



ALEX ANTÔNIO DA SILVA

**RESISTÊNCIA DE GENÓTIPOS DE
TOMATEIRO COM TEORES FOLIARES
CONTRASTANTES DE ALELOQUÍMICOS À
Liriomyza trifolii (Burgess) (Diptera: Agromyzidae)
E A *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera:
Aphididae)**

LAVRAS – MG

2012

ALEX ANTÔNIO DA SILVA

**RESISTÊNCIA DE GENÓTIPOS DE TOMATEIRO COM TEORES
FOLIARES CONTRASTANTES DE ALELOQUÍMICOS À *Liriomyza*
trifolii (Burgess) (Diptera: Agromyzidae) E A *Myzus persicae* (Sulzer)
(Hemiptera: Aphididae)**

Dissertação apresentada à
Universidade Federal de Lavras, como
parte das exigências do Programa de
Pós- Graduação em Genética e
Melhoramento de Plantas, área de
concentração em Genética e
Melhoramento de Plantas, para
obtenção do título de mestre.

Orientador

Prof. Wilson Roberto Maluf, PhD

LAVRAS - MG

2012

**Ficha Catalográfica Elaborada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca da UFLA**

Silva, Alex Antônio da.

Resistência de genótipos de tomateiro com teores foliares contrastantes de aleloquímicos a *Liriomyza trifolii* (Burgess) (Diptera: Agromyzidae) e a *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae) / Alex Antônio da Silva. – Lavras : UFLA, 2012.

81 p. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2012.

Orientador: Wilson Roberto Maluf.

Bibliografia.

1. *Solanum lycopersicum*. 2. Insetos-praga. 3. Melhoramento genético. 4. Substâncias secundárias. 5. Insetos. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 631.523

ALEX ANTÔNIO DA SILVA

**RESISTÊNCIA DE GENÓTIPOS DE TOMATEIRO COM TEORES
FOLIARES CONTRASTANTES DE ALELOQUÍMICOS À *Liriomyza*
trifolii (Burgess) (Diptera: Agromyzidae) E A *Myzus persicae* (Sulzer)
(Hemiptera: Aphididae)**

Dissertação apresentada à
Universidade Federal de Lavras, como
parte das exigências do Programa de
Pós- Graduação em Genética e
Melhoramento de Plantas, área de
concentração em Genética e
Melhoramento de Plantas, para
obtenção do título de mestre.

APROVADA em 26 de Julho de 2012.

Dr. Ronelza Rodrigues da Costa Zaché

UFLA

Dr. Douglas Willian Nogueira

UFLA

Orientador

Prof. Wilson Roberto Maluf, PhD.

LAVRAS - MG

2012

A Deus por ter me dado vida, saúde, por estar comigo em todos os momentos,
por ter me ajudado nas dificuldades que enfrentei e guiar meu caminho.

AGRADEÇO

Aos meus pais Lênio e Eliane, as minhas irmãs Valéria e Valquíria e as
minhas sobrinhas Wanessa, Maria Isabel e Isabela, pelo apoio, compreensão e
amor incondicional.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras (UFLA) e ao Departamento de Biologia pela realização do mestrado.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (Fapemig), pela concessão da bolsa de estudos.

Ao professor Wilson Roberto Maluf, pela orientação, confiança e oportunidade de realização deste trabalho.

Aos professores dos Departamentos de Biologia e Agricultura, do Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento de Plantas, pelos ensinamentos transmitidos.

Ao professor Jair Campos Moraes por permitir a realização dos experimentos no Laboratório de Resistência de Plantas a Insetos do Departamento de Entomologia.

Ao professor Luís Cláudio Paterno Silveira, do Departamento de Entomologia, pela identificação taxonômica da espécie da mosca minadora *Liriomyza* sp.

Aos amigos do Departamento de Entomologia da UFLA, pelos momentos de aprendizado, alegria e amizade, em especial, a Roberta Alvarenga, pela fidelidade e disposição em ajudar nos experimentos.

A minha amiga Eva, por compartilhar as alegrias e as dificuldades de cada etapa.

Aos funcionários de Departamento de Entomologia, Dona Irene e Julinho, pelo auxílio durante a condução deste trabalho.

E a todos, que direta ou indiretamente contribuíram para a elaboração deste trabalho.

RESUMO

A resistência de plantas a insetos é considerada um método de controle de pragas ideal, tanto pelo seu uso *per se* como pela possibilidade de uso integrado com outras táticas de manejo, sem causar prejuízos ao ambiente. Objetivou-se, neste trabalho, avaliar a resistência de genótipos de tomateiro com altos teores foliares de aleloquímicos à *Liomyza trifolii* e a *Myzus persicae*. Para tanto, foram realizados testes de não preferência (antixenose) e antibiose, todos com oito tratamentos que foram os seguintes: linhagens TOM-687 e 688, ricas em acilaçúcares; ZGB-703 e ZGB-704, ricas em zingibereno; BPX-365G-899-07-04-02 e BPX-367E-238-02, ricas em 2-tridecanona; 2 híbridos comerciais, Débora Max e Bravo (com baixos teores dessas substâncias, usados como testemunhas). Os genótipos com altos teores de acilaçúcares apresentaram-se associados a maiores níveis de resistência à mosca minadora *L. trifolii*, tanto pelo mecanismo de antixenose como antibiose. Pelo menos, uma das linhagens ricas em 2-tridecanona (BPX-365G-899-07-04-02) mostrou algum nível de resistência pelo mecanismo de antibiose. Para o pulgão *M. persicae*, no teste de resistência por antibiose, observou-se aumento do período ninfal dos insetos mantidos sobre os genótipos com altos teores de acilaçúcares, e diminuição do período reprodutivo, da longevidade e da produção de ninfas para pulgões mantidos sobre os genótipos com altos teores de acilaçúcares ou 2-tridecanona. Já nos testes de não preferência tanto para pulgão alado como para pulgão áptero não ocorreram diferenças significativas entre os genótipos. Pelos resultados, os genótipos com altos teores de acilaçúcares ou 2-tridecanona possuem resistência a *M. persicae* pelo mecanismo de antibiose.

Palavras-chave: *Solanum lycopersicum*. Insecta. Melhoramento genético. Substâncias secundárias.

ABSTRACT

The plant resistance to insects is considered a method of pest control ideal, both for its use *per se* as the possibility to use integrated with other management tactics, without causing damage to the environment. The objective of this work was to evaluate the resistance of tomato genotypes with high foliar contents of allelochemicals at *Liomyza trifolii* and *Myzus persicae*. To this end, tests were performed non-preference (antixenosis) and antibiosis, all with eight treatments: lines TOM-687 and TOM-688, rich in acylsugar; ZGB-703 e ZGB-704, rich in zingiberene; BPX- 365G-899-07-04-02 and BPX-367E-238-02, rich in 2-tridecanone, 2 hybrids, Deborah Max and Bravo F1 (with low concentrations of these allelochemicals, used as check genotypes). Genotypes with high levels of acylsugar were associated with higher levels of resistance to leaf miner *L. trifolii*, both by the mechanism of antixenosis and antibiosis. At least one of the lines rich in 2-tridecanone (365G-BPX-899-07-04-02) showed some level of resistance for antibiosis mechanism. For the aphid *M. persicae* in the antibiosis test, there was an increase of the nymphal period of insects maintained on genotypes with high levels of acylsugar, and decreased reproductive period, longevity and production of nymphs for aphids maintained on genotypes with high levels of acylsugar or 2-tridecanone. Already in the tests of non-preference with apterous aphid and with winged aphid were not found significant differences between genotypes. From the results, the genotypes with high levels of acylsugar or 2-tridecanone have resistance to *M. persicae* by the antibiosis mechanism.

Keywords: *Solanum lycopersicum*. Insecta. Plant breeding. Secondary substances.

SUMÁRIO

PRIMEIRA PARTE	
1	INTRODUÇÃO GERAL..... 9
2	REFERENCIAL TEÓRICO..... 12
2.1	Origem, domesticação e importância econômica do tomateiro..... 12
2.2	Resistência de plantas a insetos..... 14
2.3	Os aleloquímicos..... 16
2.3.1	Acilácúcares..... 18
2.3.2	Zingibereno..... 22
2.3.3	2-Tridecanona..... 24
2.4	A mosca minadora <i>Liriomyza</i> spp..... 27
2.5	O pulgão <i>Myzus persicae</i>..... 30
3	REFERÊNCIAS..... 33
SEGUNDA PARTE – ARTIGOS	
	ARTIGO 1 Resistência de genótipos de tomateiro com altos teores de aleloquímicos nas folhas à <i>Liriomyza trifolii</i>..... 44
	ARTIGO 2 Antibiose e antixenose a <i>Myzus persicae</i> em genótipos de tomateiro com altos teores foliares de aleloquímicos..... 63

PRIMEIRA PARTE

1 INTRODUÇÃO GERAL

A tomaticultura no Brasil, no ano de 2010, foi responsável pela produção de 3,6 milhões de toneladas em, aproximadamente, 60 mil hectares colhidos, sendo a região sudeste responsável por 38,8 % dessa produção, destacando-se os estados de São Paulo e Minas Gerais (AGRIANUAL, 2011). Os frutos são considerados úteis por apresentarem elevados teores de potássio (280 mg/100g), de vitaminas A (750 UI/100g) e C (22/100g) e do pigmento licopeno (10 mg/100g), considerado antioxidante. Possuem também betacaroteno, vitamina E, compostos fenólicos *ligans* (precursores de fito-hormônios) e folatos (inibidores do acúmulo de homocisteína no sangue). A ingestão regular de tomate pode ajudar na prevenção do câncer de estômago, no pulmão e nas vias respiratórias (FONTES; SILVA, 2002). Além da importância econômica e nutricional, a tomaticultura exerce notável influência social através da geração de empregos diretamente no campo e nas diversas fases da cadeia produtiva (FONTES; SILVA, 2002; HORA et al., 2004).

Apesar do tomateiro ser cultivado durante todo o ano, nas épocas mais quentes e chuvosas a produtividade é menor e os preços são mais altos. A variação da produtividade e do preço está relacionada com a ocorrência de insetos-praga que causam grandes perdas e aumentam o custo de produção, devido ao maior gasto com agroquímicos (PICANÇO et al., 2004). Dentre o complexo de pragas que atacam a cultura inclui-se, além da mosca branca *Bemisia tabaci* biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae), da traça *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae), das brocas grande *Helicoverpa zea* (Lepidoptera: Noctuidae) e pequena *Neoleucinodes elegantalis* (Lepidoptera: Pyralidae), dos tripses *Frankliniella* spp. e *Thrips* spp., (Thysonoptera: Thripidae), também a

mosca minadora *Liriomyza* sp. (Diptera: Agromyzidae), e o pulgão *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae).

As moscas minadoras *Liriomyza* spp. são pragas do tomateiro de ocorrência em todo o mundo. Causam redução significativa de produtividade e atraso de maturação dos frutos por muitos dias, caso sua população não seja controlada em mudas jovens (ERB et al., 1993). As fêmeas adultas perfuram as folhas com seu ovipositor esclerotizado, inserem ovos no mesófilo foliar (HAWTHORNE et al., 1992) e suas larvas fazem minas serpenteadas entre as camadas epidérmicas, causando redução na fotossíntese, dessecação e perda prematura de folhas (MINKENBERG; VAN LENTEREN, 1986). Por sua vez, o pulgão *Myzus persicae* é um inseto-praga polífago, importante transmissor de vírus que ataca a cultura do tomateiro, como o *Potato virus Y* (PVY), o *Cucumber mosaico virus* (CMV), o *Tobacco etch virus* (TEV) e o Luteovírus (ANTTONELLI et al., 1992).

O uso de inseticidas ainda é o principal método de controle utilizado pelos tomaticultores para proteger a cultura dos danos causados pelo ataque de insetos-praga. No entanto, o uso indevido, praticado na maioria das vezes, tem causado problemas de natureza econômica e ecológica. Têm-se verificado falhas no controle químico provenientes da seleção de insetos resistentes (MASON et al., 1989), redução da população de inimigos naturais (devido aos uso de inseticidas não seletivos, resíduos químicos nos frutos, intoxicação de trabalhadores, entre outros (LATORRE et al., 1990).

Fontes de resistência a pragas têm sido identificadas em espécies selvagens do tomateiro, e esta resistência tem sido atribuída à presença de aleloquímicos que, em muitos casos, são associados a tricomas foliares. Entre as espécies selvagens que possuem aleloquímicos que conferem resistência estão: *Solanum pennellii* que produz acilaçúcares (GOFFREDA et al., 1989; RESENDE

et al., 2002; RESENDE et al., 2003; RESENDE et al., 2006), *S. habrochaites* var. *hirsutum* que produz substâncias químicas do grupo dos sesquiterpenos, como o zingibereno (CARTER et al., 1988; GIANFAGNA, 1992; FREITAS et al., 2000; MALUF et al., 2001), e também a espécie *S. habrochaites* var. *glabratum* que produz a metilcetona 2-tridecanona (ARAGÃO et al., 2000; GONÇALVES et al., 1998; JUVIK et al., 1988).

O desenvolvimento de cultivares resistentes tem sido cada vez mais pesquisado como uma alternativa segura e econômica para garantir a sanidade, reduzir os custos de produção e diminuir o uso de defensivos agrícolas. Linhagens melhoradas de tomateiro ricas em acilaçúcares, zingibereno ou 2-tridecanona foram desenvolvidas, e consideradas resistentes a pragas como a mosca-branca (MALUF et al., 2010; PAMPLONA, 2001; RESENDE, 2009), à traça (AZEVEDO et al., 2003; BARBOSA, 1994; GONÇALVES NETO et al., 2010; PEREIRA et al., 2008), e a ácaros do gênero *Tetranychus* sp. (GONÇALVES et al., 2006; MALUF et al., 2007; RESENDE, 2003). Contudo, seu nível de resistência à mosca minadora e aos pulgões não foi ainda testado.

Objetivou-se, no presente trabalho, avaliar o nível de resistência de genótipos de tomateiro com altos teores foliares dos aleloquímicos (acilaçúcares, zingibereno ou 2-tridecanona) à mosca minadora *Liriomyza trifolii* e ao afídeo *Myzus persicae*.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Origem, domesticação e importância econômica do tomateiro

Recentemente, a espécie *Lycopersicon esculentum* Mill. foi reclassificada e reagrupada no gênero *Solanum*, sob a denominação *Solanum lycopersicum* L. (PERALTA et al., 2006). É originária da parte ocidental da América do Sul e seu centro de origem primário está localizado no 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).

O tomateiro pertence à ordem Tubiflorae, família Solanaceae e ao gênero *Solanum*. A primeira denominação científica foi dada em 1694 por Tounefort, que o classificou genericamente de *Lycopersicon* que significa “pêssego de lobo” na língua grega. Por sua vez, Linnaeus em 1753, usando o sistema binomial, reclassificou o tomate como sendo do gênero *Solanum* (PERALTA, et al., 2006). Na sequência, diversos estudos apresentaram alta correlação genética entre *Lycopersicon esculentum* e espécies do gênero *Solanum* e o tomateiro foi reclassificado como *Solanum lycopersicum*. Atualmente, com base em evidências obtidas a partir de estudos filogenéticos, utilizando sequência de DNA (SPOONER et al., 2005) e estudos mais aprofundados de morfologia e de distribuição das plantas, há ampla aceitação entre taxonomistas, melhoristas e geneticistas da nomenclatura *S. lycopersicum* (PERALTA; SPOONER, 2001; SPOONER et al., 2003; PERALTA et al., 2006), conforme consta no Code of Nomenclature for Cultivated Plants (BRICKELL et al., 2004).

Todos os estudos afirmam que as espécies selvagens de tomate são nativas da região andina que abrange parte do Chile, Colômbia, Equador,

Bolívia e Peru. As espécies selvagens de tomateiro próximas do gênero *Solanum* já identificadas são as seguintes: *S. chilense*, *S. chmielewskii*, *S. galapagense*, *S. neirickii*, *S. pennellii*, *S. habrochaites*, *S. peruvianum* e *S. pimpinellifolium*. Embora as formas ancestrais de tomate sejam originárias dessa área, sua ampla domesticação se deu no México, chamado de centro de origem secundário. O ancestral selvagem do tomate cultivado é *S. lycopersicum* var. *cerasiforme* (tomate cereja), que é encontrado em toda América tropical e subtropical. Todas as espécies têm amplitudes de distribuição bem definidas, exceto *S. lycopersicum* var. *cerasiforme*, o único tomate selvagem encontrado fora da área de distribuição do gênero no centro de origem (PERALTA; SPOONER, 2001).

O tomate foi introduzido na Europa pelos espanhóis no início do século XVI. Sua aceitação como uma planta cultivada e a sua adoção como alimento foi relativamente lenta, ficando seu uso restrito à região de origem por quase dois séculos (HARVEY et al., 2002). Existem evidências de que os italianos foram os primeiros a cultivar o tomate, por volta de 1550, inicialmente pela curiosidade e valor ornamental de seus frutos (FILGUEIRA, 2000). Em meados do século XVI, já aceito para consumo, passou a ser cultivado e consumido no sul da Europa, e só tornou-se popular no norte da Europa e Ocidente no final do século XVIII (HARVEY et al., 2002).

