55,06 ^{bcde}	30,27 ^{abcd}	96,8 ^{def}
T7	TEX-408	66,19 ^{bcd}	57,80 ^{bcde}	31,45 ^{abcd}	100,9 ^{def}
T8	TEX-409	46,04 ^{cd}	39,77 ^{de}	19,62 ^{cd}	92,2 ^f
T9	TEX-410	56,19 ^{bcd}	47,35 ^{cde}	22,09 ^{cd}	91,9 ^f
T10	TEX-411	64,58 ^{bcd}	51,33 ^{bcde}	29,98 ^{abcd}	96,5 ^{def}
T11	TEX-412	100,49 ^{ab}	84,87 ^{abc}	38,38 ^{abc}	141,9 ^b
T12	TEX-449	72,56 ^{abcd}	61,57 ^{abcde}	37,69 ^{abc}	133,2 ^{bc}
T13	TEX-450	75,39 ^{abcd}	62,40 ^{abcde}	33,38 ^{abcd}	133,3 ^{bc}
T14	TEX-451	71,08 ^{abcd}	56,08 ^{bcde}	34,82 ^{abcd}	115,9 ^{cd}
T15	TEX-452	78,60 ^{abc}	60,11 ^{abcde}	34,41 ^{abcd}	93,3 ^{ef}
T16	TEX-453	68,62 ^{abcd}	56,14 ^{bcde}	30,61 ^{abcd}	96,5 ^{def}
T17	TEX-454	59,84 ^{bcd}	48,69 ^{cde}	20,92 ^{cd}	91,8 ^f
T18	TEX-455	54,52 ^{cd}	46,24 ^{cde}	26,86 ^{abcd}	114,2 ^{cde}
T19	TEX-456	58,24 ^{bcd}	49,26 ^{cde}	22,85 ^{cd}	89,6 ^f
T20	TEX-457	77,68 ^{abc}	68,53 ^{abcde}	28,06 ^{abcd}	102,5 ^{def}
T21	TEX-458	80,34 ^{abc}	68,11 ^{abcde}	25,42 ^{bcd}	105,5 ^{def}
T22	TEX-459	77,23 ^{abcd}	65,92 ^{abcde}	18,46 ^{cd}	102,7 ^{def}
T23	TEX-460	72,03 ^{abcd}	59,59 ^{bcde}	28,72 ^{abcd}	99,9 ^{def}
T24	TEX-461	70,96 ^{abcd}	60,79 ^{abcde}	26,69 ^{abcd}	101,5 ^{def}
T25	TEX-462	80,89 ^{abc}	71,60 ^{abcd}	38,34 ^{abc}	106,0 ^{def}
T26	TEX-463	80,77 ^{abc}	70,03 ^{abcde}	30,41 ^{abcd}	102,6 ^{def}
T27	TEX-464	63,51 ^{bcd}	54,27 ^{bcde}	23,41 ^{cd}	93,7 ^{ef}
T28	TEX-465	81,62 ^{abc}	72,55 ^{abcd}	23,36 ^{cd}	100,9 ^{def}
	C.V.%	19,81	22,86	26,26	6,65

Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferenciam pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 2 Valores médios de número de dias para firmeza de $2.10^4 \cdot N.m^{-2}$ (dias), relação Comprimento/Diâmetro ($C.D^{-1}$), número médio de lóculos por fruto e teor de sólidos solúveis ($^{\circ}Brix$). UFLA, Lavras-MG 2016.

Trat	Genótipos	Nº de dias para firmeza de $2.10^4 N.m^{-2}$ (dias)	Relação $C.D^{-1}$	Nº médio de lóculos.fruto ⁻¹	Teor de sólidos Solúveis ($^{\circ}Brix$)
T1	Paronset	15,86 ^{ab}	0,77 ^{gh}	3,30 ^a	3,93 ^{cdef}
T2	Ivety	15,33 ^{ab}	0,74 ^h	3,63 ^a	3,98 ^{bcdef}
T3	Carina	12,39 ^{ab}	1,01 ^{bcde}	2,15 ^c	4,95 ^{ab}
T4	Ibiza	14,21 ^{ab}	1,02 ^{cde}	2,17 ^c	3,72 ^{ef}
T5	TEX-249	17,76 ^{ab}	1,17 ^a	2,15 ^c	5,61 ^a
T6	TEX-407	15,49 ^{ab}	1,03 ^{bcde}	2,03 ^c	4,83 ^{abc}
T7	TEX-408	13,89 ^{ab}	1,00 ^{de}	2,10 ^c	3,74 ^{def}
T8	TEX-409	15,58 ^{ab}	1,01 ^{cde}	2,13 ^c	4,59 ^{bcde}
T9	TEX-410	13,41 ^{ab}	1,03 ^{bcde}	2,01 ^c	4,64 ^{abcde}
T10	TEX-411	15,06 ^{ab}	1,04 ^{bcde}	2,09 ^c	4,71 ^{abcd}
T11	TEX-412	11,07 ^b	0,79 ^{gh}	3,19 ^{ab}	3,79 ^{def}
T12	TEX-449	15,87 ^{ab}	0,83 ^{gh}	3,32 ^a	3,87 ^{cdef}
T13	TEX-450	14,50 ^{ab}	0,85 ^g	3,49 ^a	4,00 ^{bcdef}
T14	TEX-451	20,21 ^a	0,87 ^{fg}	3,43 ^a	4,14 ^{bcdef}
T15	TEX-452	11,49 ^b	1,16 ^a	2,12 ^c	4,74 ^{abcd}
T16	TEX-453	14,24 ^{ab}	1,19 ^a	2,24 ^c	4,49 ^{bcdef}
T17	TEX-454	13,74 ^{ab}	1,07 ^{abcde}	2,09 ^c	4,53 ^{bcdef}
T18	TEX-455	12,65 ^{ab}	0,87 ^{fg}	3,72 ^a	4,43 ^{bcdef}
T19	TEX-456	13,90 ^{ab}	1,06 ^{abcde}	2,11 ^c	4,17 ^{bcdef}
T20	TEX-457	10,53 ^b	1,11 ^{abcd}	2,44 ^{bc}	3,67 ^{ef}
T21	TEX-458	10,40 ^b	1,14 ^{ab}	2,19 ^c	4,34 ^{bcdef}
T22	TEX-459	10,99 ^b	1,16 ^a	2,13 ^c	4,13 ^{bcdef}
T23	TEX-460	13,06 ^{ab}	1,12 ^{abc}	2,09 ^c	4,06 ^{bcdef}
T24	TEX-461	11,42 ^b	1,08 ^{abcde}	2,13 ^c	4,35 ^{bcdef}
T25	TEX-462	12,15 ^{ab}	0,99 ^{ef}	2,44 ^{bc}	3,59 ^f
T26	TEX-463	11,68 ^b	1,00 ^{de}	2,19 ^c	3,86 ^{def}
T27	TEX-464	14,52 ^{ab}	1,02 ^{cde}	2,24 ^c	3,84 ^{def}
T28	TEX-465	12,07 ^{ab}	1,11 ^{abcd}	2,31 ^c	3,98 ^{bcdef}
	C.V.%	21,98	4,09	11,28	8,09

Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferenciam pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 3 Valores médios do Ângulo de cromaticidade (°Graus) da epiderme, pericarpo, placenta e columela em frutos de tomate. UFLA, Lavras-MG 2016.

