

**HERANÇA DO TEOR DE ACILAÇÚCARES  
EM GENÓTIPOS DE TOMATEIRO E SUA  
RELAÇÃO COM TRICOMAS FOLIARES E  
REPELÊNCIA AO ÁCARO *Tetranychus evansi***

**LUCIANO DONIZETE GONÇALVES**

**2006**

**LUCIANO DONIZETE GONÇALVES**

**HERANÇA DO TEOR DE ACILACÚCARES EM GENÓTIPOS DE  
TOMATEIRO E SUA RELAÇÃO COM TRICOMAS FOLIARES E  
REPELÊNCIA AO ÁCARO *Tetranychus evansi***

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras  
como parte das exigências do Programa de Pós-  
graduação em Agronomia, área de concentração  
Fitotecnia, para a obtenção do título de "Doutor".

Orientador:

Prof. Dr. Wilson Roberto Maluf

LAVRAS  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2006

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da  
Biblioteca Central da UFLA**

Gonçalves, Luciano Donizete

Herança do teor de acilacúcares em genótipos de tomateiro e sua relação com  
tricomas foliares e repelência ao ácaro *Tetranychus evansi* / Luciano Donizete  
Gonçalves. – Lavras : UFLA, 2006.

75 p. : il.

Orientador: Wilson Roberto Maluf.

Tese (Doutorado) – UFLA.

Bibliografia.

1. Tomate. 2. Seleção. 3. Aleloquímico. 4. Variedade resistente. I.  
Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-635.64223

**LUCIANO DONIZETE GONÇALVES**

**HERANÇA DO TEOR DE ACILACÚCARES EM GENÓTIPOS DE  
TOMATEIRO E SUA RELAÇÃO COM TRICOMAS FOLIARES E  
REPELÊNCIA AO ÁCARO *Tetranychus evansi***

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras  
como parte das exigências do Programa de Pós-  
graduação em Agronomia, área de concentração  
Fitotecnia, para a obtenção do título de "Doutor".

APROVADA em 7 de agosto de 2006.

Profa. Dra. Maria das Graças Cardoso	UFLA
Prof. Dr. César Augusto Brasil Pereira Pinto	UFLA
Prof. Dr. Juliano Tadeu Vilela de Resende	UNICENTRO
Prof. Dr. Ernani Clarete da Silva	UNIFENAS

Prof. Dr. Wilson Roberto Maluf  
UFLA  
(Orientador)

LAVRAS  
MINAS GERAIS - BRASIL

A **Deus**, pelo dom precioso da vida e por me conceder mais esta etapa,

**OFEREÇO.**

Aos meus pais, **Adriano e Antônia**, e aos meus irmãos, pelo amor e exemplo de vida.

A Elizabeth, pelo carinho e presença constante,

**DEDICO.**

## AGRADECIMENTOS

A Deus, fonte de toda a vida,

Aos meus pais, Adriano e Antonia, que não tiveram as mesmas oportunidades que me proporcionaram, mas que nunca deixaram de sonhar comigo, ensinando-me os verdadeiros valores da vida.

À Universidade Federal de Lavras, em especial aos Departamentos de Agricultura e de Química.

À CAPES e ao CNPq, pela concessão de bolsas durante o doutorado.

Ao Prof. Wilson Roberto Maluf, pela amizade, pela confiança depositada e pelos exemplos como profissional e amigo.

À Profa. Maria das Graças Cardoso, pela amizade, pelo apoio e pela presença em todos os momentos.

Ao Prof. Luiz Antônio Augusto Gomes, pelo incentivo e apoio incondicional e a Rozane, por serem exemplos de vida.

Ao Prof. César e Ernani pela participação na banca e contribuição na correção da tese.

Ao Prof. Evaristo, pela atenção, pelos ensinamentos e pela receptividade no Laboratório de Anatomia Foliar.

Ao Prof. Rovilson, pela amizade, confiança e pelos ensinamentos.

À HortiAgro Sementes, especialmente ao Vicente, Paulo Moreto, ao Sebastião (Ná) e demais funcionários, por serem os grandes responsáveis pela realização de todos os trabalhos desenvolvidos.

Aos meus irmãos (Fátima, Cidinha, Luiz Manoel, Luiz Henrique e Ana Lúcia) e aos meus cunhado(a)s (Paulo, Donizetti, Rose e Andresa), pelo apoio, carinho e auxílio. Aos meus sobrinhos: Ana Beatriz, Taís, Lucas, Leandro, Daniele, Caio e Murilo, pela alegria que sempre me proporcionam.

A Elizabeth, pelo carinho e pela paciência em todas as ausências durante o doutorado. Ao Sr. Hélio, Elisângela e familiares, pelo acolhimento.

A Vanisse, pela grande amizade, sempre disposta a ajudar e apoiar... pelo sorriso, pela alegria e pela convivência...

À família Ministério Universidades Renovadas, de Lavras, por tudo que vivemos e partilhamos (são muitos nomes que não estão escritos aqui, mas que ficarão gravados no coração).

Aos amigos Ana Valéria, Ildon, Douglas, Gabriel, Flávio, Estér e Adriana, pela convivência.

Ao amigo Ronaldo Alves Libânio (e a Eveline), pelo auxílio sempre, e por me ensinar que jamais devemos desistir dos nossos sonhos... minha homenagem!

Aos amigos Raphael, Cássio, Irene, Daniele, Fernanda e Davi, os quais foram fundamentais para a realização deste trabalho, nunca medindo esforços. Não tenho palavras para agradecer. Serei sempre grato a vocês.

Ao amigo Juliano, pela grande amizade e pelos ensinamentos.

Ao Ildon e a Elisângela, pela grande amizade e auxílio em todos os trabalhos.

Aos Marcos (Cabeça), pela amizade e pela valiosa ajuda sempre.

À turma do Laboratório de Química (Ana Paula, Fabiana, Cleuza, Luiz Gustavo, Jean, Fernando, entre tantos outros), pela amizade.

Ao programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, em especial Prof. Moacir Pasqual, Marli e Nelzy, pela atenção, dedicação e amizade.

Aos funcionários da horta (Sr. Pedro, Sr. Milton, Leandro e Josimar), dos Departamentos de Agricultura, de Química e a todos os funcionários desta instituição que sempre nos acolhem de braços abertos.

Aos amigos Rafael, Filipe, Júnior César, Túlio, Carlos Vinícius e Sandro, pela agradável convivência.

A Miriam, pela amizade, carinho e pela paciência na formatação da tese.

Aos muitos amigos que não foram citados aqui, mas que fazem parte da minha vida e me ajudaram a vencer mais uma etapa. Que Deus os abençoe e lhes conceda em dobro todo o bem que me fizeram!

## SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	i
ABSTRACT.....	ii
CAPÍTULO 1.....	01
1 INTRODUÇÃO GERAL.....	01
2 REFERENCIAL TEÓRICO .....	03
2.1 Gênero <i>Lycopersicon</i> e importância econômica do tomateiro.....	03
2.2 Algumas pragas importantes na cultura do tomateiro.....	05
2.3 Fontes de resistência a pragas no gênero <i>Lycopersicon</i> .....	09
2.4 Aspectos gerais e resistência a pragas em <i>Lycopersicon pennellii</i> .....	10
2.5 Ácaros do gênero <i>Tetranychus</i> .....	16
3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	20
CAPÍTULO 2.....	31
Artigo 1: Herança de açúcares em genótipos de tomateiro derivados do cruzamento interespecífico <i>Lycopersicon esculentum</i> x <i>L. pennellii</i> .....	31
Resumo.....	32
Abstract.....	33
1 Introdução.....	34
2 Material e métodos.....	37
3 Resultados e discussão.....	42
4 Conclusões.....	45
5 Agradecimento.....	46
6 Referências.....	47
CAPÍTULO 3.....	53
Artigo 2: Açúcares e sua relação com tricomas foliares e repelência ao ácaro <i>Tetranychus evansi</i> em genótipo derivados do cruzamento <i>Lycopersicon esculentum</i> x <i>L. pennellii</i> .....	53
Resumo.....	54
Abstract.....	55
1 Introdução.....	56
2 Material e métodos.....	60
3 Resultados e discussão.....	63
4 Conclusões.....	69
5 Agradecimento.....	70
6 Referências .....	71



## RESUMO

GONÇALVES, Luciano Donizete. **Herança do teor de acilaçúcares em genótipos de tomateiro e sua relação com tricomas foliares e repelência ao ácaro *Tetranychus evansi***. 2006. 75p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.\*

Acilaçúcares são aleloquímicos responsáveis pela resistência de *Lycopersicon pennellii* ‘LA-716’ a artrópodos-praga e o seu uso em programas de melhoramento genético pode permitir a obtenção de cultivares comerciais com bons níveis de resistência. O objetivo deste trabalho foi determinar a herança da produção de acilaçúcar e suas relações com tricomas foliares e repelência ao ácaro-vermelho, em genótipos de tomateiro, por meio da quantificação deste aleloquímico em uma população segregante ( $F_2$ ) do terceiro retrocruzamento para *L. esculentum*, a partir da espécie selvagem *L. pennellii* ‘LA-716’. A determinação do teor de acilaçúcares foi realizada de acordo com metodologia espectrofotométrica (Resende et al., 2002b). Os dados obtidos foram avaliados em teste de hipótese de herança monogênica sob diferentes graus de dominância (GD) presumidos (Gomes et al., 2000) e também em um teste de modelos genéticos utilizando a função de verossimilhança (Silva, 2003). Os tricomas foram identificados e quantificados a partir de cortes paradérmicos (Aragão, 1998) e a resistência a ácaros foi avaliada por um bioteste de repelência (Weston et al., 1990). Para o estudo de herança, os dois testes empregados revelaram que o teor de acilaçúcares é controlado por apenas um locus gênico, sob a ação de alelo recessivo com dominância incompleta. A avaliação de clones da população segregante demonstrou que o teor de acilaçúcares não está correlacionado com a presença de tricomas foliares, porém, estão associados com a repelência ao ácaro. Com isso, é possível selecionar plantas com níveis de resistência a artrópodos-praga, baseado na análise espectrofotométrica do teor de acilaçúcares ao longo das gerações de retrocruzamentos.

---

\***Comitê de Orientação:** Wilson Roberto Maluf, PhD (Orientador) – UFLA e Dra. Maria das Graças Cardoso (Co-orientadora) – UFLA.

## ABSTRACT

GONÇALVES, Luciano Donizete. **Inheritance of acyl-sugar contents in tomato genotypes and its relationship to foliar trichomes and repelence to spider mites *Tetranychus evansi***. 2006. 75p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Federal University of Lavras, Lavras, Minas Gerais, Brazil\*

Acyl-sugars are allelochemicals responsible for the resistance of *Lycopersicon pennellii* ‘LA-716’ to arthropod pests, and their deployment in breeding programmes may contribute to the development of commercial varieties with improved levels of pest resistance. The objective of this work was to determine the inheritance of acyl-sugar contents in tomato genotypes and its relationship to the presence of foliar trichomes and to repellence to spider mites *Tetranychus evansi*. The tomato population studied was a segregating ( $F_2$ ) population from the third backcross to *L. esculentum* after the original cross with *L. pennellii* ‘LA-716’. Acylsugar contents were quantified with a spectrophotometric technique (Resende et al., 2002b). Data obtained were evaluated via tests hypotheses monogenic inheritance under several presumed degrees of dominance (Gomes et al., 2000), and the presence of a major gene was also tested under the maximum likelihood function (Silva, 2003). Foliar trichomes were identified and quantified in sample semi-permanent paradermic preparations (Aragão, 1998) and mite repellence was evaluated in a quick biotest assay (Weston & Snyder, 1990). Both methods of genetic analyses deployed indicated that high acyl-sugar contents are controlled by a single genetic locus under the action of a recessive allele with incomplete dominance. Evaluation of acyl-sugar contrasting genotypes from the segregating population indicated that acyl-sugar contents are not related to the presence of foliar trichomes, but are related to mite repellence levels. The results demonstrate the feasibility of indirect selection for pest resistance based on selection for high acylsugar contents in breeding programmes.

---

\***Graduate Committee:** Wilson Roberto Maluf, PhD (Major Professor) – UFLA, Dra. Maria das Graças Cardoso - UFLA.

## CAPÍTULO 1

### 1 INTRODUÇÃO GERAL

Os acilaçúcares são aleloquímicos presentes na espécie selvagem de tomateiro, *Lycopersicon pennellii*, responsável pela resistência a artrópodos-praga. São ésteres (de glicose e sacarose) de ácidos graxos que podem desempenhar importante papel no seu controle, pois alteram o seu desenvolvimento biológico.

A transferência deste aleloquímico à espécie cultivada comercialmente pode contribuir grandemente para o melhoramento do tomateiro, visando resistência às pragas. Alguns trabalhos têm sido desenvolvidos com a seleção de plantas, com bons níveis de acilaçúcares, visando à resistência a artrópodos-praga, a partir do cruzamento interespecífico entre *L. esculentum* x *L. pennellii* (Berlinger & Dahan, 1984; França et al., 1984; Resende et al., 2002a e b; Pamplona, 2001; Resende, 2003; Resende et al., 2006). A produção de acilaçúcar possui herança monogênica, sendo controlada por alelo recessivo (Resende et al., 2002b). Este estudo de herança (Resende, 2002b) foi efetuado diretamente a partir do cruzamento interespecífico *L. esculentum* x *L. pennellii*, e pode, portanto, estar sujeito a distorções da segregação mendeliana, comuns em cruzamentos interespecíficos do tomateiro (Sawant, 1958; Zamir & Tadmor, 1986). Devido à herança presumivelmente simples, os trabalhos têm sido realizados por meio de seleção indireta de plantas resistentes, utilizando-se um método colorimétrico para a quantificação de acilaçúcares nos folíolos de tomateiro, que tem baixo custo e é relativamente fácil de ser aplicado (Resende et al., 2002a).

A obtenção de plantas com alto teor de açúcares e bons níveis de resistência às principais pragas do tomateiro é de grande interesse no manejo da cultura, na qual o controle de pragas tem sido realizado, basicamente, por meio de controle químico associado a outras práticas, como o controle biológico que, apesar de ser menos expressivo, tem se mostrado eficiente em alguns casos.

Considerando particularmente o controle químico, é necessário um grande número de aplicações de defensivos para que se garanta a produtividade. Este aspecto é preocupante, principalmente por elevar substancialmente o custo de produção e também pelos grandes riscos que traz à saúde do trabalhador rural e do consumidor. Outro fato que tem despertado muito a atenção de pesquisadores e da população em geral são os problemas que a utilização excessiva de defensivos agrícolas pode acarretar ao meio ambiente, em função do desequilíbrio ecológico, diante da eliminação de inimigos naturais e, principalmente, do surgimento de biótipos extremamente agressivos, como é o caso da mosca-branca (*Bemisia argentifolii*).

O objetivo do presente trabalho foi determinar a herança da produção de açúcar e suas relações com tricomas foliares e repelência ao ácaro-vermelho, em genótipos de tomateiro, por meio da quantificação deste aleloquímico em uma população segregante ( $F_2$ ) do terceiro retrocruzamento para *L. esculentum*, a partir da espécie selvagem *L. pennellii* 'LA-716'.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Gênero *Lycopersicon* e importância econômica do tomateiro

O tomate, *Lycopersicon esculentum* Mill, é originário da parte ocidental da América do Sul e foi levado das Américas para a Europa pelos espanhóis, no século XVI, sendo inicialmente cultivado como planta ornamental nos jardins da Espanha, Itália e Inglaterra, de onde se espalhou para outras regiões em todo o mundo. O centro de origem primário é o território limitado ao norte pelo Equador, ao sul pelo Chile, a oeste pelo Oceano Pacífico e a Leste pela cordilheira dos Andes (Melo & Ribeiro, 1990). No final do século XIX, variedades conhecidas como Chacareiro, Rei Humberto e Redondo Japonês foram introduzidas no Brasil por imigrantes europeus, as quais, por processos de hibridação natural e de seleção realizados por agricultores, originaram a maioria das cultivares do grupo Santa Cruz (Alvarenga, 2003). Essas cultivares constituem a base genética da maioria dos materiais deste grupo hoje plantados no Brasil.