No século XVII, os europeus introduziram o tomate na China e países do sul e sudeste asiático e, no século XVIII, no Japão e nos EUA. De acordo com Harvey et al. (2002), a produção e o consumo de tomate rapidamente disseminou para os Estados Unidos, no século XIX, e, até ao final desse século, seus produtos derivados na forma de sopas, molhos, bebidas e catchup já eram consumidos regularmente.

No Brasil, seu hábito de consumo também foi introduzido por imigrantes europeus no final do século XIX. Hoje, a cultura está espalhada por

todo o mundo. O tomate começou a ter relevância mundial a partir de 1900 e, atualmente, é o segundo produto olerícola mais cultivado no mundo, tanto para consumo *in natura*, como para a indústria de processamento, sendo a quantidade produzida superada apenas pela batata, e que juntamente com a cebola e o alho são os alimentos mais industrializados (FILGUEIRA, 2000).

A maioria das espécies de tomateiro selvagem tem importante potencial genético para o melhoramento do tomateiro cultivado, tendo em vista sua resistência à seca, salinidade, nematóides, bactérias, fungos, vírus e artrópodos-praga (FREITAS et al., 2002; KEBEBE et al., 1994; MALUF et al., 2001; MARTIN et al., 1993; ROSSI et al., 1998; RUSH; EPSTEIN, 1981).

2.2 Resistência de plantas a insetos

O método de controle químico é o mais utilizado no combate de insetos-praga na agricultura, apesar dos riscos que pode oferecer. Por isso, a pesquisa de outros métodos de controle tem sido estimulada. Dentre os métodos alternativos de controle, a obtenção de cultivares e/ou híbridos resistentes a insetos-pragas é um método considerado ideal, por reduzir a população da praga a níveis inferiores ao de dano econômico sem causar nenhum distúrbio ou poluição ao ecossistema e sem ônus adicional ao agricultor (VENDRAMIM, 1990).

A resistência de plantas a insetos é definida como “a soma relativa das qualidades hereditárias possuídas pela planta, as quais influenciam a intensidade do dano provocado pelo inseto” (PAINTER, 1951). Portanto, pode-se dizer que uma planta resistente é aquela que, devido a sua constituição genotípica, é menos danificada que outra em igualdade de condições quando atacada por uma determinada praga (GALLO et al., 2002).

A utilização de uma cultivar resistente oferece várias vantagens pela redução do dano provocado pelo inseto-praga e pelas facilidades da utilização desse método (BORÉM, 1997). O emprego de plantas resistentes como tática de controle de insetos-praga não requer conhecimentos específicos por parte do agricultor, não provoca alterações no meio ambiente e nem mesmo elimina insetos benéficos como os inimigos naturais dos insetos-praga (LARA, 1979). O uso de cultivares resistentes também possui as seguintes vantagens: não interfere nas práticas culturais, não apresenta problemas de resíduos e é compatível com outros métodos de controle, podendo ser utilizado como método único ou inserido no manejo integrado de pragas (VENDRAMIM, 1990).

A resistência de plantas conforme Painter (1951) é classificada em três tipos ou mecanismos: 1) resistência do tipo não preferência (ou antixenose), 2) antibiose e 3) tolerância.

A resistência do tipo não preferência está relacionada com a utilização da planta pelo inseto para alimentação, oviposição ou abrigo, ou seja, a planta resistente é menos utilizada pelo inseto do que outras: nesse caso, a planta provoca uma resposta negativa do inseto durante a seleção do hospedeiro. Já antibiose é um tipo de resistência caracterizada pela ação adversa exercida sobre o desenvolvimento do inseto, pela planta hospedeira: o inseto se alimenta normalmente da planta hospedeira, porém há efeitos negativos em determinadas fases de seu desenvolvimento. A tolerância é definida como a capacidade hereditária que uma planta apresenta de ser menos danificada do que outra em um mesmo nível de infestação do inseto, sem que ocorra efeito no comportamento ou na biologia do mesmo. As plantas tolerantes possuem a capacidade de desenvolver ou regenerar os tecidos atacados ou mesmo de formar novas folhas, raízes ou perfilhos (GALLO et al., 2002).

As causas da resistência de plantas a insetos podem ser devidas à fatores químicos e físicos. Os fatores físicos englobam basicamente os aspectos estruturais e fatores da epiderme como: espessura, textura, cerosidade, e principalmente a presença de tricomas foliares. Já os fatores químicos são atribuídos às substâncias tóxicas, antimetabólitos ou enzimas que atuam no comportamento ou no metabolismo do inseto (NORRIS; KOGAN, 1980).

Os mecanismos de resistência já detectados nas espécies de tomateiro têm sido a antibiose e a antixenose. As causas dessa resistência são divididas em causas associadas aos tricomas glandulares, devido ao efeito de compostos químicos e/ou adesão, e aos não glandulares pelo efeito mecânico exercido sobre os insetos, e também à causas associadas com lamela média, folha, frutos, hábito de crescimento ou idioblastos cristalíferos (LEITE, 2004).

2.3 Os aleloquímicos

Além dos produtos que atuam diretamente nas funções primárias como na fotossíntese, na respiração e crescimento das plantas, uma grande variedade de outros compostos são produzidos e chamados de compostos secundários, que apesar de não desempenharem nenhuma função direta nas plantas, são responsáveis pela interação das mesmas com outros organismos, principalmente insetos (PIZZAMIGLIO, 1991). Esses compostos são tóxicos para determinados herbívoros, limitando seu crescimento, interferindo em sua fecundidade e sucesso reprodutivo, e comprometendo dessa forma o número de indivíduos da próxima geração (CARVALHO; MALUF, 2000). Os compostos químicos responsáveis por esses efeitos são denominados de aleloquímicos, podendo atuar como substâncias de defesa na resistência das plantas às pragas (e, nesse caso, são chamados de alomônios), ou como estimulante ao ataque das pragas (sendo então denominados de cairomônios) (GALLO et al., 2002).

Estudos têm concluído que algumas espécies selvagens de tomateiro são resistentes a insetos e ácaros. Essa resistência é atribuída à presença de substâncias (aleloquímicos) exsudados por tricomas foliares (PEREIRA, 2008). Conforme Luckwill (1943) os tricomas são estruturas delgadas, com tamanho variando de 0,2 a 0,4 mm, podendo ou não, possuir pequenas vesículas glandulares na extremidade que, ao serem tocadas estouram, liberando assim os aleloquímicos. Dos sete tricomas descritos por esse autor, três são definidos como não glandulares (II, III e V) e os outros quatro são do tipo glandulares (I, IV, VI e VII), que possuem como característica, uma ou mais glândulas no seu ápice.

Os principais aleloquímicos encontrados em espécies selvagens de tomateiro pertencem ao grupo dos acilaçúcares, sesquiterpenos e metil-cetonas. Os acilaçúcares (acilsacaroses e acilglicosos) são encontrados no acesso *Solanum pennellii* 'LA716' (GOFFREDA et al., 1989), os sesquiterpenos como o zingibereno encontrados no acesso *Solanum habrochaites* (= *Lycopersicum hirsutum*) var. *hirsutum* 'PI 127826' (CARTER et al., 1988) e o grupo das metil-cetonas (2-tridecanona e undecanona) no *Solanum habrochaites* (= *Lycopersicum hirsutum*) var. *glabratum* 'PI134417' (WILLIAMS et al., 1980).

O programa de melhoramento do tomateiro conduzido no Brasil visando à obtenção de cultivares comerciais resistentes a pragas tem adotado a estratégia de incorporação dos alelos de resistência dos acessos selvagens, como os citados acima, por possuírem altos teores de aleloquímicos levando a respostas correlacionadas no sentido de aumentar a resistência a pragas (ARAGÃO, 1998; BARBOSA, 1994; CAMPOS, 1999; FREITAS, 1999; GONÇALVES, 1996; LABORY, 1996; MACIEL et al., 2011; PAMPLONA, 2001; RESENDE et al., 2002; RESENDE et al., 2003; RESENDE et al., 2006; RESENDE et al., 2009).

2.3.1 Acilaçúcares

Os acilaçúcares são ésteres de glicose, sacarose e de grupos acilas, sendo constituídos principalmente, por 2, 3, 4, -tri-O-ésteres de glicose, que possuem em sua cadeia, grupos acilas com 4 a 12 átomos de carbono (BURKE et al., 1987; FOBES et al., 1985). Esses aleloquímicos são encontrados na espécie selvagem de tomate *Solanum pennellii* e sua presença está associada à resistência das plantas, podendo impedir a oviposição, a alimentação, ou ainda, exercendo efeitos negativos no desenvolvimento biológico dos artrópodes-praga (GOFFREDA et al., 1989; RESENDE et al., 2002; RESENDE, 2003; RESENDE et al., 2006).

Goffreda et al. (1989) verificaram uma alta correlação entre o teor de acilaçúcar e a densidade de tricomas glandulares do tipo IV na espécie *S. pennellii*. Além dessa espécie, os acilaçúcares também são encontrados em outras plantas da família Solanácea, incluindo os gêneros *Solanum*, *Nicotiana* e *Datura* (KENNEDY; YAMAMOTO, 1979). Conforme Shapiro et al. (1994), em plantas do acesso *S. pennellii* var. *puberulum*, as quantidades de acilaçúcares foram nulas devido à ausência de tricomas glandulares tipo IV.

Os acilaçúcares extraídos dos folíolos da espécie *S. pennellii* e purificados, quando aplicados na dieta, impedem a alimentação dos pulgões *Myzus persicae* e *Macrosiphum euphorbiae*, da broca-do-fruto do tomate *Helicoverpa zea* e da lagarta militar *Spodoptera exigua*. Impedem também a oviposição e, principalmente a alimentação da mosca minadora *Liriomyza trifolii* e da mosca-branca *Bemisia argentifolii*, além disso, causam um efeito deletério no desenvolvimento larval e na sobrevivência de *S. exigua* e *H. zea* (GOFFREDA et al., 1989; HAWTHORNE et al., 1992; RODRIGUES et al., 1993).

Gentile et al. (1968) identificaram a presença de acilaçúcares no acesso 'LA716' da espécie *S. pennellii*, o que também foi comprovado por Resende et al. (2002) por meio de extratos de folhas do genótipo silvestre, em uma análise em espectro infravermelho. Observaram que o espectro obtido apresentava bandas similares àquelas encontradas no padrão da glicose, caracterizando a presença do acilaçúcar no acesso 'LA716'. No tomateiro comercial não foram encontradas bandas que caracterizassem a presença do acilaçúcar, e para o híbrido F₁ do cruzamento entre essas duas espécies, foram encontradas bandas pequenas evidenciando a presença desse aleloquímico.

Genótipos F₂ selecionados para altos teores de acilaçúcares, a partir do cruzamento interespecífico *S. lycopersicum* x *S. pennellii* manifestaram altos níveis de resistência à mosca branca (*Bemisia tabaci*, biótipo B), e como resultado foram observados um menor índice de oviposição e 100% de mortalidade dos adultos que ficaram presos nos tricomas. No entanto, um dos genótipos selecionados para baixo teor de acilaçúcares apresentou também baixo índice de oviposição possivelmente devido à presença dos tricomas que prejudicaram a oviposição da mosca (PAMPLONA, 2001).

Resende et al., (2002), estimaram os teores de acilaçúcares pelo método colorimétrico, em plantas amostradas de *S. pennellii*, *S. lycopersicum* e plantas do híbrido F₁ oriundo do cruzamento entre essas duas espécies, e observaram que as plantas de *S. lycopersicum* apresentaram menor teor de acilaçúcares (28,26 nanomols/cm²) do que *S. pennellii* (63,75 nanomols/cm²) e o híbrido apresentou teores intermediários (32,87 nanomols/cm²).

Resende (2003) observou que, em plantas da população F₂ provenientes do cruzamento (*S. lycopersicum* 'TOM-584' x *S. pennellii* 'LA-716') e da população do primeiro retrocruzamento para *S. lycopersicum*, selecionadas para altos teores de acilaçúcares, manifestaram repelência ao ácaro *T. evansi*, e

resistência à traça do tomateiro *T. absoluta* e à mosca branca *B. tabaci*, biótipo B em ensaios realizados em campo e em casa de vegetação.

A herança da produção de acilaçúcares em genótipos de tomateiro, em uma população segregante (F_2) do terceiro retrocruzamento, para *S. lycopersicum* 'TOM-584', a partir da espécie *S. pennellii* 'LA-716' foi determinada. A hipótese de herança monogênica não pôde ser descartada, havendo evidência da ação de um alelo recessivo, com dominância incompleta na expressão de alto teor de acilaçúcares (RESENDE et al., 2002). Por meio de modelos genéticos pela função de verossimilhança, a hipótese de herança monogênica foi confirmada (GONÇALVES et al., 2007).

Genótipos de tomateiro contrastantes quanto aos níveis de acilaçúcares de uma população F_3RC_2 , derivada do cruzamento interespecífico (*S. lycopersicum* 'TOM-584' x *S. pennellii* 'LA-716') foram testados quanto aos níveis de resistência a dois artrópodes-praga: à traça do tomateiro (*T. absoluta*) e ao ácaro (*T. evansi*). No teste de repelência ao ácaro *T. evansi*, as plantas selecionadas com altos teores de acilaçúcares se comportaram de forma semelhante ao genitor resistente LA-716, tendo sido confirmada a associação entre altos teores desse aleloquímico e a resistência ao ácaro, avaliada pela distância percorrida por esse na superfície do folíolo. No ensaio realizado com a traça do tomateiro, os genótipos foram avaliados para danos nas plantas e lesões nos folíolos. Os genótipos selecionados, contendo alto teor de acilaçúcares demonstraram bons níveis de resistência à traça, não diferindo significativamente do acesso selvagem 'LA-716'. Em todas as épocas de avaliação, os teores de acilaçúcares apresentaram-se alta e negativamente correlacionados com os níveis de dano causados pela traça (PEREIRA et al., 2008).

Resende et al. (2009), testando a resistência de genótipos de tomateiro selecionados para altos teores de açúcares à mosca-branca, de uma população F_2RC_1 {[*S. lycopersicum* 'TOM-584' x (*S. lycopersicum* 'TOM-584' x *S. pennellii* 'LA-716')]}}, verificaram que as oviposições nestes genótipos foram significativamente inferiores à ocorrida em 'TOM-584'. Os quatro genótipos selecionados para alto teor de açúcares apresentaram número de ninfas significativamente inferior aos demais genótipos com baixo teor.

Genótipos de tomateiro ricos em açúcares obtidos a partir de populações segregantes (F_2) oriundas do cruzamento entre 'AF-8665' (linhagem elite com baixos teores de açúcares) e as linhagens 'BPX370E-30-275-11-7', 'BPX370E-30-275-11-8', 'BPX370E-30-380-68-6' e 'BPX370E-30-380-68-8' (linhagens pré-comerciais com altos teores de açúcares, obtidas a partir do cruzamento interespecífico *S. lycopersicum* x *S. pennellii* 'LA-716'), expressaram menor oviposição da traça e níveis inferiores de danos causados à planta do que em genótipos com baixos teores deste aleloquímico genotípico (GONÇALVES NETO et al., 2010).

Maciel et al. (2011) avaliando o potencial produtivo de 24 híbridos de tomateiro oriundos do cruzamento em que a linhagem 'TOM-687' (rica em açúcares e com resistência comprovada a pragas) foi utilizada como um dos genitores, observaram que as características massa média por fruto (g fruto) e produção por hectare (t ha⁻¹) foram semelhantes aos híbridos comerciais Débora Max, Bravo, Bônus, Kombat e Atyna, sendo que, dos 24 híbridos, quatro foram testados quanto a resistência à traça-do-tomateiro e foram mais resistentes do que as testemunhas comerciais. Tais resultados evidenciaram o potencial do uso da linhagem 'TOM-687' de tomateiro, rica em açúcares na obtenção de híbridos comerciais resistentes a pragas.

2.3.2 Zingibereno

O zingibereno é um composto orgânico classificado dentro do grupo dos sesquiterpenos (terpenos), biossinteticamente derivado de três unidades de isopreno (2-metil – 1,3 – butadieno) e uma parte de um radical pirofosfato como intermediário biossintético comum (CARTER et al., 1988; FREITAS et al., 2002). Os sesquiterpenos acompanham os óleos essenciais das plantas, entretanto possuem uma fração volátil menor. Podem atuar na regulação do desenvolvimento da planta ou até mesmo no desenvolvimento biológico de insetos que utilizam essas plantas como hospedeiras (HARBONE; BARBAREAN, 1991; EL-MOGHAZY et al., 1995).

No gênero *Solanum*, o zingibereno ocorre exclusivamente na espécie selvagem de tomateiro *Solanum habrochaites* var. *hirsutum* considerada resistente a um grande número de artrópodes-praga. Sua presença foi confirmada nos acessos ‘PI 126445’ (CARTER; SNYDER, 1985) e ‘PI 127826’ (WESTON et al., 1989). Segundo Carter e Snyder (1995), o zingibereno ocorre exclusivamente no ápice de tricomas glandulares do tipo IV, o que foi confirmado por Gianfagna, Carter e Sacalis (1998), porém Freitas et al. (2002) e Maluf et al. (2001) associam a presença desse aleloquímico também ao tricoma glandular do tipo VI.