Trat	Genótipos	Epiderme	Pericarpo	Placenta	Columela
T1	Paronset	38,38 ^{abc}	38,42 ^b	55,72 ^{ab}	51,86 ^{abc}
T2	Ivety	34,92 ^b	38,79 ^b	55,66 ^{ab}	42,37 ^{efg}
T3	Carina	35,36 ^{bc}	36,06 ^b	46,67 ^g	42,94 ^{efg}
T4	Ibiza	41,70 ^{abc}	40,50 ^b	54,60 ^{abc}	51,29 ^{abcd}
T5	TEX-249	36,40 ^{bc}	39,34 ^b	52,73 ^{abcdef}	50,03 ^{abcde}
T6	TEX-407	38,83 ^{abc}	38,59 ^b	52,55 ^{abcdefg}	48,19 ^{abcdef}
T7	TEX-408	40,63 ^{abc}	39,25 ^b	55,96 ^{ab}	49,82 ^{abcdef}
T8	TEX-409	40,86 ^{abc}	40,05 ^b	56,59 ^{ab}	51,33 ^{abcd}
T9	TEX-410	39,44 ^{abc}	39,86 ^b	56,74 ^{ab}	53,74 ^a
T10	TEX-411	41,77 ^{ab}	41,26 ^b	57,09 ^{ab}	52,59 ^{ab}
T11	TEX-412	39,05 ^{abc}	41,66 ^b	55,66 ^{ab}	49,98 ^{abcdef}
T12	TEX-449	44,57 ^a	48,98 ^a	56,57 ^{ab}	47,10 ^{abcdefg}
T13	TEX-450	41,99 ^{ab}	40,42 ^b	57,91 ^a	46,36 ^{abcdefg}
T14	TEX-451	39,80 ^{abc}	40,88 ^b	53,86 ^{abcd}	43,83 ^{defg}
T15	TEX-452	38,58 ^{abc}	38,56 ^b	47,24 ^{fg}	43,67 ^{defg}
T16	TEX-453	37,74 ^{abc}	37,81 ^b	47,43 ^{efg}	41,93 ^{fg}
T17	TEX-454	36,61 ^{bc}	37,63 ^b	48,55 ^{defg}	46,29 ^{abcdefg}
T18	TEX-455	37,76 ^{abc}	37,44 ^b	51,70 ^{bcdefg}	39,53 ^g
T19	TEX-456	37,08 ^{bc}	37,29 ^b	48,86 ^{cdefg}	44,37 ^{cdefg}
T20	TEX-457	40,89 ^{abc}	37,44 ^b	57,04 ^{ab}	47,03 ^{abcdefg}
T21	TEX-458	38,34 ^{abc}	37,22 ^b	47,63 ^{efg}	44,89 ^{bcdefg}
T22	TEX-459	37,34 ^{bc}	37,64 ^b	48,08 ^{defg}	45,49 ^{bcdefg}
T23	TEX-460	37,39 ^{bc}	39,76 ^b	52,05 ^{abcdefg}	48,16 ^{abcdef}
T24	TEX-461	36,91 ^{bc}	39,84 ^b	49,04 ^{cdefg}	47,08 ^{abcdefg}
T25	TEX-462	39,47 ^{abc}	40,04 ^b	53,24 ^{abcdef}	49,96 ^{abcdef}
T26	TEX-463	40,90 ^{abc}	41,16 ^b	56,41 ^{ab}	52,51 ^{ab}
T27	TEX-464	39,44 ^{abc}	40,44 ^b	54,58 ^{abc}	49,28 ^{abcdef}
T28	TEX-465	38,90 ^{abc}	39,94 ^b	53,38 ^{abcde}	51,58 ^{abcd}
	C.V.%	6,17	5,90	3,98	5,99

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferenciam pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 4 Valores médios do Cromo da epiderme, pericarpo, placenta e columela em frutos de tomate. UFLA, Lavras-MG 2016.

Trat	Genótipos	Epiderme	Pericarpo	Placenta	Columela
T1	Paronset	26,27 ^d	23,73 ^e	28,61 ^{ef}	31,60 ^{abcd}
T2	Ivety	28,82 ^{bcd}	29,35 ^{abcd}	30,49 ^{bcdef}	33,67 ^{abcd}
T3	Carina	32,59 ^{abc}	33,65 ^{ab}	35,49 ^{abc}	36,99 ^{ab}
T4	Ibiza	29,53 ^{abcd}	27,89 ^{cde}	30,15 ^{cdef}	30,53 ^{bcd}
T5	TEX-249	33,02 ^{abc}	34,10 ^a	36,03 ^{ab}	36,07 ^{abc}
T6	TEX-407	32,96 ^{abc}	29,60 ^{abcd}	31,71 ^{abcdef}	32,84 ^{abcd}
T7	TEX-408	31,09 ^{abc}	28,91 ^{bcd}	29,92 ^{def}	30,05 ^{cd}
T8	TEX-409	33,97 ^a	27,67 ^{cde}	30,88 ^{abcdef}	30,82 ^{abcd}
T9	TEX-410	32,75 ^{abc}	29,19 ^{abcd}	31,20 ^{abcdef}	31,69 ^{abcd}
T10	TEX-411	33,38 ^{ab}	29,94 ^{abcd}	32,92 ^{abcde}	30,62 ^{abcd}
T11	TEX-412	28,58 ^{cd}	25,78 ^{de}	32,34 ^{abcde}	30,04 ^{cd}
T12	TEX-449	31,06 ^{abc}	25,99 ^{de}	29,18 ^{def}	29,98 ^{cd}
T13	TEX-450	31,64 ^{abc}	27,98 ^{cde}	26,56 ^f	29,22 ^d
T14	TEX-451	33,39 ^{ab}	30,35 ^{abcd}	28,78 ^{ef}	30,59 ^{abcd}
T15	TEX-452	32,88 ^{abc}	31,59 ^{abc}	36,63 ^a	35,29 ^{abcd}
T16	TEX-453	34,28 ^a	32,07 ^{abc}	34,85 ^{abcd}	37,39 ^a
T17	TEX-454	32,78 ^{abc}	32,09 ^{abc}	33,17 ^{abcde}	34,91 ^{abcd}
T18	TEX-455	30,60 ^{abcd}	29,16 ^{abcd}	30,42 ^{bcdef}	30,14 ^{cd}
T19	TEX-456	29,91 ^{cd}	28,59 ^{cd}	30,52 ^{bcdef}	30,86 ^{abcd}
T20	TEX-457	31,76 ^{cd}	28,61 ^{cd}	28,73 ^{ef}	28,80 ^d
T21	TEX-458	31,53 ^{abc}	29,39 ^{abcd}	30,82 ^{bcdef}	32,25 ^{abcd}
T22	TEX-459	30,02 ^{abcd}	28,97 ^{bcd}	33,10 ^{abcde}	31,77 ^{abcd}
T23	TEX-460	31,68 ^{abc}	30,42 ^{abcd}	29,06 ^{ef}	31,37 ^{abcd}
T24	TEX-461	30,94 ^{abc}	29,51 ^{abcd}	30,52 ^{bcdef}	31,79 ^{abcd}
T25	TEX-462	26,32 ^{bcd}	26,48 ^{de}	32,38 ^{abcde}	30,94 ^{abcd}
T26	TEX-463	28,36 ^{cd}	27,52 ^{cde}	33,16 ^{abcde}	32,12 ^{abcd}
T27	TEX-464	29,42 ^{abcd}	27,37 ^{cde}	32,79 ^{abcde}	29,44 ^d
T28	TEX-465	30,36 ^{cd}	28,59 ^{cd}	32,72 ^{abcde}	33,43 ^{abcd}
	C.V.%	5,26	5,91	6,35	7,51

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferenciam pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 5 Estimativas de contrastes de interesse para Ângulo de cromaticidade (°Graus) da epiderme, pericarpo, placenta e columela em frutos de tomate. UFLA, Lavras-MG 2016.

Descrição do contraste	Estimativas			
	EP	PE	PL	CO
C1 Carina vs todos os outros Santa Cruz/Saladete	-3,59**	-3,10*	-5,82**	-5,51**
C2 Carina vs Santa Cruz/Saladete AS-Plus experimentais	-3,58**	-3,01*	-5,69**	-5,28**
C3 Ivety vs Paronset	-3,46*	0,38 ^{ns}	-0,06 ^{ns}	-9,49**
C4 Ivety vs todos Saladas/ Saladinhas AS-Plus experimentais	-5,71**	-3,08*	0,52 ^{ns}	-2,99 ^{ns}
C5 Ivety vs todos Saladas/Saladinhas AS-Plus experimentais <i>rin</i> ⁺ / <i>rin</i>	-7,19**	-4,63**	-0,45 ^{ns}	-3,39*
C6 Saladas/Saladinhas <i>rin</i> ⁺ / <i>rin</i> ; <i>og</i> ^{c+} / <i>og</i> ^{c+} vs Saladas/Saladinhas <i>rin</i> ⁺ / <i>rin</i> ; <i>og</i> ^{c+} / <i>og</i> ^c	3,48*	3,83**	3,37*	2,90 ^{ns}
C7 Santa Cruz/Saladete <i>og</i> ^{c+} / <i>og</i> ^{c+} vs Santa cruz/Saladete <i>og</i> ^{c+} / <i>og</i> ^c	1,12 ^{ns}	1,01 ^{ns}	2,46**	2,84**

¹EP: epiderme; PE: pericarpo; PL: placenta; CO: columela; **, * significância a 1% e 5% pelo teste t, respectivamente. ns; não significância.