O gênero *Lycopersicon* apresenta uma grande variabilidade que foi, porém, intensamente limitada pela forma como o tomate foi domesticado (Rick, 1976). Dentro do gênero, são reconhecidas, taxonomicamente, 9 espécies: *Lycopersicon pennellii* (Correll), *Lycopersicon hirsutum* var. *hirsutum* e var. *glabratum* Mill., *Lycopersicon peruvianum* Mill., *Lycopersicon cheesmanii* Riley, *Lycopersicon chilense*, *Lycopersicon chmielewskii* Rick, Kesicki, Fobes & Holle, *Lycopersicon parviflorum* Rick, Kesicki, Fobes & Holle, *Lycopersicon pimpinellifolium* Mill. e *Lycopersicon esculentum* Mill. (tomate comercial) e tomate cereja *Lycopersicon esculentum* var. *cerasiforme* (Rick, 1976). Grande parte das espécies apresenta importante potencial genético para o

melhoramento da cultura do tomateiro visando à resistência ou tolerância a doenças, salinidade, seca e, principalmente, a pragas.

O tomate é cultivado em praticamente todas as regiões do Brasil, ocupando o segundo lugar em importância econômica entre as hortaliças cultivadas. O consumo pode ser feito tanto na forma in natura quanto na forma industrializada e sua produção se dá em diferentes formas de cultivo e manejo cultural. O Brasil é o nono produtor mundial de tomate, tendo, em 2005, a região Sudeste atingido a maior produção, atingindo, aproximadamente, 1,6 milhão de toneladas. Nesta região destacaram-se os estados de São Paulo (690 mil t) e Minas Gerais (642 mil t) como os maiores produtores. Contudo, o estado de Goiás apresentou a maior produção individual dentre os estados brasileiros (772 mil t), elevando, assim, a média de produção da região Centro-Oeste, que foi a que obteve a segunda maior produção do país, seguida das regiões Nordeste, Sul e Norte, nessa ordem (Agrianual, 2006). Para este mesmo ano, a produção total de tomate no Brasil girou em torno de 3,2 milhões de toneladas, colhidas em uma área de 57,6 mil hectares (Agrianual, 2005).

A tomaticultura atinge diferentes níveis tecnológicos de produção e manejo, desempenhando importante papel na economia brasileira por meio da geração de rendas e também com aspectos sociais pela geração de grande número de empregos, de forma direta e indireta. No entanto, sua produção tem passado por dificuldades, principalmente pela ocorrência de pragas e doenças de difícil controle, o que tem ocasionado perdas na qualidade e redução na produção (Melo, 2003).

## 2.2 Algumas pragas importantes na cultura do tomateiro

O controle de pragas em tomateiro é um dos principais aspectos no manejo da cultura, merecendo grande atenção. Para melhor emprego e eficiência dos métodos a serem adotados, são fundamentais o conhecimento das características de cada praga e a determinação dos níveis de controle. Segundo Sinigaglia et al. (2000), as pragas do tomateiro podem ser divididas em dois grupos, sendo o primeiro constituído pelos vetores de viroses e o segundo pelos lepidópteros (brocas, traças e lagartas desfolhadoras) e dípteros (minador). Entre os vetores de viroses, encontram-se os tripes (*Frankliniella schultzei* e *F. occidentalis*), o pulgão (*Myzus persicae* e *Aphis gossypii*) e a mosca-branca (*Bemisia* spp), os quais são considerados pragas-chave da cultura, juntamente com a broca-pequena (*Neoleucinodes elegantalis*) e a traça-do-tomateiro (*Tuta absoluta*). Outras pragas, como broca-grande (*Heliothis zea*) e mosca-minadora (*Liriomyza* sp.) e os ácaros do gênero *Tetranychus*, são consideradas de importância secundária (Gonçalves et al., 1997).

Alguns trabalhos têm sido desenvolvidos buscando a obtenção de resistência a algumas destas pragas, dentre elas, traça-do-tomateiro, mosca-branca e ácaro. A traça-do-tomateiro é considerada uma das pragas mais importantes do tomate cultivado no Brasil. Trata-se de um microlepidóptero minador, da família Gelechiidae, que foi originalmente descrito como *Phthorimaea absoluta* por Meyrick, em 1917, com base num exemplar macho coletado na localidade de Huancayo, Peru (Souza & Reis, 2000).

Por meio de tomates importados do Chile, a traça foi introduzida na Argentina, onde foi identificada em 1967, na cidade de Mendonza. Sua entrada no Brasil ocorreu no início dos anos 1980, e a disseminação foi rápida e agressiva, ocasionando perdas de até 100% nas lavouras em praticamente todos os estados brasileiros. Com a constatação da importância da traça como praga, a

mosca minadora (*Lyriomiza* spp) e as brocas do fruto (*Heliothis zea* e *Neoleucinodes elegantalis*), que até a década de 1980 eram consideradas as principais pragas da cultura, perderam tal importância mais recentemente (Haji, 1992).

A traça-do-tomateiro ocorre durante todo ciclo da cultura, podendo haver sobreposição de gerações, ou seja, numa mesma lavoura, pode-se encontrar todas as fases do ciclo, que pode durar, em média, de 26 a 30 dias, dependendo do clima (Barbosa & Neto, 1984). Elevadas populações desse inseto podem destruir até 90% da área foliar (Lourenção et al., 1984), com grandes perdas na produção.

Quando não são controladas a tempo, as larvas da traça atacam os frutos, tornando-os impróprios para a comercialização. Várias formas de controle têm sido utilizadas, como controle cultural, controle biológico e controle químico, porém, sempre de maneira isolada, o que dificulta obter sucesso. Programas de melhoramento vêm sendo desenvolvidos por entidades governamentais (universidades, Embrapa, Epamig e outras) e não-governamentais (empresas produtores de sementes), no intuito de obter materiais geneticamente superiores quanto à resistência à traça-do-tomateiro. Merece destaque o programa de melhoramento conduzido pela Universidade Federal de Lavras, que vem obtendo resultados significativos na seleção de cultivares resistentes a artrópodos-praga.

Outra praga de elevada importância para a cultura do tomate é a mosca-branca, *Bemisia* spp (*Bemisia tabaci* e *Bemisia argentifolii* biótipos B e D). Sua capacidade adaptativa, aliada a intensivas práticas agrícolas e perturbações ecológicas, conduziu a uma proliferação acelerada, levando a praga a causar danos significativos às culturas no Brasil e no mundo (Duffus, 1996). Na cultura do tomateiro, a presença de mosca-branca tem sido bastante freqüente,



provocando, além de danos diretos, também prejuízos causados pelas viroses por elas transmitidas, dentre elas o geminivírus.

Com hábito polífago, a mosca-branca pode sobreviver em mais de 600 espécies vegetais, distribuídas em 74 famílias diferentes, entre elas as *Solanaceas* (Oliveira et al., 2001). Apesar desses números, muitos autores acham a lista de espécies conservadora, pois muitas espécies silvestres e daninhas potencialmente hospedeiras ainda não foram incluídas (Lima et al., 2000).

Os danos provocados pela mosca-branca podem ser diretos ou indiretos. Além dos sintomas indiretos provocados pelas viroses, o ato de sugar as plantas para a obtenção da seiva ocasiona mal-formação, com desenvolvimento e maturação irregulares dos frutos (Embrapa, 1997; Nagai et al., 1992). Os geminivírus transmitidos por moscas brancas (*Bemisia* spp) estão entre os principais patógenos da cultura do tomateiro no Brasil. Apesar de haver muitas espécies de geminivírus infectando o tomateiro, as plantas infectadas apresentam, em geral, sintomatologia característica. A base do folíolo adquire, inicialmente, uma clorose entre as nervuras, evoluindo para um mosaico-amarelo; posteriormente, os sintomas se generalizam por toda a planta, seguidos de intensa rugosidade dos folíolos.

Somente a partir do ano de 1992 foi que a agricultura brasileira, especificamente na região Sudeste, começou a sentir os efeitos do ataque intensivo da mosca-branca, principalmente na cultura do algodoeiro (Lourenção & Nagai, 1994). Em 1994, no Distrito Federal, foi relatada a ocorrência de nova espécie de geminivírus (Ribeiro et al., 1994) que rapidamente se disseminou por toda a região, causando perdas de 40% a 100% no ano seguinte (Bezerra et al., 1996). Esse fato ocorreu após relatos da nova espécie de mosca-branca (*B. argentifolii*) associada a tomateiros (França & Castelo Branco, 1987). Com a expansão de culturas, como a soja e o feijão,

as moscas-brancas e a ocorrência de geminivírus se espalharam para outras regiões onde também se cultiva o tomateiro, como São Paulo, Minas Gerais, Goiás e regiões Nordeste e Norte (Bezerra et al., 1996; Colariccio et al., 2001; Colariccio et al., 2003; Colariccio, 2005; Lima et al., 2001).

Algumas espécies de ácaros pertencentes ao gênero *Tetranychus* também são consideradas pragas de alguma importância na cultura do tomateiro. Quando o índice de infestação nos folíolos excede 15%, pode levar a perdas substanciais na produção (Flechtmann, 1989). Os danos causados pelo ácaro são diretos, ocasionando seca das folhas, seguida de desfolha, diminuição no tamanho e número de frutos, além de indução de maturação precoce (Flechtmann & Baker, 1970). Com a sucção do suco celular pelos adultos, manchas pequenas e cloróticas são formadas, ocorrendo 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).

Dentro do gênero *Tetranychus*, destacam-se, no Brasil, como pragas do tomateiro, as espécies *Tetranychus urticae* (ácaro rajado), *Tetranychus evansi*, *Tetranychus desertorum* e *Tetranychus marianae* (ácaros-vermelhos). O gênero *Tetranychus* é amplamente distribuído no mundo, infestando vários hospedeiros. No Brasil, encontra-se nas regiões Sul, Sudeste e Nordeste, atacando aboboreiras, marmeleiros, algodoeiro, batata-doce, girassol, brássicas e solanáceas (Flechtmann & Baker, 1970; Moraes & Flechtmann, 1981).

O controle cultural tem sido empregado no combate aos ácaros *Tetranychus* spp., porém, sem grande êxito, em virtude da dificuldade de ser executado na prática, principalmente pela grande quantidade de plantas hospedeiras. O controle químico, com uso de acaricidas específicos, tem sido amplamente utilizado, porém, seus efeitos no ambiente são consideravelmente questionados (Barbosa & França, 1980; Flechtmann, 1989). O controle biológico

de ácaros fitófagos também merece destaque, quer seja pelo uso de predadores, quer pelo uso de entomopatógenos (Tamai, 1997). A eficiência deste controle ainda não foi bem estudada e é, em muitos casos, discutida.

### **2.3 Fontes de resistência a pragas no gênero *Lycopersicon***

Algumas espécies do gênero *Lycopersicon* apresentam elevados níveis de resistência a artrópodos-praga, possuindo potencial para a utilização em programas de melhoramento genético, visando à obtenção de cultivares comerciais resistentes. A resistência dessas espécies ocorre, principalmente, devido à presença de substâncias químicas que, na maioria dos casos, estão presentes nos tricomas glandulares, os quais podem servir também como fator morfológico na resistência. Entre as espécies resistentes no gênero *Lycopersicon* encontram-se acessos de *L.hirsutum* var. *hirsutum*, *L. hirsutum* var. *glabratum*, *L.pennellii*, *L. pimpinellifolium* e *L. peruvianum* (Aragão, 1998; Barona et al., 1989; Eigenbrode & Trumble, 1993; Freitas et al., 2002; Gentile et al., 1969; Gonçalves et al., 2006; Lourenção & Nagai, 1983; Maluf, et al., 2001; Resende et al., 2002b; Resende, 2003; Resende et al., 2006; Rodriguez et al., 1972; Silva, 1995; Snyder et al., 1987; Williams et al., 1980)

A espécie *L. hirsutum* possui duas variedades botânicas reconhecidas: *L. hirsutum* var. *glabratum* e *L. hirsutum* var. *hirsutum*. O *L. hirsutum* var. *glabratum*, de acordo com Kennedy & Yamamoto (1979), apresenta resistência a lepidópteros. A presença dos aleloquímicos 2-undecanona e 2-tridecanona e de tricomas foliares foi constatada nesta variedade botânica por alguns autores e associada à resistência a vários artrópodos-pragas, como *Manduca sexta*, *Heliothis zea* e *Aphis gossypii* (Williams et al., 1980), *Keiferia lycopersicella* e *Spodoptera exigua* (Lin et al., 1987), *Bemisa tabaci* biótipo B (atualmente *Bemisia argentifolii*) (Toscano et al., 2002) e *Tuta absoluta* (Barbosa, 1994;

Leite et al., 1999; Gilardón et al., 2001 e Thomazini et al., 2001). A variedade botânica *L. hirsutum* var. *hirsutum* tem sido estudada pela presença de sesquiterpenos, especialmente o zingibereno, conferindo resistência ao ácaro rajado *Tetranychus urticae* (Carter & Snyder, 1985), ao ácaro-vermelho *Tetranychus evansi* (Gonçalves et al., 2006; Maluf et al., 2001), à traça-do-tomateiro (Azevedo et al., 1999; Ecole et al., 2000) e à mosca-branca (Freitas, 2002). Acessos de *L. peruvianum* também têm sido investigados quanto à resistência e mostraram-se resistentes também à traça-do-tomateiro (Suinaga et al., 1999 e Thomazini et al., 2001) e aos ácaros *Tetranychus ludeni* e *Aculops lycopersici* (Picanço, 1997).

Vários estudos com *L. pennellii* ‘LA-716’ demonstraram altos níveis de resistência dessa espécie a artrópodos-praga de importância na cultura, como traça-do-tomateiro (França et al., 1984, Azevedo et al., 1999 e Resende et al., 2006), mosca-branca (Berlinger & Dahan, 1984; Ponti et al., 1975; Pamplona, 2001 e Resende, 2003) e ácaro-vermelho (Resende et al., 2002b; Resende, 2003).

#### **2.4 Aspectos gerais e resistência a pragas em *Lycopersicon pennellii***

O *Lycopersicon pennellii* é natural de uma faixa estreita central, junto aos Andes peruanos, ao longo do oceano Pacífico (Warnock, 1991). Esse hábitat costeiro, árido, é marcado por vales profundos, formados por rios que correm para o oeste e para o Pacífico. Esses vales e rios são separados por montanhas maciças, que vão em direção à costa (Rick & Tanksley, 1981). Pequenas populações de *L. pennellii*, geralmente, habitam áreas com ambientes extremamente secos e pedregosos, especialmente em áreas com inundações rápidas (Holle et al., 1978, 1979).

A espécie ocupa uma área restrita de elevação de 500 a 2.000 metros, embora seja ocasionalmente encontrada em solos de vales mais baixos e úmidos (Rick & Tanksley, 1981). Os ecotipos de *Lycopersicon pennellii* possuem alto nível de resistência à mosca-branca (*Bemisia* sp.) (Berlinger & Dahan, 1984; Ponti et al., 1975) e a um outro grande número de pragas (Gentile et al., 1968, 1969; Juvik et al., 1982), inclusive à traça-do-tomateiro (*Tuta absoluta*) (França et al., 1984; Resende, 2003; Resende et al., 2006).

A resistência obtida a partir de *L. pennellii* tem sido associada à presença de acilaçúcares, que são ésteres de ácidos graxos. Este fitoquímico pode atuar impedindo a ovoposição, a alimentação ou, ainda, exercendo efeito deletério no desenvolvimento de determinadas fases de um artrópodo-praga (Goffreda et al., 1989; Resende et al.; 2002a, Resende, 2003; Resende et al., 2006; Shapiro et al., 1994).

Os acilaçúcares extraídos dos folíolos de *L. pennellii* e purificados, quando utilizados na dieta, agem como meio de impedir a alimentação do pulgão-da-batata (*Macrosiphum euphorbiae*), do pulgão-verde-do-pêssego (*Myzus persicae*), da broca-do-fruto-do-tomate (*Helicoverpa zea*) e da lagarta-militar-da-beterraba (*Spodoptera exigua*). Impedem também a ovoposição e, principalmente, a alimentação da larva minadora das folhas (*Liriomyza trifolii*) e da mosca-branca-da-batata-doce raça B (*Bemisia tabaci*, biótipo B, hoje *Bemisia argentifolii*) (Goffreda et al., 1988, 1989; Hawthorne et al., 1992; Rodrigues et al., 1993; Juvik et al., 1994). Além disso, esses compostos exercem um efeito deletério no desenvolvimento larval e na sobrevivência da *Spodoptera exigua* e de *Helicoverpa zea* (Juvik et al., 1994). As larvas de ambas as espécies, quando submetidas à dieta artificial, contendo acilaçúcares, mostraram um retardamento na taxa de crescimento (Juvik et al., 1994). Em bioensaios comportamentais, a *Spodoptera exigua* mostrou maior sensibilidade à presença dos compostos do que *Helicoverpa zea*. Uma simulação dos efeitos acumulativos dos compostos

no desenvolvimento da população de ambas as espécies, numa cultura de plantas de tomate produtoras de acilaçúcares, mostrou um decréscimo no número de gerações por cultivo e drásticas reduções no tamanho da população do inseto, relativos ao campo testemunha de cultivares comerciais (Juvik et al., 1994).

