

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CENTRO-OESTE, UNICENTRO, PR

**SELEÇÃO INDIRETA DE GENÓTIPOS DE
TOMATEIRO INDUSTRIAL RESISTENTES AO
ÁCARO RAJADO**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

JOÃO EDUARDO BAIER

GUARAPUAVA – PR

2012

JOÃO EDUARDO BAIER

**SELEÇÃO INDIRETA DE GENÓTIPOS DE TOMATEIRO INDUSTRIAL
RESISTENTES AO ÁCARO RAJADO**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Centro-Oeste, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Mestre.

Prof. Dr. Juliano Tadeu Vilela de Resende
Orientador

GUARAPUAVA – PR

2012

Catálogo na Publicação
Biblioteca UNICENTRO, Campus CEDETEG

B149s Baier, João Eduardo
Seleção indireta de genótipos de tomateiro industrial resistentes ao ácaro rajado / João Eduardo Baier. -- Guarapuava, 2012.
ix, 41 f. : il. ; 28 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual do Centro-Oeste, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal, 2012

Orientador: Juliano Tadeu Vilela de Resende

Banca examinadora: Marcos Ventura Faria, Carlos Alberto Scapim, Osnil Alves Camargo Júnior

Bibliografia

1. *Solanum lycopersicum*. 2. *Solanum pennellii*. 3. Aleloquímicos. 4. Melhoramento genético. 5. Tomateiro industrial - genótipos. 6. *Tetranychus urticae*. I. Título. II. Programa de Pós-Graduação em Agronomia.

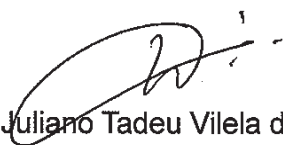
CDD 633.88

JOÃO EDUARDO BAIER

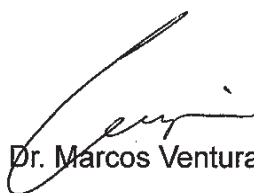
**SELEÇÃO INDIRETA DE GENÓTIPOS DE TOMATEIRO INDUSTRIAL
RESISTENTES AO ÁCARO RAJADO**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Centro-Oeste, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Mestre.

Aprovada em 29 de fevereiro de 2012.



Prof. Dr. Juliano Tadeu Vilela de Resende
(UNICENTRO)



Prof. Dr. Marcos Ventura Faria
(UNICENTRO)



Prof. Dr. Carlos Alberto Scapim
(UEM)



Dr. Osnil Alves Camargo Júnior - membro

GUARAPUAVA-PR
2012

AGRADECIMENTOS

A Deus por iluminar e proteger meu caminho.

Aos meus pais Nilceu e Roseli, avó Erzi, meus irmãos André e Meirielen pela paciência, compreensão, sabedoria, incentivo e exemplos nesses anos todos ensinando o valor da vida, da solidariedade, da simplicidade, da dedicação ao trabalho, encorajando na luta para realização dos sonhos.

A minha esposa Laryssa, pelo carinho e amor, pela companhia e dedicação aos estudos e experimentos, por sua paciência, apoio e incentivo nos momentos difíceis, pelos esforços prestados para a realização deste trabalho, o qual teve sua colaboração em muitas etapas.

Ao amigo e orientador Juliano, pela oportunidade, orientação e confiança, pelo exemplo de mestre e apoio e pela troca de conhecimentos ao longo destes anos de aprendizado.

Ao amigo e professor Marcos pela paciência, dedicação e conhecimentos transmitidos durante toda esta jornada de trabalho.

À Universidade Estadual do Centro-Oeste pela estrutura física e profissional durante minha formação e a CAPES pela concessão da bolsa de mestrado.

Aos professores da banca de defesa Osnil, Scapim, Marcos por suas contribuições e por aceitarem participar da banca de defesa deste trabalho.

Aos eternos amigos e irmãos Alexandre, Rafael, Kélin, Guilherme, Maicon, Felipe e Vilmar, por me acompanharem nos maus e principalmente nos bons momentos por toda a graduação e mestrado.

A todos os meus amigos, por compartilharmos alegrias e tristezas, pelos inúmeros momentos de companherismo e solidariedade: Ana Paula, Juliana, Alex, Juliane, Josué, Anderson Quartiero, Anderson Trevisam, Rafael, Diego Munhoz, Diego de Mark, Daniel, Willian, Vagner, Victor, Isabella.

Às secretárias do Programa de Pós-Graduação em Agronomia da UNICENTRO Juliana e Lucília pela ajuda em muitos momentos, sempre muito simpáticas e pacientes.

Aos funcionários do campo, Elias, Manoel e Ângelo pelo apoio e suporte prestados.

Agradeço as demais pessoas que, mesmo aqui não citadas, direta ou indiretamente contribuíram e auxiliaram para que esse trabalho fosse realizado.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	i
LISTA DE TABELAS	ii
RESUMO	iii
ABSTRACT	v
1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS	3
2.1. Geral.....	3
2.2. Específico.....	3
3. REFERENCIAL TEORICO	4
3.1. <i>Solanum lycopersicum</i>	4
3.2. Importância econômica do tomateiro.....	5
3.3. Resistência de plantas de tomate à <i>Tetranychus urticae</i>	6
3.4. Melhoramento do tomateiro visando resistência a pragas.....	11
3.5. Análise genética das variâncias e médias das gerações.....	14
4. MATERIAL E MÉTODOS	17
4.1. Obtenção da geração F ₂	17
4.2. Quantificação do teor de acil-açúcares e seleção dos genótipos de tomateiro.....	18
4.3. Estudo dos parâmetros genéticos do teor de acil-açúcares.....	20
4.4. Componentes de média.....	20
4.5. Avaliação da reação de genótipos selecionados à infestação com o ácaro <i>Tetranychus urticae</i>	21
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
5.1. Quantificação do teor de acil-açúcares.....	24
5.2. Controle genético do teor de acil-açúcares em folíolos.....	25
5.3. Reação de genótipos de tomateiro à infestação com o ácaro <i>Tetranychus urticae</i>	27
6. CONCLUSÕES	32
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	33

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** *S. pennellii*, *S. lycopersicum*, gerações F₁ e F₂ utilizados para quantificação do teor de acil-açúcares. Guarapuava, PR – UNICENTRO, 2012.....18
- Figura 2.** Amostras de discos foliares retirados do terço superior das plantas (4,2 cm² de área foliar total). Guarapuava, PR – UNICENTRO, 2012.....19
- Figura 3.** Medida (mm) percorrida pelos ácaros sobre a superfície do folíolo a partir do centro da tachinha após 20, 40 e 60 minutos de exposição. Guarapuava, PR – UNICENTRO, 2012.....23

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Médias das concentrações de acil-açúcares nos folíolos e suas respectivas variâncias de *S. lycopersicum*, *S. pennellii*, gerações F₁ e F₂. Guarapuava, PR – UNICENTRO, 2012.....24
- Tabela 2.** Estimativas dos parâmetros genéticos obtidos para o teor médio de acil-açúcares dos folíolos de plantas de tomate da geração F₂ a partir do cruzamento de *S. lycopersicum* e *S. pennellii*. Guarapuava, PR – UNICENTRO, 2012.....25
- Tabela 3.** Estimativas dos componentes de média e teste de qui-quadrado de validade do modelo de Mather e Jinks (1984) do cruzamento interespecífico de tomateiro industrial (*S. lycopersicum* x *S. pennellii*) para o caráter teor de acil-açúcares. Guarapuava, PR – UNICENTRO, 2012.....27
- Tabela 4.** Distâncias médias percorridas pelos ácaros *Tetranychus urticae* após 20, 40 e 60 minutos de exposição sobre a superfície adaxial dos folíolos dos genótipos *S. lycopersicum*, *S. pennellii*, geração F₁ e plantas selecionadas da geração F₂: correlações das distâncias médias com os níveis de acil-açúcares. Guarapuava, PR – UNICENTRO, 2012.....29

RESUMO

BAIER, João Eduardo. **Seleção indireta de genótipos de tomateiro industrial resistentes ao ácaro rajado**. Guarapuava: UNICENTRO, 2012. 41p. (Dissertação – Mestrado em Agronomia).

O melhoramento do tomateiro tem avançado significativamente em relação à resistência a artrópodos-praga mediada por aleloquímicos presentes na superfície dos folíolos. Acil-açúcares, exudados por tricomas glandulares tipo IV presentes no acesso ‘LA-716’ de *Solanum lycopersicum* são responsáveis por contribuir favoravelmente para o melhoramento do tomateiro, permitindo a obtenção de cultivares comerciais com bons níveis de resistência a artrópodos-praga. O presente trabalho teve como objetivo, avaliar os níveis de resistência ao ácaro *Tetranychus urticae* em genótipos de tomateiro industrial pré selecionados com base no teor foliar de acil-açúcares. Plantas contrastantes foram selecionadas quanto ao teor de acil-açúcares nos folíolos da geração F₂ do cruzamento interespecífico entre *Solanum pennellii* ‘LA-716’ (acesso selvagem com alto teor de acil-açúcares e fonte de resistência a pragas) e *Solanum lycopersicum* ‘Redenção’ (cultivar comercial com baixo teor de acil-açúcares e destinada ao processamento industrial). Quatro genótipos foram selecionados com alto teor de acil-açúcares nos folíolos (RVTA-2010 p#31, RVTA-2010 p#75, RVTA-2010 p#83, RVTA-2010 p#94) e três genótipos com baixo teor de acil-açúcares (RVTA-2010 p#33, RVTA-2010 p#39, RVTA-2010 p#73). No teste “in vivo” para confirmação da seleção de plantas resistentes ao ácaro *T. urticae*, os genótipos com alto teor de acil-açúcares comportaram-se de forma semelhante ao genitor resistente ‘LA-716’. As correlações negativas, entre o teor de acil-açúcares e a distância percorrida pelos ácaros na superfície dos folíolos, confirmaram a associação entre altos teores do aleloquímico e a resistência ao ácaro. O grau médio de dominância (GMD) estimado foi de -0,83, o que indica que alto teor de acil-açúcares devem-se a ação de um alelo recessivo com dominância incompleta. O valor de 81,85% encontrado para estimativa da herdabilidade no sentido amplo comprova que a grande parte da variação entre plantas na geração F₂ é de natureza genética. O número de genes estimado foi 0,69, portanto, presumivelmente confirma-se a herança monogênica. O método de seleção indireta permite eficientemente a obtenção de plantas de tomateiro industrial resistentes ao ácaro *T. urticae*.

Palavras-chave: *Solanum lycopersicum*, *Solanum pennellii*, aleloquímicos, melhoramento genético, resistência à *Tetranychus urticae*.

ABSTRACT

BAIER, João Eduardo. **Indirect selection of industrial tomato genotypes resistant to mite.** Guarapuava: UNICENTRO, 2012. 41p. (Dissertação – Mestrado em Agronomia).

This work aimed to study the levels of resistance to the mite *Tetranychus urticae* on industrial tomato genotypes pre-selected on the basis of foliar acyl-sugars contents. The tomato breeding has advanced significantly in relation to the resistance to arthropod pests mediated by allelochemicals present on the leaflets surface. Acyl-sugars exuded by glandular trichomes type IV present on accession 'LA-716' *Solanum lycopersicum* are responsible for contributing positively to the tomato breeding, allowing obtaining arthropod pests high levels resistance cultivars. Contrasting plants were selected for the levels of acyl-sugars in the leaves of plants of F₂ generations from the interspecific cross between *Solanum pennellii* 'LA-716' (wild accession with high levels of acyl-sugar and pests resistances source) and *Solanum lycopersicum* 'Redenção' (commercial cultivar with low levels of acyl-sugar for industrial processing). Four genotypes were selected with high levels of acyl-sugars in the leaves (RVTA-2010 p#31, RVTA-2010 p#75, RVTA-2010 p#83, RVTA-2010 p#94) and three genotypes with low levels of acyl-sugars (RVTA-2010 p#33, RVTA-2010 p#39, RVTA-2010 p#73). At the in vivo test for confirmation of the plant selection resistant to the mite *T. urticae*, genotypes with high levels of acyl-sugars behaved similarly to the resistant parent 'LA-716'. The negative correlations between levels of acyl-sugars and distances traveled by the mites on the leaflets surface, confirmed the association between allelochemical high levels and mite resistance. The average degree of dominance (GMD) was estimated to be -0.83, indicating that high levels of acyl-sugars are due the action of a recessive allele with incomplete dominance. The value of 81.85% found for heritability in the broad sense proves that much of the variation between plants in the F₂ generation is genetic in inheritance. The estimated number of genes was 0.69, so, presumably confirm this is monogenic. The indirect selection method allows effectively the production of industrial tomato plants resistant to the mite *T. urticae*.