Gianfagna, Carter e Sacalis (1992) atribuíram a presença do zingibereno em plantas *S. habrochaites* var. *hirsutum* como responsável pelo efeito tóxico causado ao coleóptero *Leptinotarsa decemlineata* (Coleoptera: Decemilata), quando aplicado puro em concentração de 12-25 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ quantidade significativamente menor do que a encontrada nos folíolos da espécie selvagem (160-250 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$). Entretanto, verificaram que a quantidade desse composto nos tricomas pode ser afetada pela temperatura e pelo fotoperíodo, pois em dias curtos o conteúdo de zingibereno é maior do que em dias longos.

Segundo Freitas et al. (2002) o teor de zingibereno na geração F₂ do cruzamento interespecífico *S. lycopersicum* x *S. habrochaites* var. *hirsutum* 'PI 127826' possui herança monogênica, com dominância incompleta no sentido do menor teor, porém não se exclui a possibilidade de ocorrerem genes modificadores.

Vários estudos têm sido realizados por diversos autores com objetivo de obter plantas de tomateiro resistentes a artrópodes-praga através da introdução dos alelos do gene responsável pela produção do zingibereno em espécie comercial de tomate. Plantas F₂ selecionadas para alto teor de zingibereno, obtidas do cruzamento interespecífico de *S. lycopersicum* 'TOM-556' e *S. habrochaites* var. *hirsutum* 'PI 127826', foram retrocruzadas com *S. lycopersicum* 'TOM-556' e selecionadas para altos níveis do aleloquímico na população segregante; posteriormente, foram também avaliadas quanto a repelência ao ácaro vermelho *Tetranychus evansi*. Foram observados que os maiores teores de zingibereno estavam associados aos maiores níveis de resistência ao ácaro (MALUF et al., 2001).

Genótipos de tomateiro selecionados com base no alto teor de zingibereno numa população F₂ segregante do cruzamento interespecífico *S. lycopersicum* 'TOM-556' × *S. habrochaites* var. *hirsutum* 'PI 127826' foram testados quanto a resistência à traça do tomateiro. Os genótipos selecionados apresentaram baixos níveis de danos provocados pela traça, indicando que a seleção indireta com base no teor de zingibereno é eficiente no melhoramento genético do tomate para resistência à traça-do-tomateiro (AZEVEDO et al., 2003).

Gonçalves et al. (2006) avaliaram os teores de zingibereno e sua relação com densidade de tricomas glandulares e a repelência a *Tetranychus evansi* em populações F₂ advinda do segundo retrocruzamento para *S. lycopersicum* a partir

da espécie selvagem *S. habrochaites* var. *hirsutum*; e verificaram que a seleção indireta quanto ao teor de zingibereno pode ser realizada com sucesso, pois houve alta correlação quanto ao número de tricomas glandulares e a repelência ao ácaro, além disso, a densidade de tricomas glandulares do tipo VI apresentou alta correlação com esse aleloquímico.

Maluf e al. (2010) avaliaram híbridos de tomateiro resultantes do cruzamento entre linhagens com alto teor de zingibereno e linhagens com altos teores de acilacúcares, em relação às linhagens parentais e às testemunhas comerciais com baixo teor desses aleloquímicos. Observaram que os graus de resistência à mosca-branca (*B. tabaci*, biótipo B) dos híbridos foram superiores aos das testemunhas comerciais e ligeiramente inferiores aos das linhagens com alto teor de zingibereno ou acilacúcares individualmente. Os híbridos apresentaram maior repelência ao ácaro-rajado (*T. urticae*), em relação às testemunhas comerciais, e repelência semelhante à das linhagens com alto teor de zingibereno ou acilacúcares. Quanto à resistência à traça-do-tomateiro (*T. absoluta*), os híbridos duplos heterozigotos (para altos teores de zingibereno e de acilacúcares) apresentaram maiores níveis de resistência (mensurados como notas de danos nas plantas) relativamente aos híbridos heterozigotos para acilacúcar somente ou zingibereno somente, indicando um efeito sinérgico, entre os dois aleloquímicos, no sentido de aumentar a resistência dessa praga.

2.3.3. 2-Tridecanona

O aleloquímico 2-tridecanona é uma metilcetona encontrada na espécie selvagem de tomateiro *Solanum habrochaites* var. *glabratum* S. Knapp & D. M. Spooner. Sua ocorrência foi relatada pela primeira vez por Soost, Scora e Sims (1968), juntamente com outra metilcetona denominada de 2-undecanona. Williams et al. (1980) procurando determinar as causas da resistência dessa

espécie selvagem a vários insetos-praga, isolaram a 2-tridecanona de tricomas foliares e verificaram que ela foi altamente tóxica para alguns insetos quando aplicada em papel filtro no interior de recipientes contendo os seguintes insetos-praga: *Manduca sexta*, *Heliotis zea*, e *Aphis gossypii* Glover, fato também comprovado por Dimock e al. (1982) em ensaios em que a 2-tridecanona dissolvida em clorofórmio e aplicada em papel filtro, causou alta mortalidade de lagartas de 1º instar de *H. zea*.

Gilardon e Benavent (1981), avaliando 124 genótipos de tomateiros selvagens e cultivados, verificaram que os acessos ‘PI 134417’ e ‘PI 134417-A’ da espécie *S. habrochaites* var. *glabratum* apresentaram alto nível de resistência à traça-do-tomateiro *T. absoluta*. As progênies derivadas do cruzamento dessa espécie com a de *S. lycopersicum*, avaliadas em relação à infestação dessa praga em condições de campo, manifestaram-se como resistentes.

Os teores de 2-tridecanona e 2-undecanona foram quantificados em folhas de tomateiro da espécie *S. habrochaites* var. *glabratum* ‘PI 134417’ constatando-se que a quantidade desses aleloquímicos varia com a idade da planta e com a posição das folhas na planta (LIN; TRUMBLE, 1986). Barbosa (1994) avaliando o mesmo acesso PI 134417 em quantificações pelo método colorimétrico, verificou que o teor de 2-tridecanona foi 7 vezes superior do que em *S. lycopersicum* ‘TSWV-547’.

Farrar Jr. e Kennedy (1987) testaram a resistência do acesso ‘PI 134417’ de *Solanum habrochaites* var. *glabratum* e de uma cultivar comercial a *H. zea*, alimentadas com folhas em que os tricomas foram removidos e folhas com os tricomas preservados. Quando os tricomas não foram removidos houve um aumento da mortalidade larval, redução do peso e taxa de consumo, e redução na eficiência de conversão do alimento digerido.

Barbosa (1994), avaliando a resistência do tipo não preferência para oviposição à traça-do-tomateiro *T. absoluta*, observou a ocorrência de um menor número de ovos nos genótipos de tomateiro com altos teores de 2-tridecanona. No teste de não preferência para alimentação também foi verificada a ocorrência desse mecanismo de resistência.

A herdabilidade no sentido amplo, a herança do teor da 2-tridecanona e a resistência a duas espécies de ácaros do gênero *Tetranychus* sp. foram estudadas a partir de duas populações, cada uma delas derivadas do cruzamento de *S. lycopersicum* com uma diferente planta oriunda do cruzamento *S. lycopersicum* x *S. habrochaites* var. *glabratum* 'PI 134417' previamente selecionadas para alto teor de 2-tridecanona. A herdabilidade foi de 84,9% e 84,4% para cada uma das populações, e estimou-se que alelos recessivos de, pelo menos, três locos gênicos condicionam alto teor de 2-tridecanona. Nos testes de resistência aos ácaros, observou-se uma alta correlação negativa entre o teor de 2-tridecanona e a distância média percorrida pelos ácaros, portanto a 2-tridecanona foi determinante da resistência do tomateiro a ácaros (GONÇALVES et al., 1998).

Aragão (1998) utilizou o método colorimétrico para a quantificação do teor de 2-tridecanona em duas linhagens ('TOM-600' e 'TOM-601') derivadas do cruzamento 'TSWV-547' x 'PI 134417', juntamente com as testemunhas 'TOM-556' de *S. lycopersicum* e 'PI 134417' de *S. habrochaites* var. *glabratum*. O autor observou a relação de 7 vezes a concentração de 2-tridecanona em folíolos de 'PI 134417', em relação à *S. lycopersicum* (TOM-556), enquanto as linhagens 'TOM-600' e 'TOM-601' apresentaram teores de 2-tridecanona semelhantes entre si e 4 vezes maiores que 'TOM-556'. Os tricomas foliares glandulares e não glandulares dos genótipos citados acima foram identificados, classificados e quantificados e verificou-se que o genótipo 'PI 134417' possui

densidade de tricomas do tipo VI 3 vezes superior em relação a ‘TOM-556’ e as linhagens ‘TOM-600’ e ‘TOM-601’ 2 vezes superior a ‘TOM-556’, sugerindo que a 2-tridecanona está presente nos tricomas tipo VI. Utilizando-se os mesmos genótipos para avaliar a resistência ao ácaro *T. urticae* foi observada uma alta correlação positiva entre a concentração de 2-tridecanona e a densidade de tricomas tipo VI; alta correlação negativa entre tricomas tipo VI e a distância percorrida pelos ácaros.

Altos teores de 2-tridecanona em plantas de uma população segregante (geração F₂RC₄), do cruzamento de *S. lycopersicum* x *S. habrochaites* var. *glabratum* associaram-se ao mecanismo de resistência à traça-do-tomateiro *T. absoluta*, do tipo não preferência para oviposição e não-preferência para alimentação (LABORY et., 1999).

A seleção indireta para resistência ao ácaro *T. urticae* com base na quantidade de tricomas, principalmente do tipo VI em populações de tomate derivadas do cruzamento interespecífico *S. lycopersicum* x *S. habrochaites* var. *glabratum* ‘PI 134417’ é eficiente para a identificação de plantas com alto índice de repelência a ácaros (MALUF et al., 2007).

2.4 A mosca minadora *Liriomyza* spp.

A mosca-minadora *Liriomyza* spp. pertence a ordem Diptera e família Agromyzidae (GALLO et al., 2002). Existem registros de mais de 300 espécies de *Liriomyza* amplamente distribuídas no mundo, entretanto a maioria é encontrada em áreas temperadas, com poucas espécies nos trópicos. Dessas espécies, 23 são de importância econômica e cinco consideradas polífagas: *Liriomyza trifolii* (Burgess, 1880), *L. huidobrensis*, *L. sativae*, *L. bryoniae* e *L. strigata* (SPENCER, 1973; PARRELLA, 1987).

Dentre as espécies de moscas minadoras polípagas, *L. trifolii* é considerada principalmente como praga do crisântemo (*Dendranthema grandiflora*) e aipo (*Apium graveolens*). No entanto, essa espécie possui um grande número de hospedeiros, incluindo-se várias hortaliças como o tomate, o pepino, o melão, a cebola, a pimenta, a berinjela, a batata, a alface, a cenoura, a ervilha e ornamentais, como a gérbera, a gypsophila e a calêndula (MINKENBERG; VAN LENTEREN, 1986). Em 1986, já havia citação de mais de 400 hospedeiros para *L. trifolii* (PARRELLA, 1987).

A mosca minadora *L. huidobrensis* também é um inseto altamente polífago, atacando diversas culturas pertencentes a mais de 15 famílias botânicas diferentes. A batata *Solanum tuberosum* é um dos hospedeiros preferenciais desse inseto-praga (STECK, 1996)

A espécie *L. sativae* possui um largo espectro de hospedeiros, mas demonstra uma preferência por plantas das famílias Solanaceae, Cucurbitaceae e Fabaceae. O tomate (*Solanum lycopersicum*) é um dos principais hospedeiros da espécie (ZEHNDER; TRUMBLE, 1984).

Os adultos são pequenas moscas pretas, medindo menos de 2 mm de comprimento. A cabeça é amarela com os olhos vermelhos. O tórax e abdome são cinza-escuro na face ventral, as pernas são amarelas e as asas transparentes. As características-chave que diferenciam *L. trifolii* de *L. sativae* Blanchard são a coloração preto-acinzentada do mesonoto e a coloração amarela da margem posterior dos olhos. Em *L. sativae* o mesonoto é preto brilhante e a margem posterior dos olhos é preta. *L. trifolii* é distinguida de *L. huidobrensis* Blanchard pelo seu menor tamanho, *L. trifolii* tem um comprimento de asa de 1,25 a 1,90 mm e *L. huidobrensis* 1,70 a 2,25 mm. Além disso, *L. trifolii* possui fêmur amarelo e *L. huidobrensis* preto, o que também pode auxiliar na distinção entre essas espécies (SPENCER; STEYSKAL, 1986).

As fêmeas fazem puncturas no mesófilo foliar com seu ovipositor para se alimentarem do líquido celular extravasado e colocar seus ovos endofiticamente. Cerca de 10 % das puncturas são feitas para oviposição. Cada fêmea oviposita, em média, 35 ovos diariamente, totalizando 500 a 700 ovos durante sua vida. Quando as fêmeas inserem seu acúleo no mesófilo foliar, elas podem apresentar dois tipos de comportamento: movimentação lateral do abdome, produzindo uma punctura em formato de leque, e quando não há essa movimentação, uma punctura tubular é formada. Essa última geralmente é utilizada para oviposição e outra para alimentação (PARRELA et al., 1983; BETHKE; PARRELA, 1985). Os machos, por serem incapazes de realizar suas próprias puncturas, se aproveitam daquelas feitas pelas fêmeas (MUSGRAVE, 1975).

Os ovos geralmente são ovipositados na parte mediana da planta, individualmente e medem cerca de 1,0 mm de comprimento e 0,2 mm de largura. Inicialmente são claros e ao longo tempo tornam-se de coloração branco-leitosa (PARRELLA, 1987). Dos ovos eclodem larvas de formato vermiforme e coloração amarela, as quais passam por 3 instares. Os instares são diferenciados pelo comprimento médio do corpo da larva e da cápsula encefálica. No quarto instar a larva sai da folha se transforma em pupa no solo ou, em alguns casos, na superfície da planta. Inicialmente o pupário é marrom-dourado e com o tempo torna-se marrom-escuro (MINKENBERG, 1988).

Os danos causados por *Liriomyza* spp. são classificados em diretos e indiretos. Os danos diretos podem ser de dois tipos: perfurações nas folhas, em decorrência das puncturas de alimentação e oviposição, podendo resultar em deformações nas folhas, principalmente no ápice e ao longo das margens (PARRELA et al., 1985), e formação de minas, originadas da alimentação do inseto na fase larval. No entanto, o mais prejudicial é a confecção de minas nas

folhas por diminuírem a capacidade fotossintética da planta (JOHNSON et al., 1983) e quando em alta infestação causam a dessecação e queda prematura de folhas. A destruição total de mudas e plantas jovens já foi relatada (MINKENBERG; VAN LENTEREM, 1986).

Os danos indiretos são originados pela invasão das puncturas de alimentação e oviposição da mosca minadora por bactérias e fungos fitopatogênicos, como o fungo *Alternaria solani*, causador da doença conhecida como pinta preta ou mancha de alternaria nas culturas do tomate, da batata, do pepino e do feijão (BARBOSA; FRANÇA, 1980).

2.5 O pulgão *Myzus persicae*

Dentre as 64 espécies de afídeos que compõem o gênero *Myzus*, *M. persicae* (Sulzer, 1776) (Hemiptera: Aphididae) é considerada a mais importante do ponto de vista agrícola, devido a sua grande capacidade de transmitir vírus, sendo relatado como vetor de mais de 120 doenças de plantas. É um inseto-praga polífago, associado a várias culturas economicamente importantes e possui ampla distribuição mundial (BLACKMAN; EASTOP, 1984; REMAUDIÈRE; REMAUDIÈRE, 1997).

Os adultos possuem de 1,2 a 2,3 mm de comprimento, coloração variável, sendo a verde-clara mais comum, embora as cores amarela, parda e rosa também sejam frequentes. Os alados apresentam a cabeça e o tórax de coloração marrom ou negra e uma placa central esclerotizada verde-escura localizada sobre o quarto, quinto e sexto tergitos. Tanto os ápteros quanto os alados possuem antenas longas, quase do mesmo comprimento do corpo (BARBAGALLO et al., 1998).

O ciclo de desenvolvimento de pulgões como *M. persicae* pode variar de acordo com a localização geográfica. Normalmente, em regiões tropicais, o seu

ciclo de vida é incompleto, chamado de anocíclico, constituído somente por gerações parternogenéticas, originando apenas a fêmeas vivíparas, que na fase adulta podem ser ápteras ou aladas. Já em regiões de clima temperado, *M. persicae* apresenta ciclo de vida completo, denominado de holocíclico, composto de várias gerações parternogenéticas, alternadas com gerações bissexuadas, que originam machos e fêmeas ovíparas (BARBAGALLO et al., 1998; PEÑA-MARTÍNEZ, 1992).

O desenvolvimento biológico de afideos é rápido, passando por quatro instares (DIXON, 1987). A velocidade de crescimento de sua população é altamente influenciada por fatores abióticos como a temperatura e radiações solares, e por fatores bióticos como a espécie e o estado vegetativo da planta hospedeira (BARBAGALLO et al., 1998).