Tabela 6 Estimativas de contrastes de interesse para Cromo da epiderme, pericarpo, placenta e columela em frutos de tomate. UFLA, Lavras-MG 2016.

Descrição do contraste	Estimativas			
	EP	PE	PL	CO
C1 Carina vs todos os outros Santa Cruz/Saladete	1,10 ^{ns}	4,22**	3,42**	4,84**
C2 Carina vs Santa Cruz/Saladete AS-Plus experimentais	1,07 ^{ns}	4,40**	3,54**	4,97**
C3 Ivety vs Paronset	2,55*	5,62**	1,88 ^{ns}	2,07 ^{ns}
C4 Ivety vs todos Saladas/ Saladinhas AS-Plus experimentais	-2,24*	1,49 ^{ns}	1,04 ^{ns}	3,68**
C5 Ivety vs todos Saladas/Saladinhas AS-Plus experimentais <i>rin</i> ⁺ / <i>rin</i>	-3,22**	1,24 ^{ns}	2,32*	3,74**
C6 Saladas/Saladinhas <i>rin</i> ⁺ / <i>rin</i> ; <i>og</i> ^{c+} / <i>og</i> ^{c+} vs Saladas/Saladinhas <i>rin</i> ⁺ / <i>rin</i> ; <i>og</i> ^{c+} / <i>og</i> ^c	-2,05 ^{ns}	-3,36**	-0,91 ^{ns}	0,99 ^{ns}
C7 Santa Cruz/Saladete <i>og</i> ^{c+} / <i>og</i> ^{c+} vs Santa cruz/Saladete <i>og</i> ^{c+} / <i>og</i> ^c	0,81 ^{ns}	0,53 ^{ns}	2,47**	1,74**

[†]EP: epiderme; PE: pericarpo; PL: placenta; CO: columela; **, * significância a 1% e 5% pelo teste t, respectivamente. ns; não significância.

Tabela 7 Estimativas de contrastes de interesse para de número de dias para atingir a firmeza de $2.104.N.m^{-2}$ (dias) em frutos de tomate. UFLA, Lavras-MG 2016.

Descrição do contraste	Nº de dias para firmeza de $2.10^4.N.m^{-2}$ (dias)
C1 Carina vs todos os outros Santa Cruz/Saladete	-0,90 ^{ns}
C2 Carina vs Santa Cruz/Saladete AS-Plus experimentais	-0,60 ^{ns}
C3 Ivety vs Paronset	-0,53 ^{ns}
C4 Ivety vs todos Saladas/Saladinhas AS-Plus experimentais	0,47 ^{ns}
C5 Ivety vs todos Saladas/Saladinhas AS-Plus experimentais rin^+/rin	-1,53 ^{ns}
C6 Saladas/Saladinhas rin^+/rin ; og^{c+}/og^{c+} vs Saladas/saladinhas rin^+/rin ; og^{c+}/og^c	-5,02*
C7 Santa Cruz/Saladete og^{c+}/og^{c+} vs Santa Cruz/Saladete og^{c+}/og^c	2,12**

**; * significância a 1% e 5% pelo teste t, respectivamente. ns; não significância.

ARTIGO 2: Resistência à mosca-branca (*Bemisia argentifolii*) e repelência ao ácaro-rajado (*Tetranychus urticae*) em híbridos de tomateiro com teores foliares elevados de acilacúcares e gene *Mi*

RESUMO

Objetivou-se nesse trabalho, verificar os níveis de resistência à mosca-branca (*Bemisia argentifolii*) e ao ácaro-rajado (*Tetranychus urticae*) em híbridos experimentais com teores elevados de acilaçúcares e portadores do alelo *Mi*, e comparar os níveis de resistências a essas pragas do tomateiro, em função da presença ou não de acilaçúcares e do gene *Mi*. Foram testadas duas linhagens (TOM-760 e TOM-684), seis híbridos experimentais (TEX-407, TEX-408, TEX-409, TEX-410, TEX-411 e TEX-412), a cultivar Santa Clara, e dois híbridos comerciais-testemunhas (Ibiza e Carina), na avaliação de resistência à mosca-branca. No teste de repelência ao ácaro-rajado, apenas o híbrido Ibiza foi utilizado como testemunha. TOM-760 possui alto teor de acilaçúcares, enquanto Santa Clara, TOM-684, Ibiza e Carina possuem baixos teores. Santa Clara não é portador do gene *Mi*, enquanto TOM-684 e TOM-760 são homozigotos *Mi/Mi*, e Ibiza e Carina são heterozigotos *Mi⁺/Mi*. Todos os seis híbridos experimentais são heterozigotos para teor de acilaçúcar, com níveis deste aleloquímico intermediários entre os do genitor TOM-760 e os dos demais genitores (com baixos teores). TEX-412 é homozigoto *Mi/Mi* e TEX-407, TEX-408, TEX-409, TEX-410 e TEX-411 são heterozigotos *Mi⁺/Mi*. Teores mais elevados de acilaçúcares foliares em tomateiro mostraram-se associados à resistência à mosca *Bemisia argentifolii* e ao ácaro *Tetranychus urticae*. O gene *Mi*, ou outro intimamente ligado, também conferiu algum grau de resistência à mosca-branca e parece ter dominância incompleta para resistência a essa praga. O gene *Mi* não foi, entretanto, efetivo em conferir resistência ao ácaro-rajado. Os efeitos da resistência à *Bemisia argentifolii* conferida pelos acilaçúcares se adicionam aos efeitos do gene *Mi*. A tecnologia AS-Plus, caracterizada pela presença de teores foliares mais elevados de acilaçúcare, pode ser efetivamente usada para conferir resistência ao ácaro *Tetranychus urticae* e à mosca-branca *Bemisia argentifolii*, e, em combinação com o gene *Mi*, sua ação contra a mosca-branca é potencializada.

Palavras-chave: *Bemisia argentifolii*. *Tetranychus urticae*. Aleloquímicos.

ABSTRACT

The objective of this work was to verify the resistance levels to whitefly (*Bemisia argentifolii*) and two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae*) in experimental hybrids with high levels of acylsugar and carriers *Mi* gene, and compare resistance levels to those pests of tomato as a function of the presence or absence of the *Mi* gene and acylsugar. There was tested two lines (TOM-760 and TOM-684), six experimental hybrids (TEX-407, TEX-408, TEX-409, TEX-410, TEX-411, TEX-412), the cultivar Santa Clara, and two commercial hybrids - check (Carina and Ibiza) for the whitefly resistance evaluation. In the two-spotted spider mite repellency test, only the hybrid Ibiza was used as check. TOM-760 has high level of acylsugar, while Santa Clara, TOM-684, Ibiza and Carina has low levels. Santa Clara is not gene *Mi* carrier, while TOM 684 and TOM-760 are both homozygote *Mi/Mi*; Ibiza and Carina are heterozygotes *Mi⁺/Mi*. All the six experimental hybrids are heterozygotes for acylsugar level with the level of this allelochemical being intermediate between the ones of the parent TOM-760 and the others parents (with low level). TEX-412 is homozygote *Mi/Mi* and TEX-407, TEX-408, TEX-409, TEX-410, TEX-411 and TEX-412 are heterozygotes *Mi⁺/Mi*. High level of foliar acylsugar were shown to promote resistance to whitefly *Bemisia argentifolii* and to spider mite *Tetranychus urticae*. The *Mi* gene, or a closely linked gene, also provided a degree of resistance to whitefly, with incomplete dominance with relation to the pest. However, this gene was not effective in providing resistance to the two-spotted spider mite. The resistance effects against *Bemisia argentifolii* conferred by acylsugar are added to *Mi* gene effects. The AS-Plus technology, characterized by increased foliar acylsugar contents, can be effectively used to impart resistance to mites *Tetranychus urticae* and to the whitefly *Bemisia argentifolii*, and, in combination with the *Mi* gene, its action against the whitefly is potentialized.