Keywords: *Solanum lycopersicum*, *Solanum pennellii*, allelochemicals, plant breeding, resistance to *Tetranychus urticae*.

1. INTRODUÇÃO

Dentre as hortaliças, o tomateiro (*Solanum lycopersicum*) é mundialmente a maior cultura em volume industrializado e a segunda maior cultura em área plantada. No Brasil, a cultura do tomate representa 20% do total produzido das hortaliças em 7,56% da área disponibilizada ao cultivo e a estimativa de geração de emprego alcançou 610,25 mil no setor de produção agrícola (EMBRAPA, 2008). No início da década de 2000, o valor global do mercado brasileiro de derivados de tomate foi avaliado em 1,1 bilhões de reais e o volume comercializado estimado em 350 mil toneladas. Em 2010, o setor de atomatados alcançou um faturamento de 2,1 bilhões de reais e 530 mil toneladas comercializadas, o que representa incremento de 90% em valor de mercado e crescimento de 51% em volume comercializado no período de dez anos (AGRIANUAL, 2010).

Os Estados Unidos são responsáveis por 32,04% da produção mundial de tomate industrial, considerado o maior produtor, seguido pela China (16,61%), Itália (13,58%) e Espanha (6,28%) (WPTC, 2011). No Brasil, o tomate destinado ao processamento industrial em 2010 foi responsável por aproximadamente 49% da produção total, sendo o quinto maior produtor mundial (4,9%). Neste segmento, a safra brasileira ocupou uma área de 21.258 hectares e rendimento médio de 85,4 t ha⁻¹, superando em 40% a produtividade média total de tomate (tomate processamento mais tomate mesa). A região do Cerrado é responsável por 99% da produção brasileira de tomate para o processamento, considerada a maior e mais importante (IBGE, 2011).

O controle químico de pragas e doenças representa cerca de 30% do custo total da produção do tomateiro (EMBRAPA, 2009), isso devido a aplicações excessivas de produtos de amplo espectro. Além de proporcionar elevado custo de produção, o uso indevido de defensivos agrícolas provoca danos ao meio ambiente, prejudica a saúde humana e também colabora para que outros problemas surjam com maiores consequências, como o aparecimento de biótipos extremamente agressivos, como é o caso da mosca-branca (*Bemisia argentifolii*). Dessa maneira, o uso de cultivares resistentes é a alternativa mais segura e viável.

Trabalhos têm sido desenvolvidos buscando a obtenção de resistência a pragas, dentre elas, a traça do tomateiro, mosca branca e ácaros. Algumas espécies de ácaros pertencentes ao gênero *Tetranychus* são consideradas pragas de importância na cultura do tomateiro. O ácaro rajado, *T. urticae* destaca-se por causar grandes prejuízos aos produtores por seu elevado

potencial de dano e por apresentar grande número de hospedeiros. Por essa razão, geralmente é considerada uma das espécies mais importantes de ácaros-pragas em todo o mundo (MORAES e FLECHTMANN, 2008).

Fontes de resistência a pragas do tomateiro têm sido identificadas em espécies do gênero *Solanum* spp., possuindo potencial para a utilização em programas de melhoramento genético, visando à obtenção de cultivares comerciais resistentes (GONÇALVES NETO et al., 2010; MALUF et al., 2010; MACIEL et al., 2011). A resistência dessas espécies ocorre, principalmente, devido à presença de substâncias químicas que, na maioria dos casos, estão presentes nos tricomas foliares do tipo glandular, os quais podem servir também como fator morfológico na resistência.

A resistência obtida a partir de *S. pennellii* tem sido associada à presença de aleloquímicos denominados de acil-açúcares. Estes aleloquímicos conferem à superfície foliar aspecto pegajoso, o que funciona como armadilha natural e também, atuam impedindo a oviposição, a alimentação ou exercendo efeito deletério no desenvolvimento de determinadas fases do artrópodo-praga (GILLARDÓN, 2001).

A introdução da resistência ao ácaro *T. urticae* em genótipos de tomate *S. lycopersicum* a partir da espécie selvagem *S. pennellii* é uma maneira efetiva para a obtenção de cultivares com elevado teor de acil-açúcares nos folíolos e conseqüentemente, bom nível de resistência (MACIEL, 2008).

Os programas de melhoramento de tomateiro conduzidos no Brasil visam à obtenção de cultivares resistentes a pragas, predominando a seleção indireta de genótipos com alto teor foliar de aleloquímicos associados à resistência. Em geral, a seleção indireta para alto teor destes aleloquímicos tem levado a respostas correlatas no sentido de aumentar a resistência a pragas com maior eficiência do que técnicas de seleção direta para resistência a pragas específicas. Os trabalhos realizados enfatizam a correlação entre a concentração e caracterização de cada aleloquímico presente nos acessos selvagens e seu respectivo nível de controle a pragas específicas, contudo existem poucas pesquisas relacionadas a genótipos de tomateiro destinados ao processamento industrial. Diante do exposto, destaca-se a importância de programas de melhoramento, os quais têm por objetivo a obtenção de cultivares de tomateiro industrial resistentes às principais pragas.

2. OBJETIVOS

2.1. Geral

Selecionar genótipos de tomateiro industrial com alto teor de acil-açúcares e resistentes ao ácaro rajado (*Tetranychus urticae*) provenientes do cruzamento interespecífico de *S. lycopersicum* L. 'Redenção' x *S. pennellii* 'LA-716'.

2.2. Específicos

- Quantificar o teor de acil-açúcares presente nos folíolos dos genótipos de tomateiro da geração F₂ do cruzamento entre *S. lycopersicum* L. 'Redenção' x *S. pennellii* 'LA-716'.
- Selecionar genótipos com níveis contrastantes de acil-açúcares e avaliá-los quanto à resistência ao ácaro rajado.
- Confirmar a herança da variação do teor de acil-açúcares no cruzamento interespecífico.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1. *Solanum lycopersicum*

O tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.) pertence à família Solanaceae e o cultivo desta olerácea abrange o mundo inteiro. Todos os estudos afirmam que as espécies silvestres de tomate são nativas da região andina que abrange parte do Chile, Colômbia, Equador, Bolívia e Peru. Embora as formas ancestrais de tomate sejam originárias dessa área, sua ampla domesticação ocorreu no México, chamado de centro de origem secundário. O tomate foi introduzido na Europa pelos espanhóis no início do século XVI. Existem 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). No século XVII, os europeus enviaram o tomate para China e países do sul e sudeste asiático, e no século XVIII para o Japão e EUA.

Imigrantes europeus iniciaram o cultivo do tomateiro no Brasil no final do século XIX, entretanto, o incremento no seu uso e na produção ocorreu somente após a Primeira Guerra Mundial. Naquela época, as variedades cultivadas eram conhecidas pelos nomes de Redondo Japonês, Rei Humberto e Chacareiro, as quais foram base para o surgimento de cultivares do grupo Santa Cruz, por meio de seleções feitas por agricultores a partir de cruzamentos naturais entre elas (ALVARENGA, 2004).

O gênero *Solanum* seção *Lycopersicum* abrange 13 espécies agrupadas em dois complexos de acordo com a possibilidade de cruzamento com *Solanum lycopersicum*. O complexo Esculentum abrange: *Solanum lycopersicum* L., *Solanum cheesmaniae* (L. Riley) Fosberg, *Solanum pimpinellifolium* L., *Solanum chmielewskii* (C.M. Rick, Kesicki, Fobes M. Holle) D.M. Spooner, G.J. Anderson R.K. Jansen, *Solanum neorickii* (C.M. Rick, Kesicki, Fobes M. Holle) D.M. Spooner, G.J. Anderson R.K. Jansen, *Solanum habrochaites* S. Knapp D.M. Spooner e *Solanum pennellii* Correll (PERALTA et al., 2005). A maioria destas espécies não é explorada comercialmente, uma vez que seus frutos são pequenos e algumas vezes pubescentes, entretanto, são utilizadas em programas de melhoramento para introgressão de genes de resistência a patógenos, insetos-praga e melhoria da qualidade nutricional (GOFFREDA et al., 1989; GONÇALVES, 1996; LABORY, 1996; MALUF et al., 2001; FREITAS et al., 2002; AZEVEDO et al., 2003; RESENDE, 2003; GONÇALVES et al.,

2006; GONÇALVES NETO et al., 2010; MALUF et al., 2010). O complexo Peruvianum inclui as espécies: *Solanum chilense* (Dunal) Reiche, *Solanum peruvianum* L., *Solanum arcanum* Peralta, *Solanum corneliomuelleri* J.F. Macbr, e *Solanum huaylasense* Peralta.

O tomateiro apresenta caule flexível e piloso em estágio inicial de desenvolvimento e fibroso ao decorrer do ciclo da planta. A arquitetura natural da planta lembra uma *moita*, com abundante ramificação lateral, sendo extremamente modificada pela poda (SILVA e VALE, 2007). As diferentes características de arquitetura da planta e do fruto condicionam o tipo de mercado consumidor, sendo destinado à indústria ou consumido *in natura*. A arquitetura é caracterizada por dois hábitos de crescimento distintos, indeterminado e determinado. O hábito indeterminado é observado na maioria das cultivares apropriadas para a produção de frutos para mesa, não há diferenciação entre estágio vegetativo e reprodutivo, as plantas são tutoradas e podadas e atingem mais de 2,5 metros de altura. O hábito de crescimento determinado ocorre nas cultivares adaptadas as condições agroindustriais, há distinção entre estágio vegetativo e reprodutivo, e suas hastes atingem cerca de 1 metro (SILVA e VALE, 2007).

3.2. Importância econômica do tomateiro

Atualmente, o tomate é cultivado em todas as regiões geográficas do Brasil e é a segunda hortaliça em importância econômica, plantado sob diferentes sistemas de cultivo e diferentes níveis de manejo cultural, podendo seus frutos serem consumidos na forma *in natura* ou industrializados. No ano de 2010 foram cultivados no Brasil cerca de 60.890 hectares de tomate, com produção média anual estimada em aproximadamente 3,71 milhões de toneladas e rendimento médio de 60,98 t ha⁻¹ (FAOSTAT, 2011; IBGE, 2010). A região Centro-Oeste é a maior produtora de tomate para indústria, sendo o estado de Goiás responsável por 26,67% da produção nacional. Por outro lado a região Sudeste ainda continua sendo a maior produtora de tomate para consumo *in natura*, sendo os estados de São Paulo (22,29%) e Minas Gerais (13,37%) os maiores produtores (IBGE, 2010; FAOSTAT, 2011). Nessas regiões, a importância da cultura do tomate é crescente, pois além do aspecto econômico, o cultivo do tomateiro é uma atividade de grande importância social como fonte geradora de empregos tanto na área rural como na urbana (EMBRAPA, 2008).

O consumo de tomate no Brasil é de cerca de 18 kg habitante ano⁻¹, sendo que o consumo de atomatados é equivalente a 7,8 kg habitante ano⁻¹, considerado baixo quando comparado a outros países como Noruega, Grécia, Suíça que excede a 40 kg por ano (IBGE, 2010). Embora o Brasil esteja entre os maiores produtores mundiais de tomate, sua inserção no mercado internacional é baixa, tanto no segmento de produto fresco quanto nos derivados da industrialização. Tal fato justifica-se pelo alto custo do produto nacional, grande distância dos países consumidores e barreiras comerciais (CARVALHO e PAGLIUCA, 2007).

A ANVISA iniciou em 2001, o Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos (PARA). Os resultados observados nas culturas monitoradas pelo PARA dividem-se em duas categorias: resíduos que podem causar dano à saúde por excederem os limites máximos estabelecidos pela legislação e os resíduos de produtos não autorizados para aquela cultura. O percentual de resultados insatisfatórios para o tomate em 2006 foi de 2,01%, em 2007 alcançou 44,72%, diminuiu para 18,27% em 2008, aumentou para 32,6% em 2009 e reduziu para 16,3% em 2010, mostrando uma instabilidade completa no que se refere às práticas de uso de agrotóxicos no Brasil. A continuidade do PARA é importante para garantir a segurança dos alimentos consumidos pela população, identificar as fontes de contaminação, proporcionar avaliação quanto ao uso inadequado e não autorizado de agrotóxicos, estimular a adoção continuada de “Boas Práticas Agrícolas, bem como fornecer subsídios para possível reavaliação dos agrotóxicos (ANVISA, 2010).