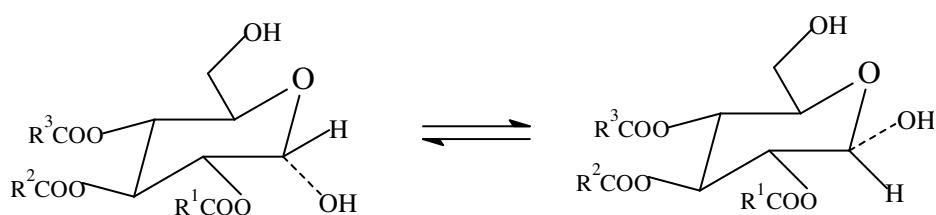
Ensaio com vários acessos de *L. pennellii* foram realizados, em dois ambientes distintos, com o objetivo de estudar a influência do ambiente sobre os níveis de acilaçúcares, foram realizados por Shapiro et al. (1994). O plantio foi efetuado, simultaneamente, em ambiente de casa de vegetação e em campo. Os resultados mostraram significativa superioridade dos acessos cultivados em casa de vegetação (155-439 microgramas/cm<sup>2</sup>), quando comparados aos acessos cultivados em campo (23-141 microgramas/cm<sup>2</sup>). Os níveis diferenciados de acilaçúcares, observados nos dois ambientes, são reflexos das condições impostas pelo ambiente.

Severson et al. (1985) relataram que as chuvas diminuem os níveis de exsudatos glandulares na superfície da planta. Embora os acilaçúcares sejam compostos relativamente estáveis, é importante frisar que o intemperismo, pelo vento e sol e abrasão, por partículas de poeira ou, até mesmo, por folhas, reduzem drasticamente o seu acúmulo (Shapiro et al., 1994).

Os acilaçúcares foram identificados em outros membros do gênero *Lycopersicon*, bem como em outros gêneros de Solanaceae, incluindo *Solanum*, *Nicotiana* e *Datura* (King et al., 1986, 1988, 1990; Schumacher, 1970; Severson et al., 1985; Shinozaki et al., 1991), podendo, ainda, desempenhar um papel na resistência às pragas e às doenças em algumas dessas outras espécies (Severson et al., 1985).

Os acilaçúcares encontrados em *Lycopersicon pennellii* 'LA-716' 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) (Figura 1), o que se constitui em, aproximadamente, 90% do exsudato do

tricoma tipo IV, do *Lycopersicon pennellii* 'LA716' (Fobes et al., 1985). Há considerável variação entre os acessos de *Lycopersicon pennellii*, quanto aos níveis de acilaçúcares produzidos, quanto ao tipo de açúcares (glicose vs sacarose) e, quanto aos ácidos graxos incorporados aos acilaçúcares (Shapiro et al., 1994).



em que: R = ramificações alquílicas com mais de 5 átomos de carbono.

FIGURA 1 – Fórmula estrutural do acilaçúcar.

Os acilaçúcares podem também ser sintetizados em laboratório a partir de determinados compostos. Gonçalves et al. (2002) avaliaram a eficiência de acilaçúcares 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 acilaçúcar (*L. esculentum* '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 entre a pulverização com acilaçúcar sintético e a testemunha de alto teor (*L. pennellii* 'LA-716'), demonstrando a ação do acilaçúcar no comportamento do ácaro. Silva (2006) desenvolveu a síntese de acilaçúcar a partir de glicose e

sacarose, utilizando diferentes catalisadores nas reações e avaliou a influência de cada um deles no comportamento da mosca-branca (*Bemisia tabaci*). O composto sintetizado a partir de glicose, tendo como catalisador o acetato de sódio, induziu à não preferência para oviposição, demonstrando o potencial de utilização no controle deste inseto-praga.

Ao contrário do *Lycopersicon pennellii*, os tomates comerciais não apresentam níveis elevados de acilaçúcares, enquanto plantas F<sub>1</sub> do cruzamento de *Lycopersicon esculentum* x *Lycopersicon pennellii* acumulam níveis moderados. Os acilaçúcares do *Lycopersicon pennelli* '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 àsquelas encontradas no padrão de glicose, caracterizando, dessa forma, a presença do acilaçúcar no *Lycopersicon pennellii* 'LA716' (Resende et al., 2002a). Os espectros do *Lycopersicon esculentum* 'TOM-584' e do híbrido F<sub>1</sub> (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 acilaçúcar, enquanto o híbrido F<sub>1</sub> apresentou bandas pequenas caracterizando a presença do aleloquímico (Resende et al., 2002a).

Genótipos F<sub>2</sub> selecionados para teores extremos de acilaçúcares, a partir do cruzamento interespecífico *Lycopersicon esculentum* x *Lycopersicon pennellii*, submetidos à infestação com mosca-branca, manifestaram resposta compatível com o teor de acilaçúcares. Os genótipos com alto teor de acilaçúcares manifestaram altos níveis de resistência, com menor índice de ovoposição e 100% de mortalidade dos adultos, que ficaram presos nos tricomas. Entretanto, um determinado genótipo selecionado para baixo teor de



acilaçúcares apresentou também baixo índice de ovoposição, provavelmente, devido à presença de tricomas que dificultaram o processo de ovoposição (Pamplona, 2001).

Resende (2003) trabalhou com plantas selecionadas para altos e baixos teores de acilaçúcares na população  $F_2$  do cruzamento *L. esculentum* 'TOM-584 x *L. pennellii* 'LA-716' e na população  $F_2$  do primeiro retrocruzamento para *L. esculentum*. Estas plantas foram submetidas a ensaios de repelência ao ácaro *Tetranychus evansi* e de resistência à mosca-branca e à traça-do-tomateiro, juntamente com os genitores e mais as testemunhas *L. esculentum* 'TOM-600' (alto teor de 2-tridecanona) e 'TOM-556' (linhagem comercial com baixo teor de acilaçúcares). Os resultados obtidos demonstraram o efeito do acilaçúcar na repelência ao ácaro *Tetranychus evansi*. Quanto aos ensaios com mosca-branca, verificou-se um menor número de ninfas para todos os genótipos com elevados teores de acilaçúcares, evidenciando o efeito do tipo antibiose sobre o desenvolvimento deste inseto-praga. Alto teor de acilaçúcares também foi associado à resistência dos materiais à traça-do-tomateiro, em ensaios realizados tanto em casa de vegetação quanto no campo.

Os resultados obtidos por Resende et al. (2002b) sugerem que alelo(s) recessivo(s) presente(s) em *Lycopersicon pennellii* 'LA716' é (são) responsável (is) pelo alto teor de acilaçúcares nele encontrado, e o valor de 1,36 para número de genes estimados sugere tratar-se de herança monogênica. Um valor de herdabilidade no sentido amplo moderadamente alto (0,48) foi encontrado, indicando que a grande parte de variação entre plantas na geração  $F_2$  é de natureza genética (Resende et al., 2002b). Geralmente, a herdabilidade para resistência a artrópodos-praga não apresenta valores altos. Isso decorre da dificuldade de controle ambiental de um sistema de avaliação que abrange não somente a planta, mas também o artrópodo-praga (Resende et al., 2002b).

De acordo com Resende et al. (2002b), um modelo genético aditivo-dominante ajustou-se aos dados obtidos, não havendo evidências de ação gênica epistática. O grau médio de dominância estimado foi de -0,74, indicando que um ou mais alelos recessivos presentes em LA-716 são responsáveis pelo alto teor de acilaçúcares. Embora não se excluísse a possibilidade de existência de genes modificadores, ficou evidente que a variação observada pode ser explicada pela segregação em um único loco, em que o alelo recessivo com dominância incompleta condiciona alto teor de acilaçúcares.

Tendo sido obtidos a partir da geração F<sub>2</sub> de *L. esculentum* x *L. pennellii*, os resultados de herança demonstrados por Resende et al. (2002b) podem estar sujeitos a distorções da segregação mendeliana, comuns em cruzamentos interespecíficos (Sawant, 1958; Zamir & Tadmor, 1986). A hipótese de herança monogênica do controle do teor de acilaçúcares aguarda confirmação a partir de cruzamentos entre acessos de *L. esculentum* com teores contrastantes de acilaçúcares.

## **2.5 Ácaros do gênero *Tetranychus***

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 patas na fase adulta, com cabeça, tórax e abdome fundidos e não segmentados (Flechtman & Baker, 1970). Este gênero abrange um grande número de espécies e três delas são de importância para a cultura do tomateiro: o ácaro rajado *Tetranychus urticae* Koch. e os ácaros-vermelhos *Tetranychus ludeni* Zacher. e *Tetranychus evansi* Baker & Pritchard, sendo o ácaro rajado o principal no Brasil e considerado praga importante para a cultura (Flechtmann, 1989).

Localizado, principalmente, na parte mediana da planta, 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, freqüentemente, apresentam dois pares de manchas escuras no dorso; os ovos são esféricos e amarelados. Os ácaros-vermelhos apresentam coloração vermelha, no caso das fêmeas e também para a fase de ninfa (Flechtmann, 1989). 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 & França, 1980). O corpo destes artrópodos mede, aproximadamente, 0,45 mm de comprimento e 0,30 mm de largura. 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 & 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 & Flechtmann (1979) verificaram que o início da infestação pode ocorrer já aos 14 dias após o transplantio. Em condições de alta infestação ocorre inibição da fotossíntese e, conseqüentemente, secagem e queda das folhas (Berlinger, 1986). Este desfolhamento leva à diminuição do número e do tamanho dos frutos, induzindo-os à maturação precoce. A queda de folhas também é provocada pela sucção das células das plantas pelos ácaros adultos; neste caso, há a formação de manchas cloróticas que se expandem gradativamente, levando à secagem e à queda das folhas (Flechtmann, 1989).

O controle de ácaro na cultura do tomateiro, assim como o controle 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 princípio 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 *Lycopersicon* portadores de fatores de resistência, como os aleloquímicos.

Weston & Snyder (1990) estabeleceram uma metodologia para quantificar a repelência de tomateiro a ácaros. Testaram-se os genótipos *L. hirsutum* var. *hirsutum* 'PI-251303', *L. hirsutum* var. *glabratum* 'PI-134417' e *L. esculentum* 'Ace'. Os folíolos jovens e expandidos destas plantas foram fixados a uma placa de isopor por uma tachinha, na qual foram colocadas 10 fêmeas do ácaro rajado com o auxílio de um pincel. Em intervalos de tempo determinados, o número de ácaros que permaneceram na tachinha foi contado e mediram-se as distâncias percorridas pelos ácaros a partir da margem da tachinha. As distâncias percorridas pelos ácaros e o número de ácaros que permaneceram na tachinha foram estatisticamente diferentes entre *L. esculentum* e os dois acessos selvagens utilizados.

Esta metodologia 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 os tempos medidos, em materiais provenientes do cruzamento entre *L. esculentum* e *L. 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 repelência ao ácaro, em populações oriundas do cruzamento entre *L. esculentum* e *L. hirsutum* var. *hirsutum*.

A correlação entre teor de açúcares e a repelência a ácaros também foi observada por Resende et al. (2002b) e Resende (2003), em materiais provenientes do cruzamento interespecífico entre *L. esculentum* 'TOM-584' e *L. pennellii* 'LA-716', utilizando a mesma metodologia citada anteriormente.

### 3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRINUAL 2006 - **Anuário da Agricultura Brasileira**. São Paulo: Instituto Agr FNP, 2005. 504 p.

ALVARENGA, M. A. R. **Tomate**: produção em campo, em casa-de-vegetação e em hidroponia. Lavras: UFLA, 2003. 393 p.

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.; 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. **Controle genético e mecanismos de resistência em *Lycopersicon spp* à traça do tomateiro (*Scrobipalpuoides absoluta* (Meyrick, 1917) ( *Lep. Gelechiidae*))**. 1994. 71 p. Dissertação (Mestrado em genética e Melhoramento de Plantas) – Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, MG.

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.

BARBOSA, V.; NETO, J. M. S. Controle químico de *Scrobipalpuoide absoluta* (Meyrick) em tomateiro destinado ao processo industrial em São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 8., 1984, Brasília, **Resumos...** Brasília: SEB, 1984. p. 125.

BARONA, H. G.; PARRA, A. S.; VALLEJO, C. F. C. Evaluation de espécies silvestres de *Lycopersicon sp.*, como fuente de resistência a *Scrobipalpuoides absoluta* (Meyrick) y su intento de transferencia a *Lycopersicon esculentum* Mill. **Acta Agronômica**, Palmira, v. 39, n. 1/2, p. 34-45, 1989.

BERLINGER, M. J. Pests. In: ATHERTON, J. G.; RUDICH, J. **The tomato crop: a scientific basis for improvement**. New York: Chapman and Hall, 1986. p. 1-30.

BERLINGER, M. J.; DAHAN, R. Resistance to the tobacco whitefly. *Bemisia tabaci*, in tomato and related species: a quick screening method. **Bulletin IOBC/WPRS**, Darmstadt, p. 39-40, 1984.

BEZERRA, I. C.; RIBEIRO, S. G.; de ÁVILA, A. C.; GIORDANO, L. B. Survey of geminivirus infection in tomato producing areas in Federal District. ENCONTRO NACIONAL DE VIROLOGIA, 8., 1996, São Lourenço, MG. **Resumos...** São Lourenço: Sociedade Brasileira de Virologia, 1996. p. 289.

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

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.

CARTER, C. D.; SNYDER, J. C. Mite responses in relation to trichomes of *Lycopersicon esculentum* x *L. hirsutum* F2 híbridos. **Euphytica**, Wageningen, v. 34, n. 1, p. 177-185, Mar. 1985.

COLARICCIO, A. **O impacto das viruses na cultura do tomateiro**. Disponível em: < <http://www.herbario.com.br/atual/1029tomt.htm>>. Acesso em: maio 2005.

COLARICCIO, A.; EIRAS, M.; CHAVES, A. L. R.; BERGMANN, J. C.; CHAGAS, C.M. Presence of *Tomato rugose mosaic virus* TRMV) in tomato crops of São Paulo, Brasil. **Virus Reviews & Research**, v. 8, n. 1, p. 191, 2003.

COLARICCIO, A.; SOUZA-DIAS, J.A.C; CHAGAS, C.M; SAWAZAKI, H.E.; CHAVES, A.L.R. EIRAS, M. Novo surto de geminivirus em *Lycopersicon esculentum* na região de Capinas, SP. **Summa Phytopathologica**, São Paulo, v. 27, n.1, p. 105, jan./mar. 2001.

DUFFUS, J. E. Whifetly: Borne viruses. In: GERLING, D.; MAYER, R. T. (Ed.). **Bemisia: 1995: taxonomy, biology, damage, control and management.** Adover: Intercept, 1996. p. 255-264.

ECOLE, C. C.; PICANÇO, M.; MOREIRA, M. D.; MAGALHÃES, S. T. V. Componentes químicos associados à resistência de *Lycopersicon hirsutum* f. *Typicum* a *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidóptera: Gelechiidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Viçosa, v. 29, n. 2, p. 327-337, jun. 2000.

EIGENBRODE, S. D.; TRUMBLE, J. T. Antibiosis to Bett Armyworm (Spodoptera exigua) in *Lycopersicon* accessions. **HortScience**, Alexandria, v. 28, n. 9, p. 932-934, Sept. 1993.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manejo integrado da mosca-branca *Bemisia argentifolli***. Brasília: CNPH, 1997. 11 p. (Embrapa Hortaliças. Circular Técnica.).

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 *Trenydae* (Acarina) of Brazil. **Annals of the Entomological Society of America**, Maryland, v. 63, n. 1, p. 156-163, Jan. 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, July 1985.

