



IRÃ PINHEIRO NEIVA

**RESISTÊNCIA À MOSCA-BRANCA EM TOMATEIRO,
MEDIADA POR ALELOQUÍMICOS, POR TRICOMAS
GLANDULARES E PELO GENE *Mi***

LAVRAS – MG

2016

IRÃ PINHEIRO NEIVA

**RESISTÊNCIA À MOSCA-BRANCA EM TOMATEIRO, MEDIADA
POR ALELOQUÍMICOS, POR TRICOMAS GLANDULARES E PELO
GENE *Mi***

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

Orientador

Dr. Wilson Roberto Maluf

LAVRAS – MG

2016

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

Neiva, Irã Pinheiro.

Resistência à Mosca-Branca em tomateiro mediada por
aleloquímicos, por tricomas glandulares e pelo gene *Mi* / Irã
Pinheiro Neiva. – Lavras : UFLA, 2016.

79 p.

Tese (doutorado) – Universidade Federal de Lavras, 2016.

Orientador: Wilson Roberto Maluf.

Bibliografia.

1. *Solanum lycopersicum*. 2. *Solanum galapagense*. 3. *Bemisia
tabaci* biótipo B. 4. Aleloquímicos. 5. Melhoramento genético. I.
Universidade Federal de Lavras. II. Título.

IRÃ PINHEIRO NEIVA

**RESISTÊNCIA À MOSCA-BRANCA EM TOMATEIRO, MEDIADA
POR ALELOQUÍMICOS, POR TRICOMAS GLANDULARES E PELO
GENE *Mi***

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

APROVADA em 26 de Fevereiro de 2016.

Dr. Valter Carvalho de Andrade Júnior	UFVJM
Dr. Evaristo Mauro de Castro	UFLA
Dra. Flávia Barbosa Silva Botelho	UFLA
Dr. Douglas Willian Nogueira	HORTIAGRO

Dr. Wilson Roberto Maluf
Orientador

LAVRAS – MG

2016

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, a Deus, por me conduzir e possibilitar a realização de um sonho não somente meu, mas de todos.

Aos meus pais, Joaquim e Maria do Carmo, irmãs Kátia e Jaqueline, irmãos Kennedy e Sávio, e aos demais familiares pelo apoio e incentivo para a concretização desse objetivo.

A minha noiva Silvia, pelo apoio, incentivo e compreensão em um momento tão importante em nossas vidas.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Wilson Roberto Maluf, pelo apoio e incentivo. Pessoa pela qual, tenho enorme admiração pelo trabalho desempenhado em favor da ciência ao longo de sua vida.

Ao Prof. Valter Carvalho de Andrade Júnior, pelo apoio incondicional desde o início da Faculdade de Agronomia, na antiga FAFEID (Faculdades Federais Integradas de Diamantina), hoje UFVJM (Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri), desde 2004.

Aos funcionários da empresa HortiAgro Sementes Ltda., pela amizade e apoio na condução dos trabalhos de campo, em especial Vicente Licursi, Paulo Moretto e ao Ná.

À Universidade Federal de Lavras e ao Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, pela oportunidade em realizar o curso.

Aos professores e funcionários do Departamento de Agricultura, pelos ensinamentos e grandioso incentivo para a conclusão do curso.

Aos companheiros do Instituto Federal do Norte de Minas Gerais – Campus Almenara: Adriana Corrent, Jeferson Dariva, Antônio Clarette, Vico Mendes, Joan Brálio, Marcus Leonardo, Leonardo, Antônio Eustáquio e todos os demais servidores do Campus, pelo apoio incondicional, possibilitando a minha liberação para a qualificação no Programa de Pós-Graduação. E aos novos

companheiros do Instituto Federal do Norte de Minas Gerais – Campus Araçuaí pelo apoio.

Aos membros da banca avaliadora: Dr. Valter Carvalho de Andrade Júnior, Dr. Evaristo Mauro de Castro, Dra. Flávia Barbosa Silva Botelho, Dr. Douglas Willian Nogueira, Dr. Ernani Clarete da Silva (suplente) e Dr. Samuel Pereira de Carvalho (suplente) por terem aceitado participarem deste processo, contribuindo pelo aperfeiçoamento do mesmo.