3.3. Resistência de plantas de tomate à *Tetranychus urticae*

Dentro do gênero *Tetranychus*, no Brasil, destacam-se como pragas do tomateiro as espécies *T. urticae* (ácaro rajado), *T. evansi*, *T. desertorum* e *T. marianae* (ácaros-vermelhos). O gênero *Tetranychus* é amplamente distribuído no mundo, infestando vários hospedeiros. No Brasil, encontra-se em todas as regiões produtoras, atacando aboboreiras, marmeleiros, algodoeiro, batata-doce, girassol, brássicas e solanáceas (FLECHTMANN e BAKER, 1970; MORAES e FLECHTMANN, 1981).

Os ácaros do gênero *Tetranychus* são artrópodos pertencentes à ordem Acari, da classe Arachnida. São caracterizados pelo pequeno tamanho, ausência de asas e de antenas, presença de quelíceras, possuindo quatro pares de pernas na fase adulta, com cabeça, tórax e abdome fundidos e não segmentados (FLECHTMANN e BAKER, 1970). Este gênero abrange

um grande número de espécies e três delas são de importância para a cultura do tomateiro: o ácaro rajado (*T. urticae* Koch.) e os ácaros-vermelhos (*T. ludeni* Zacher e *T. evansi* Baker Pritchard), sendo o ácaro rajado o principal no Brasil e considerado praga importante para a cultura (FLECHTMANN, 1989).

O ácaro rajado apresenta coloração esverdeada em todas as fases ativas; as fêmeas são maiores que os machos, medindo cerca de 0,5 mm de comprimento e, frequentemente, apresentam dois pares de manchas escuras no dorso; os ovos são esféricos e amarelados. As espécies do gênero *Tetranychus* apresentam biologia e hábitos bastante semelhantes, sendo seu desenvolvimento constituído pelas fases ovo, larva, ninfa e adulto; a reprodução se dá por partenogênese arrenótoca, pela qual os ovos fertilizados dão origem às fêmeas e os não fertilizados, aos machos (BARBOSA e FRANÇA, 1980). O ciclo de vida de ácaros (*Tetranychus urticae* Koch.) varia de 5 a 20 dias para fêmeas e de 5 a 50 dias para machos (MORAES e LEITE FILHO, 1981).

As colônias desenvolvem-se na face inferior das folhas, podendo expandir-se para ambas as superfícies quando o ataque está intenso. O ataque ocorre, preferencialmente, em folhas jovens; no entanto, quando as colônias estão bem estabelecidas, em toda a planta (JEPPSON et al., 1975). Ramalho e Flechtmann (1979) verificaram que o início da infestação pode ocorrer aos 14 dias após o transplântio.

Quando o índice de infestação nos folíolos excede 15%, pode levar a perdas substanciais na produção (FLECHTMANN, 1989). Com a sucção do suco celular pelos adultos, manchas pequenas e cloróticas são formadas, o que ocorre grande distúrbio do equilíbrio hídrico. A transpiração é acelerada, conduzindo à seca e à queda prematura das folhas, diminuindo, dessa forma, a fotossíntese (FLECHTMANN, 1989).

O controle de ácaro na cultura do tomateiro, assim como das principais pragas, é feito, basicamente, pela aplicação de produtos químicos, os quais nem sempre apresentam eficiência e, ainda, são responsáveis por problemas relacionados à contaminação ambiental, à resistência de ácaro ao ingrediente ativo e à eliminação de inimigos naturais. O controle biológico é uma alternativa viável, tanto pela utilização de predadores quanto pelo uso de entomopatógenos (TAMAI, 1997). Outra possibilidade de controle que vem sendo estudada é o emprego de cultivares resistentes aos ácaros fitófagos, obtidas por meio de cruzamento com acessos selvagens de *Solanum* spp. portadores de fatores de resistência, como os aleloquímicos.

Os programas de melhoramento visam à obtenção de cultivares resistentes a partir de germoplasma silvestre que apresentam resistência. Muitas dessas espécies apresentam resistência às pragas relacionada à presença de estruturas morfológicas denominadas tricomas foliares e a substâncias químicas naturais, exsudadas pelos tricomas, que constituem os aleloquímicos, o que varia em função das espécies do gênero *Solanum* spp. (FREITAS et al., 2002).

Os tricomas foliares são estruturas delgadas. De acordo com Luckwill (1943), o gênero *Solanum* é constituído por sete tipos de tricomas: I, II, III, IV, V, VI e VII. Esta classificação baseou-se no comprimento e na presença ou ausência de glândulas na extremidade apical (para esta última característica, considera-se, ainda, o número de células que compõe a glândula). Os tricomas são classificados em não glandulares (II, III, V), que são bastante semelhantes entre si, diferindo apenas no comprimento e glandulares (I, IV, VI, VII), que são capitados, sendo a cabeça a região secretora dos aleloquímicos que os libera ao ser tocada.

Técnicas indiretas de seleção com base em características correlacionadas com alta herdabilidade podem ser usadas para acelerar a introgressão de genes (JUVIK et al., 1982). Aleloquímicos presentes em várias espécies selvagens de tomate relacionados a *Solanum* spp. (syn. *Lycopersicum* spp.) têm sido associados com resistência a pragas: metil cetonas tais como 2-tridecanona em *Solanum habrochaites* (syn. *L. hirsutum* Humb. & Bonpl.) var. *glabratum* C.H. Müll. (WILLIAMS et al., 1980; SNYDER et al., 1987; MALUF et al., 1997; GONÇALVES et al., 1998), sesquiterpenos em *Solanum habrochaites* (sin. *L. hirsutum*) var. *hirsutum* Dunal (WESTON et al., 1989; EIGENBRODE et al., 1994; AZEVEDO et al., 1999; FREITAS et al., 2002; MALUF et al., 2001; AZEVEDO et al., 2003; GONÇALVES et al., 2006), e em *S. pennellii* Correll, acil-açúcares (GOFFREDA et al., 1989; RESENDE, 2003; RESENDE et al., 2006; GONÇALVES NETO, 2008; MALUF et al., 2010; MACIEL et al., 2011).

Goffreda et al. (1989) correlacionaram o teor de acil-açúcares com a densidade do tricoma tipo IV na espécie *S. pennellii*. De acordo com Shapiro et al. (1994), em plantas do acesso de *S. pennellii* var. *puberulum*, as quantidades de acil-açúcares foram nulas devido à ausência de tricomas glandulares tipo IV. Estes autores ainda relataram que há considerável variação entre os acessos de *S. pennellii* quanto ao nível de acil-açúcares produzidos, quanto ao tipo de açúcares (glicose ou sacarose) e quanto ao perfil dos ácidos graxos incorporados ao

acil-açúcares, além da influência de estresses ambientais e fatores meteorológicos. A variada estrutura de acil-açúcares implica em uma diversidade correspondente de rotas biossintéticas. A catalogação da diversidade química presente dentro e entre acessos pode proporcionar discernimento sobre a distribuição e evolução de *S. pennellii* e pode ter importância relevante para a transferência de alelos de resistência a outras espécies.

Em cruzamentos de *S. pennellii* com *S. lycopersicum*, Lenke e Mutschler (1984) verificaram que a presença ou ausência de tricomas glandulares tipo IV possui herança simples, sendo controlada por no máximo dois genes não ligados com epistasia dominante dupla. Estes autores verificaram também que ambos os tricomas tipo IV e tipo VI estão presentes em *S. pennellii* e *S. lycopersicum* apresenta apenas tricomas tipo VI em seus folíolos. O híbrido F₁ apresenta os dois tipos de tricomas, mas em baixa quantidade. A herdabilidade no sentido amplo estimada para os tricomas glandulares tipo IV variou de 0,36 a 0,91; enquanto que para os tricomas tipo VI variou de 0,15 a 0,50.

De acordo com Pamplona (2001), clones selecionados para alto teor de acil-açúcares, obtidos do cruzamento interespecífico de *S. lycopersicum* e *S. pennellii*, apresentaram quantidades de tricomas glandulares tipo IV ligeiramente inferior ao *S. pennellii* e substancialmente superior à linhagem *S. lycopersicum*, portadora de um pequeno número de tricomas glandulares tipo IV. No entanto, clones desta mesma população selecionados para baixo teor de acil-açúcares apresentaram quantidades de tricomas ligeiramente superior ao *S. lycopersicum* e substancialmente inferior ao *S. pennellii*.

Os acil-açúcares encontrados em *Solanum pennellii* são complexos formados, principalmente, de 2,3,4-tri-O-ésteres de glicose, possuindo ácidos graxos com 4 a 12 átomos de carbono (BURKE et al., 1987), o que se constitui em, aproximadamente, 90% do exsudato do tricoma tipo IV de *Solanum pennellii* (FOBES et al., 1985).

Mutschler et al. (1996), avaliaram uma população F₂ derivada do cruzamento entre *S. pennellii* 'LA716' e *S. lycopersicum* 'New Yorker' para identificar marcadores RFLPs ("Restriction fragment length polymorphism") associados com a produção de acil-açúcares (acil-glicose, acil-sacarose e acil-açúcares totais) e identificaram cinco regiões genômicas, duas no cromossomo 2 e uma nos cromossomos 3, 4, e 11, associadas com um ou mais aspectos da produção dos acil-açúcares. Estes autores observaram também que, nas regiões dos cromossomos 2 e 11, o alelo em *S. lycopersicum* foi parcialmente dominante ao alelo em *S. pennellii*, mas recessivo a este na região do cromossomo 3. As análises das gerações

parentais, F₁ e F₂ indicaram a possibilidade de um gene de efeito maior com recessividade para altos teores de acil-glicose.

Lowson et al. (1997) utilizaram os resultados obtidos por Mutschler et al. (1996) em um programa de melhoramento assistido por marcadores visando incorporar o caráter produção de acil-açúcares no tomateiro cultivado. A partir do cruzamento de *S. lycopersicum* e *S. pennellii* 'LA716' foram obtidas a geração F₁ e três gerações sucessivas de retrocruzamento com *S. lycopersicum*. As cinco regiões genômicas encontradas por Mutschler et al. (1996) foram detectadas em plantas selecionadas no RC₁, cuja concentração de acil-açúcares foi similar às plantas da geração F₁ (concentração intermediária entre os genitores). Todavia, plantas do RC₃ contendo três a cinco das regiões genômicas, apresentaram menor concentração de acil-açúcares que as plantas da geração F₁, o que indica que outra região, não identificada é necessária para acúmulo de alto teor de acil-açúcares.

Blauth et al. (1998), avaliando as gerações F₁, F₂ e de retrocruzamentos, a partir de *S. pennellii* 'LA716' x *S. pennellii* 'LA1912' (nível de acil-açúcares que variam de indetectável à aproximadamente 15% da concentração de *S. pennellii* 'LA716'), identificaram três locos associados as maiores densidades de tricomas tipo IV e concentração de acil-açúcares. Todavia, um loco associado ao aumento da concentração de acil-açúcares esteve associado à diminuição da densidade de tricoma tipo IV e três locos estiveram associados ao aumento da concentração de acil-açúcares, porém sem nenhum efeito sobre a densidade de tricomas.

Os acil-açúcares podem também ser sintetizados em laboratório a partir de determinados compostos. Gonçalves et al. (2002) avaliaram a eficiência de acil-açúcares sintéticos solubilizados em acetona, na concentração de 0,04 M, na repelência ao ácaro rajado *Tetranychus urticae*. A repelência ao ácaro na testemunha de baixo teor de acil-açúcares (*S. lycopersicum* 'TOM-584') pulverizada com a solução foi significativamente superior àquela observada nos tratamentos sem a pulverização e com a pulverização com apenas cetona, neste mesmo genótipo. Os resultados indicaram, ainda, que não houve diferença significativa ($\alpha=0,05$) entre a pulverização com acil-açúcares sintéticos e a testemunha de alto teor (*S. pennellii* 'LA-716'), o que demonstra a ação dos acil-açúcares no comportamento do ácaro.