Keywords: *Bemisia argentifolii*. *Tetranychus urticae*. Allelochemical.

1 INTRODUÇÃO

A mosca-branca, *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) é considerada uma praga de importância agrícola em todo o mundo, principalmente nas regiões tropicais e subtropicais (PRABHAKER, 2005; NAUEN; DENHOLM, 2005). Nos últimos anos, no Brasil, os problemas têm se agravado e os danos se intensificado devido à maior agressividade que está relacionada a um biótipo da mosca-branca, biótipo B, descrita como *Bemisia argentifolii* Bellows e Perring (BELLOWS et al., 1994). Essa praga pode causar danos diretos ao se alimentar da seiva, provocando alterações no desenvolvimento vegetativo e reprodutivo das plantas, redução da área fotossinteticamente ativa. Em tomate também ocorre o amadurecimento irregular dos frutos, tornando-os impróprios para a comercialização e o consumo. No entanto, os danos mais preocupantes causados pela mosca-branca são os indiretos, pois, esses insetos são vetores de vírus, como os geminivírus, causando distúrbios fisiológicos irreversíveis e perdas de até 100% das lavouras (TAVARES, 2002; VILLAS BOAS; FRANCA; MACEDO, 2002).

Os ácaros compreendem um grande número de espécies, mas no gênero *Tetranychus* somente três são de importância na cultura do tomateiro no gênero: ácaro-rajado (*T. urticae* Kock) e os ácaros-vermelhos (*T. ludeni* Zacher e *T. evansi* Baker Pritchard), sendo o primeiro considerado praga importante para a cultura (FLECHTMANN, 1989). Os ácaros do gênero *Tetranychus*, apesar de serem pragas de importância secundária no Brasil, podem, em condições de altas infestações, provocar danos diretos, ocasionando a seca da folha e desfolha, diminuindo o tamanho e o número de frutos, além da indução da maturação precoce (FLECHTMANN; BAKER, 1970).

No controle de pragas do tomateiro ainda há uma grande dependência do controle químico, uma vez que não há, no momento, cultivares com níveis suficientemente altos de resistência de modo a reduzir substancialmente a necessidade de pulverizações. O uso indiscriminado de inseticidas pode, entre outros danos, prejudicar os inimigos naturais, caso não sejam seletivos, e favorecer a seleção de indivíduos resistentes aos produtos químicos usados (SILVA, 2009b; PETROSKI; STANLEY, 2009).

No entanto, estratégias como a do emprego de cultivares com altos teores foliares de aleloquímicos, especialmente acilaçúcares, com ação antagônica a pragas, têm demonstrado a sua viabilidade no controle via resistência genética (RESENDE et al., 2006; GONÇALVES NETO, 2008; MALUF et al., 2010; MACIEL et al., 2011). Vários autores estudaram e confirmaram a resistência, associada ao aleloquímico acilaçúcar, ao ácaro-rajado (*Tetranychus urticae*) (SILVA et al., 2009a; MARCHESE, 2013; OLIVEIRA, 2015) e vermelho (*Tetranychus evansi*) (GONÇALVES, 2006; RESENDE et al., 2008), à mosca-branca (*Bemisia argentifolii*) (RESENDE et al., 2009; SILVA et al., 2009a; MARCHESE, 2013; OLIVEIRA, 2015), à traça-do-tomateiro (*Tuta absoluta*) (RESENDE et al., 2006; MACIEL et al. 2011), ao pulgão (*Myzus persicae*) e à mosca minadora (*Liriomyza trifolii*) (SILVA, 2012; SILVA et al. 2013).

Existem relatos de outros mecanismos relacionados à resistência de pragas em tomateiro. O gene *Mi* confere resistência efetiva a três espécies mais importantes de nematoides de galhas, *Meloidogyne indognita*, *M. javanicae* e *M. arenaria* (ROBERTS; THOMASON, 1989). Contudo, trabalhos mostram que o gene *Mi* também confere resistência a outras pragas, como pulgão-da-batata (*Macrosiphum euphorbiae*) (Rossi et al., 1998), ácaro-rajado (*T. urticae*)

(GODZINA; KIELKIEWICZ; SZYMCZYKIEWICZ, 2011), e à mosca-branca (*B. argentifolii*) (NOMBELA; BEITIA; MUÑIZ, 2000; MARCHESE, 2013; OLIVEIRA, 2015). Para a mosca-branca, de acordo Nombela, Beitia e Muñiz (2000), as cultivares de tomate com esse gene reduziu em até 50% o número de fêmeas e de adultos. Marchese (2013) e Oliveira (2015) também observaram uma redução no número de ovos e ninfas de *Bemisia argentifolii* por ação do gene *Mi*, embora este efeito tenha sido de menor magnitude, relativamente à promovida pela ação de aleloquímicos foliares.

Já para o ácaro-rajado, Godzina, Kielkiewicz e Szymczykiewicz (2011) observaram uma menor densidade populacional em plantas de tomateiro com a presença do alelo dominante em homozigose para o loco gênico *Mi*, em comparação com aquelas que não possuíam o alelo. Entretanto, Marchese (2013) e Oliveira (2015), não observaram alteração da repelência ao ácaro-rajado (*T. urticae*) por ação do gene *Mi*.

O objetivo desse trabalho foi verificar os níveis de resistência à mosca-branca e ao ácaro-rajado em híbridos experimentais com teores elevados de acilacúcares e portadores do alelo *Mi*, e comparar os níveis de resistências a essas pragas do tomateiro, em função da presença ou não de acilacúcares e do gene *Mi*.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Genótipos avaliados

Foram testadas duas linhagens (TOM-760 e TOM-684), seis híbridos experimentais (TEX-407, TEX-408, TEX-409, TEX-410, TEX-411 e TEX-412),

a cultivar Santa Clara, e dois híbridos comerciais-testemunhas (Ibiza e Carina) na avaliação de resistência à mosca-branca. No teste de repelência ao ácaro-rajado, apenas o híbrido Ibiza foi utilizado como testemunha (Quadro 1).

A linhagem TOM-684 é portadora (em homozigose) do gene *Mi* que confere resistência a nematoide do gênero *Meloidogyne* spp., ligado em fase de repulsão ao alelo *Ty-1* que confere resistência a begomovirus. Possui baixo teores foliares de acilalúcures (MARCHESE, 2013). A linhagem TOM-760 é quase isogênica a TOM-684, diferindo apenas no teor de acilalúcures, já que TOM-760 tem teores de acilalúcures comparável ao de TOM-687 e TOM-688 (informação pessoal de Wilson Roberto Maluf), que tem altos teores foliares (MARCHESE, 2013).

Os seis híbridos experimentais foram obtidos pelo cruzamento de linhagens elite, do programa de melhoramento da Hortiagro Sementes S.A., que possuem baixos teores de acilalúcures, com a linhagem elite TOM-760 com altos teores do aleloquímico e resistente a nematoides (em homozigose). De acordo com Maciel (2008) os teores foliares de acilalúcures são intermediários entre um genitor com altos teores do aleloquímico e outro com baixos teores. Portanto, todos os híbridos experimentais possuem teores intermediários de acilalúcures. TEX-407, TEX-408, TEX-409, TEX-410, TEX-411 são heterozigotos (Mi^+/Mi) no loco *Mi*, enquanto TEX-412 é homozigoto (Mi/Mi).

Ibiza e Carina são híbridos comerciais de hábito de crescimento indeterminado, das empresas Hortiagro Sementes S.A. e Sakata Seed Sudamerica Ltda, respectivamente. Ambas possuem baixos teores de acilalúcures e o loco *Mi* em heterozigose.

Santa Clara é um cultivar comercial de hábito de crescimento indeterminado, com baixos teores foliares de acilalúcures, suscetível a

nematoide e também, já conhecida, suscetibilidade à mosca-branca e ácaro-rajado (MARCHESE, 2013; OLIVEIRA, 2015).