Esses insetos-praga normalmente vivem em colônias, causando danos diretos pela contínua sucção de seiva das plantas (o que provoca o engrovinhamento e o enrolamento das folhas e dos ramos novos, comprometendo o desenvolvimento da planta) e danos indiretos pela transmissão de vírus e redução da respiração e fotossíntese das plantas (devido ao desenvolvimento de fungos do gênero *Capnodium*, conhecidos popularmente por fumagina, sobre uma secreção adocicada, pegajosa e brilhante expelida por afideos, chamada de “honeydew”) (GALLO et al., 2002).

O pulgão *M. persicae* ocorre em mais de 500 espécies de plantas hospedeiras, pertencentes a 50 famílias botânicas diferentes, incluindo tomateiro, batata, pimentão, alface, couve, repolho, espinafre, nabo, gladiolo e pessegueiro (MARICONI, 1976; PEÑA-MARTÍNEZ, 1992). Das suas diferentes espécies de plantas hospedeiras, segundo Narváez e Cermeli (1993) 54,8 % pertencem às famílias Solanaceae, Cruciferae e Compositae, sendo os 45,2 % restantes, pertencentes a outras famílias.

Num estudo realizado no Brasil por Imenes et al. (1990) na região de São José dos Campos foi relatada a ocorrência de 18 espécies de pulgões em áreas produtoras de tomate, com predominância da espécie *M. persicae* que correspondeu a 73,6% do total de afídeos coletados.

Na cultura do tomateiro, os pulgões são responsáveis pela transmissão de importantes vírus, como: o vírus do topo amarelo do tomateiro (PYPV), o vírus Y da batata (PVY) e o Luteovírus que podem ser fatores limitantes para a cultura, devido à dificuldade de seu controle (FILGUEIRA, 2004).

Os pulgões podem ocorrer durante todo o ciclo do tomateiro, atacando tanto folhas, brotos terminais e o caule. Sua amostragem na cultura é feita batendo o ponteiro de cinco plantas por ponto amostral, em uma bandeja branca em 20 pontos por talhão, totalizando 100 plantas amostradas e o nível de controle adotado é de um inseto adulto por ponteiro, em média (FILGUEIRA, 2004).

O método de controle ainda mais usado em solanáceas, para o controle de pulgões é o químico, sendo que os inseticidas com os seguintes princípios ativos: acefato, deltametrina, dimetoato, metamidofós, paratiom metílico e pirimicarbe têm sido os mais utilizados pelos agricultores (ANDREI, 1999). E mais recentemente, vem aumentando o uso de inseticidas do grupo dos neonicotinóides, como o imidacloprid que atuam como agonistas da acetilcolina na transmissão de impulsos nervosos e exercem efeito neurotóxico (GALLO et al., 2002) vêm aumentando, devido a sua eficiência no controle de insetos-praga hemípteros e quando aplicados na fase de produção de mudas ou após o transplântio apresentam atividade sistêmica (FILGUEIRA, 2004).

REFERÊNCIAS

- ANDREI, E. **Compêndio de defensivos agrícolas**. 6. ed. São Paulo: Andrei, 1999. 676 p.
- ANTTONELLI, M. et al. Effetti del CMV in Basilicata um programma per la difesa del pomodoro. **Inflora Fitopatologia**, Milano, v. 42, p. 51-55, 1992.
- ANUÁRIO da agricultura brasileira. São Paulo: FNP Consultoria e Comércio, 2011. 496 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, 1998.
- ARAGÃO, C. A. et al. Método colorimétrico para determinação de 2-tridecanona (2-TD) em folíolos de tomateiro. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 24, n. 1, p. 105-109, jan./fev. 2000.
- AZEVEDO, S. M. de et al. Zingiberene-mediated resistance to the South American tomato pinworm derived from *Lycopersicon hirsutum* var. *hirsutum*. **Euphytica**, Wageningen, v. 134, n. 3, p. 347-351, Sept. 2003.
- BARBAGALLO, S. et al. **Pulgones de los principales cultivos frutales**. Madrid: Mundi, 1998. 121 p.
- BARBOSA, L. V. **Controle genético e mecanismos de resistência em *Lycopersicon* spp. à traça do tomateiro [*Scrobipalpus absoluta* (Meyrick, 1917) (Lep. Gelechiidae)]**. 1994. 71 f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, 1994.
- BARBOSA, S.; FRANÇA, F. H. As pragas do tomateiro e seu controle. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 6, n. 66, p. 37-40, 1980.
- BETHKE, J. A.; PARRELA, M. P. Leaf puncturing, feeding and oviposition behavior of *Liriomyza trifolii*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v. 39, n. 2, p. 149-154, Apr. 1985.

- BLACKMAN, R. L.; EASTOP, V. P. **Aphids on the world's crops: an identification guide**. Chichester: J. Wiley, 1984. 466 p.
- BORÉM, A. **Melhoramento de plantas**. Viçosa, MG: UFV, 1997. 547 p.
- BRICKELL, C. D. et al. International code of nomenclature of cultivated plants. **Acta Horticulturae**, The Hague, v. 647, p. 1-123, 2004.
- BURKE, A. B.; GOLDSBY, G.; MUDD, J. B. Polar epicuticular lipids of *Lycopersicum 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 evanci* em tomateiro**. 1999. 65 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1999.
- CARTER, C. D.; SACALIS, J. N.; GIANFAGNA, T. J. Resistance to Colorado Potato Beetle in relation to zingiberene content of *Lycopersicum* species. **Report of Tomato Genetics Cooperative**, New York, v. 38, n. 1, p. 11-12, Sept. 1988.
- CARTER, C. D.; SNYDER, J. C. Mite responses in relation to trichomes of *Lycopersicum esculentum* x *L. hirsutum* F2 híbridos. **Euphytica**, Wageningen, v. 34, n. 1, p. 177-185, Mar. 1985.
- CARVALHO, G. A.; MALUF, R. P. T. **Táticas de baixo impacto ambiental no manejo de insetos**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2000. 33 p.
- DIMOCK, M. B.; KENNEDY, G. G.; WILLAMS, W. G. Toxicity of analogs of 2-tridecanone, a naturally occurring toxicant from a wild tomato. **Journal of Chemical Ecology**, New York, v. 8, p. 837-842, 1982.
- DIXON, A. F. G. Pathenogenetic reproduction and the rate of increase in aphids. In: MINKS, A. K.; HARREWINJN, P. (Ed.). **World crop pests**. Amsterdam: Elsevier, 1987. p. 269-287.
- EL-MOGHAZY, S. A. et al. Preliminary investigation on the leaf oil of *Lycopersicum hirsutum* Humb, et Bonpl. **Journal of Essencial Oil Research**, Carol Stream, v. 7, n. 4, p. 453-455, July/Aug. 1995.

ERB, W. A. et al. Resistance of selected interspecific *Lycopersicum* hybrids to *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae). **Journal of Economic Entomology**, College Park, v. 86, n. 1, p. 100-109, Jan. 1993.

FARRAR JUNIOR, R. R.; KENNEDY, G. G. Growth, food consumption and mortality of *Heliothis zea* (Bod.) larvae on foliage of the wild tomato *Lycopersicum hirsutum* f. *glabratum* and the cultivated tomato, *L. esculentum*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Amsterdam, v. 44, n. 2, p. 213-219, June 1987.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na comercialização de hortaliças**. Viçosa, MG: UFV, 2000. 402 p.

_____. **Tomate: produção em campo, em casa-de-vegetação e em hidroponia**. Lavras: UFLA, 2004. 400 p.

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

FONTES, P. C. R.; SILVA, D. J. H. **Produção de tomate de mesa**. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2002. 196 p.

FREITAS, J. A. **Resistência genética de tomateiro *Lycopersicum* spp. à mosca branca *Bemisia* spp. mediada por zingibereno contido em tricomas glandulares**. 1999. 93 p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1999.

FREITAS, J. A. et al. 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.

_____. Métodos para quantificação do zingibereno em tomateiro, visando à seleção indireta de plantas resistentes aos artrópodespraga. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 22, n. 4, p. 943-949, maio 2000.

GALLO, D. et al. **Entomologia agrícola**. 3. ed. Piracicaba: FESALQ, 2002. 920 p.

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

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

GILARDON, E. M.; BENAVENT, J. M. Resistência a la polilla del tomate *Scrobipalpus absoluta* (Meyr.). In: REUNION NACIONAL DE LA SOCIEDAD ARGENTINA DE OLERICULTURA, 4., 1981, Salta. **Anales...** Salta: SAO, 1981. p. 18.

GOFFREDA, J. C. et al. 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. 2137-2147, July 1989.

GONÇALVES, L. D. et al. Herança de acilacúcares em genótipos de tomateiro provenientes de cruzamento interespecífico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 5, p. 699-705, maio 2007.

_____. Relação entre zingibereno, tricomas foliares e repelência de tomateiros a *Tetranychus evansi*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 2, p. 267-273, fev. 2006.

GONÇALVES, M. I. F. **Varição 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, 1996.

GONÇALVES, M. I. F. et al. Variation of 2-tridecanone level in tomato plant leaflets and resistance to two mite species (*Tetranychus* sp.). **Euphytica**, Wageningen, v. 104, n. 1, p. 33-38, Feb. 1998.

GONÇALVES NETO, A. C. et al. Resistência à traça-do-tomateiro em plantas com altos teores de acilacúcares nas folhas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 2, p. 203-208, abr./jun. 2010.

HARBONE, J. B.; BARBERAN, F. A. T. **Ecological chemistry and biochemistry of plants terpenoids**. Oxford: The Phytochemical Society of Europe, 1991. 483 p.

HARVEY, M.; QUILLEY, S.; BEYNON, H. **Exploring the tomato: transformations of nature, society and economy**. Cheltenham: E. Elgar, 2002. 324 p.

HAWTHORNE, D. J. et al. Trichome-borne and artificially applied acylsugars of wild tomato deter feeding and oviposition of the leafminer *Liriomyza trifolii*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v. 65, n. 1, p. 65-73, Mar. 1992.

HORA, R. C.; GOTO, R.; BRANDÃO FILHO, J. U. T. O lugar especial de produção de hortaliças no agronegócio. In: ANUÁRIO da agricultura brasileira. São Paulo: FNP, 2004. p. 322-323.

IMENES, S. D. L. Influência de inseticidas sobre população de *Myzus persicae* (Sulzer, 1776) e seus parasitóides na cultura do tomate (*Lycopersicon esculentum*). **Anais da Sociedade Entomológica Brasileira**, Jaboticabal, v. 19, n. 4, p. 291-299, 1990.

JONHSON, M. W. et al. Reduction of tomato leaflet photosynthesis rates by mining activity of *Liriomyza sativae* (Diptera: Agromyzidae). **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 76, n. 5, p. 1061-1063, Sept. 1983.

JUVIK, J.; BABKA, B.; TIMMERMANN, E. Influence of trichome exudates from species of *Lycopersicon* on oviposition behavior of *Heliothis zea* Boddie. **Journal of Chemical Ecology**, New York, v. 14, n. 4, p. 1261-1287, Aug. 1988.

KEBEBE, H. et al. Leaf anatomy of two *Lycopersicon* species with contrasting gas exchange properties. **Crop Science**, Madison, v. 34, n. 1, p. 108-113, Jan. 1994.

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

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

1917) Lepidoptera - Gelechiidae. 1996. 59 f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1996.

LABORY, C. R. G. et al. Seleção indireta para teor de 2-tridecanona em tomateiros segregantes e sua relação com a resistência à traça do tomateiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 5, p. 733-740, maio 1999.

LARA, F. M. **Princípios de resistência de plantas a insetos.** Piracicaba: Livroceres, 1979. 207 p.

LATORRE, B. A. et al. **Plagas de las hortalizas:** manual de manejo integrado. Santiago: FAO, 1990. 520 p.

LEITE, G. L. D. Resistência do tomate a pragas. **Unimontes Científica**, Montes Claros, v. 6, n. 2, p. 129-140, jul./dez. 2004.

LIN, S. Y. H.; TRUMBLE, J. T. Resistance in wild tomatoes to larvae of specialist herbivore *Keiferia lycopersicella*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Amsterdam, v. 41, p. 53-60, 1986.

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

MACIEL, G. M. et al. Híbridos pré-comerciais resistentes a *Tuta absoluta* obtidos de linhagem de tomateiro rica em acilalúcares. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 2, p. 151-156, abr./jun. 2011.

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

MALUF, W. R. et al. Higher glandular trichome density in tomato leaflets and repellence to spider mites. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 49, n. 9, p. 1227-1235, set. 2007.

_____. Resistance to the South American tomato pinworm *Tuta absoluta* in high acylsugar and/or high zingiberene tomato genotypes. **Euphytica**, Wageningen, v. 176, n. 1, p. 113-123, Jan. 2010.

MARICONI, F. A. M. **Inseticidas e seu emprego no combate as pragas**. São Paulo: Nobel, 1976. v. 2, 446 p.

MARTIN, G. B. et al. Map-based cloning of protein kinase gene conferring disease resistance in tomato. **Science**, New York, v. 262, n. 26, p. 1432-1436, Nov. 1993.

MASON, G. A.; TABASHNIK, B. E.; JOHNSON, M. W. Effects of biological and operational factors on evaluation of insecticide resistance in *Liriomyza* (Diptera: Agromyzidae). **Journal of Economic Entomology**, Dordrecht, v. 82, n. 2, p. 369-373, 1989.

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. 193-223.

MINKENBERG, O. P. J. M. Life history of the agromyzid fly *Liriomyza trifolii* on tomato at different temperatures. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v. 48, n. 1, p. 73-84, 1988.

MINKENBERG, O. P. J. M.; LENTEREN, J. C. van. The leafminers *Liriomyza bryoniae* and *L. trifolii* (Diptera: Agromyzidae), their parasites and host plants: a review. **Agricultural University of Wageningen Papers**, Wageningen, v. 86, n. 2, p. 86-92, 1986.

MUSGRAVE, C. A.; POE, S. L.; BENNETT, D. R. Leaf miner population estimation in polycultured vegetables. **Florida State Horticultural Society**, Tallahassee, v. 88, p. 156-160, 1975.

NARVÁEZ, Z.; NOTZ, A. Abundancia del afídeo verde del ajonjolí, *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphidae), em um cultivo de papa, *Solanum tuberosum* L., en Saman Mocho, Edo. Carabobo, Venezuela. **Boletín de Entomología Venezolana**, Maracay, v. 9, n. 1, p. 33-47, 1994.

NORRIS, D. M.; KOGAN, M. Biochemical and morphological bases of resistance. In: MAXWELL, F. G.; JENNINGS, P. R. (Ed.). **Breeding plants resistance to insects**. New York: J. Wiley, 1980. p. 23-61.

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

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

PARRELA, M. P. Biology of *Liryomyza*. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 32, p. 201-224, 1987.

PARRELA, M. P. et al. Effect on leaf mining and leaf stippling of *Liriomyza* spp. on photosynthetic rates of chrysanthemum. **Annals of Entomological Society of America**, College Park, v. 78, n. 1, p. 90-93, 1985.

PARRELA, M. P.; ROBB, K. L.; BETHKE, J. A. Influence of selected host plants on the biology of *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae). **Annals of Entomological Society of America**, College Park, v. 76, n. 1, p. 112-115, 1983.

PEÑA-MARTÍNEZ, R. Identificación de afídeos de importância agrícola. In: URIAS, M. C.; RODRIGUES, M. R.; ALEJANDRE, A. T. (Ed.). **Afídeos como vetores de vírus em México**. Montecillo: Centro de Fitopatologia, 1992. v. 2, p. 1-135.

PERALTA, I. E.; KNAPP, S.; SPOONER, D. M. Nomenclature for wild and cultivated tomatoes. **Report on Tomato Genetics Cooperative**, Cornell, v. 56, n. 1, p. 6-12, 2006.

PERALTA, I. E.; SPOONER, D. M. Granule-bound starch synthase (GBSSI) gene phylogeny of wild tomatoes (*Solanum* section *Lycopersicum* [Mill] Wettst. Subsection *Lycopersicum*). **American Journal of Botany**, New York, v. 88, n. 10, p. 1888-1902, Oct. 2001.

PEREIRA, G. V. N. et al. Seleção para alto teor de acilaçúcares em genótipos de tomateiro e sua relação com a resistência ao ácaro vermelho (*Tetranychus evansi*) e a traça (*Tuta absoluta*). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 3, p. 996-1004, maio/jun. 2008.

PICANÇO, M. C. et al. Impactos financeiros da adoção de manejo integrado de pragas na cultura do tomateiro. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 26, n. 2, p. 245-252, 2004.

PIZZAMIGLIO, M. A. Ecologia das interações inseto/planta. In: PANNIZI, A. R.; PARRA, J. R. P. (Ed.). **Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas**. São Paulo: Manole, 1991. p. 101-123.

REMAUDIÈRE, G.; REMAUDIÈRE, M. **Catalogue des Aphididae du monde, Homoptera, Aphidoidea**. Paris: INRA, 1997. 473 p.

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

RESENDE, J. T. V. et al. 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.

_____. Método colorimétrico para quantificação de acilaçúcar em genótipos de tomateiro. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 26, n. 6, p. 1204-1208, nov./dez. 2002.