3.4. Melhoramento do tomateiro visando resistência a pragas

O centro de origem do tomateiro mostra-se altamente diversificado, isolado e de difícil

acesso. A geografia diversificada da área e do *habitat* natural contribui grandemente para variabilidade do gênero (WARNOCK, 1991). Grande parte das espécies tem importante potencial genético para o melhoramento do tomateiro cultivado, visando resistência à seca, salinidade, nematóides, bactérias, fungos, vírus e artrópodos-praga. Essas espécies constituem um importante fonte de variabilidade genética que pode ser utilizada a partir de cruzamentos interespecíficos (PEREIRA, 2005).

Os esforços efetuados para o melhoramento do tomateiro nas últimas quatro décadas resultaram em cultivares adequadas à grande diversidade de condições ambientais, formas de cultivo e destinos da produção. O maior foco desse esforço foi alocado no desenvolvimento de cultivares resistentes as mais importantes pragas e doenças, sendo as espécies selvagens relacionadas ao tomateiro, frequentemente o único recurso genético para busca de resistência.

Segundo Painter (1951) a resistência de plantas é a soma relativa das qualidades hereditárias apresentadas pela planta as quais influenciam a intensidade do dano provocado. Na prática agrícola representa a capacidade de certas plantas ou variedades apresentarem maior quantidade de produtos de boa qualidade que as demais, em um mesmo nível de população do inseto. Assim, pode se considerar que uma planta é resistente quando, devido a sua constituição genotípica, ocorrem menos danos que outras em condições de igualdade para o ataque da praga.

Com base nesses conceitos, algumas considerações são necessárias: a resistência é relativa, não existindo uma escala objetiva para medi-la, o que torna necessário para sua caracterização a comparação do genótipo avaliado com outros genótipos; é hereditária; é específica, visto que uma variedade resistente pode ser resistente a determinada espécie e suscetível a outras; é manifestada na espécie menos danificada e não, necessariamente, na menos atacada; e ocorre em determinadas condições ambientais, podendo ou não ser mantida quando as mesmas forem alteradas (VENDRAMIM e NISHIKAWA, 2001).

Segundo Lara (1991), diferentes níveis de resistência podem ser observados: imunidade (a planta não sofre nenhum dano, sob quaisquer condições); alta resistência (a planta, em determinadas condições, sofre pouco dano em relação ao dano médio sofrido pelas variedades em geral); resistência moderada (a planta sofre dano pouco menor que o dano médio sofrido pelas variedades em geral); suscetibilidade (a planta sofre dano semelhante ao dano médio sofrido pelas variedades em geral); alta suscetibilidade (a planta sofre dano bem maior que o dano médio sofrido pelas variedades com as quais foi comparada).

Diversos caracteres podem discriminar os genótipos mais resistentes, e podem se referir tanto ao inseto quanto à planta. Os caracteres relativos ao inseto são: diferenças na população (avaliação do número de indivíduos no estágio imaturo e/ou fase adulta), na oviposição, na alimentação, no peso e tamanho, na duração do ciclo biológico, na mortalidade e na fecundidade e/ou fertilidade (número de ovos por fêmea e número de ovos viáveis por fêmea, respectivamente). Os caracteres relativos à planta são: diferenças na produção, na qualidade do produto, na destruição dos órgãos vegetais e na mortalidade (VENDRAMIM e NISHIKAWA, 2001).

Os principais mecanismos envolvidos na resistência de *Solanum* spp. aos artrópodos-praga são: não-preferência ou antixenose (LEITE et al., 1995, 1999a,b), antibiose (EIGENBRODE et al., 1994; GIUSTOLIN e VENDRAMIN, 1994; GONÇALVES-GERVÁSIO et al., 2000; ECOLE et al., 1999; LEITE et al. 1999c) e tolerância (LARA, 1991). A não-preferência ou antixenose ocorre quando a planta é menos utilizada pelo inseto para alimentação, oviposição ou abrigo que outras plantas em igualdade de condições (LEITE et al., 1995; LABORY et al., 1999). A antibiose ocorre quando o inseto alimenta-se normalmente da planta, mas esta exerce efeito adverso sobre a sua biologia (prolongamento do período de desenvolvimento, redução do tamanho e peso, mortalidade da fase imatura, redução da fecundidade, fertilidade e período de oviposição, etc) (GIUSTOLIN e VENDRAMIN, 1994).

A tolerância é definida como o tipo de resistência em que a planta é menos danificada que as demais, sob mesmo nível de infestação do inseto, sem que haja efeito no comportamento ou biologia deste. Uma planta tolerante apresenta capacidade de suportar o ataque da praga, seja por meio da regeneração dos tecidos destruídos, emissão de novos ramos ou perfilhos, ou outro mecanismo qualquer, de modo que o ataque da praga não provoque queda significativa na qualidade e quantidade de sua produção (LARA, 1991).

As causas da resistência às pragas podem ser de três tipos: físicas (cores do substrato vegetal), químicas (substâncias denominadas aleloquímicos do tipo alomônios) e morfológicas (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 que atuam como fatores nutricionais, anti-nutricionais, fitoterápicos, medicinais e de resistência a pragas e doenças. As substâncias químicas responsáveis pela

resistência de plantas às pragas (alomônios) podem ser classificadas em três categorias: a primeira consiste em substâncias que atuam no comportamento do inseto (glicosídeos, alcalóides, terpenos, fenóis e óleos essenciais). Os metabólitos secundários, alguns alcalóides, quinonas, são constituintes da segunda categoria e atuam no metabolismo da praga. A terceira categoria é formada pelos anti-metabólitos que possuem a característica de tornarem indisponíveis às pragas os nutrientes essenciais, o que causa desequilíbrio nutricional (GALLO et al., 2002).

A resistência de plantas às pragas pode ser considerada tanto um caráter qualitativo quando controlada por um ou poucos genes (denominada de resistência vertical ou específica) quanto quantitativo, quando é causada pela expressão de genes de resistência em vários locos, cada qual contribuindo com pequeno efeito aditivo (resistência horizontal ou não específica). A grande vantagem da resistência horizontal consiste na sua habilidade em controlar um amplo espectro de biótipos do inseto, porém, ao contrário da resistência vertical, apresenta dificuldade de transferência de um genótipo para outro (VENDRAMIM e NISHIKAWA, 2001).

A resistência obtida a partir de *S. pennellii* tem sido associada à presença de acil-açúcares, que são ésteres de ácidos graxos. Este fitoquímico pode atuar impedindo a oviposição, a alimentação ou, ainda, exercendo efeito deletério no desenvolvimento de determinadas fases de um artrópodo-praga (GOFFREDA et al., 1989; SHAPIRO et al., 1994; RESENDE et al., 2002b, RESENDE, 2003; RESENDE et al., 2006).

Ao contrário do *S. pennellii*, os tomates comerciais não apresentam nível elevado de acil-açúcares, enquanto plantas F₁ do cruzamento de *S. lycopersicum* e *S. pennellii* acumulam níveis moderados (MALUF et al., 2010). Os acil-açúcares de *S. pennellii* 'LA-716' foram identificados por Gentile et al. (1968) e sua presença comprovada por Resende et al. (2002a), por meio da análise no espectro de infravermelho. Extratos obtidos do genótipo selvagem foram analisados em espectro de infravermelho e comparados ao espectro da glicose. O espectro do genótipo selvagem apresentava bandas similares às aquelas encontradas no padrão de glicose, caracterizando, dessa forma, a presença dos acil-açúcares no *S. pennellii* 'LA716' (RESENDE et al., 2002a). Os espectros do *S. lycopersicum* 'TOM-584' e do híbrido F₁ (TOM-584 x LA716) também foram comparados ao espectro padrão de glicose. Para o genótipo comercial, não foi observada banda que caracterizasse a presença do acil-açúcar,

enquanto o híbrido F₁ apresentou bandas pequenas caracterizando a presença do aleloquímico (RESENDE et al., 2002a).

Vários estudos com *S. pennellii* ‘LA-716’ demonstraram altos níveis de resistência dessa espécie a artrópodos-praga de importância na cultura, como traça do tomateiro (RESENDE et al., 2006; GONÇALVES NETO, 2008; GONÇALVES NETO et al., 2010; MALUF et al., 2010; MACIEL et al., 2011), mosca-branca (MALUF, et al., 2001; PAMPLONA, 2001; SILVA, 2006; RESENDE et al., 2009; SILVA et al., 2009) e ácaro vermelho (GONÇALVES, 1996; PEREIRA, 2005; GONÇALVES et al., 2006; MACIEL, 2008; PEREIRA et al., 2008; RESENDE et al., 2008).

Resende (2003) trabalhou com plantas selecionadas para alto e baixo teor de acil-açúcares 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 e à traça do tomateiro, 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 acil-açúcares na repelência ao ácaro *Tetranychus evansi*. Quanto aos ensaios com mosca branca, verificou um menor número de ninfas para todos os genótipos com elevado teor de acil-açúcares, o que evidencia o efeito do tipo antibiose sobre o desenvolvimento deste inseto-praga. Alto teor de acil-açúcares também foi associado à resistência dos genótipos à traça do tomateiro, em ensaios realizados tanto em casa de vegetação quanto a campo.

3.5. Análise genética das variâncias e médias das gerações

Os caracteres são atributos utilizados para determinar e identificar, ou seja, definir uma população qualquer ou simplesmente um indivíduo (CRUZ, 2005). Se o caráter possui herança monogênica ou oligogênica, isto é, controlado por um ou poucos genes e pouco influenciado pelo ambiente, sua manipulação em um programa de melhoramento por hibridação é mais fácil, já que o cruzamento realizado é, normalmente, do genótipo portador do alelo de interesse com outro que apresenta caracteres agrônômicos desejáveis. Entretanto se o caráter é poligênico, ou seja, controlado por muitos genes e muito influenciado pelo ambiente, os cruzamentos devem ser realizados de tal maneira que seja possível a obtenção de

populações segregantes com média alta, associada à suficiente variabilidade genética para o caráter sob seleção.

Nos estudos genéticos de caracteres quantitativos adota-se o modelo básico $F = G + A + GA$, em que F é o valor fenotípico, medido nos indivíduos como resultado da ação do genótipo ou valor genotípico (G), sob a influência do ambiente (A) e a interação genótipos por ambientes (GA). Como consequência, a variância genotípica, a variância atribuída aos desvios proporcionados pelo ambiente e a variância da interação genótipos por ambientes são as partes componentes da variância fenotípica (RAMALHO et al., 1993).

O valor genotípico, para um loco, pode ser desdobrado em uma fração herdável, o valor genético aditivo ou efeito aditivo, dado pelo desvio da média da progênie de um indivíduo qualquer cruzado com uma amostra de indivíduos da população a qual pertence, em relação à média desta população, e outra não herdável por processos sexuais, o valor atribuído aos desvios de dominância. Para mais de um loco tem-se ainda o valor atribuído às interações interalélicas ou epistáticas de natureza aditiva x aditiva, aditiva x dominante ou dominante x dominante. Tem-se então, que a variância genotípica pode ser desdobrada em variância aditiva (ou dos efeitos aditivos), variância dos valores atribuídos aos desvios de dominância, e variâncias epistáticas (CRUZ, 2005).

De acordo com Cruz e Regazzi (1997) uma das maneiras de avaliar a magnitude e natureza dos efeitos gênicos que controlam determinado caráter quantitativo é por meio das análises das variâncias e das médias de gerações, geralmente utilizando a geração parental (P_1 e P_2), as gerações F_1 e F_2 e as gerações de retrocruzamento ($RC_{11} = P_1 \times F_1$ e $RC_{12} = P_2 \times F_1$), as quais fornecem complementaridade das informações e promovem conhecimento mais profundo do fenômeno estudado.

Tanto nas variâncias quanto nas médias é importante identificar que proporção da estimativa obtida tem causa genética e que proporção tem influência de outros fatores. Para o melhorista, este conhecimento possibilitará prever o resultado da seleção e, também, escolher com maior segurança o método de melhoramento mais adequado a ser utilizado (RAMALHO et al., 1993).

O estudo genético das variâncias baseia-se na estimativa de parâmetros genéticos como herdabilidade, variâncias fenotípica, genotípica e ambiental, entre outros, o que visa quantificar a magnitude e a natureza da variabilidade genética disponível na população segregante (CRUZ e REGAZZI, 1997).