Aos amigos Alisson, Alex, Marcela, Régis, Beatriz, João Samuray, Carla, Cintia, Rafaela e demais colegas Raoni, Arley, Marcos, Ranieri, Carlos Pedrosa, entre outros. Turma gente fina!

Às instituições que apoiaram com recursos financeiros para a realização dos trabalhos: FAPEMIG, CNPq/MCT, Capes/MEC, UFLA, IFNMG, EPAMIG, Setor de Horticultura, Laboratório de Anatomia Vegetal/Departamento de Biologia e à empresa Hortiagro Sementes.

E a cada um que tenha contribuído, seja de forma direta ou indireta, colaborando com mínimas palavras de incentivo, merecem meu agradecimento, pois jamais conseguiremos vencer as etapas, sozinhos e sim com um simples gesto de apoio e amizade.

RESUMO

No tomateiro, uma das hortaliças mais cultivadas no mundo, a ocorrência de problemas fitossanitários se torna um fator limitante para a produção, com a ocorrência de pragas como a mosca-branca (*Bemisia tabaci* biótipo B). Objetivou-se quantificar a resistência à mosca-branca em genótipos de tomateiro, com diferentes teores foliares dos aleloquímicos (acilaçúcares ou zingibereno) e com o gene *Mi*. Também avaliou-se a resistência à mosca-branca em clones de tomateiro, em função da presença de tricomas glandulares. Foram realizados dois experimentos, onde no primeiro, incluíram 15 genótipos com diferentes teores foliares dos aleloquímicos e com o gene *Mi*, e no segundo, 30 clones selecionados quanto à densidade de tricomas, oriundos de cruzamento entre os genitores TOM-684 (*Solanum lycopersicum*) e LA-1401 (*Solanum galapagense*). Os experimentos foram instalados em casa de vegetação, em delineamento inteiramente casualizado (DIC), compreendendo uma planta/vaso e seis repetições, totalizando 90 plantas, na primeira situação. E para o experimento, visando avaliar o efeito dos tricomas glandulares, compreendeu-se de uma planta/vaso, com seis e dez repetições, totalizando 110 plantas. Os genótipos com alto teor de acilaçúcares (AA) e de zingibereno (ZGB) apresentaram menor ovoposição e menor número de ninfas de mosca-branca quando comparados com as testemunhas com baixo nível destes aleloquímicos. O genótipo portador do gene *Mi*, sem a presença dos aleloquímicos, e aqueles portadores do gene *Mi* com alto teor de AA, apresentaram maior resistência à ovoposição e menor número de ninfas em relação às suscetíveis. No entanto, o nível de resistência à mosca-branca mediada por AA e ZGB, isoladamente ou em associação, foi superior ao nível de resistência mediado pelo gene *Mi*. Para o segundo experimento, os 16 clones experimentais com alta densidade de tricomas glandulares e o acesso LA-1401 apresentaram, em geral, alta densidade de tricomas glandulares tipo IV, tanto nas faces abaxial como adaxial, com menor preferência por ovoposição e menor número de ninfas quando comparada com a testemunha comercial 'Santa Clara'. Correlações significativas e negativas entre ovoposição e número de ninfas e as densidades de tricomas glandulares do tipo IV, foram encontradas evidenciando mecanismo de resistência à mosca-branca.

Palavras-chave: *Solanum lycopersicum*. *Solanum galapagense*. *Bemisia tabaci* biótipo B. Aleloquímicos. Tricomas glandulares. Melhoramento genético.