FRANÇA, F. A.; CASTELO BRANCO, M. Resistência varietal a insetos e ácaros em hortaliças. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 5, n. 1, p. 8-11, maio 1987.

FRANÇA, F. A.; MALUF, W. R.; ROSSI, P. E. F.; MIRANDA, J. F. C.; COELHO, M. C. F. Avaliação e seleção em tomate visando resistência à traça do tomateiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 3., 1984, Jaboticabal. **Resumo...** Jaboticabal, SP, 1984. p. 143.

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, Feb. 2002.



GENTILE, A. G.; WEBB, R. E.; STONER, A. K. *Lycopersicon* and *Solanum* spp. resistant to the carmine and two-spotted spider mite. **Journal of Economic Entomology**, College Park, v. 62, n. 4, p. 834-836, Aug 1969.

GENTILE, A. G.; WEBB, R. E.; STONER, A. K. Resistance in *Lycopersicon* and *Solanum* species to the potato aphid. **Journal of Economic Entomology**, College Park, v. 61, n. 5, p. 1152-1154, Oct. 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, jul. 2001.

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

GOFFREDA, J. C.; MUTSCHLER, M. A.; TINGEY, W. M. Feeding behavior of potato aphid affected by glandular trichomes of wild tomato. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v. 48, n. 2, p. 101-107, Aug. 1988.

GOMES, L. A. A.; MALUF, W. R.; CAMPOS, V. P. Inheritance of the resistant reaction of the cultivar 'Grand Rapids' to the southern root-knot nematode *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White) Chitwood. **Euphytica**, Wageningen, v. 114, n. 1, p. 37-46, 2000.

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, 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 Acilaçúcares sintéticos na repelência ao ácaro *Tetranychus urticae* em tomateiro. CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 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. F. 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, N. P.; SILVA, R. A.; ALVARENGA, C. D. **Manejo integrado de pragas do tomateiro**. Belo Horizonte: EPAMIG, 1997. 12 p. (EPAMIG Boletim Técnico, 49)

HAJI, F. N. P. Histórico e situação atual da traça do tomateiro nos perímetros irrigados do submédio do São Francisco. In: SIMPÓSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO, 3., 1992, Águas de Lindóia, SP. **Anais...** Jaguariuna: EMBRAPA/CNPDA, 1992. p. 57-59.

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, Oct. 1992.

HOLLE, M.; RICK, C. M.; HUNT, D. G. Catalog of collectin of green fruited *Lycopersicon* species and *S. pennellii* found in watersheds of Peru-Part II. **Report of Tomato Genetics Cooperative**, Fort Collins, v. 29, p. 63-91, 1979.

HOLLE, M.; RICK, C. M.; HUNT, D. G. Catalog of collections of green fruited *Lycopersicon* species of *S. pennellii* found in watersheds of Peru-Part I. **Report of Tomato Genetics Cooperative**, Fort Collins, v. 8, p. 49-78, 1978.

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, Oct. 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, Apr. 1994.

KENNEDY, G. G.; YAMAMOTO, R. T. A toxic factor causing resistance in a wild tomato to the tobacco homworm and some other insects. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Amsterdam, v. 26, n. 2, p. 121-126, Feb. 1979.

KING, R. R.; CALHOUN, L. A.; SINGH, R. P. 3,4-di-O- and 2,3,4-tri-O-acylated glucose esters from the glandular trichomes of non-tuberous *Solanum* species. **Phytochemistry**, Oxford, v. 27, n. 12, p. 3765-3768, Dec. 1988.

KING, R. R.; CALHOUN, L. A.; SINGH, R. P.; BOUCHER, A. Sucrose esters associated with glandular trichomes of wild *Lycopersicon* species. **Phytochemistry**, Oxford, v. 29, n. 7, p. 2115-2118, Aug. 1990.

KING, R. R.; PELLETIER, Y.; SINGH, R. P.; CALHOUN, L. A. 3,4 di-O-isobutyryl-6-O-caprylsucrose: The major component of a novel sucrose ester complex from the type B glandular trichomes of *Solanum berthaultii* Hawkes (PI 473340). **Journal of Chemical Society**, Cambridge, v. 14, n. 7, p. 1078-1079, Sept. 1986.

LEITE, G. L. D.; PICANÇO, M.; AZEVEDO, A. A.; GONRING, A. H. R. Efeito de tricomas, aleloquímicos e nutrientes na resistência de *Lycopersicon hirsutum* à traça-do-tomateiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 11, p. 2059-2064, nov. 1999.

KING, R. R.; SINGH, R. P.; BOUCHER, A. Variation in sucrose esters from the type B glandular trichomes of certain wild potato species. **American Potato Journal**, Orono, v. 64, n. 5, p. 529-534, May 1987.

LIMA, L. H. C.; MORETZOHN, M. C.; OLIVEIRA, M. R. V. Survey of *Bemisia tabaci* (Genadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) biotypes in Brasil using RAPD markers. **Genetic Molecular Biology**, Ribeirão Preto, v. 23, n. 1, p. 1-5, Mar. 2000.

LIMA, M. F.; BEZERRA, I. C.; RIBEIRO, S. G.; DE ÁLIVA, A. C. Distribuição de geminivírus nas culturas do tomate e pimentão em doze municípios do submédio do vale do São Francisco. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 1, p. 81-85, jan./mar. 2001.

LIN, S. Y. H.; TUMBLE, J. T.; KUMAMOTO, J. Activity of volatile compounds in glandular trichomes of *Lycopersicon* species against two insect herbivores. **Journal of Chemical Ecology**, New York, v. 13, n. 4, p. 837-850, Apr. 1987.

LOURENÇÃO, A. L.; NAGAI, H. Fontes de resistência a *Scrobipalpula absoluta* (Meyrick, 1917) em tomateiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 23., 1983, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: SOB, 1983. p. 53.

LOURENÇÃO, A. L.; NAGAI, H.; Surtos populacionais de *bemisia tabaci* no Estado de São Paulo. **Bragantia**, Campinas, v. 53, n. 1, p. 53-59, 1994.

LOURENÇÃO, A. L.; NAGAI, H.; ZULLO, M. A. T. Fontes de resistência a *Scrobipalpula absoluta* (Meyrick, 1917) em tomateiro. **Bragantia**, Campinas, v. 43, n. 2, p. 569-577, 1984.

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.

MELO, P. C. T. Desenvolvimento sustentável da cadeia produtiva do tomate para consumo *in natura* no Brasil e os desafios do melhoramento genético. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 43., 2003, **Mesa Redonda**: melhoramento genético de hortaliças e segurança alimentar, 2003.

MELO, P. C. T.; RIBEIRO, A. Produção de sementes de tomate: cultivares de polinização livre e híbridos. In: CASTELANNE, P. D.; NICOLSI, W. M.; HASEGAWA, M. (Ed.). **Produção de sementes de hortaliças**. Jaboticabal: FCAV/FUNEP, 1990. p.261.

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.; 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.

NAGAI, H.; LOURENÇÃO, A. L.; VEGA, J.; MELO, A. M. T. Ocorrência da "folha prateada de aboboreira" associada à moca-branca (*Bemisia tabaci*). **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 10, n. 1, p. 62, maio 1992.

OLIVEIRA, M. R. V.; HENNEBERRY, T. J.; ANDERSON, P. History, current status, and collaborative research projects for *Bemisia tabaci*. **Crop Protection**, Oxford, v. 20, n. 9, p. 709-723, Nov. 2001.

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

PICANÇO, M.; LEITE, G. L. D.; MOTA, W. F.; CANGEMI, R. C. Resistência de introduções de *Lycopersicon peruvianum* a *Tetranychus ludeni* (Koch) (Acari: Tetranychidae) e *Aculops lycopersici* (Masse) (Acari: Eriophyidae). **Agro-Ciência**, Concepcion, v. 13, n. 1, p. 73-76 jun. 1997.

PONTI, O. M. B. de; PET, G.; HOGENBOOM, N. G. Resistance to the glasshouse whitefly (*Trialeurodes vaporariorum* Westw) in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill) and related species. **Euphytica**, Dordrecht, v. 24, n. 4, p. 645-649, June 1975.

RAMALHO, F. A.; FLECHTMANN, C. M. W. Níveis de infestação de *Tetranychus evansi* Baker e Pritchard, 1960 em diferentes fases de desenvolvimento do tomateiro. **Revista Agricultura**, Piracicaba, v. 54, n. 1-2, p. 51-56, jun. 1979.

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

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. R.; 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.

- RIBEIRO, S. G.; MELO, L. V.; BOITEUX, L. S.; KITAJIMA, E. W.; FARIA, J. C. Tomato infection by a geminivirus in the Federal District, Brazil. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 19, p. 330, ago. 1994. Suplemento.
- RICK, C. M. Natural variability in wild species of *Lycopersicon* and its bearing on tomato breeding. **Genetics Agricultural**, Wisconsin, v. 30, n. 5, p. 249-259, Aug. 1976.
- RICK, C. M.; TANKSLEY, S. D. Genetic variation in *Solanum pennellii*: comparisons with two other sympatric tomato species. **Plant Systematics Evolucion**, Vienna, v. 139, n. 1-2, p. 11-45, June 1981.
- 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.
- RODRIGUEZ, J. G.; KANAVEL, D. E.; AINA, O. J. Studies in the resistance of tomatoes to mites. **Journal of Economic Entomology**, College Park, v. 65, n. 1, p. 50-53, Feb. 1972.
- SAWANT, A. C. Cytogenetics of interespecifico hybrids *Lycopersicon esculentum* Mill. x *L. hirsutum* Humb and Bnpl. **Genetics**, Baltimore, v. 43, n. 4, p. 502-514. 1958.
- SCHUMACHER, J. N. The isolation of 6-O-acetyl-2,3,4-tri-O-[(+)-3-methylvaleryl]- $\beta$ -D-glucopyranose from tobacco. **Carbohydrate Research**, Amsterdam, v. 13, n. 1, p. 1-8, Nov. 1970.
- SEVERSON, R. F.; ARRENDALE, R. F.; CHORTYK, O. T.; GREEN, C. R.; THOME, F. A.; STEWART, J. L.; JOHNSON, A. W. Isolation and characterization of the sucrose esters of the cuticular waxes of green tobacco leaf. **Journal Agricultural Food Chemistry**, Washington, v. 33, n. 4, p. 870-875, July/Aug. 1985.
- 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.

SHINOZAKI, Y.; MATSUZAKI, T.; SUHARA, S.; TOBITA, T.; SHIGEMATSU, H.; KOIWAI, A. New types of glycolipids from the surface lipids of *Nicotiana umbratica*. **Agricultural and Biological Chemistry**, Tokyo, v. 55, n. 3, p. 751-756, Mar. 1991.

SILVA, C. C. **Estudos de fatores químicos de resistência a *Scrobipalpuloides absoluta* (Meyrick, 1917), (Lepidóptera: Gelechiidae) em três genótipos de tomateiro: *Lycopersicon esculentum*, *Lycopersicon hirsutum*, *Lycopersicon peruvianum***. 1995. 63 p. Dissertação (Mestrado em Agroquímica) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

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. 52 p. Dissertação (Mestrado em Agroquímica/Agrobioquímica) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

SILVA, W. P. **Estimadores de máxima verossimilhança em misturas de densidades normais: Uma aplicação em genética**. 2003. 60 p. Dissertação (Mestrado em Experimentação Agropecuária) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

SINIGAGLIA, C.; NETO, J. R.; COLARICCIO, A.; VICENTE, M.; GROPPPO, G. A.; GRAVENA, S.; LEITE, D. **Manejo integrado de pragas e doenças do tomateiro**. Campinas, 2000. 66 p.

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.

SOUZA, J. C.; REIS, P. R. **Traça do tomateiro: histórico, reconhecimento, biologia, prejuízos e controle**. Belo Horizonte: EPAMIG, 2000. 32 p. (EPAMIG Boletim Técnico, 57).

SUINAGA, F. A.; PICANÇO, M.; JHAM, G. N.; BROMMONSCHENKEL, S. H. Causas químicas de resistência de *Lycopersicon peruvianum* (L.) a *tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidóptera: Gelechiidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Viçosa, v. 28, n. 2, p. 313-321, jun. 1999.

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.

THOMAZINI, A. P. B. W.; VENDRAMIM, J. D.; BRUNHEROTTO, R.; LOPES, M. T. R. Efeito de genótipos de tomateiro sobre a biologia e oviposição de *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lep. : Gelechiidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 30, n. 2, p. 283-288, June 2001.

TOSCANO, L. C., BOIÇA JR, A. L.; MARUYAMA, W. I. Nonpreference of whitefly for oviposition in tomato genotypes. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 59, n. 4, p. 677-681, out./dez. 2002.

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

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-Tricdecanone – a naturally occurring insecticide from the wild tomato *Lycopersicon hirsutum* f. *glabratum*. **Science**, Washington, v. 207, n. 4433, p. 888-889, Feb. 1980.

ZAMIR, D.; TADMOR Y. Unequal segregation of nuclear genes in plants. **Botanical Gazette**, Chicago, v. 147, n. 3, p. 355-35, Sept. 1986.



## CAPÍTULO 2

### ARTIGO 1

**Herança do teor de açúcares presentes nos folíolos de genótipos de tomateiro provenientes do cruzamento interespecífico *Lycopersicon esculentum* x *L. pennellii***

(Preparado de acordo com as normas da revista Pesquisa Agropecuária Brasileira – PAB)

Luciano Donizete Gonçalves<sup>1</sup>, Wilson Roberto Maluf<sup>1</sup> e Maria das Graças Cardoso<sup>2</sup>.

**Herança do teor de acilaçúcares presentes nos folíolos de genótipos de tomateiro provenientes do cruzamento interespecífico *Lycopersicon esculentum* x *L. pennellii***

(Preparado de acordo com as normas da revista Pesquisa Agropecuária Brasileira – PAB)

Luciano Donizete Gonçalves<sup>1</sup>, Wilson Roberto Maluf<sup>1</sup> e Maria das Graças Cardoso<sup>2</sup>.

<sup>(1)</sup>Departamento de Agricultura, <sup>(2)</sup>Departamento de Química, Universidade Federal de Lavras. Caixa Postal 3.037, CEP 37.200-000. Lavras, MG. E-mail: [ludonizete@yahoo.com.br](mailto:ludonizete@yahoo.com.br); [wrmaluf@ufla.br](mailto:wrmaluf@ufla.br); [mcardoso@ufla.br](mailto:mcardoso@ufla.br)

Resumo - Os acilaçúcares presentes em *Lycopersicon pennellii* são responsáveis pela resistência desta espécie às principais pragas da cultura do tomateiro. Objetivou-se, com este trabalho, determinar a herança da produção de acilaçúcares em genótipos de tomateiro a partir da quantificação deste aleloquímico em uma população segregante (F<sub>2</sub>) do terceiro retrocruzamento para *L. esculentum* 'TOM-584', a partir da espécie selvagem *L. pennellii* 'LA-716'. A determinação do teor de acilaçúcares nos folíolos foi realizada de acordo com a metodologia para a determinação de açúcares redutores, proposta por Resende et al. (2002b). Os dados obtidos foram avaliados em teste de hipótese de herança monogênica sob diferentes graus de dominância (GD) presumidos (Gomes et al., 2000) e também em um teste de modelos genéticos, utilizando a função de verossimilhança (Silva, 2003). Os resultados revelaram que, para os diferentes GD testados, na faixa compreendida entre - 0,7 e - 0,4, a hipótese de herança monogênica não pode ser descartada, indicando, ainda, a ação de alelo recessivo com dominância incompleta na expressão de alto teor de acilaçúcares. Por meio de modelos genéticos pela função de verossimilhança, a hipótese de herança monogênica foi confirmada.

Termos para Indexação: *Lycopersicon pennellii*, seleção, aleloquímico, resistência.

**Inheritance of tomato leaflet acylsugar contents in genotypes derived from an interspecific cross of *Lycopersicon esculentum* x *L. pennellii***

Abstract - Acylsugars present in *Lycopersicon pennellii* are largely responsible for the resistance of this species to major tomato arthropod pests. This paper reports on the inheritance of acylsugar contents in tomato genotypes from the F<sub>2</sub> generation of the third backcross of the *L. esculentum* line TOM-584 after the original cross with the wild accession *L. pennellii* 'LA-716'. Acylsugar contents in tomato leaflets were measured according to a methodology for determination of reducing sugars described by Resende et al. (2002). The data obtained were evaluated with chi-square tests of monogenic hypotheses of inheritance, under different presumed degrees of dominance (Gomes et al., 2000), and also under genetic models with the maximum likelihood function (Silva, 2003). The results indicated that, for the different presumed degrees of dominance (DD) tested, the hypotheses of monogenic inheritance could not be rejected in an array of DD between -0.7 and -0.4, indicating that high acylsugar contents are controlled by a recessive allele in a locus with incomplete dominance. Genetic models tested under the maximum likelihood function also confirmed the hypothesis of monogenic inheritance.