Nos estudos genéticos das médias avalia-se a importância relativa dos efeitos gênicos que constituem as médias das populações. Neste caso, as análises são, geralmente, com base no modelo completo em que são estimados parâmetros genéticos como média de todos os possíveis homozigotos, efeito aditivo e desvio de dominância e interações epistáticas do tipo aditivo x aditivo, aditivo x dominante, dominante x dominante (m, a, d, aa, ad, dd) (CRUZ e REGAZZI, 1997).

Embora o modelo completo seja de grande importância para descrever as médias das gerações e prover conhecimento mais abrangente das causas e magnitudes dos componentes genéticos que controlam o caráter, o modelo reduzido aditivo – dominante (m, a, d), também pode ser utilizado, pois além de ser mais simples, resulta em informações indispensáveis na avaliação da eficiência dos métodos empregados e êxito dos mesmos (CRUZ e REGAZZI, 1997).

Na cultura do tomate, as análises de gerações têm sido utilizadas para o controle genético de diversos caracteres (ZDRAVKOVIC et al., 2000; SHUELTER et al., 2001; HANSON et al., 2002; ZDRAVKOVIC et al., 2003).

4. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido nos anos de 2010 e 2011, no Setor de Olericultura do Departamento de Agronomia da Universidade Estadual do Centro-Oeste – UNICENTRO, Guarapuava, PR (25°41'12''S de latitude sul e 51°38'45''W de longitude, com altitude média de 1100 m). O atual trabalho foi realizado em duas etapas, em que a primeira constou da obtenção e seleção de genótipos de tomateiro quanto ao teor de acil-açúcares e a segunda etapa, da avaliação da reação de genótipos selecionados à infestação com o ácaro *Tetranychus urticae*.

4.1. Obtenção da geração F₂

Os genitores, *Solanum pennellii* 'LA716' (acesso selvagem com alto teor de acil-açúcares e fonte de resistência a pragas) e *Solanum lycopersicum* 'Redenção' (cultivar comercial com baixo teor de acil-açúcares e destinada ao processamento industrial) foram semeados em caixas de sementeira e posteriormente repicados para bandejas de poliestireno de 128 células, preenchidas com substrato comercial Plantimax®. A cultivar 'Redenção' possui crescimento determinado, desenvolvida pelo IPA para processamento industrial. Apresenta frutos com formato alongado, peso médio de 110 g e número de lóculos variando de dois e três. Os frutos possuem boa firmeza, coloração externa e polpa vermelha intensa e uniforme. A colheita inicia-se em média de 100 a 110 dias após a sementeira. A maturação de frutos é uniforme e apresenta resistência a geminivírus e tospovírus (FERRAZ et al., 2003). Foram transplantadas 30 plantas do genitor masculino (*Solanum pennellii*) e 20 plantas do genitor feminino (*Solanum lycopersicum*), com 4 a 5 folhas (cerca de 10 cm de altura), para vasos com capacidade de 5 litros contendo a mistura de terra, areia, esterco bovino curtido, adubo mineral e mantidas em casa de vegetação.

No início do florescimento das plantas foram realizados os cruzamentos artificiais, com emascações e polinizações manuais. Dessa forma, obtiveram-se frutos dos quais as sementes eram híbridas F₁.

As sementes F₁ foram semeadas seguindo os mesmos critérios utilizados para os genitores. A partir da autofecundação das plantas F₁ obtiveram-se sementes F₂.

4.2. Quantificação do teor de acil-açúcares e seleção dos genótipos de tomateiro

Para a quantificação do teor de acil-açúcares foi instalado um experimento em casa de vegetação. Foram conduzidas 496 plantas sendo, 34 plantas de *S. pennellii* (testemunha para alto teor de acil-açúcares), 26 plantas de *S. lycopersicum* (testemunha para baixo teor), 40 plantas da geração F₁ e 396 plantas da geração F₂ (Figura 1). Os genótipos foram semeados em caixas de sementeira e posteriormente repicados para bandejas de poliestireno de 128 células, preenchidas com substrato comercial Plantimax[®]. As mudas foram transplantadas com 4 a 5 folhas (cerca de 10 cm de altura), para vasos com capacidade de 2 litros contendo a mistura de terra, areia, esterco bovino, substrato comercial Plantimax[®], fertilizante 04-14-08, respectivamente na proporção de 20:10:5:4:1.



Figura 1. *S. pennellii*, *S. lycopersicum*, gerações F₁ e F₂ utilizados para quantificação do teor de acil-açúcares. Guarapuava, PR – UNICENTRO, 2012.

Entre o período de 35 a 50 dias após o transplante para os vasos, realizou-se a análise colorimétrica do teor de acil-açúcares nos folíolos dos genótipos no Laboratório de Fisiologia Vegetal no Departamento de Agronomia da Universidade Estadual do Centro-Oeste. O teor de acil-açúcares foi determinado pela análise de amostras de folíolos expandidos do terço superior das plantas, de acordo com metodologia para a determinação de açúcares redutores proposta por Resende et al. (2002a) em três repetições (sendo o teor final de acil-açúcares, a média das três repetições). Amostras de seis discos foliares foram retiradas com um perfurador de 3/8" de diâmetro (total de 4,2 cm² de área foliar total) de cada planta (Figura 2) e acondicionadas em tubos de ensaio. Posteriormente, procedeu-se à extração dos acil-açúcares com a adição de diclorometano e subsequente realização de reação colorimétrica, pelo teste de Somogy-Nelson. As amostras foram submetidas à leitura de absorbância, em espectrofotômetro, no comprimento de onda 540 nm (NELSON, 1944). A curva padrão foi determinada utilizando soluções de glicose padrão e leituras de absorbância foram convertidas em concentrações expressa em nmol cm⁻² de área foliar. Os valores de absorbância obtidos são diretamente proporcionais à concentração de acil-açúcares nos folíolos.



Figura 2. Amostras de discos foliares retirados do terço superior das plantas (4,2 cm² de área foliar total). Guarapuava, PR – UNICENTRO, 2012.

Com base nos valores de absorvância, foram selecionadas plantas da população F₂ com alto teor de acil-açúcares, todas com teor comparável ou superior ao teor médio encontrado em folíolos de *S. pennellii*. Igualmente, foram selecionadas plantas F₂ com baixo teor de acil-açúcares, todas com teor comparável ou inferior ao teor médio encontrado em folíolos de *S. lycopersicum*. As análises foram realizadas com o auxílio do aplicativo computacional GENES, versão Windows (CRUZ, 2001), atualização 2005.

4.3. Estudo dos parâmetros genéticos do teor de acil-açúcares

Foram estimadas as médias e variâncias de *S. lycopersicum* e *S. pennellii*, das gerações F₁ e F₂. Posteriormente, foi estimada a variância genética ($\hat{\sigma}_G^2$) e a herdabilidade no sentido amplo (h_a^2), utilizando o procedimento semelhante a Ramalho et al. (1990), em que:

$$h_a^2 = \frac{\hat{\sigma}_G^2}{\hat{\sigma}_{F_2}^2}$$

Sendo:

h_a^2 = Herdabilidade no sentido amplo;

$\hat{\sigma}_G^2$ = Variância genética entre as médias dos genótipos;

$\hat{\sigma}_{F_2}^2$ = Variância fenotípica na geração F₂;

$\hat{\sigma}_G^2 = \hat{\sigma}_{F_2}^2 - \hat{\sigma}_E^2$

$\hat{\sigma}_E^2$ = Variância ambiental.

A variância ambiental ($\hat{\sigma}_E^2$) foi considerada como sendo a variância da cultivar ‘Redenção’ ($\hat{\sigma}_E^2 = \hat{\sigma}_{P_1}^2$).

4.4. Componentes de média

Os componentes de médias foram estimados, segundo a metodologia de Mather e Jinks (1984), por meio do método dos quadrados mínimos ponderados, servindo como peso à razão inversa das variâncias das médias de cada população. Foi necessário utilizar-se dessa

ponderação, uma vez que as estimativas das médias não foram obtidas com a mesma precisão.

A metodologia consiste em estimar os parâmetros m , $[a]$ e $[d]$, a partir das médias das populações disponíveis.

$$\bar{P}_1 = m - [a]$$

$$\bar{P}_2 = m + [a]$$

$$\bar{F}_1 = m + [d]$$

$$\bar{F}_2 = m + \frac{[d]}{2}$$

Em que:

m = média dos genótipos parentais

$[a]$ = soma ponderada dos efeitos aditivos

$[d]$ = soma ponderada dos efeitos de dominância.

Essas estimativas foram utilizadas para o cálculo do valor esperado de cada população e, posteriormente, foi realizado o teste qui-quadrado, para a validade do modelo genético assumido.

Em caso de não rejeição do modelo, foi estimado o grau médio de dominância:

$$GMD = \frac{[d]}{[a]}$$

Para estimativa do número de genes (n) foram utilizadas as expressões de Burton (1951):

$$n = \frac{1}{4} \left(\frac{3}{4} - h + h^2 \right) D^2 \div \frac{\hat{\sigma}_{F_2}^2 - \hat{\sigma}_E^2}{\bar{P}_2 - \bar{P}_1}; \quad h = \frac{\bar{F}_1 - \bar{P}_1}{\bar{P}_2 - \bar{P}_1} \quad \text{e} \quad D = \bar{P}_2 - \bar{P}_1$$

4.5. Reação de genótipos de tomateiro à infestação com o ácaro *Tetranychus urticae*

Genótipos contrastantes foram selecionados para o teor de acil-açúcares e avaliados quanto à resposta à infestação ao ácaro *Tetranychus urticae*. Foram selecionados quatro genótipos F_2 para alto teor de acil-açúcares e três genótipos F_2 para baixo teor de acil-açúcares. Como testemunhas, foram utilizados os genótipos *S. pennellii* (alto teor de acil-

açúcares), *S. lycopersicum* (baixo teor de acil-açúcares) e geração F₁ (intermediário teor de acil-açúcares).

A resistência de genótipos de tomate ao *Tetranychus urticae* foi quantificada segundo teste de repelência proposto por Weston e Snyder (1990). Ácaros foram identificados como sendo *Tetranychus urticae* no laboratório de Entomologia da Universidade Estadual do Centro-Oeste e coletados a partir de plantas de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) naturalmente infestadas. As plantas de feijoeiro infestadas com ácaros foram cultivadas em vasos com capacidade de 5 litros contendo substrato comercial Plantimax® e acondicionadas em ambiente controlado (temperatura de 25°C e umidade de 55%) para manutenção e reprodução.

Na fase de pré-florescimento foram retirados folíolos expandidos de tamanhos semelhantes do terço superior das plantas selecionadas (quatro genótipos para alto teor de acil-açúcares, três para baixo teor de acil-açúcares, *S. lycopersicum*, *S. pennellii* e geração F₁). Cada folíolo foi fixado na região central, com a superfície adaxial voltada para cima, por meio de uma tachinha (9 mm de diâmetro), em uma folha de papel branco, sobre uma placa de isopor. Os folíolos foram dispostos aleatoriamente sobre a placa de isopor, representando cada genótipo e foram realizadas quatro repetições. O ensaio foi realizado em uma câmara a 16 °C ± 1 e 64% ± 4 de umidade relativa, o que visa diminuir a atividade metabólica dos ácaros e, posteriormente promover confiabilidade nos resultados.

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 do centro da tachinha após 20, 40 e 60 minutos de exposição e aqueles que permaneceram sobre a tachinha foi considerada como zero (Figura 3). Curtas distâncias percorridas pelos ácaros sobre a superfície adaxial do folíolo foram tomadas como uma indicação de maiores níveis de resistência.



Figura 3. Medida (mm) percorrida pelos ácaros sobre a superfície do folíolo a partir do centro da tachinha após 20, 40 e 60 minutos de exposição. Guarapuava, PR – UNICENTRO, 2012.