2.2 Avaliação de resistência à mosca-branca (*Bemisia argentifolii*)

Os genótipos foram semeados na Estação Experimental da empresa Hortiagro Sementes S.A., em bandejas de plástico com 162 células contendo substrato Tropstrato®, no dia 23 de agosto de 2015, e transplantadas após 30 dias, para vasos de polietileno com capacidade de 5 litros de substrato, e mantidas em casas de vegetação à temperatura ambiente.

Para infestação de moscas-branca (*B. argentifolii*), foi previamente estabelecida uma criação do inseto, no Setor de Olericultura da UFLA, em casa de vegetação. Coletou-se moscas em cultura de tomate e as liberou na casa de vegetação, onde plantas de couve (*Brassica oleracea*) serviram como substrato para multiplicação. Quando a população de moscas estava alta, transferiu-se as plantas a serem avaliadas para a mesma.

O experimento foi instalado em casa de vegetação em delineamento em blocos casualizados (DBC) com 11 tratamentos e sete repetições, sendo cada planta considerada uma parcela.

Os genótipos foram avaliados quanto a ovoposição entre 4-14 dias após infestação, por meio de contagem do número de ovos, sendo amostrados, de cada planta, quatro folíolos da terceira folha completamente expandida do terço superior, com o auxílio de uma lupa entomológica de aumento de 10 vezes, anotando-se o número de ovos em 1cm² de área foliar. Entre 19-26 dias após a infestação, realizou-se a avaliação do número de ninfas nos mesmos folíolos

amostrados, previamente identificados com um fio de lã, também com auxílio da lupa entomológica de aumento de 10 vezes e em 1cm².

2.3 Teste de repelência ao ácaro-rajado (*Tetranychus urticae*)

A resistência ao ácaro foi quantificada através do teste de repelência desenvolvido por Weston e Snyder (1990). O delineamento utilizado foi em blocos casualizados, com 6 repetições. Foram retirados folíolos expandidos de tamanhos semelhantes no terço superior da planta. Os ácaros foram coletados em plantas de feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*), obtidos por meio de criação de ácaros cedidos pela EPAMIG Sul de Minas, e identificados como *Tetranychus urticae*.

O teste foi realizado na câmara fria a 16 °C ± 1 e 64% ± 4 de umidade relativa. Os folíolos de cada um dos genótipos foram fixados na região central, em uma folha de papel sulfite sobre uma placa de isopor, por meio de uma tachinha (9 mm de diâmetro), com a superfície adaxial voltada para cima. Os folíolos foram dispostos aleatoriamente sobre a placa de isopor. Dez ácaros fêmeas foram transferidos para o centro de cada tachinha, com o auxílio de um pincel fino. Foram medidas as distâncias médias percorridas pelos ácaros (mm) sobre a superfície de cada folíolo, a partir da extremidade externa da tachinha, após 20, 40 e 60 minutos de exposição, e para aqueles que permaneceram sobre a tachinha a distância foi considerada como zero. Menores distâncias percorridas pelos ácaros foram consideradas indicativas de maiores níveis de repelência.

2.4 Análises estatísticas

Foi realizada análise de variância para os dados de resistência à mosca-branca e ácaro-rajado, e as médias dos genótipos foram comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. As estimativas de contrastes selecionados entre grupos de genótipos com teores diferentes de acilacúcares e/ou da constituição genotípica no loco *Mi* foram obtidas, a fim de caracterizar diferenças possíveis nos níveis de resistência às pragas, em função dessas duas características. Ambos foram realizados por meio do aplicativo estatístico Sisvar (FERREIRA, 2000).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Resistência à mosca-branca

Observou-se diferença significativa entre os genótipos, a 5%, pelo teste de Tukey, tanto para número de ovos quanto para número de ninfas (Tabela 1). TOM-760 e TOM-684 apresentaram menores valores médios de número de ovos e ninfas que a testemunha ‘Santa Clara’ (Tabela 1). Pode-se verificar que tanto a homozigose para *Mi* somente, quanto a homozigose para *Mi* e para alto teor de acilacúcares são efetivos contra a mosca-branca, mas os efeitos dos acilacúcares se adicionam aos do gene *Mi*, de modo que TOM-760 é mais resistente do que TOM-684 (Tabela 2, Contraste 1, 2 e 3). Tanto a homozigose a para *Mi* e para alto teor de acilacúcares, quanto para *Mi* somente, também são mais efetivos contra a mosca-branca do que a heterozigose em *Mi* (Tabela 2, Contraste 4 e 5) – a qual, por sua vez, é mais efetiva do que o genótipo suscetível a nematoides e

com baixo acilaçúcar (Tabela 2, Contraste 6). Isto demonstra que tanto *Mi* quanto acilaçúcares são efetivos na resistência à mosca-branca, mais o efeito do *Mi* é mais acentuado em homozigose.

TOM-760 apresentou menores números de ovos e ninfas do que TEX-412, enquanto TOM-684 apresentou maiores números do que TEX-412 (Tabela 2, Contraste 9 e 10). Embora em nenhum destes casos os contrastes tenham sido significativos, a interpretação conjunta de C9 e C10 é que o híbrido homozigoto *Mi* e heterozigoto para acilaçúcar (TEX-412) apresenta níveis de resistência intermediários entre os de TOM-760 (homozigoto *Mi* e para alto teor de acilaçúcar) e TOM-684 (homozigoto *Mi* e baixo teor de acilaçúcar). Desta forma, mesmo na presença de *Mi* em homozigose, o heterozigoto (teor intermediário) para acilaçúcar é efetivo no sentido de promover maior resistência adicional à mosca-branca. O contraste 7 (Tabela 2) mostra que *Mi* associado a alto teor de acilaçúcar em homozigose é mais efetivo do que *Mi* e teor de acilaçúcar, ambos em heterozigose; e, estes últimos não diferiram de TOM-684, homozigoto no loco *Mi* (Tabela 2, Contraste 8). O contraste C14 mostra que *Mi* e teor de acilaçúcar, ambos associados e em heterozigose, são altamente efetivos para conferir resistência a *Bemisia argentifolii*. No contraste C12 (Tabela 2), pode-se verificar que o uso da tecnologia de teor de acilaçúcar em heterozigose em *backgrounds* também heterozigotos para o gene *Mi*, tem efeito adicional no sentido de promover resistência à mosca-branca, relativamente ao emprego de *Mi* somente em heterozigose (Tabela 1 e Tabela 2, Contraste 12).

Na presença do teor de acilaçúcar em heterozigose, a diferença na resistência conferida pelo *Mi* em homozigose em relação ao *Mi* em heterozigose é negligível (Tabela 2, Contraste 11), mas pode não ser nula, o que é

evidenciado observando C7 e C9, Tabela 2: os híbridos heterozigotos para o loco *Mi* apresentaram menor resistência à mosca-branca que TOM-760 (homozigoto *Mi* e para alto teor de acilaçúcar), enquanto o híbrido homozigoto *Mi* (TEX-412) apresentou níveis de resistência não diferentes de TOM-760 (Tabela 2, Contraste 7 e 9). Contudo, ambos os genótipos são efetivos em conferir resistência à mosca-branca, e possuem maior resistência a *Bemisia argentifolii* que os genótipos com baixo teor de acilaçúcares, resistentes a nematoides (Carina e Ibiza) ou não (Santa Clara) (Tabela 2, contrastes 12, 13, 14 e 15).

Maluf et al. (2010) documentaram a resistência à mosca-branca de híbridos entre linhagens parentais ricas (TOM-687, TOM-688) e pobres (TOM-684, TOM-690) em acilaçúcares. Os resultados do atual trabalho, à semelhança dos expostos por Maluf et al. (2010), demonstram que com o uso de apenas uma linhagem com alto teor deste aleloquímico é possível obter híbridos com teores elevados que apresentam níveis satisfatórios de resistência à *Bemisia argentifolii*.

Kaloshian, Lange e Williamson (1995) relatam que, embora ocorra uma reação de dominância completa para resistência a nematóides, trabalhos com resistência ao pulgão *Macrosiphum euphorbiae* demonstraram que existe um comportamento variável entre genótipos homozigotos (Mi^+/Mi^+) e heterozigotos (Mi/Mi^+), indicando que há uma possível dominância incompleta desse gene ou de um gene ligado que confere essa resistência. Os dados dessa pesquisa indicam que o efeito do gene *Mi* para resistência à mosca-branca também tem dominância incompleta, concordando com Kaloshian, Lange e Williamson (1995).