Index terms: *Lycopersicon pennellii*, selection, allelochemicals, pest resistance.

## 1 INTRODUÇÃO

Os acilaçúcares são complexos formados, principalmente, por 2,3,4-tri-O-éster de glicose, possuindo ácidos graxos com 4 a 12 átomos de carbono (Burke et al., 1987). A presença destes aleloquímicos no acesso selvagem de tomateiro *Lycopersicon pennellii* 'LA-716' confere resistência a um grande número de pragas, inclusive aquelas consideradas pragas-chave na cultura do tomateiro. Sua presença também já foi identificada em outros membros do gênero *Lycopersicon*, bem como em outros gêneros de Solanaceae, incluindo *Solanum*, *Nicotiana* e *Datura* (King et al., 1990; Severson et al., 1985; Shinozaki et al., 1991; Shumacher, 1970). Este grupo de fitoquímicos pode atuar impedindo a ovoposição e a alimentação ou, ainda, exercendo efeito deletério no desenvolvimento de determinadas fases dos artrópodos-praga (Goffreda et al., 1989; Resende et al.; 2002a, Resende, 2003; Resende et al., 2006; Shapiro et al., 1994).

Vários estudos com *L. pennellii* 'LA-716' demonstraram altos níveis de resistência dessa espécie a artrópodos-praga de importância na cultura, como traça-do-tomateiro (Azevedo et al., 1999; França et al., 1984 e Resende et al., 2006), mosca-branca (Berlinger & Dahan, 1984; Pamplona, 2001; Ponti et al., 1975 e Resende, 2003) e ácaro-vermelho (Resende et al., 2002b; Resende, 2003). Estes resultados indicam o grande potencial de utilização desta espécie como fonte de resistência para a obtenção de cultivares comerciais de tomateiro adequadas ao manejo e ao controle de pragas na cultura.

Os genótipos F<sub>2</sub> selecionados para teores extremos de acilaçúcares, a partir do cruzamento interespecífico *Lycopersicon esculentum* x *Lycopersicon pennellii*, submetidos à infestação com mosca-branca, manifestaram resposta compatível com o teor de acilaçúcares (Pamplona, 2001). Resende (2003)

também trabalhou com plantas selecionadas para alto e baixo teores de acilalúcares na população  $F_2$  do cruzamento *L. esculentum* 'TOM-584' x *L. pennellii* 'LA-716' e na população  $F_2$  do primeiro retrocruzamento para *L. esculentum*. Estas plantas foram submetidas a ensaios de repelência ao ácaro *Tetranychus evansi* e de resistência à mosca-branca e à traça-do-tomateiro, juntamente com os genitores. Os resultados demonstraram claramente o efeito dos acilalúcares na repelência ao ácaro *Tetranychus evansi*. Nos ensaios com mosca-branca, verificou-se um menor número de ninfas para todos os genótipos com elevado teor de acilalúcares, evidenciando o efeito do tipo antibiose sobre o desenvolvimento deste inseto-praga. Alto teor de acilalúcares também foi associado à resistência à traça-do-tomateiro, em ensaios realizados tanto em casa de vegetação quanto no campo. Os estudos de Resende (2003) indicam que a seleção para alto teor de acilalúcares pode constituir-se num eficiente critério de seleção indireta para resistência a um amplo espectro de artrópodos-praga.

Estudos da herança do teor de acilalúcar em populações  $F_1$  e  $F_2$ , oriundas do cruzamento entre *L. esculentum* e o acesso selvagem *L. pennellii* 'LA-716', demonstraram que apenas um gene está envolvido na produção deste caráter (Resende et al., 2002b). Estes autores estimaram o valor de 1,36 para número de genes que controlam o caráter e determinaram um valor de grau médio de dominância (GMD) de -0,74, utilizando a metodologia de Mather & Jinks (1984). Por meio de testes de hipóteses de herança monogênica, sob diferentes GMD, observaram que esta hipótese não pôde ser descartada na faixa de GMD compreendida entre -1,20 e -0,60. Assim, um único loco gênico parece ser responsável pelo controle genético dos teores de acilalúcares, embora não se exclua a possibilidade de existência de genes modificadores. O valor de GMD encontrado, bem como a distribuição de freqüência nas populações avaliadas, indicou que um alelo recessivo com dominância incompleta presente em 'LA-716' é responsável por alto teor do aleloquímico.

Observa-se, entretanto, que os trabalhos dos quais se obtiveram essas informações utilizaram populações obtidas diretamente do cruzamento interespecífico com o acesso selvagem *L. pennellii*. O uso de acessos selvagens em cruzamentos pode provocar distorções nas distribuições mendelianas (Sawant, 1958; Zamir & Tadmor, 1986) e, desse modo, os parâmetros genéticos determinados podem apresentar inconsistência. Com isso, a utilização de genótipos que apresentem uma constituição genotípica essencialmente de *L. esculentum* poderá fornecer informações mais seguras a respeito do controle genético da característica teor de acilaçúcares. Por outro lado, resultados discrepantes da hipótese de herança monogênica têm sido encontrados para a herança do teor de acilaçúcares. Mutschler et al. (1995), também trabalhando com a geração F<sub>2</sub> de um cruzamento entre *L. esculentum* x *L. pennellii* 'LA-716', indicaram duas regiões no cromossomo 2, além de uma região do cromossomo 11, afetando, de alguma forma, a produção de acilaçúcares. Portanto, são necessários novos trabalhos que confirmem o tipo de herança envolvida, de modo a facilitar a introgressão desta característica em *L. esculentum*.

O presente trabalho tem por objetivo quantificar o teor de acilaçúcares em populações segregantes (F<sub>2</sub>) do terceiro retrocruzamento para *L. esculentum*, a partir da espécie selvagem *L. pennellii* 'LA-716' e determinar o tipo de herança envolvida na determinação deste caráter. Uma vez que os estudos se realizarão em material com constituição genotípica essencialmente *L. esculentum*, eles estarão menos sujeitos a desvios da segregação monogênica possivelmente existentes no cruzamento interespecífico *L. esculentum* x *L. pennellii*.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, na Estação Experimental da empresa HortAgro Sementes Ltda. em Ijaci, MG e as avaliações realizadas no Laboratório de Química Orgânica, no Departamento de Química da Universidade Federal de Lavras. Os genótipos foram semeados em bandejas de poliestireno expandido com substrato Plantimax® e casca de arroz carbonizada, na proporção 1:1, sendo transplantados posteriormente para vasos de 500 mL. Utilizou-se o delineamento experimental em blocos casualizados, com 5 repetições e um total de 500 plantas, sendo 400 plantas da população BPX-370G, 50 plantas da testemunha para alto teor de acilaçúcar (*L. pennellii* ‘LA-716’) e 50 plantas da testemunha para baixo teor (*Lycopersicon esculentum* ‘TOM-584’). A população BPX-370G corresponde à geração F<sub>2</sub> do terceiro retrocruzamento (RC<sub>3</sub>) para *L. esculentum* ‘TOM-584’ a partir do acesso selvagem *L. pennellii* ‘LA-716’. Para a obtenção da geração F<sub>1</sub>RC<sub>3</sub>, que deu origem à geração F<sub>2</sub>RC<sub>3</sub>, denominada BPX-370G, foram utilizados genótipos da geração F<sub>2</sub>RC<sub>2</sub> com alto teor de acilaçúcares, que foram retrocruzados com a linhagem comercial ‘TOM-584’ (com baixo teor de acilaçúcares). A determinação do teor de acilaçúcares nos folíolos foi realizada de acordo com metodologia para a determinação de açúcares redutores proposta por Resende et al. (2002b).

Os dados obtidos foram utilizados para a determinação do tipo de herança envolvida na expressão da característica teor de acilaçúcar, avaliados sob duas metodologias diferentes: teste de hipótese de herança monogênica (sob diferentes graus médios de dominância presumidos) e teste de modelos genéticos, utilizando a função de verossimilhança.

Para a primeira metodologia, diferentes graus de dominância (GD) presumidos (Gomes et al., 2000) foram utilizados para a verificação da hipótese de herança monogênica. Foi determinada a distribuição de frequência dos dados apresentados pelos genitores originais ('TOM-584' e 'LA-716') e pela população segregante BPX-370G. Para os testes dos diferentes graus médios de dominância, foi utilizado o valor de absorvância de 0,43 como ponto de truncagem (PT), abaixo do qual a maioria das plantas do genitor  $P_1$  (=TOM-584) está localizada e acima da qual está a maioria dos indivíduos do genitor  $P_2$  (=LA-716).

A hipótese de herança monogênica foi testada sob vários GD, partindo das seguintes pressuposições:

- a distribuição dos dados nos genitores  $P_1$  e  $P_2$  e na população segregante BPX-370G segue uma distribuição normal;
- o ponto de truncagem (PT) foi estabelecido como sendo 0,43, correspondente a um valor de absorvância acima do qual se situou a maior parte das plantas de  $P_2$  e abaixo da qual se situou a maior parte das plantas de  $P_1$ ;
- para cada uma das gerações parentais, a média populacional ( $\bar{P}_1$  e  $\bar{P}_2$ ) foi considerada igual à respectiva média estimada e a variância verdadeira, considerada igual à respectiva variância estimada;
- com base nas respectivas curvas normais, foram estimadas as porcentagens esperadas de plantas em  $P_1$  e  $P_2$  com média menor ou igual ao ponto de truncagem (PT);
- a média da geração  $F_1$  foi admitida como sendo:

$$\bar{F}_1 = \frac{(\bar{P}_1 + \bar{P}_2)}{2} + GD \cdot \frac{(\bar{P}_2 - \bar{P}_1)}{2}, \text{ sendo o GD o grau de dominância}$$

presumido e  $\bar{P}_1$  e  $\bar{P}_2$  as médias dos respectivos parentais. A variância



verdadeira para a população  $F_1$  foi admitida como sendo igual à respectiva variância estimada;

- f. sob um dado grau médio de dominância presumido, a frequência esperada de plantas com teor de acilacúcar  $\leq PT$ , sob a hipótese de herança monogênica, foi calculada como sendo a média ponderada das frequências esperadas em  $P_1$ ,  $F_1$  e  $P_2$ , com ponderações de 1:2:1, respectivamente;
- g. as frequências esperadas das plantas com média  $\leq PT$  obtidas para  $P_1$  (item d),  $P_2$  (item d) e BPX-370G (item f) foram multiplicadas pelo número de plantas avaliadas por geração, obtendo-se, assim, o número esperado de plantas de  $P_1$ ,  $P_2$  e BPX-370G com média  $\leq PT$ , sob a hipótese de herança monogênica com o grau médio de dominância considerado;
- h. os números esperados de plantas em  $P_1$ ,  $P_2$ , BPX-370G com média  $\leq PT$  foram comparados aos números efetivamente obtidos, computando-se o valor de chi-quadrado, com 2 graus de liberdade;
- i. a significância do valor de chi-quadrado obtido levará à rejeição da hipótese de herança monogênica sob o grau de dominância considerado. Por outro lado, a não significância do valor de chi-quadrado obtido levará à não rejeição dessa hipótese, admitindo-se, então, a possibilidade de tratar-se de herança monogênica sob o GD considerado.

Para o teste utilizando a função de verossimilhança, Silva (2003) propôs uma metodologia para modelar e estimar parâmetros relativos ao efeito de gene maior e poligenes ao se utilizarem gerações derivadas de linhagens contrastantes, considerando o método da máxima verossimilhança. A função da máxima verossimilhança foi constituída considerando uma característica que pode apresentar um gene de efeito maior, bem como variação entre indivíduos de um mesmo genótipo devido à ação de efeitos ambientais e ou de genes de efeitos menores.

A partir das funções de verossimilhança para cada modelo foi possível compor testes de interesse, considerando diferentes hipóteses. Tais testes de razão de verossimilhança foram feitos por meio da estatística LR (Modd et al., 1974). Os testes foram realizados utilizando-se um software estatístico denominado “Monogen v 0.1”, desenvolvido por Silva (2003), que utiliza os modelos de herança descritos no Quadro 1.

**Quadro 1** Modelos de herança utilizados pelo programa Monogen. UFLA, Lavras, MG, 2006.

Modelo	Parâmetros
1 = gene maior com efeitos aditivo e de dominância + poligenes com efeitos aditivo e de dominância	$\mu, A, D, [a], [d], V_A, V_D, S_{AD}, \sigma^2$
2 = gene maior com efeitos aditivo e de dominância + poligenes com efeito aditivo apenas	$\mu, A, D, [a], V_A, \sigma^2$
3 = gene maior com efeito aditivo apenas + poligenes com efeitos aditivo e de dominância	$\mu, A, [a], [d], V_A, V_D, S_{AD}, \sigma^2$
4 = gene maior com efeito aditivo apenas + poligenes com efeito aditivo apenas	$\mu, A, [a], V_A, \sigma^2$
5 = poligenes com efeitos aditivo e de dominância	$\mu, [a], [d], V_A, V_D, S_{AD}, \sigma^2$
6 = poligenes com efeito aditivo apenas	$\mu, [a], V_A, \sigma^2$
7 = gene maior com efeitos aditivo e de dominância	$\mu, A, D, \sigma^2$
8 = gene maior com efeito aditivo apenas	$\mu, A, \sigma^2$
9 = apenas efeito do ambiente	$\mu, \sigma^2$

sendo:

$\mu$ : constante de referência;

A: efeito aditivo do gene de efeito maior;

D: efeito de dominância do gene de efeito maior;

[a]: componente poligênico aditivo;

[d]: componente poligênico de dominância;

$V_A$ : variância aditiva;

$V_D$ : variância atribuída aos desvios de dominância dos efeitos poligênicos;

$S_{AD}$ : componente da variação relativa aos produtos dos efeitos poligênicos aditivos pelos efeitos poligênicos de dominância;

$\sigma^2$ : variância ambiental.

Como apenas as gerações P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub> e F<sub>2</sub> (=BPX-370G) foram utilizadas, a metodologia de Silva (2003) permite apenas alguns testes entre modelos (Tabela 1), entre os quais, os testes de interesse mencionados no Quadro 2.

**Quadro 2** Testes entre modelos e seus efeitos. UFLA, Lavras, MG, 2006.

<b>Teste</b>	<b>Efeito estimado</b>
Modelo 2 vs Modelo 4	Dominância do gene maior
Modelo 2 vs Modelo 6	1 gene maior com efeitos aditivos e de dominância
Modelo 2 vs Modelo 7	Poligenes com efeito aditivo atuando como modificadores de 1 gene maior
Modelo 2 vs Modelo 9	Efeito de 1 gene com efeito aditivo e de dominância, somado ao efeito poligênico de natureza aditiva
Modelo 7 vs Modelo 8	Dominância do gene maior
Modelo 7 vs Modelo 9	1 gene maior com efeitos aditivos e de dominância

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As distribuições de frequências obtidas em  $P_1$ ,  $P_2$  e na população  $F_2RC_3$  demonstram que a herança do teor de acilaçúcar parece ser controlada por gene(s) maior(es), no entanto, sua análise gráfica não permite facilmente concluir pela existência ou não de genes modificadores (Figura 1). Os testes de hipótese de herança monogênica para a característica teor de acilaçúcar foram realizados numa faixa de graus de dominância (GD) entre  $-1.0$  e  $+1.0$ . De acordo com as estimativas de  $\chi_c^2$  para o teste de herança monogênica desta característica, não houve significância ( $P \leq 0,05$ ) na faixa de GD que vai de  $-0,7$  a  $-0,4$  (Figura 2), indicando que a hipótese de herança monogênica não foi rejeitada. Assim, o teor de acilaçúcares parece ser controlado por apenas um gene, com dominância parcial no sentido de menor teor, uma vez que valores negativos encontrados para GD indicam a ação de alelo recessivo com dominância incompleta para o controle de alto teor de acilaçúcares.