_____. Resistance of tomato genotypes to the silverleaf whitefly mediated by acylsugars. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 27, n. 3, p. 345-348, jul./set. 2009.

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

ROSSI, M. et al. The nematode resistance gene Mi of tomato confers resistance against the potato aphid. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, Washington, v. 95, n. 17, p. 9750-9754, Aug. 1998.

RUSH, D. W.; EPSTEIN, E. Breeding and selection for salt tolerance by the incorporation of wild germoplasm into domestic tomato. **Journal of the**

American Society for Horticultural Science, Geneva, v. 106, p. 699-704, 1981.

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.

SOOST, R. K.; SCORA, R. W.; SIMS, J. J. Contribution to the chromatographic analyses of leaf oils in the genus *Lycopersicon*. **Proceedings of American Society for Horticultural Science**, Greensboro, v. 92, p. 568-571, June 1968.

SPENCER, K. A. **Agromyzidae (Diptera) of economic importance**. Hardbound: Dr. W. Junk, 1973. 418 p. (Series Entomológica, 9).

SPENCER, K. A.; STEYSKAL, G. C. **Manual of the Agromyzidae (Diptera) of the United States**. Washington: USDA, 1986. 478 p.

SPOONER, D. M. et al. Plant nomenclature and taxonomy: an horticultural and agronomic perspective. **Horticultural Reviews**, New York, v. 28, n. 1, p. 1-60, Mar. 2003.

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

STECK, G. J. **Pea leafminer, *Liriomyza huidobrensis* (Diptera: Agromyzidae)**. Davis: Florida Department of Agriculture and Consumer Services, 1996. 3 p. (Entomology Circular, 378).

VENDRAMIN, J. D. A resistência de plantas e o manejo de pragas. In: CROCOMO, W. B. (Ed.). **Manejo integrado de pragas**. São Paulo: UNESP, 1990. p. 177-197.

WESTON, P. A. et al. Trichome secretion composition, trichome densities and spider mite resistance of ten accessions of *Lycopersicon hirsutum*. **Journal of American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 114, n. 3, p. 492-498, 1989.

WILLIAMS, W. G. et al. 2-tridecanone a naturally occurring insecticide from the wild tomato *Lycopersicum hirsutum* f. *glabratum*. **Science**, Washington, v. 207, p. 888-889, 1980.

ZEHNDER, G. W.; TRUMBLE, J. T. Host selection of *Liriomyza* species (Diptera: Agromyzidae) and associated parasites in adjacent plantings of tomato and celery. **Environmental Entomology**, College Park, v. 13, n. 2, p. 492-496, 1984.

SEGUNDA PARTE – ARTIGOS

ARTIGO 1

**Resistência de genótipos de tomateiro com altos teores de aleloquímicos nas
folhas à *Liriomyza trifolii***

RESUMO

Objetivou-se, neste trabalho, avaliar a possível resistência de genótipos de tomateiro com altos teores de aleloquímicos nas folhas, à mosca minadora *Liriomyza trifolii*. Para tanto, foi montado um ensaio em delineamento inteiramente casualizado com oito tratamentos: linhagens TOM-687 e TOM-688, ricas em acilaçúcares; ZGB-703 e ZGB-704, ricas em zingibereno; BPX-365G-899-07-04-02 e BPX-367E-238-02, ricas em 2-tridecanona; 2 híbridos comerciais, Débora Max e Bravo (com baixos teores dessas substâncias, usados como testemunhas) e nove repetições. Aproximadamente 30 dias após o transplante, vasos com uma planta correspondente a cada tratamento foram transferidos para uma câmara climatizada do tipo Fitotron, na qual foram liberados 1600 adultos da mosca minadora, não sexados, oriundos da criação de manutenção. Sete dias após a liberação das moscas, avaliou-se o número de minas e a porcentagem de folhas e folíolos atacados (com a presença de puncturas). Após essa avaliação, as plantas foram cortadas e colocadas em sacos plásticos, individualmente e seis dias depois, contou-se o número de pupas. Os genótipos com altos teores de acilaçúcares mostraram-se associados a maiores níveis de resistência à mosca minadora *L. trifolii*, tanto pelo mecanismo de antixenose como antibiose. Pelo menos uma das linhagens ricas em 2-tridecanona mostrou algum nível de resistência pelo mecanismo de antibiose.

Palavras-chave: *Solanum lycopersicum*. Insecta. Melhoramento genético. Substâncias secundárias.

ABSTRACT

The objective of this study was to assess the resistance of tomato genotypes with high levels of allelochemicals in the leaves at *leafminer Liriomyza trifolii*. To this end, was performed a test in a completely randomized design with eight treatments: lines TOM-687 and TOM-688, rich in acylsugar; ZGB-703 and ZGB-704, rich in zingiberene; BPX-365G-899-07-04-02 and BPX-367E-238-02, rich in 2-tridecanone, 2 hybrids, Deborah Max and Bravo F₁ (with low concentrations of these allelochemicals, used as check genotypes) and nine replicates. Approximately 30 days after transplantation, a potted plant for each treatment were transferred to a chamber type phytotron, in which 1600 not sexed adults were released from the leaf miner creation of maintenance. Seven days after the release of the flies, was evaluated the number of mines and the percentage of leaves and leaflets attacked (with the presence of punctures). After this evaluation, the plants were cut and placed in plastic bags, individually and six days later, were counted the number of pupae. Genotypes with high levels of acylsugar were associated with higher levels of resistance to leaf miner *L. trifolii*, both by the mechanism of antixenosis and antibiosis. At least one of the lines rich in 2-tridecanone (365G-BPX-899-07-04-02) showed some level of resistance for antibiosis mechanism.

Keywords: *Solanum lycopersicum*. Insecta. Plant breeding. Secondary substances.

1 INTRODUÇÃO

Depois da batata, o tomate *Solanum lycopersicum* L. é a hortaliça mais cultivada no mundo, apesar de ser considerada uma das culturas vegetais mais suscetíveis ao ataque de fitopatógenos e insetos-praga (SUINAGA et al., 2002). Dentre os insetos que atacam a cultura, causando perdas econômicas, a mosca minadora *Liriomyza trifolii* (Burgess) (Diptera: Agromyzidae) tem se destacado (ERB et al., 1993).

L. trifolii possui ocorrência em todo o mundo (MINKENBERG; VAN LENTEREM, 1986) causando danos diretos e indiretos à cultura. As fêmeas adultas dessa espécie fazem puncturas com seu ovipositor esclerotizado nas folhas das plantas para se alimentarem do suco celular extravasado e para inserirem ovos no mesofilo foliar, o que resulta em deformações nas folhas, principalmente no ápice e ao longo das margens (PARRELA et al., 1985). Dos ovos eclodem larvas que ao se alimentarem, fazem minas serpenteadas nos folíolos do tomateiro. Cada mina causa a perda de aproximadamente 2% da área do folíolo. Estimativas mostram que 18% da área com minas, resulta na perda de 60% da taxa fotossintética do folíolo, sendo esse, o dano direto mais prejudicial (JOHNSON et al., 1983). Os danos indiretos são oriundos da invasão das puncturas por micro-organismos fitopatogênicos como o fungo *Alternaria solani* causador da doença conhecida como pinta preta, na cultura do tomateiro (BARBOSA; FRANÇA, 1980).

O método de controle mais utilizado para manter os insetos-praga abaixo do nível de dano econômico na cultura do tomateiro ainda é o químico, apesar de os inseticidas, quando usados indevidamente, causarem poluição ambiental, intoxicação de trabalhadores rurais e deixarem resíduos químicos nos frutos, além de aumentarem os custos de produção da cultura (SILVA et al., 2009).

Fontes de resistência a insetos foram identificadas em algumas espécies do gênero *Solanum*, do grupo *Lycopersicon*, relacionadas com espécie do tomateiro domesticado, e essa resistência é atribuída à produção de aleloquímicos, que em alguns casos estão presentes nos tricomas foliares. Dentre as espécies com resistência, destacam-se *S. pennelii* que produz acilaçúcares (GOFFREDA et al., 1989; RESENDE et al., 2002; RESENDE et al., 2006), *S. habrochaites* var. *hirsutum* que produz substâncias químicas do grupo dos sesquiterpenos, como o zingibereno (CARTER et al., 1988; GIANFAGNA, 1992; FREITAS et al., 2002; MALUF et al., 2001), e também a espécie *S. habrochaites* var. *glabratum* que produz a metil-cetona, 2-tridecanona (ARAGÃO et al., 2000; GONÇALVES et al., 1998; JUVIK et al., 1988).

O uso de cultivares resistentes a insetos no manejo integrado de pragas é considerado o método de controle ideal, por não ser poluente, ser compatível com outros métodos de controle, não interferir nas atividades da propriedade e não acarretar ônus adicional aos custos de produção (GALLO et al., 2002). Por isso, genótipos de tomateiro ricos em acilaçúcares, zingibereno e/ou 2-tridecanona resistentes à mosca branca (MALUF et al., 2010; RESENDE, 2009), à traça (AZEVEDO et al., 2003; GONÇALVES NETO et al., 2010; PEREIRA et al., 2008), e a ácaros do gênero *Tetranychus* sp. (GONÇALVES et al., 2006; MALUF et al., 2007) foram desenvolvidos no programa de melhoramento do tomateiro da Universidade Federal de Lavras (Lavras, MG), em parceria com a empresa HortiAgro Sementes S. A. (Ijaci, MG). Contudo, a resistência desses genótipos à *L. trifolii* ainda não foi testada.

Objetivou-se, no presente trabalho, avaliar o nível de resistência de genótipos de tomateiro com baixos e altos teores dos aleloquímicos (acilaçúcares, zingibereno ou 2-tridecanona) à mosca minadora *L. trifolii*.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos em casa-de-vegetação e em sala climatizada do Laboratório de Resistência de Plantas a Insetos, ambos do Departamento de Entomologia (DEN) da Universidade Federal de Lavras.

2.1 Genótipos de tomateiro avaliados

Os genótipos de tomateiro que foram utilizados estão listados na Tabela 1. Os genótipos ‘TOM-687’ e ‘TOM-688’ são linhagens melhoradas que possuem altos teores de acilaçúcares, obtidas a partir do cruzamento interespecífico *S. lycopersicum* x *S. pennellii* ‘LA-716’, seguido por três retrocruzamentos com *S. lycopersicum*, e selecionadas com base no seu alto teor de acilaçúcares nos folíolos (PEREIRA et al., 2008; REZENDE et al., 2009), seguindo metodologia proposta por Rezende et al. (2002). Os genótipos ‘ZGB-703’ e ‘ZGB-704’ são linhagens que possuem altos teores de zingibereno, obtidas do cruzamento interespecífico *S. lycopersicum* x *S. habrochaites* var. *hirsutum* ‘PI-127826’, seguido por dois retrocruzamentos para *S. lycopersicum*, também selecionadas com base no seu alto teor do respectivo aleloquímico (AZEVEDO et al., 2003; FREITAS et al., 2002; GONÇALVES et al., 2006; MALUF et al., 2001). Os genótipos ‘BPX-365G-899-07-04-02’ e ‘BPX-367E-238-02’ são linhagens com alto teor presumido do aleloquímico 2-tridecanona, selecionados com base em sua alta densidade de tricomas glandulares (MALUF et al., 2007), obtidas do cruzamento interespecífico *S. lycopersicum* com *S. habrochaites* var. *glabratum* ‘PI-134417’ seguido por retrocruzamentos com *S. lycopersicum*. Os híbridos Débora Max e Bravo foram utilizados como testemunhas comerciais, com baixos teores dos aleloquímicos acima citados.

Tabela 1. Descrição dos genótipos usados no bioensaio. Lavras, MG, 2012.

Genótipos/Tratamentos	Descrição
TOM – 687	Linhagem pré-comercial com alto teor de acilaçúcares (AA)
TOM – 688	Linhagem pré-comercial com alto teor de acilaçúcares (AA)
ZGB – 703	Linhagem pré-comercial com alto teor de zingibereno (ZGB)
ZGB – 704	Linhagem pré-comercial com alto teor de zingibereno (ZGB)
BPX – 365G-899-07-04-02	Linhagem com alto teor de 2-tridecanona (2-TD)
BPX – 367E-238-02	Linhagem com alto teor de 2-tridecanona (2-TD)
DÉBORA MAX	Híbrido comercial (Testemunha), Baixo teor de (AA), (ZGB) e/ou (2-TD)
BRAVO F ₁	Híbrido comercial (Testemunha), Baixo teor de (AA), (ZGB) e/ou (2-TD).

2.2 Criação de *L. trifolii*

Folhas infestadas com as larvas de *L. trifolii* foram coletadas em plantios de tomate pertencentes à empresa Hortiagro Sementes Ltda (Ijaci, MG), para o estabelecimento de uma criação massal em laboratório, conforme metodologia proposta por Araújo et al. (2007) com modificações. A identificação da espécie como sendo *L. trifolii* foi efetuada pelo Dr. Luís Cláudio Paterno Silveira, professor adjunto do Departamento de Entomologia da Universidade Federal de Lavras - UFLA.

Em sala climatizada do Laboratório de Resistência de Plantas a Insetos do Departamento de Entomologia da UFLA, regulada à temperatura de $25,0 \pm 1,0$ °C, $75 \pm 10\%$ de umidade relativa e fotofase de 12h, os adultos foram mantidos em gaiolas de acrílico de 1,0 x 1,0 x 0,6 m com orifícios de 0,3 m de diâmetro nas laterais fechados com tecido voil para a circulação de ar. Para alimentação das moscas foram colocadas nas gaiolas, placas de Petri de 5 cm de diâmetro com chumaços de algodão dental embebidos com solução de mel a 10 %. Cada gaiola recebeu cerca de 5 plantas de tomate da cultivar ‘Santa Clara’, padrão de suscetibilidade a insetos-praga, com aproximadamente 25 dias após o transplântio. As plantas permaneceram nas gaiolas por 48 horas, para a infestação, e após esse período, as plantas foram deixadas por 4 dias sobre bancada da sala climatizada até que os insetos completassem o desenvolvimento larval. Posteriormente, as folhas minadas foram destacadas, seus pecíolos imersos em água, em tubos de vidro de 6 cm de comprimento e 1,6 cm de diâmetro. Os tubos de vidro com as folhas foram colocados em bandejas de 26 x 40 cm, dessa forma, as larvas ao saírem das folhas, empuparam nas bandejas. As pupas foram coletadas, colocadas em placas de Petri de 10 cm de diâmetro, fechadas com filme de PVC perfurado com alfinete entomológico, onde permaneceram até a emergência dos adultos.

2.3 Teste de resistência à *L. trifolii*

Os genótipos foram semeados em bandeja de poliestireno expandido com 128 células, pré-enchidas com o substrato comercial Tropstrato HA. Dezoito dias após a emergência das plântulas, em casa de vegetação, as mudas foram transplantadas para vasos de polietileno com capacidade para 2 L de substrato, o qual foi composto de terra de barranco e esterco de curral curtido na

proporção 3:1. Os demais tratamentos culturais foram realizados conforme os preconizados para a cultura do tomateiro (FILGUEIRA, 2004).

Em sala climatizada do tipo Fitotron do Laboratório de Resistência de Plantas a Insetos, regulada com temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$, umidade relativa de $70\% \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas, os vasos com uma planta correspondente a cada tratamento foram dispostos aleatoriamente sobre as bancadas. O ensaio foi montado em delineamento inteiramente ao acaso, com oito tratamentos (genótipos) e nove repetições, sendo cada repetição constituída por um vaso com uma planta. Aproximadamente, após 30 dias do transplantio das mudas, 1600 adultos da mosca-minadora *L. trifolii* oriundos da criação de manutenção, foram liberados, aleatoriamente, no interior da sala climatizada. Após 24 horas da infestação, as plantas foram levadas para a casa de vegetação e depois de 7 dias foram avaliados, para cada planta, o número total de folhas, o número de folhas atacadas (com puncturas), o número de folíolos, o número de folíolos atacados (com puncturas) e o número de minas. As folhas foram retiradas das plantas, transferidas para sacos plásticos, os quais foram cheios com ar, para evitar excesso de umidade no seu interior e posteriormente levados para o laboratório. Cinco dias depois contou-se o número de pupas.

2.4 Análise estatística

Antes da análise de variância, os dados foram transformados em $\sqrt{X+0,5}$. As médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott, a 5 % de significância, por meio do aplicativo estatístico Sisvar (FERREIRA, 2000).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Resposta da planta

Não foram observadas diferenças significativas entre os genótipos na porcentagem de folhas atacadas (Tabela 2). No entanto, houve um menor número de minas (Tabela 3) e uma menor porcentagem de folíolos atacados (Tabela 2) para os genótipos com altos teores de açúcares, quando comparados com os demais genótipos. Esses resultados demonstram que os açúcares presentes nos genótipos de tomateiro provocam comportamento de não preferência para oviposição e/ou alimentação em adultos da mosca minadora.