Para os ensaios de resistência ao ácaro, as correlações entre o teor de acil-açúcares e as distâncias percorridas pelos ácaros sobre a superfície dos folíolos foram estimadas para caracterizar as possíveis diferenças em função do teor do aleloquímico. Os dados foram analisados por meio de análise de variância e testes de comparação de médias a 5% de probabilidade.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Quantificação do teor de acil-açúcares

As médias e variâncias, referentes ao teor de acil-açúcares das populações analisadas, assim como o número de plantas avaliadas encontram-se na Tabela 1. O acesso selvagem *S. pennellii* apresentou teor médio de acil-açúcares de 109,15 nmol cm⁻², cerca de 1,87 vezes maior que o de *S. lycopersicum* (58,44 nmol cm⁻²). O híbrido interespecífico apresentou um valor médio de 62,84 nmol cm⁻², próximo ao encontrado em *S. lycopersicum*. O valor do teor de acil-açúcares da geração F₁ foi menor que a média dos parentais (*S. lycopersicum* e *S. pennellii*), devido ao efeito de genes que controlam esse caráter proporcionar uma menor quantidade de produto final na rota metabólica, quando comparado aos genitores, em consequência, a expressão do heterozigoto é intermediária.

Resultados semelhantes foram obtidos por Resende et al (2002a), utilizando o método colorimétrico, em que *S. lycopersicum* apresentou teor médio de acil-açúcares menor (28,26 nmol cm⁻²) do que *S. pennellii* (63,75 nmol cm⁻²) e a geração F₁ apresentou teor (32,87 nmol cm⁻²) ligeiramente superior a *S. lycopersicum*.

Tabela 1. Médias das concentrações de acil-açúcares nos folíolos e suas respectivas variâncias de *S. lycopersicum*, *S. pennellii*, gerações F₁ e F₂. Guarapuava, PR – UNICENTRO, 2012.

Genótipo	Número de plantas amostradas	Concentração média de acil-açúcares (nmol cm ⁻²)	Variância estimada (nmol cm ⁻²)
<i>S. lycopersicum</i>	26	58,4358	103,8255
<i>S. pennellii</i>	34	109,1529	643,5557
Geração F ₁	40	62,8380	85,6716
Geração F ₂	396	71,4786	572,0222

5.2. Controle genético do teor de acil-açúcares em folíolos

O valor estimado da herdabilidade no sentido amplo para este caráter foi de 81,85% (Tabela 2), o que indica que a maior parte da variação entre plantas na geração F₂ é de natureza genética, com a possibilidade de ganho mediante a seleção de indivíduos com alto teor de acil-açúcares em gerações segregantes. Valor de 48% para herdabilidade no sentido amplo foi encontrado por Resende et al. (2002b) o que demonstra a dificuldade de controle ambiental de um sistema de avaliação que abrange não somente a planta, mas também o artrópodo-praga. Os teores de aleloquímicos em cruzamentos interespecíficos apresentam em geral herdabilidade alta, como observado por Barbosa e Maluf (1996) para 2-tridecanona ($h_a^2 = 0,60$) e Freitas et al. (2002) para zingibereno ($h_a^2 = 0,67$), o que indica, assim, que a maior parte dos fatores responsáveis pela presença de aleloquímicos são herdáveis, gerando expectativa de sucesso na sua utilização como característica de seleção indireta para resistência a pragas.

O número de genes estimado foi 0,69 (Tabela 2), portanto, corrobora com outros trabalhos que presumem tratar-se de um único loco gênico responsável pelo controle genético do teor de acil-açúcares, no cruzamento interespecífico de *S. lycopersicum* e *S. pennellii*. O número de genes estimado por Resende et al. (2002b) (1,36) e confirmado por Gonçalves et al. (2007) indica que a herança monogênica está envolvida no controle genético dessa característica.

Tabela 2. Estimativas dos parâmetros genéticos obtidos para o teor médio de acil-açúcares dos folíolos de plantas de tomate da geração F₂ a partir do cruzamento de *S. lycopersicum* e *S. pennellii*. Guarapuava, PR – UNICENTRO, 2012.

Parâmetro	Estimativa
Variância fenotípica	572,0222
Variância ambiental	103,8255
Variância genotípica	468,1966
Herdabilidade no sentido amplo (%)	81,85
Número de genes	0,69

O valor referente à variância da cultivar Redenção foi exclusivamente devido aos efeitos ambientais, pois se trata de uma linhagem e, portanto, homozigótica ($\hat{\sigma}_E^2 = \hat{\sigma}_{P1}^2$) (Tabela 2). A máxima expressão do fenótipo de uma população ocorre na geração F₂, constatada pela amplitude de variação, segregação e recombinação dos genes. Nesse sentido, o valor da variância fenotípica foi igual à variância na geração F₂ ($\hat{\sigma}_{F2}^2$) (Tabela 2).

O grau médio de dominância (GMD) estimado foi de -0,82 (Tabela 3), indicando que valores compreendidos entre zero e um, admite-se ocorrer dominância parcial ou incompleta e valores negativos, assume-se que a presença de alelo recessivo em *S. pennellii* é responsável pelo alto teor de acil-açúcares. Resultados semelhantes foram obtidos por Resende et al. (2002b) que encontraram valor de -0,74 para o GMD. Gonçalves et al. (2007) também indicaram que alto teor de acil-açúcares se devem à ação de um alelo recessivo, com dominância incompleta. Em virtude da dominância incompleta do alelo que controla o caráter teor de acil-açúcares, foi possível a obtenção de híbridos resistentes a artrópodos-praga, cruzando-se linhagens com alto teor de acil-açúcares com linhagens com baixo teor (MACIEL, 2008).

De acordo com as estimativas do teste χ^2 (Tabela 3) para o teor de acil-açúcares, não houve diferenças significativas ($P > 0,01$), indicando que o modelo aditivo – dominante não foi rejeitado. Assim, o teor de acil-açúcares parece ser controlado por apenas um único gene, com dominância parcial no sentido de menor teor, uma vez que valores negativos encontrados para GMD indicam a ação de alelo recessivo para o controle de alto teor de acil-açúcares.

Maciel (2008) comprovou que diferentes combinações híbridas entre linhagens com alto e baixo teor de acil-açúcares foram resistentes à mosca-branca, à traça do tomateiro e ao ácaro rajado (*Tetranychus urticae*), demonstrando que a utilização de apenas um genitor com alto teor de acil-açúcares é suficiente para obter híbridos resistentes a um amplo espectro de pragas da cultura.

Tabela 3. Estimativas dos componentes de média e teste de qui-quadrado de validade do modelo de Mather e Jinks (1984) do cruzamento interespecífico de tomateiro industrial (*S. lycopersicum* x *S. pennellii*) para o caráter teor de acil-açúcares. Guarapuava, PR – UNICENTRO, 2012.

População	Média (valor observado)	Média (valor estimado)	Desvio
<i>S. lycopersicum</i>	58,4358	57,9082	0,5276
<i>S. pennellii</i>	109,1529	106,6038	2,5491
Geração F ₁	62,8380	62,2613	0,5767
Geração F ₂	71,4786	72,3025	0,8239
m		82,2510	1,0471
[d]		-19,9897	1,2461
[a]		24,3528	1,5115
Grau médio de dominância GMD = [d]/[a]		-0,82	
χ^2			0,98 ^{ns}

5.3. Reação de genótipos de tomateiro à infestação com o ácaro *Tetranychus urticae*

As distâncias médias percorridas pelos ácaros sobre a superfície dos folíolos dos genótipos da geração F₁ (*S. pennellii* x *S. lycopersicum*) e genótipos selecionados para teor elevado de acil-açúcares da geração F₂ (RVTA-2010 p#31, RVTA-2010 p#75, RVTA-2010 p#83, RVTA-2010 p#94) não diferiram das distâncias percorridas sobre a superfície dos folíolos dos genótipos de *S. pennellii* (P > 0,05) (Tabela 4). Genótipos selecionados para alto teor de acil-açúcares inibiram a locomoção dos ácaros na superfície dos folíolos após 40 e 60 minutos de exposição quando comparado com genótipos de baixos teores. Estes resultados estão de acordo com as conclusões de Resende et al. (2002b), Gonçalves et al. (2006) e Maluf et al. (2010) em que, acil-açúcares são os principais componentes de resistência após 20 e 40

min de exposição, porém as diferenças entre esses genótipos foram significativas após 60 min (Tabela 4).

Weston e Snyder (1990) estabeleceram uma metodologia para quantificar a repelência de genótipos de tomateiro a ácaros. Os genótipos *S. hirsutum* var. *hirsutum*, *S. hirsutum* var. *glabratum* e *S. lycopersicum* foram utilizados para o teste de repelência. As distâncias percorridas pelos ácaros e o número de ácaros que permaneceram na tachinha foram estatisticamente diferentes entre *S. lycopersicum* e os dois acessos selvagens utilizados.

A metodologia de Weston e Snyder (1990) foi empregada por Aragão (1998) e por Gonçalves (1996), que obtiveram alta correlação negativa entre o teor do aleloquímico 2-tridecanona e a distância percorrida pelo ácaro durante o decorrer do tempo, em materiais provenientes do cruzamento entre *S. lycopersicum* e *S. hirsutum* var. *glabratum*. Campos (1999) e Gonçalves et al. (2006), utilizando a mesma metodologia, verificaram que maior teor de zingibereno está associado a maiores níveis de resistência ao ácaro, em populações oriundas do cruzamento entre *S. lycopersicum* e *S. hirsutum* var. *hirsutum*. Resende et al. (2002b), Resende (2003) e Resende et al. (2008) observaram correlação entre o teor de acil-açúcares e a resistência a ácaros em materiais provenientes do cruzamento interespecífico entre *S. lycopersicum* e *S. pennellii*, utilizando a mesma metodologia citada anteriormente.

O valor da correlação média linear estimada foi de -0,637 (Tabela 4), o que indica que as distâncias percorridas pelo ácaro *T. urticae* nos genótipos selecionados na geração F₂ foram inversamente proporcionais ao teor de acil-açúcares presente nos folíolos. Após 60 minutos de exposição ao ácaro, as distâncias percorridas na superfície dos folíolos foram significativas e negativamente (-0,692) correlacionadas com o teor de acil-açúcares e o aumento da resistência ao ácaro foi uma resposta indireta à seleção para teor elevado de acil-açúcares.

Na interação inseto-planta, a inibição do crescimento de populações de insetos fitófagos é geralmente derivada de características bioquímicas e morfológicas da planta hospedeira que afetam o comportamento ou metabolismo dos insetos, atenuando o nível de injúria causado à planta (LARA, 1991). Nesse sentido, nos primeiros 20 e 40 minutos de exposição, as distâncias percorridas pelos ácaros não foram significativas, devido, no primeiro momento, ao processo de reconhecimento do hospedeiro, por meio da sucção de prova após recebimento de estímulos adequados e, no segundo instante, dependendo dos compostos encontrados, ocorre ou não aceitação do hospedeiro (LARA, 1991). Os genótipos que apresentavam alto teor de acil-açúcares presente na superfície dos folíolos presumivelmente

liberaram esse composto químico causando paralisação no movimento dos ácaros, havendo após 60 minutos de exposição, diferenças significativas.

Tabela 4. Distâncias médias percorridas pelos ácaros *Tetranychus urticae* após 20, 40 e 60 minutos de exposição sobre a superfície adaxial dos folíolos dos genótipos *S. lycopersicum*, *S. pennellii*, geração F₁ e plantas selecionadas da geração F₂: correlações das distâncias médias com os níveis de acil-açúcares. Guarapuava, PR – UNICENTRO, 2012.

Genótipos	Teor de acil-açúcares (nmol cm ⁻²)	Distâncias percorridas (mm) pelos ácaros sobre a superfície dos folíolos ⁽¹⁾		
		20 min	40 min	60 min
<i>S. lycopersicum</i>	58,44	20,0 b	25,68 c	26,75 e
<i>S. pennellii</i>	109,15	1,05 a	0,63 a	0,38 a
Geração F ₁	62,84	4,75 a	2,13 a	4,23 ab
RVTA-2010pl#33 (=Baixo 1)	40,92	4,63 a	8,4 ab	11,13 bcd
RVTA-2010pl#39 (=Baixo 2)	42,17	8,8 ab	12,35 b	13,8 d
RVTA-2010pl#73 (=Baixo 3)	41,75	6,3 a	8,53 ab	12,3 cd
RVTA-2010pl#31 (=Alto 1)	196,34	3,0 a	4,75 ab	4,28 ab
RVTA-2010pl#75 (=Alto 2)	196,81	1,13 a	2,78 a	3,4 ab
RVTA-2010pl#83 (=Alto 3)	221,54	1,1 a	3,3 ab	3,0 a
RVTA-2010pl#94 (=Alto 4)	179,89	2,65 a	4,43 ab	4,68 abc
Correlação linear (r):			-0,637*	
Distâncias percorridas x Teor de acil-açúcares em genótipos F ₂		-0,602 ^{ns}	-0,597 ^{ns}	-0,692*

¹ Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($\alpha=0,05$).