Na determinação de modelos genéticos pela função de verossimilhança (Silva, 2003), o teste que compara o modelo 7 ao modelo 9, o qual testa a hipótese de um gene maior com efeitos aditivos e de dominância, aceita-se  $H_0$ , evidenciando a herança monogênica para o caráter teor de acilaçúcar (Tabela 1). Embora a não convergência da estimativa do efeito “Modelo 8 vs Modelo 9” (Tabela 1) não tenha permitido estimar a significância do efeito aditivo do gene maior, o teste “Modelo 7 vs Modelo 9” permite concluir que há, de fato, um gene maior com efeitos aditivos e de dominância controlando o caráter (Tabela 1). O teste “Modelo 7 vs Modelo 8” permite concluir pela significância do efeito de dominância (Tabela 1). Por outro lado, a não-significância do teste “Modelo 2 vs Modelo 7” permite admitir que o caráter seja pouco ou nada influenciado por poligenes modificadores.

Ambas as metodologias utilizadas no presente estudo são concordantes com a aceitação da hipótese de herança monogênica do teor de acilaçúcares. Alto teor é controlado por um alelo recessivo com dominância incompleta, presente em *L. pennellii* 'LA-716'.

Os dados obtidos neste trabalho corroboram plenamente aos encontrados por Resende et al. (2002b) que: a) por meio da expressão de Burton (1951), obtiveram o valor de 1,36 para número de genes, indicando tratar-se de herança monogênica, b) pelo teste de hipótese de herança monogênica sob diferentes GD, esta hipótese não pôde ser descartada na faixa compreendida entre -1,20 e -0,60.

Resende et al. (2002b) utilizaram as populações  $F_1$  e  $F_2$  oriundas do cruzamento entre *L. esculentum* e o acesso selvagem *L. pennellii* 'LA-716' para a determinação do tipo de herança envolvida na característica. A utilização de acessos selvagens em cruzamentos interespecíficos para a determinação dos parâmetros genéticos pode provocar distorções nas distribuições mendelianas (Sawant, 1958; Zamir & Tadmor, 1986) e, desse modo, os parâmetros obtidos poderiam ser inconsistentes.

O presente trabalho utilizou uma população do terceiro retrocruzamento que apresenta uma constituição genotípica essencialmente de *L. esculentum*, determinando, assim, com segurança, as características genéticas envolvidas na produção de acilaçúcar. Estes desvios da segregação mendeliana não parecem, portanto, ter ocorrido nos estudos de Resende et al. (2002b), uma vez que as conclusões foram essencialmente idênticas à agora obtidas. Por outro lado, os resultados aqui encontrados não necessariamente excluem os de Mutschler et al. (1995), que encontraram três diferentes regiões cromossômicas afetando algum aspecto da produção de acilaçúcares. Sendo os acilaçúcares um grupo bastante variado de ésteres de glicose e sacarose, cuja porção acil varia de 4 a 12 carbonos (Burke et al., 1987), não seria surpreendente que sua síntese fosse

afetada por mais de um gene, muito embora o efeito métrico no teor total pudesse essencialmente ser o de um loco apenas, que controlasse uma etapa crítica do processo de síntese (por exemplo, a reação de esterificação)

#### 4 CONCLUSÕES

O caráter produção de acilaçúcar em genótipos de tomateiro possui herança monogênica e, dessa forma, a obtenção de plantas com bons níveis de resistência a artópodos-praga mediada por este aleloquímico pode ser realizada com eficiência em populações de retrocruzamentos a partir do cruzamento interespecífico *L. esculentum* x *L. pennellii*. Este tipo de herança é muito desejável em programas de melhoramento genético, facilitando os processos de seleção de plantas, principalmente para a obtenção de plantas resistentes a pragas, cuja avaliação direta é de difícil execução.

## **5 AGRADECIMENTOS**

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), à Universidade Federal de Lavras (UFLA) e à empresa HortiAgro Sementes Ltda.



## 6 REFERÊNCIAS

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.

BERLINGER, M. J.; DAHAN, R. Resistance to the tobacco whitefly. *Bemisia tabaci*, in tomato and related species: a quick screening method. **Bulletin IOBC/WPRS**, Darmstadt, p. 39-40, 1984.

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

BURTON, G. W. Quantitative inheritance of pearl millet (*Pennisetum glaucum*). **Agronomy Journal**, Madison, v. 43, n. 9, p. 409-416, Sept. 1951.

FRANÇA, F. A.; MALUF, W. R.; ROSSI, P. E. F.; MIRANDA, J. F. C.; COELHO, M. C. F. Avaliação e seleção em tomate visando resistência à traça-do-tomateiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 3., 1984, Jaboticabal. **Resumo...** Jaboticabal, SP, 1984. p. 143.

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.

GOMES, L. A. A.; MALUF, W. R.; CAMPOS, V. P. Inheritance of the resistant reaction of the cultivar 'Grand Rapids' to the southern root-knot nematode *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White) Chitwood. **Euphytica**, Wageningen, v. 114, n. 1, p. 37-46, 2000.

KING, R. R.; CALHOUN, L. A.; SINGH, R. P.; BOUCHER, A. Sucrose esters associated with glandular trichomes of wild *Lycopersicon* species. **Phytochemistry**, Rehovot, v. 29, n. 7, p. 2115-2118, July 1990.

MATHER, K.; JINKS, J. L. **Introdução à genética biométrica**. Tradução de Francisco A. Moura Duarte. et al. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1984. 242 p. Tradução de: Introduction to biometrical genetics.

MODD, A. M.; GRAYBILL, F. A.; BOES, D. C. **Introduction to the theory of statistics**. 3. ed. Tóquio: McGraw-Hill Kogakusha, 1974. 564 p.

MUTSCHLER, M. A.; DOERGE, R. W.; LIU, S. C.; KUAI, B. L.; SHAPIRO, Y. QTL analysis of the production of acylsugars responsible for pest resistance in the wild tomato, *Lycopersicon pennellii*. In: PLANT GENOME CONFERENCE, 3., 1995, San Diego. **Anais...** San Diego, 1995.

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

PONTI, O. M. B. de; PET, G.; HOGENBOOM, N. G. Resistance to the glasshouse whitefly (*Trialeurodes vaporariorum* Westw) in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill) and related species. **Euphytica**, Dordrecht, v. 24, n. 3, p. 645-649, 1975.

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

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. R.; 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.

SAWANT, A. C. Cytogenetics of interespecífico hybrids *Lycopersicon esculentum* Mill. x *L. hirsutum* Humb and Bnpl. **Genetics**, Baltimore, v. 43, n. 4, p. 502-514, 1958.

SCHUMACHER, J. N. The isolation of 6-O-acetyl-2,3,4-tri-O-[(+)-3-methylvaleryl]- $\beta$ -D-glucopyranose from tobacco. **Carbohydrates Research**, Amsterdam, v. 13, n. 1, p. 1-8, 1970.

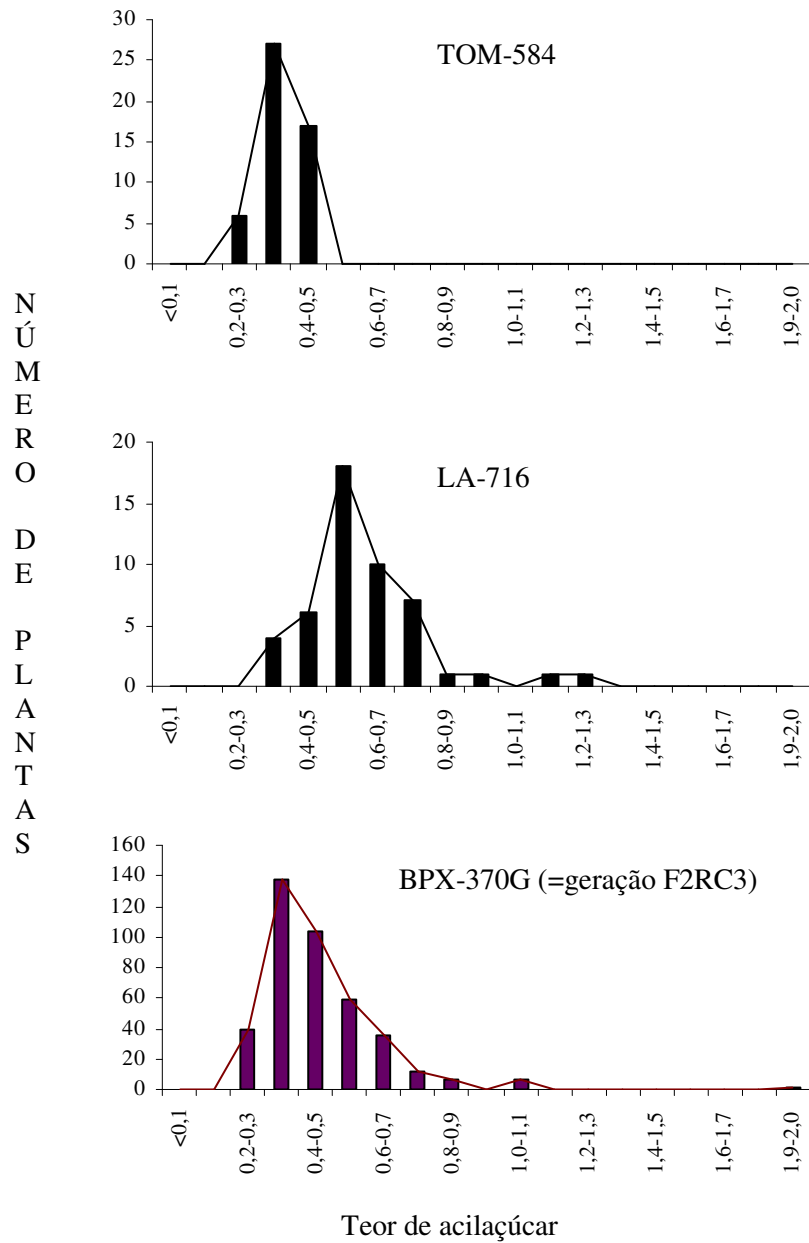
SEVERSON, R. F.; ARRENDALE, R. F.; CHORTYK, O. T.; GREEN, C. R.; THOME, F. A.; STEWART, J. L.; JOHNSON, A. W. Isolation and characterization of the sucrose esters of the cuticular waxes of green tobacco leaf. **Journal Agricultural Food Chemistry**, Washington, v. 33, n. 4, p. 870-875, July/Aug. 1985.

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.

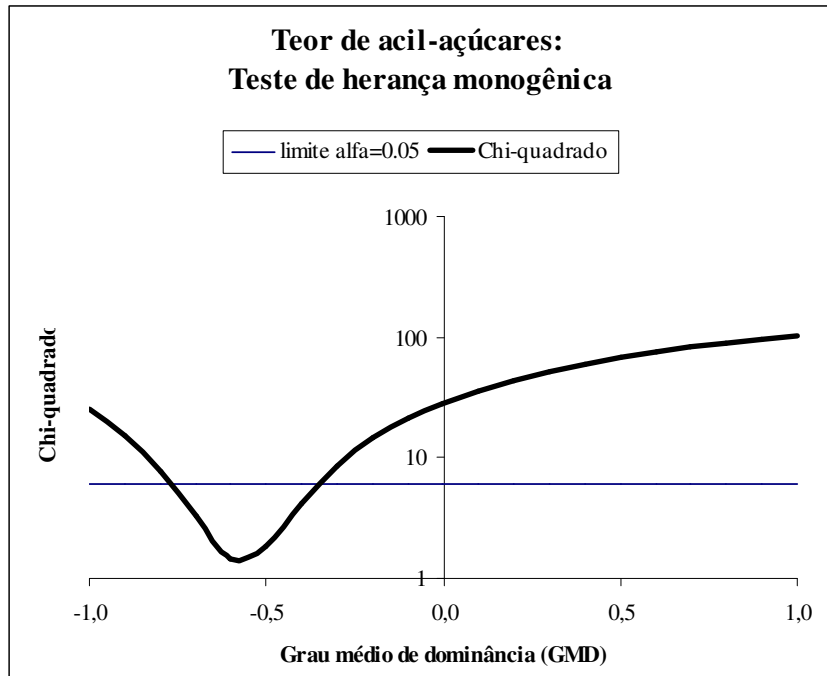
SHINOZAKI, Y.; MATSUZAKI, T.; SUHARA, S.; TOBITA, T.; SHIGEMATSU, H.; KOIWAI, A. New types of glycolipids from the surface lipids of *Nicotiana umbratica*. **Agricultural and Biological Chemistry**, Tokyo, v. 55, n. 3, p. 751-756, Mar. 1991.

SILVA, W. P. **Estimadores de máxima verossimilhança em misturas de densidades normais: Uma aplicação em genética**. 2003. 60 p. Dissertação (Mestrado em Experimentação Agropecuária) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

ZAMIR, D.; TADMOR Y. Unequal segregation of nuclear genes in plants. **Botanical Gazette**, Chicago, v. 147, n. 3, p. 355-358, Sept. 1986.



**FIGURA 1** Distribuição de freqüências para teor de acilaçúcares dos parentais *L. esculentum* ‘TOM-584’ e *L. pennellii* ‘LA-716’ e da geração F<sub>2</sub>RC<sub>3</sub>. UFLA, Lavras, MG, 2006.



**FIGURA 2** Testes das hipóteses de herança monogênica, sob diferentes graus médios dominância, para teor de acil-açúcares em genótipos de tomateiro. UFLA, Lavras, MG, 2006.

**TABELA 1.** Testes de hipóteses de modelos genéticos hierárquicos para teor de acilaçúcares. UFLA, Lavras, MG, 2006.

<b>Modelos</b>	<b>Graus de liberdade</b>	<b><math>\chi^2</math></b>	<b>Probabilidade</b>
2 vs 4	1	9,1184	0,0025304
2 vs 6	2	9,1184	0,0104706
2 vs 7	2	1,2313	0,5402786
2 vs 8	3	24,1189	0,0000237
2 vs 9	4	71,6690	0,0000003
4 vs 6	1	0,0000	0,9999985
4 vs 8	2	15,0005	0,0005530
4 vs 9	3	62,5506	0,0000003
6 vs 9	2	62,5506	0,0000004
7 vs 8	1	22,8875	0,0000016
7 vs 9	2	70,4376	0,0000003
8 vs 9	1	(1)	(1)

(1) Valor negativo, talvez devido a problemas de convergência.

## CAPÍTULO 3

### ARTIGO 2

**Teor de acilaçúcares e sua relação com tricomas foliares e repelência ao ácaro  
*Tetranychus evansi* em genótipo derivados do cruzamento *Lycopersicon esculentum*  
x *L. pennellii***

(Preparado de acordo com as normas da revista Pesquisa Agropecuária Brasileira –  
PAB)

Luciano Donizete Gonçalves<sup>1</sup>, Wilson Roberto Maluf<sup>1</sup>, Maria das Graças  
Cardoso<sup>2</sup>.

**Acilaçúcares e sua relação com tricomas foliares e repelência ao ácaro *Tetranychus evansi* em genótipo derivados do cruzamento *Lycopersicon esculentum* x *L. pennellii***

(Preparado de acordo com as normas da revista Pesquisa Agropecuária Brasileira – PAB)

Luciano Donizete Gonçalves<sup>1</sup>, Wilson Roberto Maluf<sup>1</sup>, Maria das Graças Cardoso<sup>2</sup>.

<sup>(1)</sup>Departamento de Agricultura, <sup>(2)</sup>Departamento de Química, Universidade Federal de Lavras. Caixa Postal 3.037, CEP 37.200-000. Lavras, MG. E-mail: [ludonizete@yahoo.com.br](mailto:ludonizete@yahoo.com.br); [wrmaluf@ufla.br](mailto:wrmaluf@ufla.br); [mcardoso@ufla.br](mailto:mcardoso@ufla.br)

Resumo - A obtenção de resistência a artrópodos-praga em programas de melhoramento genético do tomateiro pode ser realizada com base na produção do aleloquímico acilaçúcar. Este trabalho objetivou identificar e quantificar os tricomas foliares em genótipos de tomateiro com teor contrastante de acilaçúcares e verificar a relação entre este aleloquímico, a densidade de tricomas glandulares e o nível de repelência ao ácaro-vermelho *Tetranychus evansi*. A quantificação do acilaçúcar foi efetuada em plantas F<sub>2</sub> do terceiro retrocruzamento para *L. esculentum* a partir da espécie selvagem *L. pennellii* 'LA-716', de acordo com metodologia descrita por Resende et al. (2002a). Os tricomas foram contados a partir de cortes paradérmicos (Aragão, 1998) e a resistência a ácaros foi avaliada em um bioteste de repelência (Weston et al., 1990). Os resultados confirmaram a relação entre altos níveis de acilaçúcares e bons níveis de repelência ao ácaro. Os genótipos apresentaram diferenças significativas quanto aos tipos de tricomas. Entretanto, a avaliação de genótipos da população segregante mostrou que o teor de acilaçúcares não apresenta correlação com densidades de tricomas glandulares e ou não-glandulares. Seleção para altos teores de acilaçúcares, mas não para densidades de tricomas, poderá levar a níveis mais altos da resistência a artrópodos-praga derivada de *L. pennellii* em tomateiro.