Provavelmente, a concentração de zingibereno e de 2-tridecanona presente nas linhagens de tomateiro testadas neste trabalho pode não ter sido suficiente para provocar efeito na não preferência para alimentação e/ou oviposição de adultos de *L. trifolii*, o que foi contrário ao que ocorreu para os genótipos com altos teores de açúcares. Os resultados para as linhagens ricas em zingibereno ou 2-tridecanona contrastam com os obtidos para outros artrópodos-praga: quando testadas quanto a resistência à traça-do-tomateiro *T. absoluta*, à mosca branca *Bemisia* spp., e a ácaros do gênero *Tetranychus*, os níveis dos aleloquímicos zingibereno e 2-tridecanona nestas linhagens foram efetivos no sentido de promover maiores níveis de resistência (GONÇALVES NETO et al., 2010; MALUF et al., 2007; RESENDE, 2009).

Analogamente ao encontrado no presente ensaio, Hawthorne et al. (1992) comprovaram que o acesso selvagem *S. pennellii* 'LA-716' (que possui altos teores de açúcares), bem como o híbrido F₁ resultante do seu cruzamento com o tomateiro domesticado foram menos preferidos por adultos da mosca minadora *L. trifolii* para alimentação e/ ou oviposição, quando

comparados com a testemunha comercial, fato esse verificado através da avaliação do número de puncturas e de minas/folha nas plantas. No entanto, o nível de resistência do acesso selvagem foi maior que o híbrido F₁.

Erb e al. (1993) avaliaram a resistência à *L. trifolii* de híbridos F₁, obtidos através do cruzamento interespecífico entre o tomateiro domesticado *S. lycopersicum* com as espécies selvagens: *S. pennellii*; *S. habrochaites* var. *glabratum*, *S. habrochaites* var. *typicum*; *S. cheesmani*; *S. chilense*; *S. pimpinellifolium* e *S. lycopersicum* var. *cerasiforme*. Os autores observaram que todos os híbridos são resistentes à mosca minadora. Contudo, híbridos resultantes do *S. lycopersicum* x *S. pennellii*, ou seja, que possuem altos teores de acilaçúcares, apresentam um maior nível de resistência a essa praga do que os demais híbridos.

Azevedo e al. (2003), em ensaio com a traça do tomateiro *Tuta absoluta*, compararam o nível de resistência de genótipos de tomateiro com altos teores de zingibereno (selecionados em uma população F₂ do cruzamento *S. habrochaites* var. *hirsutum* 'PI-127826' x *S. lycopersicum* 'TOM-556'), com as espécies selvagens *S. habrochaites* var. *hirsutum* 'PI-127826' e *S. pennellii* 'LA-716'. Assim como a *L. trifolii*, a traça do tomateiro *T. absoluta* na sua fase larval faz minas nas folhas das plantas. Todos foram resistentes quando comparados com a testemunha comercial, com baixos teores de aleloquímicos. Entretanto, a espécie *S. pennellii*, que possui altos teores de acilaçúcares apresentou um maior nível de resistência à *T. absoluta*.

Quarenta e duas subamostras de tomateiro do Banco de Germoplasma de Hortaliças da Universidade Federal de Viçosa (BGH-UFV) foram avaliadas quanto à resistência pelo mecanismo de antixenose ou não preferência à *L. trifolii*. Dessas subamostras, 19 foram resistentes quando comparadas com a cultivar 'Santa Clara', considerada padrão de suscetibilidade à *L. trifolii*. A

resistência dessas subamostras resistentes foi altamente correlacionada com a baixa densidade de tricomas e com a presença de hidrocarbonetos (9 a 30 C) nas folhas das plantas (FERNANDES et al., 2012).

A porcentagem de folhas atacadas foi maior que a porcentagem de folíolos atacados (Tabela 2), indicando que *L. trifolii* não ataca as plantas de modo agregado, mas de forma distribuída e aleatória. Resultados semelhantes foram obtidos por Moreira et al. (1999) ao avaliarem o ataque de *L. trifolii* em uma população F₂ de tomateiro resultante do cruzamento *S. habrochaites* var. *glabratum* x *S. lycopersicum*.

Tabela 2. Média (\pm erro padrão) da proporção de folhas e de folíolos de diferentes genótipos de tomateiro, com teores contrastantes de aleloquímicos atacados por *L. trifolii*.

Genótipo	% Folhas atacadas	% Folíolos atacados
Débora Pto	61,17 \pm 5,72 a	23,26 \pm 2,79 a
Bravo	43,95 \pm 4,75 a	19,11 \pm 3,21 a
TOM-687	47,03 \pm 3,52 a	13,93 \pm 2,19 b
TOM-688	39,19 \pm 4,95 a	12,21 \pm 3,27 b
ZGB-703	48,91 \pm 5,08 a	19,79 \pm 2,96 a
ZGB-704	49,97 \pm 6,35 a	20,37 \pm 3,72 a
BPX-365G-899-07-04-02	54,15 \pm 3,18 a	22,48 \pm 3,93 a
BPX-367E-238-02	60,15 \pm 6,51 a	28,31 \pm 3,19 a
Média	50,56 \pm 5,01	19,93 \pm 3,16
CV (%)	16,00	24,81

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott & Knott ($p \leq 0,05$)

3.2 Efeitos na biologia do inseto

Os genótipos Débora Max e Bravo, ambos considerados cultivares padrão suscetíveis à *L. trifolii*, apresentaram um número de pupas superior a 36,22 \pm 5,65, sendo o primeiro mais atacado que o segundo. Todos os demais

tratamentos não diferiram de Bravo, a testemunha com o menor número de pupas, exceto as duas linhagens com alto teor de acilaçúcares ('TOM-687' e 'TOM-688') e uma das linhagens com alto teor de 2-tridecanona ('BPX-365G-899-07-04-02') que apresentaram um menor número de pupas, quando comparadas com as testemunhas comerciais (Tabela 3).

O número de pupas/planta mostrou que, em todos os genótipos, o inseto pode desenvolver-se através de toda a sua fase de larva e se tornar pupa. Numa planta resistente, poder-se-ia esperar não haver a produção de pupas ou o número de pupas ser bem menor, (quando comparada com uma planta suscetível), ou ainda haver pupas de menor peso e tamanho. Esses efeitos seriam consequência da antibiose, causada por metabólitos secundários (STOUT et al., 1994) ingeridos pelo inseto que causam efeitos negativos em seu desenvolvimento. As espécies selvagens de tomateiro que deram origem aos genótipos testados, neste trabalho, são conhecidas por possuírem tricomas que secretam aleloquímicos, os quais estão associados à resistência de muitos artrópodos-praga (ARAGÃO et al., 2000; CARTER et al., 1988; FREITAS et al., 2000 GIANFAGNA, 1992; GOFFREDA et al., 1989; GONÇALVES et al., 1998; JUVIK et al., 1988; RESENDE et al., 2002). No entanto, a mosca minadora *L. trifolii*, na fase de larva se alimenta no interior das camadas epidérmicas da folha, por isso, a secreção de tricomas não deveria exercer influência sobre as larvas, mas principalmente nos adultos, que podem exibir não preferência para oviposição e, ou, alimentação. Contudo, Gonçalves (2006) verificou que o teor de acilaçúcares em genótipos de tomateiro, derivados do cruzamento com *S. pennellii* não está correlacionado com a presença de tricomas glandulares o que sugere que possivelmente sua presença ocorra em alguma estrutura interna da folha, como o mesófilo foliar. Por isso, os acilaçúcares possivelmente presentes no interior das folhas das plantas teriam causado efeitos

negativos em *L. trifolii* na sua fase larval, sendo responsável pelo menor número de pupas, encontrado nos genótipos ('TOM-687' e 'TOM-688'), com altos teores desse aleloquímico. Já o menor número de pupas em 'BPX-365G-899-07-04-02', parece refletir a antibiose conferida pela alta densidade de tricomas glandulares associadas à presença de 2-tridecanona (MALUF et al., 2007).

Moreira et al. (1999), observaram uma grande variação no número de pupas produzidas por *L. trifolii*, ao avaliarem o nível de resistência de uma população F₂ resultante do cruzamento entre uma cultivar comercial de tomate com a espécie *S. habrochaites* var. *glabratum*, que se caracteriza por alto teor foliar de 2-tridecanona. Os genótipos com maior concentração do aleloquímico 2-tridecanona apresentaram um menor número de pupas, quando comparados com a cultivar comercial de tomate com baixos teores desse aleloquímico, resultados que concordam com os obtidos neste trabalho para a linhagem BPX-365G-899-07-04-02.

Os resultados discrepantes quanto ao nível de resistência das duas linhagens presumidamente ricas em 2-tridecanona podem ser explicados pelo mecanismo de herança oligo ou poligênica do caráter em questão (MALUF et al., 2007), que torna possível haver linhagens com diferentes níveis desse aleloquímico. Embora ocorram maiores teores de 2-tridecanona nessas linhagens, o maior nível de resistência à *L. trifolii* em BPX-365G-899-07-04-02 pode refletir seu maior nível de 2-tridecanona relativamente a 'BPX-367E-238-02'.

Os resultados do presente trabalho demonstram que os genótipos ricos em acilçúcares ('TOM-688 e 'TOM-687) possuem resistência à *L. trifolii* tanto pelo mecanismo de antixenose (menor número de minas/planta e menor porcentagem de folíolos atacados) como pelo mecanismo de antibiose (menor número de pupas). Já para a linhagem rica em 2-tridecanona ('BPX-365G-899-

07-04-02'), o mecanismo de antibiose foi predominante (menor número de pupas).

Tabela 3. Média (\pm erro padrão) do número de pupas e de minas/planta produzidas por *L. trifolii* em diferentes genótipos de tomateiro com teores contrastantes de aleloquímicos nas folhas.

Genótipo	Nº Pupas	Nº Minas
Débora Pto	55,0 \pm 6,57 a	31,33 \pm 3,46 a
Bravo	36,22 \pm 5,65 b	19,22 \pm 4,41 a
TOM-687	21,55 \pm 3,61 c	12,33 \pm 1,72 b
TOM-688	15,66 \pm 3,49 c	10,22 \pm 2,25 b
ZGB-703	31,11 \pm 5,52 b	22,0 \pm 4,29 a
ZGB-704	30,77 \pm 5,14 b	21,77 \pm 5,40 a
BPX-365G-899-07-04-02	16,55 \pm 3,26 c	18,88 \pm 4,22 a
BPX-367E-238-02	36,55 \pm 9,74 b	28,0 \pm 7,05 a
Média	30,42 \pm 5,37	20,46 \pm 4,1
CV (%)	30,67	33,11

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott & Knott ($p \leq 0,05$)

4 CONCLUSÃO

Os genótipos 'TOM-687' e 'TOM-688', com altos teores de acilaçúcares, e 'BPX-365G-899-07-04-02', com alto teor 2-tridecanona, possuem resistência à *L. trifolii*.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Luiz Cláudio Paterno Silveira, da Universidade Federal de Lavras, pelo auxílio na identificação da espécie *L. trifolii*. À FAPEMIG, ao

CNPq, à CAPES, à Universidade Federal de Lavras (UFLA), à FAEPE, à FUNDECC e à Hortiagro Sementes, pelo apoio.

REFERÊNCIAS

ARAGÃO, C. A. et al. Método colorimétrico para determinação de 2-tridecanona (2-TD) em folíolos de tomateiro. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 24, n. 1, p. 105-109, jan./fev. 2000.

ARAÚJO, E. L. et al. Técnica de criação da mosca mindora *Liriomyza trifolii* (BURGESS) (DIPTERA: AGROMYZIDAE). **Campo Digital**, Campo Mourão, v. 2, n. 1, p. 22-26, jan./jun. 2007.

AZEVEDO, S. M. de et al. Zingiberene-mediated resistance to the South American tomato pinworm derived from *Lycopersicum hirsutum* var. *hirsutum*. **Euphytica**, Wageningen, v. 134, n. 3, p. 347-351, Sept. 2003.

BARBOSA, S.; FRANÇA, F. H. As pragas do tomateiro e seu controle. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 6, n. 66, p. 37-40, 1980.

CARTER, C. D.; SACALIS, J. N.; GIANFAGNA, T. J. Resistance to Colorado Potato Beetle in relation to zingiberene content of *Lycopersicum* species. **Report of Tomato Genetics Cooperative**, New York, v. 38, n. 1, p. 11-12, Sept. 1988.

ERB, W. A. et al. Resistance of selected interspecific *Lycopersicum* hybrids to *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae). **Journal of Economic Entomology**, College Park, v. 86, n. 1, p. 100-109, Jan. 1993.

FERNANDES, M. E. et al. Trichomes and hydrocarbons associated with the tomato plant antixenosis to leafminer. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 84, n. 1, p. 1678-2690, mar. 2012.

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. **Anais...** São Carlos: UFSCar, 2000. p. 255-258.

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

FREITAS, J. A. et al. 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.

GALLO, D. et al. **Entomologia agrícola**. 3. ed. Piracicaba: FESALQ, 2002. 920 p.

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, Nov. 1992.

GOFFREDA, J. C. et al. 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. 2137-2147, July 1989.

GONÇALVES, L. D. **Herança do teor de acilaçúcares em genótipos de tomateiro e sua relação com tricomas foliares e repelência ao ácaro *Tetranychus evansi***. 2006. 85 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.

GONÇALVES, L. D. et al. Relação entre zingibereno, tricomas foliares e repelência de tomateiros a *Tetranychus evansi*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 2, p. 267-273, fev. 2006.

GONÇALVES, M. I. F. et al. Variation of 2-tridecanone level in tomato plant leaflets and resistance to two mite species (*Tetranychus* sp.). **Euphytica**, Wageningen, v. 104, n. 1, p. 33-38, Feb. 1998.

GONÇALVES NETO, A. C. et al. Resistência à traça-do-tomateiro em plantas com altos teores de acilaçúcares nas folhas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 2, p. 203-208, abr./jun. 2010.

HAWTHORNE, D. J. et al. Thichome-borne and artificially applied acylsugars of wild tomato deter feeding and oviposition of the leafminer *Liriomyza trifolii*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v. 65, n. 1, p. 65-73, Mar. 1992.

JONHSON, M. W. et al. Reduction of tomato leaflet photosynthesis rates by mining activity of *Liriomyza sativae* (Diptera: Agromyzidae). **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 76, n. 5, p. 1061-1063, Sept. 1983.

JUVIK, J.; BABKA, B.; TIMMERMANN, E. Influence of trichome exudates from species of *Lycopersicon* on oviposition behavior of *Heliothis zea* Boddie. **Journal of Chemical Ecology**, New York, v. 14, n. 4, p. 1261-1287, Aug. 1988.

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, Apr. 2001.

MALUF, W. R. et al. Higher glandular trichome density in tomato leaflets and repellence to spider mites. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 49, n. 9, p. 1227-1235, set. 2007.

_____. Resistance to the South American tomato pinworm *Tuta absoluta* in high acylsugar and/or high zingiberene tomato genotypes. **Euphytica**, Wageningen, v. 176, n. 1, p. 113-123, Jan. 2010.

MINKENBERG, O. P. J. M.; LENTEREN, J. C. van. The leafminers *Liriomyza bryoniae* and *L. trifolii* (Diptera: Agromyzidae), their parasites and host plants: a review. **Agricultural University of Wageningen Papers**, Wageningen, v. 86, n. 2, p. 86-92, 1986.

MOREIRA, L. A.; MOLLEMA, C.; HEUSDEN, S. van. Search for molecular markers to *Liriomyza trifolii* resistance in tomato. **Euphytica**, Wageningen, v. 109, n. 3, p. 149-156, Oct. 1999.

PARRELA, M. P. et al. Effect on leaf mining and leaf stippling of *Liriomyza* spp. on photosynthetic rates of chrysanthemum. **Annals of Entomological Society of America**, College Park, v. 78, n. 1, p. 90-93, 1985.

PEREIRA, G. V. N. et al. Seleção para alto teor de acilaçúcares em genótipos de tomateiro e sua relação com a resistência ao ácaro vermelho (*Tetranychus evansi*) e a traça (*Tuta absoluta*). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 3, p. 996-1004, maio/jun. 2008.

RESENDE, J. T. V. et al. 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.

_____. Método colorimétrico para quantificação de acilaçúcar em genótipos de tomateiro. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 26, n. 6, p. 1204-1208, nov./dez. 2002.

_____. Resistance of tomato genotypes to the silverleaf whitefly mediated by acylsugars. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 27, n. 3, p. 345-348, jul./set. 2009.

SILVA, V. F. et al. Resistência mediada por aleloquímicos de genótipos de tomateiro à mosca-branca e ao ácaro-rajado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 9, p. 1262-1269, set. 2009.

STOUT, M. J.; WORKMAN, J.; DUFFEY, S. S. Differential induction of tomato foliar proteins by arthropod herbivores. **Journal of Chemical Ecology**, New York, v. 20, n. 10, p. 2575-2594, May 1994.

SUINAGA, F. A. et al. Dissimilaridade genética de fontes de resistência de *Lycopersicon* spp. a *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae). **Revista Brasileira de Agrocência**, Pelotas, v. 9, n. 4, p. 371-376, out./dez. 2002.