* = significativo pelo teste t de Student ($\alpha=0,05$).

O ácaro, ao decorrer do tempo, demonstrou paralisação dos movimentos sobre a superfície dos folíolos nos genótipos selecionados para alto teor de acil-açúcares e em *S. pennellii*, comprovando a resistência ao *T. urticae*. Em genótipos selecionados para baixo teor de acil-açúcares e em *S. lycopersicum*, o ácaro não encontrou dificuldade para seu deslocamento, pois se presume que a superfície dos folíolos apresentava poucos tricomas

glandulares tipo IV, esses responsáveis por armazenar o aleloquímico. De acordo com Goffreda et al. (1989), Hawthorne et al. (1992), Rodrigues et al. (1993), Juvik et al. (1994), Liedl et al. (1995), Pamplona (2001) e Resende et al. (2002b), os acil-açúcares atuam como mecanismos de resistência do tipo antibiose para muitos artrópodos-praga, mostrando os ganhos genéticos indiretos em relação à resistência, quando é utilizada a seleção direta de alto teor de acil-açúcares nos folíolos. Trabalhos relacionados a outros aleloquímicos (2-tridecanona e zingibereno), são relatados por Labory (1996), Maluf et al. (1997), Gonçalves et al. (1998), Aragão (1998), Maluf et al. (2001) e Freitas et al. (2002) no controle de artrópodos-praga do tomateiro a partir de fontes de resistência presentes em acessos selvagens de *Solanum* spp.

O teor de acil-açúcares em genótipos de tomateiro oriundos de cruzamentos entre *S. lycopersicum* e *S. pennellii* são suficientemente eficientes para promover aumento dos níveis de resistência ao *T. urticae*, e podem explicar os níveis aceitáveis de resistência a *Tetranychus urticae* encontrados na geração F₁. A conclusão que contrasta com Saeidi et al. (2007), atribuíram a resistência ao ácaro encontrado em genótipos heterozigotos F₁ unicamente a outros fatores além de acil-açúcares presente também em *S. pennellii*. O fato de *S. pennellii* apresentar maior nível de resistência ao ácaro quando comparado a genótipos com alto, baixo, ou intermediário teor de acil-açúcares indica, no entanto, que outros fatores presentes em *S. pennellii* também podem contribuir para os altos níveis de resistência ao ácaro nesta adesão.

Genótipos F₂ selecionados para teor extremo de acil-açúcares, a partir do cruzamento interespecífico entre *S. lycopersicum* e *S. pennellii*, submetidos por Pamplona (2001) à infestação com mosca branca, manifestaram resposta compatível com o teor de acil-açúcares. Os genótipos com alto teor de acil-açúcares apresentaram altos níveis de resistência, com menor índice de oviposição e 100% de mortalidade dos adultos, que ficaram presos nos tricomas. Entretanto, um determinado genótipo selecionado para baixo teor de acil-açúcares apresentou também baixo índice de oviposição, provavelmente, devido à presença de tricomas que dificultaram o processo de oviposição (PAMPLONA, 2001).

O método utilizado para a determinação de acil-açúcares foi satisfatório para distinguir os genótipos selecionadas para alto e baixo teor de acil-açúcares. Os trabalhos têm sido realizados por meio de seleção indireta de plantas resistentes, utilizando-se um método colorimétrico para a quantificação de acil-açúcares nos folíolos de tomateiro, que possui baixo custo e é relativamente fácil de ser aplicado (RESENDE et al., 2002a). Os resultados reforçam

referências anteriores (GOFFREDA et al, 1989; HAWTHORNE et al., 1992; JUVIK et al., 1994; LIEDL et al., 1995; RESENDE et al., 2006; RODRIGUES et al., 1993; SAEIDI et al., 2007; MALUF et al., 2010) em que, acil-açúcares derivado de *S. pennellii* são, em grande parte, associada com altos níveis de resistência a pragas; seleção para alto teor de acil-açúcares, de fato, aumentou a resistência à pragas, quando comparado aos genótipos selecionados para baixo teor de acil-açúcares.

Embora, não sejam os únicos fatores que conferem resistência a pragas em *S. pennellii*, acil-açúcares podem de fato ser um componente importante de resistência. Além disso, são simplesmente herdados (RESENDE, 2003; GONÇALVES et al., 2007) e alto teor de acil-açúcares podem ser facilmente introduzidos em genótipos no programa de melhoramento de tomate industrial. Os ganhos genéticos relativos à resistência a artrópodos-praga ficaram evidenciados quando faz-se seleção direta para alto teor de acil-açúcares. A quantificação da concentração do teor de acil-açúcares em *S. lycopersicum* é uma ferramenta de seleção indireta eficaz para o melhoramento visando a resistência ao ácaro no tomateiro industrial.

6. CONCLUSÕES

- O método de seleção direta para alto teor de acil-açúcares, na geração F₂ permite eficientemente a obtenção de plantas resistentes (RVTA-2010 p#31, RVTA-2010 p#75, RVTA-2010 p#83, RVTA-2010 p#94) ao ácaro *T. urticae*.

- As distâncias médias percorridas pelo ácaro *T. urticae* são inversamente proporcionais ao teor de acil-açúcares presente nos folíolos.

- A ação de um alelo recessivo com dominância incompleta, condiciona alto teor de acil-açúcares.

- A resistência ao ácaro está condicionada por um único gene.

- As causas da variação entre plantas na geração F₂ são de natureza genética.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRIANUAL 2010 – **Anuário da Agricultura Brasileira**. 15 ed. São Paulo, FNP Consultoria e Comércio, 2010. 520p.
- ALVARENGA, M.A.R. **Tomate: produção em campo, casa-de-vegetação e em hidroponia**. Lavras, UFLA, 2004. 400p.
- ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária. ‘**Agrotóxicos no Brasil**’. 2010. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br>. Acesso em: 15 set. 2011.
- ARAGÃO, C.A. **Tricomas foliares associados à resistência ao ácaro rajado em linhagens de tomateiro com alto teor de 2-tridecanona nos folíolos**. 1998. 71 p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.
- 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.
- AZEVEDO, S.M.; MALUF, W.R.; FARIA, M.V.; OLIVEIRA, A.C.B.; RIBEIRO, C.A.; GONÇALVES-GERVÁSIO, R.C.; SANTA-CECÍLIA, L.V.C. Resistência à traça (*Tuta absoluta*) em genótipos de tomateiro com diferentes teores de sesquiterpenos nos folíolos. In: Congresso Brasileiro de Olericultura, 39, 1999, Tubarão. **Resumo...** Tubarão: SOB, 1999. 38 p.
- BARBOSA, L.V.; MALUF, W.R. Heritability of 2-tridecanone mediated arthropod resistance in an interespecific segregating generation of tomato. **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, v.19, n.3, p.465-468, 1996.
- BARBOSA, S.; FRANÇA, F.H. As pragas do tomateiro e seu controle. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.6, n.66, p. 37-40, jun. 1980.
- BLAUTH, S.L.; CHURCHILL, G.A.; MUTSCHLER, M.A. Identification of quantitative trait loci associated with acylsugar accumulation using intraspecific populations of the wild tomato *Lycopersicon pennellii*. **Theoretical and Applied Genetics**, v.96, p.458-467, 1998.
- BURKE, A.B.; GOLDSBY, G.; MUDD, J.B. Polar Epicuticular Lipids of *Lycopersicon pennellii*. **Phytochemistry**, Oxford, v.26, n.9, p. 2567-2571, 1987.
- BURTON, G.W. Quantitative inheritance of pearl millet (*Pennisetum glaucum*). **Agronomy Journal**, Madison, v.43, n.9, p.409-416, Sep 1951.
- CAMPOS, G.A. **Inter-relações entre teor de zingibereno, tipos de tricomas foliares e resistência a ácaros *Tetranychus evansi* em tomateiro**. 1999. 65 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

CARVALHO, J.C.; PAGLIUCA, L.G. Tomate: um mercado que não pára de crescer globalmente. **Revista Hortifruti Brasil** – São Paulo, v.6, n.58, p.6-14, 2007.

CRUZ, C.D. **Princípios de genética quantitativa**. Viçosa, UFV, 2005. 648p.

CRUZ, C.D. **Programa Genes: aplicativo computacional em genética e estatística** (versão Windows). Universidade Federal de Viçosa, UFV, Viçosa, 2001, 648p.

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 2ª ed. Viçosa, UFV, 1997. 394p.

ECOLE, C.C.; PICANÇO, M.; JHAM, G.N.; GUEDES, R.N.C. Variation of *Lycopersicon hirsutum* f. *typicum* and possible compounds involved in its resistance to *Tuta absoluta*. **Agricultural and Forest Entomology**, v.1, p.249-254, 1999.

EIGENBRODE, S.D.; TRUMBLE, J.T.; MILLAR, J.G.; WHITE, K.K. Topical toxicity of tomato sesquiterpenes to the beet armyworm and the role of these compounds in resistance derived from an accession of *Lycopersicon hirsutum* f. *typicum*. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.42, n.3, p.807-810, 1994.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa em Agropecuária. **Sistemas e Produção**. 2009. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/>. Acesso em: 15 set. 2011.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa em Agropecuária. **Situação da produção de hortaliças no Brasil**. 2008. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/>. Acesso em: 15 set. 2011.

FAO – FAOSTAT – 2011. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Food and Agricultural commodities production**. Disponível em: <http://www.faostat.fao.org>. Acesso em: 13 set. 2011.

FERRAZ, E.; RESENDE, L.V.; LIMA, G.S.A.; SILVA, M.C.L.; FRANÇA, J.G.E.; SILVA, D.J. Redenção: nova cultivar de tomate para a indústria resistente a geminivírus e tospovírus. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.21, n.3, p.578-580, 2003.

FILGUEIRA, F.A.R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3 ed. Viçosa: UFV, 2008. 412p.

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 Trenzidae (Acarina) of Brazil. **Annals of the Entomological Society of America**, Maryland, v.63, n.1, p.156-163, 1970.

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, 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. 920p.

GENTILE, A.G.; WEBB, R.E.; STONER, A.K. Resistance in *Lycopersicon* and *Solanum* to greenhouse whiteflies. **Journal of Economic Entomology**, College Park, v.61, n.6, p.1355-1357, Aug 1968.

GILLARDÓN, E.; POCOVI, M.; HERNÁNDEZ, C.; COLLAVINO, G.; OLSEN, A. Papel da 2-tridecanona e dos tricomas glandulares tipo VI na resistência do tomateiro a *Tuta absoluta*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, n.7, p.929-933, 2001.

GIUSTOLIN, T.A.; VENDRAMIN, J.D. Efeito dos aleloquímicos 2-tridecanona e 2-undecanona na biologia de *Tuta absoluta* (Meyrick). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.25, n.3, p.417-422, 1994.

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, July 1989.

GONÇALVES, M. I. F. **Variação no teor de 2-tridecanona em folíolos de tomateiro e sua relação com a resistência a duas espécies de ácaros do gênero *Tetranychus***. 1996. 63 p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

GONÇALVES, M.I.F.; MALUF, W.R.; GOMES, L.A.A.; BARBOSA, L.V. Variation of 2-tridecanone level in tomato plant leaflets and resistance to two mite species (*Tetranychus* sp.). **Euphytica**, v.104, p.33-38, 1998.

GONÇALVES, L.D.; MALUF, W.R.; CARDOSO, M.G.; RESENDE, J.T.V.; FARIA, M.V.; BENITES, F.R.G.; AZEVEDO, A.B.; NASCIMENTO, I.R.; LICURSI, V.; MORETTO, P. Efeito de Acilalúcares sintéticos na repelência ao ácaro *Tetranychus urticae* em tomateiro. Congresso Brasileiro de Olericultura, p.42, 2002, Uberlândia. **Resumo...** Uberlândia: SOB, 2002.

GONÇALVES, L.D.; MALUF, W.R.; CARDOSO, M.G.; RESENDE, J.T.V.; CASTRO, E. M.; SANTOS, N.M.; NASCIMENTO, I.R.; FARIA, M.V. Zingibereno, tricomas foliares e sua ação na repelência a *Tetranychus evansi* em tomateiros derivados do cruzamento *Lycopersicon esculentum* x *L. hirsutum* var. *hirsutum*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 2, p. 267-273, fev. 2006.