Termos para indexação: *Lycopersicon pennellii*, *Tetranychus evansi*, acilaçúcar, tricomas glandulares, ácaros, resistência.



**Acylsugars and their relationship with foliar trichomes and repellence to spider mites *Tetranychus evansi* in tomato genotypes derived from the cross *Lycopersicon esculentum* x *L. pennellii***

Abstract - Resistance to arthropod pests in tomato breeding programmes can be attained by selection towards higher foliar levels of acylsugar allelochemicals. This work was designed to identify and quantify foliar trichome types and densities in tomato genotypes with contrasting acylsugar contents, and to study the relationship between acylsugar levels, glandular trichome densities, and repellence to the red spider mite *Tetranychus evansi*. Acylsugar contents were quantified, according to a methodology described by Resende et al. (2002a), in selected tomato genotypes from the F<sub>2</sub> generation of the third backcross of the *L. esculentum* line TOM-584 after the original cross with the wild accession *L. pennellii* 'LA-716'. Foliar trichome densities were determined in paradermic preparations (Aragão, 1988), and mite resistance was evaluated with a quick biotest assay (thumbtack assay by Weston et al., 1990). The results confirmed the association between high acylsugar contents and high levels of mite repellence. The genotypes tested showed significant differences in trichome types and densities, but acylsugar levels were not correlated with either glandular or non-glandular trichome densities. Selection for high acylsugar contents, but not for trichome density, could lead to higher levels of *L. pennellii*-derived arthropod pest resistance in tomatoes.

Index Terms: *Lycopersicon pennellii*, *Tetranychus evansi*; acylsugar; glandular trichome; mites; resistance

## 1 INTRODUÇÃO

O tomate ocupa uma posição de destaque entre as hortaliças consumidas e cultivadas, apresentando grande versatilidade de formas de consumo e também uma considerável diversificação nas formas de manejo. Observam-se, entretanto, dificuldades em seu cultivo pela incidência de elevado número de pragas e doenças, cujo controle reflete diretamente no custo total de produção. Este fato, aliado à participação expressiva na dieta humana, tem motivado diversas pesquisas que buscam o desenvolvimento de técnicas que possibilitem sua produção com maior eficiência.

Entre as principais pragas da cultura no Brasil, destacam-se a traça-do-tomateiro (*Tuta absoluta*) e a mosca-branca (*Bemisia* spp.), consideradas pragas-chave. Os ácaros do gênero *Tetranychus* são pragas de importância secundária, contudo, em condições de altas infestações, podem provocar danos diretos. O controle químico é o principal método de manejo empregado para estas pragas. A utilização de defensivos como única ou principal forma de manejo pode acarretar danos ao meio ambiente e à saúde do trabalhador rural e do consumidor.

Desse modo, a busca por métodos alternativos de controle poderá minimizar os riscos de aplicação de uma forma exclusiva de manejo, além de permitir redução no custo de produção e conseqüente eficiência econômica para o produtor. Nesse aspecto, a utilização de variedades resistentes constitui um método ideal no manejo integrado de pragas, pois reduziria a população a níveis inferiores ao de dano econômico, sem ocasionar ônus adicional ao produtor e, principalmente, nenhum distúrbio ao meio ambiente.

Alguns trabalhos têm demonstrado a possibilidade de seleção de plantas com bons níveis de resistência a artrópodos-praga a partir do cruzamento com

espécies selvagens. Estas espécies são consideradas fontes de resistência pela presença de aleloquímicos que interferem no comportamento da praga e, pelo menos em alguns casos, podem estar associados à presença de tricomas glandulares presentes nas estruturas da planta. A seleção para alto teor destes aleloquímicos tem levado a respostas correlatas no aumento da resistência a pragas. Dentre as espécies utilizadas encontra-se o *Lycopersicon hirsutum* var. *hirsutum*, que possui o sesquiterpeno zingibereno contido nas glândulas de tricomas glandulares tipo IV e tipo VI (Carter et al. 1989a; Freitas et al., 2002; Gianfagna, 1992; Gonçalves et al., 2006; Maluf et al., 2001). A variedade *L. hirsutum* var. *glabratum* é considerada resistente pela presença de 2-tridecanona e de 2-undecanona, aleloquímicos que são liberados pelos tricomas glandulares tipo VI (Aragão, 1998; Dimock & Kennedy, 1983; Williams et al., 1980).

A espécie selvagem *Lycopersicon pennellii* 'LA-716' tem sido utilizada em programas de melhoramento genético para a obtenção de resistência a artrópodos-praga, com bastante sucesso até o momento. Sua resistência deve-se à presença de alto teor de acilaçúcares, que são complexos formados, principalmente, de 2,3,4-tri-O-ésteres de glicose, com ácidos graxos de 4 a 12 átomos de carbono (Burke et al., 1987), os quais foram identificados por Gentile et al. (1968) e tiveram sua presença comprovada por Resende et al. (2002a), pela análise no espectro de infravermelho. Este fitoquímico pode atuar impedindo a ovoposição, a alimentação ou, ainda, exercendo efeitos deletérios no desenvolvimento de determinadas fases de um artrópodo-praga (Goffreda et al., 1989; Resende et al., 2002a, Resende, 2003; Resende et al., 2006; Shapiro et al., 1994).

Alguns trabalhos indicam que os acilaçúcares constituem os exsudados dos tricomas glandulares do tipo IV em *L. pennellii* (Barbara et al., 1995; Fobes et al., 1985; Pamplona, 2001). Shapiro et al. (1994) relatam que quantidade nula de acilaçúcares em plantas de *Lycopersicon pennellii* var. *puberulum* é devida à

ausência de tricomas glandulares tipo IV. Pamplona (2001) avaliou o número de tricomas glandulares tipo IV em dois clones selecionados para alto teor de acilaçúcar e em um clone selecionado para baixo teor, ambos provenientes da população F<sub>2</sub> (*L. esculentum* x *L. pennellii*). Os resultados encontrados por esta autora mostraram que apenas um dos clones de alto teor apresentou número de tricomas similar ao acesso 'LA-716' (maior densidade). Em ensaio com infestação com a mosca-branca, o número de insetos retidos nos genótipos não foi unicamente função do teor de acilaçúcares, mas também da própria densidade de tricomas, que funciona como fator morfológico de resistência, servindo de armadilha para o inseto. Observa-se, portanto, que existem controvérsias nos estudos que indicam correlação entre teor de acilaçúcares e densidade de tricomas glandulares e, principalmente, que não existem trabalhos com dados a partir de plantas que apresentem alto teor de acilaçúcares e que tenham constituição genotípica exclusivamente de *L. esculentum*.

Os tomates comerciais apresentam níveis nulos ou insignificantes de acilaçúcares, enquanto plantas F<sub>1</sub> do cruzamento de *Lycopersicon esculentum* x *Lycopersicon pennellii* acumulam níveis moderados (Resende et al., 2002a). Genótipos F<sub>2</sub> selecionados para teores extremos de acilaçúcares, a partir do cruzamento interespecífico *Lycopersicon esculentum* x *Lycopersicon pennellii*, submetidos à infestação com mosca-branca, manifestaram resposta compatível com o teor de acilaçúcares: genótipos com alto teor de acilaçúcares manifestaram altos níveis de resistência, com menor índice de ovoposição e 100% de mortalidade dos adultos, que ficaram presos nos tricomas (Pamplona, 2001).

Resende (2003) trabalhou com plantas selecionadas para alto e baixo teores de acilaçúcares na população F<sub>2</sub> do cruzamento *L. esculentum* 'TOM-584' x *L. pennellii* 'LA-716' e na população F<sub>2</sub> do primeiro retrocruzamento para *L. esculentum*. Estas plantas foram submetidas a ensaios de repelência ao ácaro

*Tetranychus evansi* e de resistência à mosca-branca e à traça-do-tomateiro, juntamente com os genitores. Os resultados obtidos demonstraram o efeito do acilaçúcar na repelência ao ácaro *Tetranychus evansi*. Quanto aos ensaios com mosca-branca, verificou-se um menor número de ninfas para todos os genótipos com elevado teor de acilaçúcares, evidenciando o efeito do tipo antibiose sobre o desenvolvimento deste inseto-praga. Alto teor de acilaçúcares também foi associado à resistência dos materiais à traça-do-tomateiro, em ensaios realizados tanto em casa de vegetação quanto no campo.

O objetivo do presente trabalho foi identificar e quantificar os tricomas foliares presentes em genótipos de *Lycopersicon esculentum* selecionados para teores extremos de acilaçúcares e verificar a relação entre teor do aleloquímico, densidade de tricomas glandulares e nível de repelência ao ácaro-vermelho *Tetranychus evansi*.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido em três etapas distintas, envolvendo a seleção de plantas com base nos teores extremos de acilacúcares em uma população segregante, a quantificação de tricomas foliares nestes genótipos e a avaliação de sua repelência a ácaros. A população segregante, denominada BPX-370G, utilizada neste trabalho, corresponde à geração F<sub>2</sub> obtida do terceiro retrocruzamento (RC<sub>3</sub>) para *L. esculentum* a partir do acesso selvagem *L. pennellii* 'LA-716'.

Para a quantificação do teor de acilacúcares foi instalado um experimento na empresa HortAgro Sementes Ltda., localizada no município de Ijaci, MG. Utilizou-se o delineamento em blocos casualizados com 400 plantas da população BPX-370G, 50 plantas de *L. pennellii* 'LA-716' (testemunha para alto teor de acilacúcar) e 50 plantas de *L. esculentum* 'TOM-584' (testemunha para baixo teor), distribuídos em 5 blocos com 100 plantas cada um. Os genótipos foram semeados em bandejas de poliestireno expandido com substrato comercial Plantimax<sup>®</sup> e casca de arroz carbonizada, na proporção 1:1, sendo transplantados, posteriormente, para vasos de 500 mL, contendo o mesmo substrato e, posteriormente, mantidos sob casa de vegetação.

Após um período de 20 a 30 dias após o transplântio para os vasos, realizou-se a análise colorimétrica do teor de acilacúcares, o que foi feito no Departamento de Química da Universidade Federal de Lavras, seguindo a metodologia proposta por Resende et al. (2002a).

Com base nos valores de absorvância, selecionaram-se plantas com teores extremos de acilacúcares, as quais foram clonadas via estaquia de brotos axilares para a obtenção de clones a serem submetidos à identificação e à quantificação de tricomas foliares e ao teste de repelência ao ácaro-vermelho.

Foram selecionados clones de plantas com alto teor de acilaçúcares, todos com teor comparável ou superiores aos da planta LA-716 com menor teor. Igualmente, foram selecionados clones com baixo teor de acilaçúcares, todos com teor comparável ou inferior ao da planta *L. esculentum* 'TOM-584' com mais alto teor. Os clones selecionados foram avaliados juntamente com *L. esculentum* 'TOM-584' e *L. pennellii* 'LA-716', testemunhas, respectivamente, com baixo e alto teor de acilaçúcares.

Para a identificação e a quantificação de tricomas foliares, o experimento consistiu de três plantas de cada um dos clones selecionados e três plantas de cada uma das testemunhas ('TOM-584' e 'LA-716'), que foram mantidas sob casa de vegetação, na empresa HortiAgro Sementes Ltda., distribuídas em delineamento inteiramente ao acaso. Após 50 dias do transplântio para os vasos, foram retirados folíolos jovens e expandidos do terço médio de cada planta. Para a avaliação do número de tricomas (número médio por cm<sup>2</sup>) realizaram-se cortes paradérmicos na epiderme das faces abaxial e adaxial dos folíolos. Foram realizados cinco cortes paradérmicos na face abaxial e cinco cortes na face adaxial, para cada um dos genótipos, montando-se lâminas semipermanentes, que foram submetidas à contagem de tricomas com o auxílio de câmara clara, em microscópio Olympus CBB, segundo técnica adaptada de Labourian et al. (1961). A classificação dos tricomas foi feita com base na presença ou na ausência de glândula na extremidade apical do tricoma e também no comprimento do tricoma e no tipo de glândula (Luckwill, 1943), segundo as características evidenciadas por Aragão (1998).

Na terceira etapa deste trabalho, foi montado um ensaio para a avaliação da relação entre teor de acilaçúcar e a repelência ao ácaro-vermelho *Tetranychus evansi*, utilizando-se os mesmo genótipos citados anteriormente. Coletaram-se ácaros em plantas de tomateiro e os mesmos foram transferidos para plantas da cultivar Santa Clara, mantidas em casa de vegetação. Dessa forma, montou-se

uma criação do ácaro para posterior utilização no ensaio de repelência. A resistência ao ácaro foi quantificada segundo teste de repelência proposto por Weston & Snyder (1990), medindo-se as distâncias percorridas pelos ácaros sobre os folíolos dos genótipos, nos tempos de 20, 40 e 60 minutos, contados a partir da colocação de 10 ácaros fêmea em uma tachinha fixada no centro de cada folíolo.

Os dados de tricomas foram analisados de maneira individualizada, nas superfícies abaxial e adaxial dos folíolos, para tricomas glandulares tipos I, IV, VI e VII; total de tricomas glandulares (I+IV+VI+VII) e total de tricomas não-glandulares. Foram calculados os contrastes de interesse entre os genótipos avaliados para número de tricomas nas faces abaxial e adaxial e para a distância percorrida pelo ácaro.



### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise química do teor de acilacúcares por meio do método espectrofotométrico foi eficiente para detectar diferenças entre os genótipos avaliados. A diferença foi bastante pronunciada entre os dois genitores (*L. esculentum* 'TOM-584' e *L. pennellii* 'LA-716') e, na população de retrocruzamento, F<sub>2</sub>RC<sub>3</sub>, foi possível selecionar plantas com níveis extremos deste aleloquímico: selecionou-se um total de 59 plantas, das quais 31 com alto teor de acilacúcar e 28 com baixo teor. Estas plantas foram devidamente identificadas e clonadas para serem utilizadas nos ensaios seguintes.

A maioria das plantas de *L. esculentum* 'TOM-584' apresentou valores de absorvância inferiores a 0,43, os quais estiveram entre 0,2285 e 0,4758. Para *L. pennellii* 'LA-716', os valores variaram de 0,3188 a 1,2447 e a maioria das plantas apresentou valores maiores que 0,43. Segundo Resende et al. (2002a), os valores de absorvância obtidos pela análise colorimétrica são diretamente proporcionais ao teor de acilacúcares presentes nos materiais avaliados e, dessa forma, os resultados deste trabalho confirmam a diferença na concentração entre os dois genitores. Algumas plantas da espécie selvagem *L. pennellii* apresentaram baixos valores ( $\leq 0,43$ ), o que pode ser explicado por erros na amostragem e ou de execução da metodologia. Na população BPX-370G, foram observados valores de absorvâncias que variaram de 0,2454 a 1,0608, apresentando, assim, genótipos com valores tão altos quanto os encontrados no acesso LA-716 e tão baixos quanto os encontrados em TOM-584.

No ensaio para a quantificação de tricomas, a análise de variância mostrou diferenças significativas entre os genótipos avaliados para os tricomas glandulares tipo IV e total de tricomas glandulares na face abaxial dos folíolos, enquanto que, na face adaxial, houve significância para todos os tipos de

tricomas glandulares analisados (tipo I, IV, VI e VII) e para o número total de tricomas glandulares. Para o número de tricomas não-glandulares, observaram-se diferenças significativas entre os genótipos avaliados em ambas as faces.