Nombela, Williamsin e Muniz (2003) relataram que a presença do gene *Mi* reduziu em cerca de 50% a quantidade média de ninfas por folíolo, quando comparadas a plantas que não tinham o alelo de resistência. Já Marchese (2013) encontrou uma redução para ovos e ninfas de aproximadamente 20% de plantas com o gene *Mi*, quando comparada com a testemunha ‘Santa Clara’. No presente trabalho, houve uma maior redução do número de ovos e ninfas (cerca de 70%) na linhagem homozigota para o alelo *Mi* quando comparada ao genótipo suscetível ‘Santa Clara’ do que nos trabalhos de Nombela, Williamson e Muniz (2003) e Marchese (2013). Os resultados expostos nesse trabalho, concordam com Nombela, Beitia e Muñiz (2000), pois demonstram que o gene *Mi*, ou outro intimamente ligado ao mesmo, confere resistência à mosca-branca (*B. argentifolii*).

Os resultados do presente trabalho confirmam que altos teores foliares de acilaçúcares são efetivos em conferir resistência à mosca-branca, já descritos por outros autores (RESENDE et al., 2008; SILVA et al., 2008a; MALUF et al., 2010; MARCHESE, 2013), e sugerem que os efeitos dos acilaçúcares e do gene *Mi* são maiores em homozigose do que em heterozigose. Ainda, essa pesquisa mostra que os efeitos da resistência conferida pelos acilaçúcares se adicionam aos efeitos do gene *Mi*. Desse modo, verifica-se que a tecnologia AS-Plus, presença de *Mi* e teores elevados de acilaçúcares, pode ser efetivamente usada para conferir resistência a *Bemisia argentifolii*.

3.2 Repelência ao ácaro-rajado

Os genótipos testados apresentaram diferença significativa entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey, quanto a repelência ao ácaro-rajado, aos 20, 40 e 60 minutos (Tabela 3).

A linhagem com altos teores de açúcares, TOM-760, apresentou distâncias de caminhamento dos ácaros sobre os folíolos significativamente menores que a linhagem TOM-684, que os híbridos experimentais, heterozigotos e homozigotos para o gene *Mi* (e heterozigotos para açúcares), aos 20 minutos; o mesmo ocorreu aos 20 e 40 minutos quando comparados a Ibiza; e em todos os tempos avaliados quando comparado com a testemunha ‘Santa Clara’ (Tabela 3 e Tabela 4, Contrastes 1, 2, 4, 7 e 9). Esses resultados demonstram eficiência do aleloquímico açúcar na resistência e/ou repelência aos ácaros do gênero *Tetranychus*, já documentada por outros autores (SILVA, 2009a; MALUF, 2010; MARCHESE, 2013).

Entre os genótipos com baixos teores de açúcares (Santa Clara, TOM-684 e Ibiza), não houve diferenças significativas entre os mesmos, independente da constituição genotípica para o gene *Mi* (Tabela 3 e Tabela 4, Contraste 3, 5 e 6). Em estudo semelhante, Marchese (2013) e Oliveira (2015) verificaram que linhagens homozigotas para *Mi* não alteraram a repelência ao ácaro-rajado quando comparados com testemunhas suscetíveis. Entretanto, Godzina, Kielkiewicz e Szymczykiewicz, (2011), relataram um comportamento lento em relação ao desenvolvimento do ácaro (*T. urticae*) em plantas de tomate na presença do gene *Mi*. Os autores apontaram, em uma condição de campo, uma resistência do tipo dominância incompleta, sendo que o genótipo heterozigoto para o loco gênico *Mi* apresentou nível de resistência intermediária

ao ácaro. Os resultados desse trabalho mostram que o gene *Mi* não confere efeito na repelência ao ácaro-rajado, concordando com Marchese (2013) e Oliveira (2015), e contrastando com os de Godzina, Kielkiewicz e Szymczykiwicz (2011). Estudos sugerem que o gene *Mi* influencia a estrutura do conteúdo floemático da planta, o que repele artrópodos sugadores (KALOSHIAN, LANGE, WILLIAMSON, 2000). Marchese (2013) sugere que um dos motivos pelo qual os ácaros de *T. urticae* são menos sensíveis a plantas com presença do gene *Mi*, é o fato deles se alimentarem basicamente do mesofilo foliar, e não serem sugadores.

A repelência conferida pelos híbridos experimentais, heterozigotos para teores de acilaçúcar e resistência a nematóides, ao ácaro-rajado do gênero *T. urticae* foram maiores que a testemunha ‘Santa Clara’ em todos os tempos avaliados, que Ibiza aos 40 e 60 minutos, e que TOM-684 aos 40 minutos (Tabela 4, Contrastes 8, 12 e 14). Já TEX-412, heterozigoto para teores de acilaçúcar e homozigoto *Mi/Mi*, não diferiu de TOM-684, Ibiza e dos híbridos experimentais *Mi⁺/Mi*, em nenhum dos tempos avaliados, mas apresentou menores distâncias de caminamento dos ácaros que a testemunha ‘Santa Clara’ (Tabela 4, Contrastes 10, 11, 13 e 15). Isto demonstra que teores de acilacúcares, mesmo quando em heterozigose (e, portanto, menores que quando em homozigose) são efetivos na repelência ao ácaro. Indicam igualmente que o gene *Mi*, seja em homozigose ou heterozigose, não é efetivo no sentido de conferir repelência ao ácaro. Os resultados desse trabalho se assemelham ao de Maluf et al. (2010), que verificaram uma resistência moderada ao ácaro-rajado (*Tetranychus urticae*) em híbridos pré-comerciais de tomateiro, com teores intermediários de acilaçúcar (híbridos entre linhagens parentais ricas (TOM-687, TOM-688) e pobres (TOM-684, TOM-690) em acilacúcares).

4 CONCLUSÃO

Teores elevados de açúcares foliares em tomateiro evidenciam-se associados à resistência à mosca *Bemisia argentifolii* e ao ácaro *Tetranychus urticae*.

O gene *Mi*, ou outro intimamente ligado, confere resistência à mosca-branca e parece ter dominância incompleta para resistência a essa praga. Contudo, esse gene não foi efetivo em conferir resistência ao ácaro-rajado.

Os efeitos da resistência contra a *Bemisia argentifolii* conferida pelos açúcares se adicionam aos efeitos do gene *Mi*.

A tecnologia AS-Plus, caracterizada pela presença de teores foliares mais elevados de açúcare, pode ser efetivamente usada para conferir resistência ao ácaro *Tetranychus urticae* e à mosca-branca *Bemisia argentifolii*, e, em combinação com o gene *Mi*, sua ação contra a mosca-branca é potencializada.

REFERÊNCIAS

BELLOWS JUNIOR, T.S.; PERRING, T.M.; GILL, R.J.; HEADRICK, D.H. Description of a species of *Bemisia* (Homoptera: Aleyrodidae). **Annals of the Entomological Society of America**, v. 87, n. 2, p. 195-206, 1994.

DROPKIN, V.H. The *necrotic* reaction of tomatoes and other hosts resistant to Meloidogyne: reversal by temperature. **Phytopathology**, Ithaca, v. 59, n. 11, p. 1632-1637, 1969.

FERREIRA, D. F. **Sistemas de análise estatística para dados balanceados**. Lavras: UFLA/ DEX/ SISVAR, 2000. 145 p.

FLECHTMANN, C.H.W. **Ácaros de importância agrícola**. 6. ed. São Paulo: Nobel, 1989. 189 p.

FLECHTMANN, C.H.W., BAKER, E. W. A preliminary report on the Tetranychidae (Acarina) of Brazil. **Annals of the Entomological Society of America**, v. 63, p. 156-163, 1970.

GODZINA, M.; KIELKIEWICZ, M.; SZYMCZYKIEWICZ, K. Varying abundance and dispersal of the two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae*.Koch, 1836, Acari: Prostigmata: Tetranychidae) on Mi-tomato plants differing in allelic combination. **Biological Lett**, v. 48, p. 213-223, 2011.