GONÇALVES, L.D.; MALUF, W.R.; CARDOSO, M.G.; GOMES, L.A.A.; NASCIMENTO, I.R. Herança de acilaçúcares em genótipos de tomateiro provenientes de cruzamento interespecífico. (In Portuguese, with English abstract.) **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, p.699-705, 2007.

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

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.

GONÇALVES-GERVÁSIO, R.C.; CIOCIOLA, A.I.; SANTA-CECÍLIA, L.V.C.; MALUF, W.R. Parasitismo de ovos de *Tuta absoluta* por *Trichogramma pretiosum* em diferentes genótipos de tomateiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, n.6, p.1269-1274, 2000.

HANSON, P.M.; CHEN, J.; KUO, G. Gene action and heritability of high-temperature fruit set in tomato line CL5915. **HortScience**, v.37, n.1, p.172-175, 2002.

HAWTHORNE, D. J.; SHAPIRO, J. A.; TINGEY, W. M.; MUTSCHLER, M. A. Trichome-borne and artificially applied acylsugars of wild tomato deter feeding and ovoposition of the leafminer *Liriomyza trifolii*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v. 65, n. 1, p. 65-73, 1992.

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

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Sistema IBGE de recuperação automática, SIDRA. **Produção agrícola municipal 2011**. Disponível em: <http://ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pam>. Acesso em: 23 set. 2011.

JEPPSON, L. R.; KEIFER, H. H.; BACKER, E. W. **Mites injurious to economic plants**. Berkeley, University of California Press, 1975. 614 p.

JUVIK, J. A.; BERLINGER, M. J.; BEN-DAVID, T.; RUDICH, J. Resistance among accessions of the genera *Lycopersicon* and *Solanum* to four of the main insect pest in Israel. **Phytoparasitica**, Rehovot, v. 10, n. 3, p. 145-156, 1982.

JUVIK, J. A.; SHAPIRO, J. A.; YOUNG, T. E.; MUTSCHLER, M. A. Acylglucose from wild tomato alters behavior and reduce growth and survival of *Helicoverpa zea* and *Spodoptera exigua* (Lepidoptera: Noctuidae). **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 87, n. 2, p. 482-492, 1994.

LABORY, C.R. **Repetibilidade, herdabilidade no sentido restrito e mecanismo de resistência do teor do aleloquímico 2- Tridecanona em *Lycopersicon* spp. à traça do**

tomateiro *Scrobipalpuloides absoluta* (Meyrick, 1917) Lepdoptera - Gelechiidae. Lavras: UFLA, 1996. (Dissertação – M.S.).

LABORY, C.R.G.; SANTA-CECÍLIA, L.V.; MALUF, W.R.; CARDOSO, M.D.; BEARZOTTI, E.; SOUZA, J.C. Seleção indireta para teor de 2-tridecanona em tomateiros segregantes e sua relação com a resistência à traça-do-tomateiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.34, n.5, p.733-740, 1999.

LARA, F.M. **Princípios de resistência de plantas a insetos**. São Paulo, Ícone, 1991. 336p.

LEITE, G. L. D.; PIKANÇO, M.; DELLA LUCIA, T.M.C.; MOREIRA, M.D. Role of canopy height in the resistance of *Lycopersicon hirsutum* f. *glabratum* to *Tuta absoluta* (Lep., Gelechiidae). **Journal Applied Entomology**, v.123, p.459-463, 1999c.

LEITE, G. L. D.; PIKANÇO, M.; GUEDES, R.N.C.; SKOWRONSKI, L. Effect of fertilization levels, age and canopy height of *Lycopersicon hirsutum* on resistance to *Myzus persicae*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v.91, n.2, p.267-273, 1999b.

LEITE, G. L. D.; PIKANÇO, M.; GUEDES, R.N.C.; ZANUNCIO, J.C. Influence of canopy height and fertilization levels on the resistance of *Lycopersicon hirsutum* to *Aculops lycopersici* (Acari: Eriophyidae). **Experimental and Applied Acarology**, v.23, n.2, p.633-642, 1999a.

LEITE, G. L. D.; PIKANÇO, M.; SILVA, D.J.H.; MATA, A.C.; JHAM, G.N. Distribuição de oviposição de *Scrobipalpuloides absoluta* no dossel de *Lycopersicon esculentum*, *L. hirsutum* e *L. peruvianum*. **Horticultura Brasileira**, v.13, n.1, p.47-51, 1995.

LENKE, C.A.; MUTSCHLER, M.A. Inheritance of glandular trichomes in crosses between *Lycopersicon esculentum* and *Lycopersicon pennellii*. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.109, p.592-596, 1984.

LIEDL, B.E.; LAWSON, D.M.; SHAPIRO, J.A.; WHITE, K.K.; COHEN, D.E.; CARSON, W.G.; TRUMBLE, J.T.; MUTSCHLER, M.A. Acylsugars of wild tomato *Lycopersicon pennellii* alters settling and reduces oviposition of *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae). **Journal of Economic Entomology**, v.88, p.742-748, 1995.

LOWSON, D.M.; LUNDE, C.F.; MUTSCHLER, M.A. Marker assisted transfer of acylsugar-mediated pest resistance from the wild tomato, *Lycopersicon pennellii*, to the cultivated tomato, *Lycopersicon esculentum*. **Molecular Breeding**, Dordrecht, v.3, n.4, p.307-317, 1997.

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

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

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.; BARBOSA, L.V.; COSTA SANTA-CECÍLIA, L.V. 2-Tridecanone-mediated mechanisms of resistance to the South American tomato pinworm *Scrobipalpuloides absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera-Gelechiidae) in *Lycopersicon* spp. **Euphytica**, v.93, p.189-194, 1997.

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, Out. 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, march–april 2010.

MATHER, K.; JINKS, J.L. **Introdução à Genética Biométrica**. Ribeirão Preto, Sociedade Brasileira de Genética, 1984. 242p.

MORAES, G. J.; FLECHTMANN, C. H. W. Ácaros fitofágos do nordeste do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 16, n. 2, p. 177-186, mar. 1981.

MORAES, G.J.; FLECHTMANN, C.H.W. **Manual de Acarologia**: Acarologia básica e ácaros de plantas cultivadas no Brasil. Ribeirão Preto. Editora Holos, 308 p., 2008.

MORAES, G. J.; LEITE FILHO, A. S. Aspectos biológicos do ácaro-vermelho do tomateiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 16, n. 3, p. 309- 311, maio/jun. 1981.

MUTSCHLER, M.A.; DOERGE, R.W.; LIU, S.C.; KUAI, J.P.; LIEDL, B.E.; SHAPIRO, J.A. QTL analysis of pest resistance in the wild tomato *Lycopersicon pennellii*: QTLs controlling acylsugar level and composition. **Theoretical and Applied Genetics**, v.92, p.709-718, 1996.

NELSON, N. A photometric adaptation of the Somogy method for the determination of glucose. **Journal of Biological Chemistry**, v.153, p.375-380, 1944.

PAINTER, R.H. **Insect resistance in crop plants**. New York, The Macmillan Company, 1951. 520p.

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

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.; GOMES, L.A.A.; LICURSI, V. Seleção para alto teor de acilaçúcares 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, p.996-1004, 2008.

PEREIRA, G.V.N. **Seleção para alto teor de acilaçúcares em genótipos de tomateiro e sua relação com a resistência ao ácaro vermelho (*Tetranychus evansi*) e à traça (*Tuta absoluta*)**. 2005. 70 p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento). Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

RAMALHO, F. A.; FLECHTMANN, C. M. W. Níveis de infestação de *Tetranychus evansi* Baker & Pritchard em diferentes fases de desenvolvimento do tomateiro. **Revista Agricultura**, Piracicaba, v. 54, n. 1-2, p. 51-56, jun. 1979.

RAMALHO, M.A.P.; SANTOS, J.B.; PINTO, C.A.B.P. **Genética na Agropecuária**, Fundação de Apoio ao Ensino, Pesquisa e Extensão, Lavras, 1990. 359p.

RAMALHO, M.A.P.; SANTOS, J.B.; ZIMMERMAN, M.J. **Genética quantitativa em plantas autógamas**. Goiânia, UFG, 1993. 271p.

RESENDE, J.T.V.; CARDOSO, M.G.; MALUF, W.R.; SANTOS, C.D.; GONÇALVES, L.D.; RESENDE, L.V.; NAVES, F.O. Método colorimétrico para quantificação de acilaçúcar em genótipos de tomateiro. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 26, n. 6, p. 1204-1208, nov./dez. 2002(a).

RESENDE, J.T.V.; MALUF, W.R.; CARDOSO, M.G.; 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**, Ribeirão Preto, v. 1, n. 2, p. 106-116, 2002b.

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, MG.

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.

RODRIGUES, A.E.; TINGEY, W.M.; MUTSCHLER, M.A. Acylsugars of *Lycopersicon pennellii* deter settling and feeding of the green peach aphid (Homoptera: Aphididae). **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 86, n. 2, p. 34-49, Apr. 1993.

SAEIDI, Z.; MALLIK, B.; KULKARNI, R.S. Inheritance of glandular trichomes and two-spotted spider mite resistance in cross *Lycopersicon esculentum* 'Nandi' and *L. pennellii* 'LA2963'. **Euphytica**, v.154, p.231-238, 2007.

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.

SHUELTER, A.R.; CASALI, V.W.D.; CRUZ, C.D.; FINGER, F.L.; AMARAL JUNIOR, A.T.; SHIMOYA, A. Biometrical analysis of a mutant that increases shelf-life of tomato fruits. **Crop Breeding and Applied Botechnology**, v.1, n.1, p.44-51, 2001.

SILVA, D.J.H.; VALE, F.X.R. **TOMATE: Tecnologia e Produção**. 1ª ed. Viçosa: UFV, 2007, v.1, 355p.

SILVA, V.F. **Caracterização e avaliação de acilaçúcar sintético no comportamento da mosca-branca *Bemisia tabaci* (Gennadius, 1886) biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) em tomateiro**. 2006. 52p. Dissertação (Mestrado em Agroquímica/Agrobioquímica) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

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.

SNYDER, J.C.; JOHNSON, D.A.; GOOD, D.E.; WESTON, P.A. Type VI trichome exudates from genotypes of *L. hirsutum* f. *glabratum*. **Reports Tomato Genetics Cooperative**, New York, v.37, p.67-68, 1987.

TAMAI, M.A. **Avaliação de fungos entomopatogênicos para o controle de *Tetranychus urticae* (Koch)**. 1997. 85 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.

VENDRAMIM, J.D.; NISHIKAWA, M.A.N. Melhoramento para resistência a insetos. In: NASS, L.L.; VALOIS, A.C.C.; MELO, I.S.; VALADARES-INGLIS, M.C. (Ed.). **Recursos genéticos e melhoramento - plantas**. Rondonópolis, Fundação MT, p.737-781, 2001.

WARNOCK, S. J. Natural habitat of *Lycopersicon* species. **HortScience**, Alexandria, v.26 n.5, p.466-471, May 1991.

WESTON, P.A.; JOHNSON, A.D.; BURTON, H.T.; SNYDER, J.C. Trichome secretion composition, trichome densities, and spider mite resistance of ten accessions of *Lycopersicon hirsutum*. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.114, p.492-498, 1989.

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, Apr.1990.

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

WPTC – World Processing Tomato Council. **World production estimate of 2011**. Disponível em: < <http://www.wptc.to/Releases-wptc.aspx>>. Acesso em 23 nov. 2011.

ZDRAVKOVIC, J.; BIECHE, B.; BRANTHOME, X.; MARKOVIC, Z.; ZECEVIC, B.; ZDRAVKOVIC, M.; SETENOVIC-RAJICIC, J. Epistatic gene effects on the fruit shape of the parents of F₁, F₂, BC₁ and BC₂ progeny. **Acta Horticulturae**, n.613, p.321-325, 2003.

ZDRAVKOVIC, J.; ZIVOSLAV, M.; MIRJANA, M.; BOGOLJUB, Z.; MILAN, Z. Epistatic gene effects on the yield of the parents of F₁, F₂, BC₁ and BC₂ progeny. **Acta Physiologiae Plantarum**, v.22, n.3, p.261-266, 2000.