ARTIGO 2

Antibiose e antixenose a *Myzus persicae* em genótipos de tomateiro com altos teores foliares de aleloquímicos

RESUMO

Objetivou-se, neste trabalho, avaliar a resistência ao pulgão *Myzus persicae* em genótipos de tomateiro com altos teores foliares de aleloquímicos, via mecanismos de antibiose e antixenose. Para tanto, foi realizado um teste de antibiose e dois testes de não preferência, um com pulgão alado e o outro com pulgão áptero. Todos com oito tratamentos que foram os seguintes: linhagens TOM-687 e TOM-688, ricas em acilaçúcares; ZGB-703 e ZGB-704, ricas em zingibereno; BPX-365G-899-07-04-02 e BPX-367E-238-02, ricas em 2-tridecanona; 2 híbridos comerciais, Débora Max e Bravo F₁ (com baixos teores dessas substâncias, usados como testemunhas). Observou-se aumento do período ninfal dos insetos mantidos sobre os genótipos com altos teores de acilaçúcares, e diminuição do período reprodutivo, da longevidade e da produção de ninfas para pulgões mantidos sobre os genótipos com altos teores de acilaçúcares ou 2-tridecanona. Nos testes de não preferência não ocorreram diferenças significativas entre os genótipos. Pelos resultados, os genótipos com altos teores de acilaçúcares ou 2-tridecanona possuem resistência a *M. persicae* via mecanismo de antibiose.

Palavras-chave: *Solanum lycopersicum*. Insecta. Melhoramento genético. Substâncias secundárias.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the resistance to the aphid *Myzus persicae* in tomato genotypes with high levels of foliar allelochemicals by the mechanisms antibiosis and antixenosis. Was conducted one test of antibiosis and two tests non-preference, with apterous aphid and with winged aphid. Were tested eight treatments: TOM-687, and TOM-688 lines, rich in acylsugar; ZGB-703- and ZGB-704, rich in zingiberene, BPX-365G-899-07-04-02-367E and BPX-238-02, rich in 2-tridecanone, 2 hybrids, Deborah Max and Bravo F₁ (with low concentrations of these allelochemicals, used as check genotypes). An increase of the nymphal period of insects maintained on genotypes with high levels of acylsugar, and decreased reproductive period, longevity and production of nymphs for aphids maintained on genotypes with high levels of acylsugar or 2-tridecanone. In tests of non-preference were not found significant differences between genotypes. From the results, the genotypes with high levels of acylsugar or 2-tridecanone have resistance to *M. persicae* by the antibiosis mechanism.

Keywords: *Solanum lycopersicum*. Insecta. Plant breeding. Secondary substances.

1 INTRODUÇÃO

O tomateiro *Solanum lycopersicum* L., apesar de ser uma das hortaliças mais cultivadas no mundo (PERALTA et al., 2005) é uma planta que apresenta ampla gama de problemas fitossanitários (SUINAGA et al., 2003). Dentre o complexo de pragas que atacam a cultura, o pulgão *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae) é considerado um inseto-praga importante, pois além de causar danos diretos pela sucção de seiva (o que resulta no enrolamento e engorvimento de folhas e brotos novos das plantas), também causa danos indiretos pela transmissão de vírus como o vírus do topo amarelo do tomateiro (PYPV), o vírus Y da batata (PVY) e Luteovírus (ANTTONELLI et al., 1992).

O controle de pragas na cultura do tomateiro é feito principalmente através da pulverização sistemática com inseticidas. Nas épocas mais quentes do ano chegam a ser feitas duas a três pulverizações por semana, o que pode acarretar problemas de resíduos nos frutos, intoxicação de trabalhadores, poluição ambiental, além do aumentar os custos de produção da cultura (SILVA et al., 2009).

Uma das alternativas para a solução de problemas advindos do uso indiscriminado de defensivos agrícolas é o desenvolvimento de cultivares resistentes a insetos-praga (LEITE, 2004). Os programas de melhoramento do tomateiro conduzidos no Brasil têm adotado a estratégia da introgressão de alelos de resistência a insetos, presentes em espécies selvagens de tomateiro, em linhagens melhoradas com boas características agrônômicas (SILVA et al., 2009).

No processo de obtenção de cultivares resistentes é importante o estudo dos mecanismos e das causas da resistência. Existem três mecanismos que podem estar envolvidos com a resistência de *Solanum* spp. a insetos-praga: antibiose, antixenose (também conhecida como não preferência) e tolerância

(PANDA; KRUSH, 1995). No entanto, a antibiose e a antixenose são os mecanismos já detectados em espécies de tomateiro. As causas da resistência podem ser tricomas glandulares (efeito de compostos químicos) e não glandulares (efeito mecânico) e as associadas com lamela média, folhas e frutos (LEITE, 2004).

Genótipos de tomateiro com altos teores de aleloquímicos nas folhas, que em alguns casos estão presentes em tricomas foliares, foram desenvolvidos em programas de melhoramento através do cruzamento interespecífico do tomateiro domesticado com espécies selvagens, entre elas *S. pennelii* que produz acilaçúcares (GOFFREDA et al., 1989; RESENDE et al., 2002; RESENDE et al., 2006), *S. habrochaites* var. *hirsutum* que produz substâncias químicas do grupo dos sesquiterpenos, como o zingibereno (CARTER et al., 1988; GIANFAGNA, 1992; FREITAS et al., 2002; MALUF et al., 2001), e também com a espécie *S. habrochaites* var. *glabratum* que produz a metil-cetona, 2-tridecanona (ARAGÃO et al., 2000; GONÇALVES et al., 1998; JUVICK et al., 1988). Esses genótipos são resistentes à mosca branca (MALUF et al., 2010; RESENDE, 2009), à traça (AZEVEDO et al., 2003; GONÇALVES NETO et al., 2010; PEREIRA et al., 2008), e a ácaros do gênero *Tetranychus* sp. (GONÇALVES et al., 2006; MALUF et al., 2007). Contudo, a sua resistência a afídeos ainda não foi testada.

Objetivou-se, neste trabalho, avaliar o nível de resistência ao pulgão *M. persicae* pelos mecanismos de antibiose e antixenose, em genótipos de tomateiro com níveis contrastantes de aleloquímicos (acilaçúcares, zingibereno ou 2-tridecanona) nas folhas.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos em casa de vegetação e em sala climatizada do Laboratório de Resistência de Plantas a Insetos, ambos do Departamento de Entomologia (DEN) da Universidade Federal de Lavras.

2.1 Genótipos de tomateiro

Os genótipos de tomateiro que foram utilizados estão listados na Tabela 1. Os genótipos ‘TOM-687’ e ‘TOM-688’ são linhagens que possuem altos teores de acilaçúcares, obtidas a partir do cruzamento interespecífico *S. lycopersicum* x *S. pennellii* ‘LA-716’, seguido por três retrocruzamentos com *S. lycopersicum*, e selecionadas com base no seu alto teor de acilaçúcares (GONÇALVES NETO et al., 2010; PEREIRA et al., 2008; RESENDE et al., 2009), seguindo metodologia proposta por Resende et al. 2002. Os genótipos ‘ZGB-703’ e ‘ZGB-704’ são linhagens que possuem altos teores de zingibereno, obtidas do cruzamento interespecífico *S. lycopersicum* x *S. habrochaites* var. *hirsutum* ‘PI-127826’, seguido por dois retrocruzamentos para *S. lycopersicum*, também selecionadas com base no seu alto teor do respectivo aleloquímico (AZEVEDO et al., 2003; FREITAS et al., 2002; GONÇALVES et al., 2006; MALUF et al., 2001). Os genótipos ‘BPX-365G-899-07-04-02’ e ‘BPX-367E-238-02’ são linhagens com alto teor presumido do aleloquímico 2-tridecanona, selecionados com base em sua alta densidade de tricomas glandulares (MALUF et al., 2007), obtidas do cruzamento interespecífico *S. lycopersicum* com *S. habrochaites* var. *glabratum* ‘PI-134417’ seguido por retrocruzamentos com *S. lycopersicum*. Os híbridos Débora Max e Bravo F₁ foram utilizados como testemunhas comerciais, com baixos teores dos aleloquímicos acima citados.

Os genótipos foram semeados em bandeja de poliestireno expandido com 128 células, pré-enchidas com o substrato comercial Tropstrato HA. Quinze dias após a emergência das plântulas, em casa de vegetação, as mudas foram transplantadas para vasos de polietileno com capacidade para 2 L de substrato, o qual foi composto de terra de barranco e esterco de curral curtido na proporção 3:1. Os demais tratamentos culturais foram realizados conforme os preconizados para a cultura do tomateiro (FILGUEIRA, 2004).

Tabela 1. Descrição dos genótipos usados no bioensaio. Lavras, MG, 2012.

Genótipos/Tratamentos	Descrição
TOM – 687	Linhagem pré-comercial com alto teor de acilaçúcares (AA)
TOM – 688	Linhagem pré-comercial com alto teor de acilaçúcares (AA)
ZGB – 703	Linhagem pré-comercial com alto teor de zingibereno (ZGB)
ZGB – 704	Linhagem pré-comercial com alto teor de zingibereno (ZGB)
BPX – 365G-899-07-04-02	Linhagem com alto teor de 2-tridecanona (2-TD)
BPX – 367E-238-02	Linhagem com alto teor de 2-tridecanona (2-TD)
DÉBORA MÁX	Híbrido comercial (Testemunha), Baixo teor de (AA), (ZGB) e/ou (2-TD)
BRAVO F ₁	Híbrido comercial (Testemunha), Baixo teor de (AA), (ZGB) e/ou (2-TD)

2.2 Criação de *M. persicae*

Os pulgões foram obtidos de uma criação de manutenção do Laboratório de Controle Biológico de Pragas do Departamento de Entomologia (DEN) da Universidade Federal de Lavras. Foram colocados em placas de Petri de 20 cm de diâmetro, contendo folíolos de tomateiro da cultivar ‘Santa Clara’, padrão de suscetibilidade a insetos-praga, fixados sobre uma camada de Ágar a 1%. As placas foram fechadas com tecido fino “voil”, viradas para baixo e mantidas em câmara climatizada regulada com temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$ e fotofase de 12 horas. A cada quatro dias os pulgões foram transferidos para placas com folíolos novos.

Para a obtenção de pulgões alados, os insetos criados sobre as folhas de tomate foram transferidos com o auxílio de um pincel para plantas de *Nicandra physaloides*, aumentando a densidade de pulgões/planta que foram mantidas em gaiola de acrílico (1,5 x 1,0 x 0,5 m), em sala climatizada do laboratório regulada com temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$ e fotofase de 12 horas.

2.3 Teste de biologia

Trinta dias após o transplante das mudas para os vasos, os folíolos dos genótipos foram fixados com a parte adaxial voltada para cima, em uma lâmina de água/ágar a 1%, em placas de Petri de 10 cm de diâmetro. Três fêmeas adultas ápteras, no início do período reprodutivo, retiradas da criação de manutenção, foram transferidas para as placas com um folíolo correspondente a cada tratamento.

Decorridas 24 horas da infestação com pulgões adultos, esses foram removidos, deixando-se três ninfas de 1º instar/placa para as seguintes avaliações: duração média dos períodos ninfal, reprodutivo, pós-reprodutivo e da longevidade, e número médio total de ninfas produzidas.

As placas foram vedadas com filme de PVC perfurado com alfinete, para evitar umidade excessiva no interior e mantidas em câmara climatizada a $25 \pm 2^\circ\text{C}$, UR de 70 % e fotofase de 12 horas. O ensaio foi montado em delineamento inteiramente ao acaso, com oito tratamentos (genótipos) e dez repetições, sendo uma placa por repetição. Os folíolos foram trocados a cada quatro dias.

2.4 Teste de não preferência com chance de escolha para pulgão alado

Vasos com uma planta correspondente a cada genótipo foram dispostos aleatoriamente sobre bancadas da sala climatizada do tipo Fitotron do laboratório de Resistência de Plantas a Insetos, regulada com temperatura $25 \pm 2^\circ\text{C}$ e fotofase de 12 horas. Após, aproximadamente 40 dias da semeadura e/ou 20 dias do transplante das mudas para os vasos, com o auxílio de um sugador entomológico, aproximadamente 300 pulgões alados, oriundos da criação de manutenção em plantas de *N. physaloides*, foram liberados aleatoriamente no interior da sala climatizada. O ensaio foi montado em delineamento inteiramente ao acaso, com oito tratamentos e sete repetições, sendo cada repetição constituída por um vaso acima descrito.

Após 72 horas da liberação dos pulgões foi feita a avaliação por meio da contagem do número de pulgões, adultos alados e ninfas presentes em cada planta.

2.5 Teste de não preferência com chance de escolha para pulgão áptero

Após 30 dias do transplante dos diferentes genótipos de tomateiro para os vasos, em casa de vegetação, um folíolo do terço médio superior das plantas por vaso foi destacado com o auxílio de uma tesoura e colocado em saco de papel com a identificação do tratamento e repetição correspondente. No

laboratório, esses folíolos foram fixados em placas de Petri de 20 cm de diâmetro, com a face adaxial voltada para cima, sobre uma camada de Ágar a 1% e cobertos com um filme de PVC perfurado, com auxílio de um alfinete entomológico. Cada placa recebeu um folíolo de cada um dos oito tratamentos, dispostos em círculo, equidistantes entre si, formando uma arena. No centro de cada placa foram liberados 24 pulgões adultos ápteros no início do período reprodutivo. As placas foram mantidas em câmara climatizada do laboratório de Resistência de Plantas a Insetos, com temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$, UR de 70 % e fotofase de 12 horas. O ensaio foi montado em delineamento de blocos ao acaso, com oito tratamentos e quinze repetições.

As avaliações foram realizadas 24, 48 e 72 horas após a liberação dos pulgões, pela contagem de ninfas e adultos, presentes em cada seção foliar. Nas duas primeiras avaliações, as ninfas foram retiradas com o auxílio de um pincel, deixando-se somente os adultos.

2.6 Análise Estatística

Os dados antes da análise de variância foram transformados em $\sqrt{X+0,5}$. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$), utilizando-se o aplicativo estatístico Sisvar (FERREIRA, 2000).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Teste de biologia

Os genótipos de tomateiro testados não influenciaram a duração do período pós-reprodutivo dos pulgões (Tabela 2). No entanto, houve aumento na duração do período ninfal (Tabela 2), diminuição do período reprodutivo (Tabela 2) e da longevidade (Tabela 3) dos pulgões mantidos nos genótipos com

altos teores de acilaçúcares, quando comparados com as testemunhas Débora Max e Bravo F₁, bem como com as linhagens com altos teores de zingibereno. Nos genótipos com altos teores de 2-tridecanona ocorreu diminuição na duração do período reprodutivo e da longevidade, quando comparados com os genótipos com altos teores de zingibereno e com a testemunha comercial Débora Max, porém não, quando comparados com a testemunha Bravo F₁ (Tabelas 2 e 3). A produção de ninfas pelas fêmeas adultas foi significativamente menor nos genótipos com altos teores de acilaçúcares ou 2-tridecanona, quando comparados com os genótipos com altos teores de zingibereno e com as testemunhas comerciais com baixos teores de aleloquímicos (Tabela 3).

Os genótipos de tomateiro com altos teores de acilaçúcares ou 2-tridecanona mostraram-se significativamente mais eficientes em provocar efeitos negativos no desenvolvimento do pulgão *M. persicae*, o que indica que podem conferir graus de resistência do tipo antibiose. Contudo, não provocaram a morte dos pulgões durante a fase ninfal como observado em outro trabalho em que foi avaliado o grau de resistência a *M. persicae* das mesmas espécies selvagens que deram origem às linhagens melhoradas, avaliadas no presente trabalho (SIMMONS et., 2003) o que pode ser reflexo do maior teor de aleloquímicos presentes nas espécies selvagens relativamente aos presentes nas linhagens melhoradas usadas no presente ensaio.

Tabela 2. Duração média (\pm desvio padrão) dos períodos ninfal, reprodutivo e pós-reprodutivo (dias) de *M. persicae* sobre folíolos de genótipos de tomateiro com teores contrastantes de aleloquímicos, (T: 25 \pm 2°C, UR: 70 \pm 10% e fotofase de 12 horas).

Genótipo	Ninfal	Reprodutivo	Pós-reprodutivo
Débora Max	6,6 \pm 0,4 b	8,2 \pm 0,36 a	1,0 \pm 0,22 a
Bravo F ₁	6,3 \pm 0,42 b	7,1 \pm 0,66 ab	0,7 \pm 0,21 a
TOM-687	9,1 \pm 0,48 a	3,0 \pm 0,62 c	0,4 \pm 0,16 a
TOM-688	8,6 \pm 0,45 a	3,4 \pm 0,56 c	0,3 \pm 0,15 a
ZGB-703	6,8 \pm 0,32 b	8,6 \pm 0,4 a	0,6 \pm 0,16 a
ZGB-704	6,1 \pm 0,36 b	9,3 \pm 0,71 a	0,4 \pm 0,15 a
BPX-365G-899-07-04-02	6,5 \pm 0,43 b	5,1 \pm 0,87 bc	0,4 \pm 0,16 a
BPX-367E-238-02	6,5 \pm 0,31 b	5,0 \pm 0,78 bc	0,3 \pm 0,15 a
Média	7,1 \pm 0,4	6,21 \pm 0,62	0,52 \pm 0,17
CV (%)	16,89	30,52	27,82

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$).