Para a determinação da associação entre tricomas glandulares e teor de acilacúcares foram realizados contrastes (Tabelas 1 e 2) entre os genótipos, dividindo-se os clones avaliados em dois grupos, com base no teor do aleloquímico: clones com baixo teor e clones com alto teor. As estimativas de contrastes que comparam a média de tricomas em ‘LA-716’ e ‘TOM-584’ demonstraram que a densidade média de tricomas glandulares totais foi significativamente maior no acesso selvagem ‘LA-716’, em ambas as faces avaliadas. O ‘LA-716’ também apresentou maiores densidades do que em ‘TOM-584’ para os tricomas glandulares tipos I e IV, tanto na face abaxial quanto na adaxial (Tabelas 1 e 2). Para tricomas não-glandulares, as estimativas obtidas mostraram maior número no acesso comercial ‘TOM-584’, nas duas faces avaliadas. Estes resultados confirmam dados disponíveis na literatura, os quais demonstram que a espécie selvagem *L. pennellii* apresenta maior número de tricomas glandulares em relação às cultivares comerciais, as quais, por sua vez, possuem maior número de tricomas não-glandulares.

O acesso ‘LA-716’ apresentou maior número de tricomas glandulares dos tipos I e IV, em ambas as faces, quando comparado tanto com o grupo de clones de baixo teor quanto com o de alto teor de acilacúcares. Os contrastes realizados para ‘TOM-584’, com os dois grupos de clones, não detectaram diferenças significativas para nenhum tipo de tricoma glandular, exceto para o tricoma tipo VI na face abaxial, que apresentou um menor número em ‘TOM-584’, comparado com o grupo de clones selecionados para baixo teor de acilacúcares. O contraste entre clones altos e clones baixos também não detectou diferença significativa para nenhum dos tipos de tricomas avaliados na face abaxial; já na face adaxial, houve diferença significativa para os tipos VI e VII,

com maior média nos clones de baixo teor. Os resultados indicam não haver relação entre o teor de acilacúcares medidos nos clones da população segregante e as suas densidades de tricomas glandulares. Nos únicos contrastes significativos entre clones de alto vs clones de baixo teor de acilacúcar (tricomas glandulares tipo VI e VII na face adaxial), a densidade é mais baixa nos clones com alto teor – o contrário do que seria esperado se houvesse associação entre tricomas glandulares e teor de acilacúcar. As diferenças entre genótipos quanto ao número de tricomas não glandulares (Tabelas 1 e 2) parecem também não ter relação alguma com o teor de acilacúcares. Mesmo no contraste “clones altos vs clones baixos”, na face abaxial, em que a diferença foi significativa (Tabela 1), a diferença de densidades é pequena (cerca de 20% do valor da diferença encontrada entre LA-716 e TOM-584) e no sentido contrário do que seria esperado se alta densidade de tricomas estivesse relacionada a alto teor de acilacúcares.

Pode-se, assim, inferir que não existe relação entre a presença de qualquer tipo de tricoma com a produção de acilacúcar. Este resultado discorda de Fobes et al. (1985) e Goffreda et al. (1989), que determinaram que este aleloquímico constitui o exsudato de tricomas foliares tipo IV, presentes no *L. pennellii* ‘LA-716’. Além, destes, Shapiro et al. (1994) relataram que, em plantas do acesso *L. pennellii* var. *puberulum*, as quantidades de acilacúcares foram nulas, o que foi explicado pela ausência de tricomas glandulares tipo IV.

Cabe ressaltar, no entanto, que estes autores apenas estudaram densidades de tricomas presentes nos acessos de *L. pennellii per se*, não analisando a segregação destes tipos de tricomas em populações derivadas do cruzamento interespecífico com *L. esculentum*, como foi feito no presente trabalho. Por outro lado, Pamplona (2001) avaliou o número de tricomas glandulares tipo IV em dois clones selecionados para alto teor de acilacúcar e em um clone selecionado para baixo teor, ambos provenientes da população F<sub>2</sub>

(*L. esculentum* x *L. pennellii*). Os resultados encontrados por esta autora mostraram que apenas um dos clones de alto teor apresentou número de tricomas similar ao acesso 'LA-716', o qual apresentou a maior densidade. Além disso, em ensaio com infestação com a mosca-branca, verificou-se que o número de insetos retidos nos genótipos não foi unicamente função do teor de acilacúcares, mas também da densidade de tricomas. Infere-se, do trabalho de Pamplona (2001), que não há, de fato, associação direta entre o teor de acilacúcar e a densidade de tricoma, fato que agora se confirma.

Até o momento, a identificação e a quantificação de tricomas foliares para estudos de correlação com o teor de acilacúcares ainda não haviam sido realizadas com a utilização de um grande número de plantas provenientes de gerações avançadas de retrocruzamentos, a partir do cruzamento interespecífico das espécies em questão, como foi o caso do presente trabalho. Se é verdade que *L. pennellii* 'LA-716' supera *L. esculentum* 'TOM-584', tanto no teor de acilacúcares quanto na densidade de tricomas glandulares, também é verdade que estas duas características não parecem estar correlacionadas em populações segregantes derivadas do cruzamento interespecífico.

Outro aspecto a ser considerado é que se observa, nas plantas de *L. pennellii* 'LA-716', um aspecto pegajoso nas folhas, o que, até então, era atribuído à presença de acilacúcares juntamente com outros fitoquímicos (Gentile et al., 1969). Contudo, em todos os clones em que foi detectado alto teor de acilacúcar na população utilizada no presente trabalho, não foi observado este aspecto pegajoso nas folhas, o que exclui a possibilidade de que o acilacúcar seja o fitoquímico responsável por esta característica; ao contrário, é possível que os acilacúcares não estejam associados às glândulas presentes nos tricomas, mas sim que estejam presentes em alguma estrutura interna da folha, como o mesófilo foliar ou, mesmo, nas células da epiderme.

Por outro lado, em trabalhos para a obtenção de resistência a pragas, mediada por outros aleloquímicos, a associação com tricomas glandulares é bem documentada. Em *L. hirsutum* var. *glabratum*, os aleloquímicos 2-tridecanona e 2-undecanona são liberados pelo tricoma tipo VI (Aragão, 1998; Dimock & Kennedy, 1983; Williams et al., 1980). O zingibereno presente em *L. hirsutum* var. *hirsutum* pode ser liberado pelos tricomas tipo VI (Carter et al., 1989 e Gonçalves et al., 2006) e tipo IV (Freitas, 2002 e Maluf et al., 2001)

Embora os resultados obtidos demonstrem que os acilaçúcares não estão diretamente associados com os tricomas glandulares, não se exclui, no entanto, um possível papel destes tricomas na resistência dos materiais a artrópodos-praga, como barreira física.

A avaliação de clones selecionados da população BPX-370G e das testemunhas em ensaio biológico com o ácaro-vermelho apresentou diferenças significativas entre os genótipos, para todos os tempos de avaliação. Foram realizadas estimativas de contrastes entre os genótipos avaliados, tendo os clones da população BPX-370G sido divididos em dois grupos (alto e baixo teor), como citado no experimento anterior. A distância média percorrida pelos ácaros foi significativamente inferior no acesso selvagem 'LA-716', quando comparado com o acesso comercial 'TOM-584', em todos os tempos de avaliação, conforme acusam as estimativas dos contrastes que comparam esses tratamentos (Tabela 3), confirmando a ocorrência de repelência ao ácaro na espécie selvagem.

No grupo de clones com alto teor de acilaçúcar, não houve diferença na média da distância percorrida pelo ácaro em relação ao acesso 'LA-716'. Da mesma forma, não foram detectadas diferenças significativas no caminhar do ácaro no contraste que compara o grupo de clones de baixo teor de acilaçúcar com 'TOM-584'. A distância média percorrida pelos ácaros foi significativamente superior nos clones de baixo teor, comparados aos clones de

alto teor de acilaçúcar, confirmando, mais uma vez, a eficiência do acilaçúcar em promover a repelência ao ácaro *Tetranychus evansi*.

A avaliação da resistência ao ácaro-vermelho demonstrou que o comportamento das plantas da população BPX-370G, selecionadas para alto teor de acilaçúcar, foi semelhante ao acesso selvagem 'LA-716' em promover repelência ao ácaro. Por outro lado, a repelência não foi observada na linhagem comercial 'TOM-584', bem como nos clones selecionados para baixo teor. Confirma-se, desse modo, que o acilaçúcar presente nos genótipos avaliados é responsável pela repelência aos ácaros, confirmando resultados obtidos por Resende et al. (2002b) e Resende (2003).

A seleção direta de clones com alto teor de acilaçúcar foi, portanto, eficiente para a seleção de maiores níveis de repelência aos ácaros, podendo ser utilizado em programas de melhoramento genético que explorem esta característica. Dessa forma, facilita a obtenção de plantas resistentes, uma vez que a avaliação direta com a praga em populações segregantes com um grande número de indivíduos é uma prática difícil ou quase impossível de ser aplicada.

O presente trabalho demonstra que os acilaçúcares são responsáveis pela resistência de tomateiros oriundos do cruzamento com o acesso selvagem *L. pennellii* a determinados artrópodos-praga. Sua presença nestes genótipos não está associada à presença de tricomas foliares, embora existam diferenças nos tipos e números de tricomas contidos nos diferentes genótipos. Além disso, observa-se que o teor deste aleloquímico se mantém ao longo dos avanços das gerações, pois a avaliação foi realizada em uma população do terceiro retrocruzamento para *L. esculentum* e, ainda assim, foi possível selecionar plantas com alto teor e com bons níveis de resistência ao ácaro-vermelho.

#### 4 CONCLUSÕES

O teor de acilaçúcar em folíolos de tomateiro não está correlacionado com a presença de tricomas glandulares e, possivelmente, sua presença ocorre em alguma estrutura interna da folha, como o mesófilo foliar.

A presença de acilaçúcares nos folíolos é eficiente em promover repelência ao ácaro-vermelho *Tetranychus evansi*, e a seleção de plantas com base no alto teor de acilaçúcares permite a seleção de plantas resistentes a este artrópodo-praga.

## **5 AGRADECIMENTOS**

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), à Universidade Federal de Lavras (UFLA) e à empresa HortiAgro Sementes Ltda.



## 6 REFERÊNCIAS

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.

BARBARA, E. L.; LAWSON, D. W.; WHITE, K. K.; SHAPIRO, J. A.; 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* (Homóptera: Aleyrodidae). **Journal of Economic Entomology**, Maryland, v. 88, n. 3, p. 742-748, June 1995.

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

CARTER, C. D.; GIANFAGNA, T. J.; SACALIS, J. N. Sesquiterpenes in glandular trichomes of a wild tomato species and toxicity to the Colorado Potato Beetle. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 37, n. 5, p. 1425-1428, Sept./Oct. 1989.

DIMOCK, M. B.; KENNEDY, G. G. The role of glandular trichomes in the resistance of *Lycopersicon hirsutum* f. *glabratum* to *Heliothis zea*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v. 33, n. 3, p. 263-268, 1983.

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

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

GENTILE, A. G.; WEBB, R. E.; STONER, A. K. *Lycopersicon* and *Solanum* spp. resistant to the carmine and two-spotted spider mite. **Journal of Economic Entomology**, College Park, v. 62, n. 4, p. 834-836, Aug 1969.

GENTILE, A. G.; WEBB, R. E.; STONER, A. K. Resistance in *Lycopersicon* and *Solanum* species to the potato aphid. **Journal of Economic Entomology**, College Park, v. 61, n. 5, p. 1152-1154, Aug. 1968.

GIANFAGNA, T. J.; CARTER, C. D.; SACALIS, J. N. Temperature and photoperiod influence trichome density and sesquiterpene content of *lycopersicon hirsutum* f. *hirsutum*. **Plant Physiology**, Lancaster, v. 100, n. 3, p. 1403-1405, Oct. 1992.

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, L. D.; MALUF, W. R.; CARDOSO, M. G.; RESENDE, J. T. V.; CASTRO, E. M.; SANTOS, N. M.; NASCIMENTO, I. R.; FARIA, M. F. 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.

LABOURIAN, L. G.; OLIVEIRA, J. G.; SALGADO-LABOURIAN, M. L. Transpiração de *Schizolobium parahyba* (VELL.) Toledo. I. Comportamento na estação chuvosa, nas condições de Caeté, Minas Gerais, Brasil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 33, n. 2, p. 237-257, mar. 1961.

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

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.

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

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.; 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. R.; 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.

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.

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-Tricdecanone – a naturally occurring insecticide from the wild tomato *Lycopersicon hirsutum* f. *glabratum*. **Science**, Washington, v. 207, n. 4433, p. 888-889, Feb. 1980.

**TABELA 1** Estimativas dos contrastes de interesse entre genótipos para número médio tricomas glandulares e não glandulares na face abaxial. UFLA: Lavras, MG, 2006.

Contrastes de interesse	Tricomas glandulares					Total <sup>VI</sup>	Tricomas não-glandulares
	I	IV	VI	VII			
LA-716 vs TOM-584	8,88**	43,41**	0,00 <sup>NS</sup>	0,00 <sup>NS</sup>	52,29**	- 65,12**	
LA-716 vs clones altos	8,85**	43,28**	- 0,29 <sup>NS</sup>	- 0,32 <sup>NS</sup>	51,53**	- 172,12**	
LA-716 vs clones baixos	8,88**	43,31**	- 0,53 <sup>NS</sup>	- 0,35 <sup>NS</sup>	51,31**	- 185,32**	
TOM-584 vs clones baixos	- 0,00 <sup>NS</sup>	- 0,11 <sup>NS</sup>	- 0,53 <sup>NS</sup>	- 0,35 <sup>NS</sup>	- 0,99 <sup>NS</sup>	- 120,20**	
TOM-584 vs clones altos	- 0,03 <sup>NS</sup>	- 0,13 <sup>NS</sup>	- 0,29 <sup>NS</sup>	- 0,32 <sup>NS</sup>	- 0,76 <sup>NS</sup>	- 107,01**	
Clones altos vs clones baixos	0,03 <sup>NS</sup>	0,02 <sup>NS</sup>	- 0,24 <sup>NS</sup>	- 0,03 <sup>NS</sup>	- 0,22 <sup>NS</sup>	- 13,19**	

\*\* significativo, a 1%, pelo teste de F.

**TABELA 2** Estimativas dos contrastes de interesse entre genótipos para número médio de tricomas glandulares e não glandulares na face adaxial. UFLA: Lavras, MG, 2006.

Contrastes de interesse	Tricomas glandulares					Total <sup>VI</sup>	Tricomas não-glandulares
	I	IV	VI	VII			
LA-716 vs TOM-584	12,83**	57,23**	0,00 <sup>NS</sup>	- 4,93*	65,12**	- 30,59**	
LA-716 vs clones altos	12,79**	56,91**	- 1,27 <sup>NS</sup>	- 3,40*	65,02**	- 73,65**	
LA-716 vs clones baixos	12,83**	56,98**	- 3,17*	- 4,26**	62,37**	- 71,53**	
TOM-584 vs clones baixos	0,00 <sup>NS</sup>	- 0,25 <sup>NS</sup>	- 3,17*	0,67 <sup>NS</sup>	- 2,75 <sup>NS</sup>	- 40,95**	
TOM-584 vs clones altos	- 0,03 <sup>NS</sup>	- 0,32 <sup>NS</sup>	- 1,27 <sup>NS</sup>	1,53 <sup>NS</sup>	- 0,09 <sup>NS</sup>	- 43,06**	
Clones altos vs clones baixos	0,03 <sup>NS</sup>	0,07 <sup>NS</sup>	- 1,89**	- 0,86*	- 2,65**	2,12 <sup>NS</sup>	

\*, \*\* significativo, a 5% e 1%, pelo teste de F.

**TABELA 3** Contrastes de interesse entre genótipos para média da distância percorrida pelos ácaros aos 20, 40 e 60 minutos. UFLA: Lavras, MG, 2006.

Contrastes de interesse	Estimativas		
	20 minutos	40 minutos	60 minutos
LA-716 vs TOM-584	- 5,37**	- 5,8**	- 5,77**
LA-716 vs clones altos	- 1,09 <sup>NS</sup>	- 1,01 <sup>NS</sup>	- 0,99 <sup>NS</sup>
TOM-584 vs clones baixos	0,62 <sup>NS</sup>	0,42 <sup>NS</sup>	0,01 <sup>NS</sup>
Clones altos vs clones baixos	- 3,65**	- 4,36**	- 4,77**

\*\* significativo, a 1%, pelo teste de F.

<sup>NS</sup> Não significativo, pelo teste de F.