GONÇALVES, L.D. **Herança do teor de açúcares em genótipos de tomateiro e sua relação com tricomas foliares e repelência ao ácaro *Tetranychusevansi***. 2006. 37 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2006.

GONÇALVES NETO, A.C. **Seleção para teor de acilaçucar nas folhas em tomateiros com qualidade comercial confere resistência à traça (*Tuta absoluta*)**. 2008. 37 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2008.

KALOSHIAN, I.; LANGE, W.H.; WILLIAMSON, V.M. An aphid-resistance locus is tightly linked to the nematode-resistance gene, Mi, in tomato. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 92, p. 622-625. 1995.

KALOSHIAN, I.; KINSEY, M.G.; WILLIAMSON, V.M.; ULLMAN, D.E. Mi-mediated resistance against the potato aphid *Macrosiphum euphorbiae* (Hemiptera: Aphididae) Limits Sieve Element Ingestion. **Environmental Entomology** . v. 29, p. 690-695, 2000.

MACIEL, G.M. **Broad spectrum arthropod resistance mediated by leaf acylsugar contents in tomatoes**. 2008. 45 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2008.

MACIEL, G.M.; MALUF, W.R.; SILVA, V.F.; GONÇALVES NETO, A.C.; GOMES, L.A.A. Híbridos pré-comerciais resistentes a *Tuta absoluta* obtidos de linhagem de tomateiro rica em acilaçúcares. **Horticultura Brasileira**, v. 29, p.151-156, 2011.

MALUF, W.R.; MACIEL, G.M.; GOMES, L.A.A.; CARDOSO, M.G.; GONÇALVES, L.D.; SILVA, E.C.; KNAPP, M. Broad-spectrum arthropod resistance in hybrids between high- and low-acylsugar tomato lines. **Crop Science Society of America**, v. 50, p .439-450, 2010.

MARCHESE, A. **Resistência à mosca-branca e ao ácaro-rajado mediada por acilaçúcares e pelo gene mi em tomateiro**. 2013. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras MG, 2013.

NAUEN, R.; DENHOLM, I. Resistance of insect pest to neonicotinoid insecticides: current status and future prospects. **Archives of Insect Biochemistry and Physiology**, v. 58, p. 200-215, 2005.

NOMBELA, G.; BEITIA, F.; MUÑIZ, M. Variation in tomato host response to *Bemisiatabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) in relation to acyl sugar content and presence of the nematode and potato aphid resistance gene Mi. **Bulletin of Entomological Research**, Farnham Royal, v. 90, n. 2, p. 161-167, Apr. 2000.

NOMBELA, G.; WILLIAMSON, V.M.; MUNIZ, M. The root-knot nematode resistance gene Mi-1.2 of tomato is responsible for resistance against the whitefly *Bemisia tabaci*. **Molecular Plant-Microbe Interactions**. v.16, p. 645-649, 2003.

OLIVEIRA, C. M. de. **Efeito do gene Mi e dos altos teores foliares de acilacúcares e de zingibereno na resistência do tomateiro a artrópodes-praga**. 2015. 65 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2015.

PETROSKI, R.J.; STANLEY, D.W. Natural compounds for pest and weed control. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. p. 8171- 8179, Sep. 2009.

PRABHAKER, N.; CASTLE, S.; HENNEBERRY, T.J.; TOSCANO, N.C. Assessment of cross-resistance potential to neonicotinoid insecticides in *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae). **Bulletin of Entomological Research**, v. 95, p. 535-543, 2005.

RESENDE, J.T.V.; MALUF, W.R.; FARIA, M.V.; PFANN, A.Z.; NASCIMENTO, I.R. Acylsugars in tomato leaflets confer resistance to the south american tomato pinworm, *Tuta absoluta* Meyr. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 63, n. 1, p. 20-25, jan./fev, 2006.

RESENDE, J.T.V.; MALUF, W.R.; CARDOSO, M.G.; FARIA, M.V.; GONÇALVES, L.D.; NASCIMENTO, I.R. Resistance of tomato genotypes with high level of acylsugars to *Tetranychusevansi* Backer & Pritchard. **Scientia Agricola**, v. 65, p. 31-35, 2008.

RESENDE, J.T.V.; MALUF, W.R.; CARDOSO, M.G.; GONÇALVES, L.D.; FARIA, M.V.; NASCIMENTO, I.R. Resistance of tomato genotypes to the silverleaf whitefly mediated by acylsugars. **Horticultura Brasileira**, v. 27, p. 345-348, 2009.

ROBERTS, P.A.; THOMASON, I.J. A review of variability in four *Meloidogyne* spp. measured by reproduction on several hosts including *Lycopersicon*. In: RUSSEL, G. E. (Ed.). **Agricultural zoology reviews**. Andover: Intercept, 1989. v. 3, p. 225-252.

ROSSI, M.; GOGGIN, F.L.; MILLIGAN, S.B.; KALOSHIAN, I.; ULLMAN, D.E.; WILLIAMSON, V.M. The *nematode resistance gene Mi* of tomato confers *resistance* against the potato aphid. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, Washington, v. 95, n. 17, p. 9750-9754, 1998.

SILVA, V.F.; MALUF, W.R.; CARDOSO, M.G.; GONÇALVES NETO, A.C.; MACIEL, G.M., NÍZIO, D.A.C; SILVA, V.A. Resistência mediada por aleloquímicos de genótipos de tomateiro à mosca-branca e ao ácaro-rajado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 10, p. 1262-1269, out, 2009a.

SILVA, L. D.; OMOTO, C.; BLEICHER, E.; DOURADO, P. M.. Monitoramento da suscetibilidade a inseticidas em populações de *Bemisiatabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) no Brasil. **Neotropical Entomology**. [online]. v. 38, n. 1, p. 116-125, 2009b.

SILVA, A.A.; MALUF, W.R.; MORAES, J.C.; ALVARENGA, R.; COSTA, E.M.R. Resistência a *Myzuspersicae* em genótipos de tomateiro com altos teores foliares de aleloquímicos. **Bragantia**, Campinas, v. 72, n. 2, p.173-179, 2013.

SILVA, A. A. da. **Resistência de genótipos de tomateiro com teores foliares contrastantes de aleloquímicos a *Liriomyzatrifolii* (Burgess) (Diptera: Agromyzidae) e a *Myzuspersicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae)**. 2012. 81 p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas)- Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2012.

TAVARES, C. A. M. Perspectivas econômicas da tomaticultura frente aos problemas causados pelo geminivirus. **Biológico**, São Paulo, v. 64, n. 2, p. 157-158, jul./dez. 2002.

VILLAS BOAS, G. L.; FRANCA, F. H.; MACEDO, N. Potencial biótico da mosca-branca *Bemisia argentifolii* a diferentes plantas hospedeiras. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 1, p. 71-79, mar. 2002.

WESTON, P A; SNYDER, J. C. Thumbtack bioassay: a quick method of measuring plant resistance to twospotted spider mites (Acari: Tetranychidae). **Journal of Economic Entomology**, College Park, v. 83, n. 2, p. 501-504, 1990.

Quadro 1 Descrição dos genótipos utilizados para a avaliação de resistência à mosca-branca (*Bemisia argentifolii*) e ácaro-rajado (*Tetranychus urticae*).

Genótipos	Acilaçúcar ⁽¹⁾			Loco <i>Mi</i>			Loco <i>Ty-1</i>		
	B	I	A	HR	HE	HS	HR	HE	HS
Santa Clara		-	-	-	-		-	-	
TOM-760	-	-			-	-	-	-	
TOM-684		-	-		-	-	-	-	
Ibiza		-	-	-		-	-		-
Carina			-	-		-	-		-
TEX-407	-		-	-		-	-		-
TEX-408	-		-	-		-	-		-
TEX-409	-		-	-		-	-		-
TEX-410	-		-	-		-	-		-
TEX-411	-		-	-		-	-		-
TEX-412	-		-		-	-	-		-

(1) B=baixo, I=intermediário (heterozigoto), e, A=alto (homozigoto) teores de acilaçúcares. HR=homozigoto resistente, HE= heterozigoto, HS= homozigoto suscetível.