Tabela 3. Longevidade (\pm desvio padrão) (dias) e número médio de ninfas produzidas por fêmeas de *M. persicae* sobre folíolos de genótipos de tomateiro com teores contrastantes de aleloquímicos, (T: 25 \pm 2°C, UR: 70 \pm 10% e fotofase de 12 horas).

Genótipo	Longevidade	Nº de ninfas
Débora Max	9,2 \pm 0,41 a	16,4 \pm 1,03 a
Bravo F ₁	7,7 \pm 0,81 ab	16,6 \pm 0,84 a
TOM-687	3,8 \pm 0,72 c	6,6 \pm 0,77 b
TOM-688	3,6 \pm 0,69 c	8,0 \pm 0,96 b
ZGB-703	9,2 \pm 0,49 a	15,9 \pm 1,31 a
ZBB-704	10,1 \pm 0,91 a	14,7 \pm 1,3 a
BPX-365G-899-07-04-02	5,4 \pm 0,89 bc	8,5 \pm 1,07 b
BPX-367E-238-02	5,4 \pm 0,98 bc	9,6 \pm 1,1 b
Média	6,8 \pm 0,73	12,04 \pm 1,05
CV(%)	30,27	25,27

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$).

Leite et al. (1999) observaram, da mesma forma como nesta pesquisa, a diminuição da longevidade e produção de ninfas do pulgão *M. persicae* quando mantidos sobre plantas do acesso selvagem de tomateiro *S. habrochaites* var. *glabratum* ('PI-134417'), quando comparado com insetos mantidos sobre o tomateiro domesticado.

Seis acessos selvagens de *S. habrochaites*, três de *S. pennellii* e uma cultivar comercial de tomate (testemunha) foram avaliados por Simmons et al. (2003) em relação ao tipo e à densidade, tricomas glandulares e não glandulares predominantes em seus folíolos, e quanto ao nível de resistência ao pulgão *M. persicae*. Por meio de uma análise de regressão múltipla, os autores verificaram que todos os acessos selvagens foram mais resistentes ao pulgão quando comparados com a testemunha, porém os acessos 'LA-716', 'LA-1724' e 'PI-473422' todos da espécie *S. pennellii* apresentaram um maior nível de resistência a esse afídeo. A alta densidade de tricomas do tipo IV presentes nesses acessos foi responsável por 26,5% da variância na mortalidade das ninfas após três dias do confinamento sobre os folíolos das plantas (SIMMONS et., 2003).

Híbridos F₁ obtidos do cruzamento do tomateiro domesticado com as espécies selvagens *S. pennellii* e *S. galapagense* causaram alta mortalidade de ninfas de *M. persicae* após quatro dias do confinamento dos insetos sobre a face adaxial dos folíolos da planta. Essa mortalidade foi correlacionada alta e positivamente com a densidade de tricomas do tipo IV e III (presumivelmente ricos em aleloquímicos) nos folíolos dos híbridos (*S. lycopersicum* x *S. pennellii*) e (*S. lycopersicum* x *S. galapagense*), respectivamente (SIMMONS et., 2005).

Resende et al. (2009) observaram efeito adverso de genótipos com altos teores de açúcares no desenvolvimento biológico da mosca branca *Bemisia sp.*, que, como o *M. persicae*, também é um inseto pertencente à ordem hemiptera. Apesar do número de ovos desse inseto ter sido elevado em alguns

dos genótipos selecionados com altos teores de açúcares, o número de ninfas que sobreviveram foi reduzido.

No presente trabalho, os genótipos com altos teores do aleloquímico zingibereno não afetaram o desenvolvimento do pulgão *M. persicae*. O contrário se registrou acontecer com a mosca branca *B. tabaci*, que segundo Silva et al. (2009), altos teores de zingibereno foram efetivos no sentido de reduzir a sobrevivência de ninfas desse inseto-praga.

3.2 Teste de não preferência com chance de escolha para pulgão alado

Não houve diferença significativa entre os tratamentos, na preferência para alimentação e reprodução dos pulgões alados em teste de livre escolha, após 72 horas da liberação (Tabela 4).

As espécies selvagens *S. pennellii*, *S. habrochaites* var. *hirsutum* e *S. habrochaites* var. *glabratum*, afetam o comportamento de seleção hospedeira da mosca branca *B. argentifolii*, sendo menos preferidas por esse inseto para oviposição (LIEDI et al., 1995; MUIGAI et al., 2002). Na espécie *S. pennellii* a diminuição da oviposição por *B. argentifolii* está associada com a maior quantidade de tricomas do tipo IV, presentes nessa espécie selvagem (LIEDI et al., 1995). Provavelmente, a concentração de aleloquímicos presentes nas linhagens de tomateiro melhoradas usadas no teste de não preferência presente ensaio não tenha sido suficiente para provocar efeito nos pulgões alados *M. persicae*, durante o processo de seleção hospedeira, pois a concentração de aleloquímicos é maior nas espécies selvagens de tomateiro que deram origem às linhagens testadas neste trabalho (SILVA et al., 2009).

Tabela 4. Média (\pm erro padrão) do número de ninfas e adultos alados de *M. persicae*, presentes em diferentes genótipos de tomateiro com teores contrastantes de aleloquímicos nas folhas, 72 horas após a liberação (T = 25 \pm 2°C, UR=70 \pm 10% e fotofase de 12 horas).

Genótipo	Ninfas	Adultos Alados
Débora Max	7,14 \pm 2,36 a	1,71 \pm 0,60 a
Bravo F ₁	15,71 \pm 5,21 a	2,58 \pm 0,94 a
TOM-687	10,42 \pm 2,74 a	1,00 \pm 0,37 a
TOM-688	9,14 \pm 1,98 a	0,71 \pm 1,71 a
ZGB-703	10,71 \pm 2,76 a	2,00 \pm 0,69 a
ZBB-704	13,00 \pm 2,45 a	2,28 \pm 0,52 a
BPX-365G-899-07-04-02	3,71 \pm 1,61 a	0,42 \pm 0,29 a
BPX-367E-238-02	13,57 \pm 6,39 a	1,85 \pm 0,55 a
Média	10,42 \pm 3,19	1,57 \pm 0,71
CV(%)	37,95	38,75

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$).

3.3 Teste de não preferência com chance de escolha para pulgão áptero

Não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos na não preferência ou antixenose do pulgão áptero para alimentação e reprodução, em teste de livre escolha, em todas as avaliações realizadas (Tabelas 5 e 6).

Assim como ocorreu no teste de não preferência para pulgão alado, os genótipos de tomateiro com altos teores de aleloquímicos, que são linhagens melhoradas, também não provocaram efeitos adversos na preferência do pulgão áptero para alimentação ou reprodução. Isso pode ser devido a menor concentração do aleloquímico nos folíolos das linhagens (SILVA et al., 2009), quando comparada com a concentração presente nos folíolos das espécies selvagens *S. pennellii*, *S. habrochaites* var. *hirsutum* e *S. habrochaites* var. *glabratum*, onde o teor de aleloquímicos é bem maior, e que apresentam resistência a *M. persicae*, pelo mecanismo de não preferência (SIMMONS et., 2003).

Híbridos F₁ obtidos a partir do cruzamento do tomateiro domesticado (*S. lycopersicum*) com os acessos selvagens (*S. pennellii*) ‘LA-716’ e (*S. galapagense*) ‘LA-1410’ foram menos preferidos por ninfas de *M. persicae* quando comparados com o tomateiro domesticado com baixos teores de aleloquímicos. Esse comportamento de não preferência foi associado com aumento da densidade de tricomas do tipo IV no híbrido do tomateiro domesticado com a espécie *S. pennellii* (SIMMONS et., 2005).

As mesmas linhagens com altos teores de acilaúcares ou zingibereno avaliadas nesta pesquisa, em outro trabalho (SILVA et al., 2009), foram menos preferidas pela mosca branca *B. tabaci* para oviposição, em teste livre de escolha.

Tabela 5. Número médio (\pm erro padrão) de ninfas de *M. persicae* em folíolos de genótipos de tomateiro com teores contrastantes de aleloquímicos nas folhas, 24, 48 e 72 horas após a liberação dos pulgões (T: $25 \pm 2^\circ\text{C}$ e fotofase de 12 h).

Genótipo	24 h	48 h	72 h
Débora Pto	3,73 \pm 0,84 a	5,13 \pm 1,08 a	4,60 \pm 0,85 a
Bravo	5,86 \pm 1,25 a	9,13 \pm 1,37 a	5,86 \pm 0,69 a
TOM-687	4,93 \pm 1,11 a	7,00 \pm 1,25 a	6,20 \pm 0,94 a
TOM-688	3,13 \pm 0,65 a	5,73 \pm 0,97 a	5,53 \pm 0,75 a
ZGB-703	5,13 \pm 1,77 a	5,13 \pm 1,38 a	4,93 \pm 1,12 a
ZGB-704	4,80 \pm 1,25 a	6,53 \pm 1,12 a	4,40 \pm 1,08 a
BPX-365G-899-07-04-02	4,93 \pm 1,26 a	6,33 \pm 1,18 a	3,53 \pm 0,70 a
BPX-367E-238-02	4,00 \pm 0,82 a	7,06 \pm 0,93 a	6,06 \pm 1,39 a
Média	4,56 \pm 1,12	6,5 \pm 1,16	5,13 \pm 0,94
CV (%)	44,87	38,14	34,89

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$).

Tabela 6. Número médio (\pm erro padrão) de adultos de *M. persicae* em folíolos de genótipos de tomateiro com teores contrastantes de aleloquímicos nas folhas, 24, 48 e 72 horas após a liberação dos pulgões (T: $25 \pm 2^\circ\text{C}$ e fotofase de 12 h).

Genótipo	24 h	48 h	72 h
Débora Pto	2,73 \pm 0,45 a	2,40 \pm 0,37 a	2,46 \pm 0,53 a
Bravo	4,33 \pm 0,67 a	3,80 \pm 0,53 a	2,80 \pm 0,45 a
TOM-687	3,00 \pm 0,42 a	3,06 \pm 0,54 a	3,66 \pm 0,54 a
TOM-688	2,33 \pm 0,33 a	2,80 \pm 0,51 a	2,66 \pm 0,34 a
ZGB-703	2,93 \pm 0,58 a	2,86 \pm 0,63 a	3,53 \pm 1,56 a
ZGB-704	3,06 \pm 0,57 a	3,40 \pm 0,54 a	1,40 \pm 0,34 a
BPX-365G-899-07-04-02	2,53 \pm 0,53 a	2,66 \pm 0,51 a	1,93 \pm 0,50 a
BPX-367E-238-02	2,80 \pm 0,36 a	3,26 \pm 0,31 a	3,06 \pm 0,53 a
Média	2,96 \pm 0,49	2,78 \pm 0,49	2,68 \pm 0,59
CV (%)	31,77	30,84	38,64

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$).

4 CONCLUSÕES

Genótipos de tomateiro com altos teores de acilaçúcares ou 2-tridecanona apresentaram resistência ao pulgão *M. persicae*.

O mecanismo envolvido na resistência a *M. persicae* é o de antibiose, e se manifesta através do aumento da duração do período ninfal, e pela diminuição do período reprodutivo, da longevidade e da produção de ninfas pelos pulgões.

Antixenose parece não apresentar papel relevante como mecanismo de resistência.

AGRADECIMENTOS

À FAPEMIG, ao CNPq, à CAPES, à Universidade Federal de Lavras (UFLA), à FAEPE, à FUNDECC e à Hortiagro Sementes, pelo apoio recebido.

REFERÊNCIAS

- ANTTONELLI, M. et al. Effetti del CMV in Basilicata um programma per la difesa del pomodoro. **Inflora Fitopatologia**, Milano, v. 42, p. 51-55, 1992.
- ARAGÃO, C. A. et al. Método colorimétrico para determinação de 2-tridecanona (2-TD) em folíolos de tomateiro. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 24, n. 1, p. 105-109, jan./fev. 2000.
- AZEVEDO, S. M. de et al. Zingiberene-mediated resistance to the South American tomato pinworm derived from *Lycopersicum hirsutum* var. *hirsutum*. **Euphytica**, Wageningen, v. 134, n. 3, p. 347-351, Sept. 2003.
- CARTER, C. D.; SACALIS, J. N.; GIANFAGNA, T. J. Resistance to Colorado Potato Beetle in relation to zingiberene content of *Lycopersicum* species. **Report of Tomato Genetics Cooperative**, New York, v. 38, n. 1, p. 11-12, Sept. 1988.
- FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. **Anais...** São Carlos: UFSCar, 2000. p. 255-258.
- FILGUEIRA, F. A. R. **Tomate**: produção em campo, em casa-de-vegetação e em hidroponia. Lavras: UFLA, 2004. 400 p.
- FREITAS, J. A. et al. 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.
- GIANFAGNA, T. J.; CARTER, C. D.; SACALIS, J. N. Temperature and photoperiod influence trichome density and sesquiterpene content of *Lycopersicum hirsutum* f. *hirsutum*. **Plant Physiology**, Lancaster, v. 100, n. 3, p. 1403-1405, Nov. 1992.
- GOFFREDA, J. C. et al. 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. 2137-2147, July 1989.

- GONÇALVES, L. D. et al. Relação entre zingibereno, tricomas foliares e repelência de tomateiros a *Tetranychus evansi*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 2, p. 267-273, fev. 2006.
- GONÇALVES, M. I. F. et al. Variation of 2-tridecanone level in tomato plant leaflets and resistance to two mite species (*Tetranychus* sp.). **Euphytica**, Wageningen, v. 104, n. 1, p. 33-38, Feb. 1998.
- GONÇALVES NETO, A. C. et al. Resistência à traça-do-tomateiro em plantas com altos teores de acilglicóis nas folhas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 2, p. 203-208, abr./jun. 2010.
- JUVIK, J.; BABKA, B.; TIMMERMANN, E. Influence of trichome exudates from species of *Lycopersicon* on oviposition behavior of *Heliothis zea* Boddie. **Journal of Chemical Ecology**, New York, v. 14, n. 4, p. 1261-1287, Aug. 1988.
- LEITE, G. L. D. Resistência do tomate a pragas. **Unimontes Científica**, Montes Claros, v. 6, n. 2, p. 129-140, jul./dez. 2004.
- LEITE, G. L. D. et al. Effect of fertilization levels, age and canopy height of *Lycopersicon hirsutum* on the resistance to *Myzus persicae*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v. 91, p. 267-273, Nov. 1999.
- LIEDI, E. et al. Acylsugars of wild tomato *Lycopersicon pennellii* alters settling and reduces oviposition of *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae). **Journal of Economic Entomology**, College Park, v. 88, n. 3, p. 742-748, June 1995.
- 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, Apr. 2001.
- MALUF, W. R. et al. Higher glandular trichome density in tomato leaflets and repellence to spider mites. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 49, n. 9, p. 1227-1235, set. 2007.
- _____. Resistance to the South American tomato pinworm *Tuta absoluta* in high acylsugar and/or high zingiberene tomato genotypes. **Euphytica**, Wageningen, v. 176, n. 1, p. 113-123, Jan. 2010.

MUIGAI, S. G. et al. Mechanisms of resistance in *Lycopersicon* germplasm to the whitefly *Bemisia argentifolii*. **Phytoparasitica**, Bet Dagan, v. 30, n. 4, p. 347-360, Aug. 2002.

PANDA, N.; KRUSH, G. S. **Host plant resistance to pest**. Guildford: Biddles, 1995. 431 p.

PERALTA, I. E.; KNAPP, S.; SPOONER, D. M. New species of wild tomatoes (*Solanum* Section *Lycopersicon*: Solanaceae) from northern Peru. **Systematic Botany**, Kent, v. 30, n. 2, p. 424-434, Apr. 2005.

PEREIRA, G. V. N. et al. Seleção para alto teor de acilaçúcares em genótipos de tomateiro e sua relação com a resistência ao ácaro vermelho (*Tetranychus evansi*) e a traça (*Tuta absoluta*). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 3, p. 996-1004, maio/jun. 2008.

RESENDE, J. T. V. et al. 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.

_____. Método colorimétrico para quantificação de acilaçúcar em genótipos de tomateiro. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 26, n. 6, p. 1204-1208, nov./dez. 2002.

_____. Resistance of tomato genotypes to the silverleaf whitefly mediated by acylsugars. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 27, n. 3, p. 345-348, jul./set. 2009.

SILVA, V. F. et al. Resistência mediada por aleloquímicos de genótipos de tomateiro à mosca-branca e ao ácaro-rajado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 9, p. 1262-1269, set. 2009.

SIMMONS, A. T. et al. Trichomes of *Lycopersicon* spp. and their effect on *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae). **Australian Journal of Entomology**, Melbourne, v. 42, n. 4, p. 373-378, Oct. 2003.

SIMMONS, A. T.; MCGRATH, D.; GURR, G. M. Trichome characteristics of F₁ *Lycopersicon esculentum* x *L. cheesmanii* f. *minor* and *L. esculentum* x *L. pennellii* hybrids and effects on *Myzus persicae*. **Euphytica**, Wageningen, v. 144, n. 3, p. 313-320, May 2005.

SUINAGA, F. A. et al. Dissimilaridade genética de fontes de resistência de *Lycopersicon* spp. a *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae). **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 9, n. 4, p. 371-376, out./dez. 2003.