Tabela 1 Valores médios de ovos e ninfas, por cm^{-2} de área foliar da face abaxial, amostrado aos 14 e 26 dias, respectivamente, e, valores médios obtidos da área sob a curva de progresso de contagem de ovos e ninfas ($\text{cm}^{-2}.\text{dia}^{-1}$) amostrado entre 4-14 dias e 19-26 dias, respectivamente, após a infestação com *Bemisia argentifolii* no terço superior das plantas de tomate com diferentes teores de acilglicérides e gene *Mi*. UFLA, Lavras, MG, 2016.

Genótipos	Nº médio de ovos. cm^{-2} de folíolo ⁻¹	Nº médio de ninfas. cm^{-2} de folíolo ⁻¹	Área calculada sob a curva de progresso de contagem ao longo do tempo ($\text{cm}^{-2}.\text{dia}^{-1}$)	
			Ovos	Ninfas
TOM-760	5,54 d	5,43 d	27,43 c	22,25 c
TOM-684	18,25 cd	11,79 cd	78,71 c	50,39 c
IBIZA	42,93 b	36,07 ab	234,82 b	206,55 ab
CARINA	35,29 bc	25,04 bc	250,82 b	164,88 b
SANTA CLARA	66,11 a	45,43 a	392,79 a	270,45 a
TEX-407	7,82 d	8,29 d	68,43 c	46,36 c
TEX-408	8,50 d	10,29 d	67,46 c	54,82 c
TEX-409	16,29 d	16,75 cd	89,81 c	72,22 c
TEX-410	10,36 d	13,64 cd	82,14 c	75,36 c
TEX-411	13,18 d	12,32 cd	60,11 c	54,73 c
TEX-412	9,25 d	9,71 d	47,21 c	41,29 c

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade ($p=0.05$).

Tabela 2 Estimativas dos contrastes de interesse usados para comparações de resistência à *Bemisia argentifolii* entre genótipos e/ou grupos de genótipos de tomateiro com diferentes teores de açúcares e gene *Mi*. UFLA, Lavras, MG, 2016.

Contrastes de interesse	Número.cm ² de folíolo ⁻¹		Área calculada sob a curva de progresso de contagem ao longo do tempo (cm ² .dia ⁻¹)	
	Ovos	Ninfas	Ovos	Ninfas
C1 [TOM-760 - TOM684]	-12,71*	-6,36 ^{ns}	-51,29 ^{ns}	-28,14 ^{ns}
C2 [TOM-760 - SANTA CLARA]	-60,57**	-40,00**	-365,36**	-248,20**
C3 [TOM-684 - SANTA CLARA]	-47,86**	-33,64**	-314,07**	-220,05**
C4 [TOM-760 - (IBIZA+CARINA)/2]	-33,57**	-25,13**	-215,39**	-163,46**
C5 [TOM-684 - (IBIZA+CARINA)/2]	-20,86**	-18,77**	-164,11**	-135,32**
C6 [(IBIZA+CARINA)/2 - SANTA CLARA]	-27,00**	-14,88**	-149,96**	-84,73**
C7 [TOM-760 - (TEX-407+TEX-408+TEX-409+TEX-410+TEX-411)/5]	-5,69 ^{ns}	-6,83*	-46,16 ^{ns}	-38,48*
C8 [TOM-684 - (TEX-407+TEX-408+TEX-409+TEX-410+TEX-411)/5]	7,02 ^{ns}	-0,47 ^{ns}	5,12 ^{ns}	-10,34 ^{ns}
C9 [TOM-760 - TEX-412]	-3,71 ^{ns}	-4,29 ^{ns}	-19,79 ^{ns}	-19,04 ^{ns}
C10 [TOM-684 - TEX-412]	9,00 ^{ns}	2,07 ^{ns}	31,50 ^{ns}	9,11 ^{ns}
C11 [(TEX-407+TEX-408+TEX-409+TEX-410+TEX-411)/5 - TEX-412]	1,97 ^{ns}	2,54 ^{ns}	26,38 ^{ns}	19,45 ^{ns}
C12 [(IBIZA+CARINA)/2 - (TEX-407+TEX-408+TEX-409+TEX-410+TEX-411)/5]	27,88**	18,30**	169,23**	124,98**
C14 SANTA CLARA - (TEX-407+TEX-408+TEX-409+TEX-410+TEX-411)/5]	54,88**	33,17**	319,19**	209,71**
C15 [SANTA CLARA - TEX-412]	56,86**	35,71**	345,57**	229,16**

** , * , ns = significativo p=0.01, p=0.05 e não significativo, respectivamente, pelo teste Scheffé.

Tabela 3 Distâncias médias percorridas (mm) por *Tetranychus urticae*, aos 20, 40 e 60 minutos, na superfície de folíolos de plantas de tomate com diferentes teores de acilacúcares e gene *Mi*. UFLA, Lavras, MG, 2016.

Genótipos	20 minutos	40 minutos	60 minutos
TOM-760	7,28 b	12,30 ab	13,47 ab
TOM-684	12,92 ab	16,48 ab	16,77 ab
IBIZA	13,73 ab	17,08 ab	17,25 ab
SANTA CLARA	16,50 a	18,65 a	19,18 a
TEX-407	8,12 b	11,05 ab	11,72 ab
TEX-408	14,04 ab	15,40 ab	15,60 ab
TEX-409	7,75 b	9,60 b	10,53 b
TEX-410	13,07 ab	14,28 ab	15,07 ab
TEX-411	10,82 ab	12,70 ab	14,92 ab
TEX-412	11,72 ab	13,78 ab	14,22 ab

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade ($p=0.05$).

Tabela 4 Estimativas dos contrastes de interesse usados para comparações de repelência à *Tetranychus urticae* entre genótipos e/ou grupos de genótipos de tomateiro com diferentes teores de acilaçúcares e gene *Mi*. UFLA, Lavras, MG, 2016.

Contrastes de interesse		20	40	60
		minutos	minutos	Minutos
C1	[TOM-760 - TOM684]	-5,63*	-4,18 ^{ns}	-3,30 ^{ns}
C2	[TOM-760 - SANTA CLARA]	-9,22**	-6,35**	-5,72*
C3	[TOM-684 - SANTA CLARA]	-3,58 ^{ns}	-2,17 ^{ns}	-2,42 ^{ns}
C4	[TOM-760 - IBIZA]	-6,45**	-4,78*	-3,78 ^{ns}
C5	[TOM-684 - IBIZA]	-0,82 ^{ns}	-0,60 ^{ns}	-0,48 ^{ns}
C6	[IBIZA - SANTA CLARA]	-2,77 ^{ns}	-1,57 ^{ns}	-1,93 ^{ns}
C7	[TOM-760 - (TEX-407+TEX-408+TEX-409+ TEX-410+TEX-411)/5]	-3,48*	-0,31 ^{ns}	-0,10 ^{ns}
C8	[TOM-684 - (TEX-407+TEX-408+TEX-409+ TEX-410+TEX-411)/5]	2,16 ^{ns}	3,88*	3,20 ^{ns}
C9	[TOM-760 - TEX-412]	-4,43*	-1,48 ^{ns}	0,75 ^{ns}
C10	[TOM-684 - TEX-412]	1,20 ^{ns}	2,70 ^{ns}	2,55 ^{ns}
C11	[(TEX-407+TEX-408+TEX-409+TEX-410+ TEX-411)/5 - TEX-412]	-0,96 ^{ns}	-1,18 ^{ns}	-0,65 ^{ns}
C12	[IBIZA - (TEX-407+TEX-408+TEX-409+ TEX-410+TEX-411)/5]	2,97 ^{ns}	4,48*	3,68*
C13	[IBIZA - TEX-412]	2,02 ^{ns}	3,30 ^{ns}	3,03 ^{ns}
C14	SANTA CLARA - (TEX-407+TEX-408+ TEX-409+TEX-410+TEX-411)/5]	5,74**	6,04**	5,62**
C15	[SANTA CLARA - TEX-412]	4,78*	4,87*	4,97*

** , * , ns = significativo p=0.01, p=0.05 e não significativo, respectivamente.