ABSTRACT

In tomato plant, one of the vegetables most grown in the world, the phytosanitary occurrence problems becomes a limiting factor for production, with pest's occurrence such as whitefly (*Bemisia tabaci* biotype B). In this study the objective was to quantify the whitefly resistance in genotypes of tomato plant with different foliar contents of allelochemicals (acylsugar or zingiberene) and with gene *Mi*. Also, evaluate resistance to whitefly in tomato clones in function of the glandular trichomes presence. Two experiments were carried out: the first experiment included 15 genotypes with different foliar contents of the allelochemicals and with gene *Mi*; and in the second experiment 30 clones selected in relation to trichomes density, derived from the cross between TOM-684 (*Solanum lycopersicum*) and LA-1401 (*Solanum galapagense*). The experiments were carried out in a greenhouse in a completely randomized design (CRD), with one plant per pot and six replications, totaling 90 plants in the first experiment. For the experiment which aimed to evaluate the glandular trichomes effect, it was used one plant per pot with six and ten replications, totaling 110 plants. Genotypes with high acylsugar (AS) and zingiberene (ZGB) contents had lower oviposition and fewer whitefly nymphs' number, when compared to the controls with low levels of these allelochemicals. The genotype carrying gene *Mi*, with no allelochemicals presence (TOM-684), and those carrying gene *Mi* with high content AS (TOM-759 and TOM-760), presented greater resistance to oviposition and fewer nymphs' number in relation to the susceptible ones. However, the resistance level to whitefly mediated by AS and ZGB, individually or in combination, was greater than the resistance level mediated by the gene *Mi*. For the second experiment, the 16 experimental clones with high density of glandular trichomes and the accession LA-1401 presented, in general, high glandular trichomes density - type IV in both abaxial and adaxial faces, with less preference for oviposition and fewer nymphs' number, when compared with the commercial control '*Santa Clara*'. Significant and negative correlations between oviposition and nymphs' number, and glandular trichomes densities - type IV were found, evidencing resistance mechanism to whitefly.

Keywords: *Solanum lycopersicum*. *Solanum galapagense*. *Bemisia tabaci* biotype B. Allelochemicals. Glandular trichomes. Breeding.

SUMÁRIO

PRIMEIRA PARTE	
1	REVISÃO DE LITERATURA 9
1.1	ASPECTOS GERAIS DO GÊNERO <i>Solanum</i> seção <i>Lycopersicum</i> 9
1.2	Histórico e importância socioeconômica da cultura do tomateiro ... 11
1.3	Artrópodes-praga na cultura do tomateiro no Brasil..... 12
1.4	Melhoramento genético na cultura do tomateiro 13
1.4.1	Resistência a pragas associada aos aleloquímicos foliares e tricomas glandulares 13
1.4.2	Resistência a pragas associada ao gene <i>Mi</i> 17
	REFERÊNCIAS 19
	SEGUNDA PARTE - ARTIGOS 26
	ARTIGO 1 Resistência à mosca-branca em tomateiros contrastantes quanto a teores foliares de aleloquímicos e à presença do gene <i>Mi</i> 26
	ARTIGO 2 Tricomas glandulares em tomateiros derivados de <i>Solanum galapagense</i> conferem resistência à Mosca-Branca..... 51

PRIMEIRA PARTE

1 REVISÃO DE LITERATURA

1.1 ASPECTOS GERAIS DO GÊNERO *Solanum* seção *Lycopersicum*

A família Solanaceae possui aproximadamente 3000 espécies distribuídas em 90 gêneros (KNAPP et al., 2004), sendo considerada uma das mais importantes para a agricultura, pois contém pelo menos cinco espécies de interesse econômico: a batata (*Solanum tuberosum*), as pimentas e pimentões (*Capsicum* spp.), a berinjela (*Solanum melongena*), o tabaco (*Nicotiana tabacum*) e o tomate (*Solanum lycopersicum*) (SEGUÍ-SIMARRO et al., 2011). O gênero *Solanum* é o de maior importância econômica e o mais representativo da família, com aproximadamente 2000 espécies (DARWIN; KNAPP; PERALTA, 2003; WEESE; BOHS, 2007).

Primeiramente, Lineaus em 1753 denominou, cientificamente, o tomateiro cultivado de *Solanum lycopersicum*, no entanto, foi reclassificado por Miller em 1768, relacionando-o ao gênero *Lycopersicon* e denominando-o de *Lycopersicon esculentum*. Este nome foi adotado pela maioria dos botânicos e melhoristas de plantas até recentemente. Porém, em estudos atuais, dados moleculares de DNA de cloroplastos reforçaram a afirmativa de que os tomates e batatas são muito próximos do ponto de vista genético. Desta maneira, a classificação filogenética da família Solanaceae foi revisada e o gênero *Lycopersicon* foi reintegrado ao gênero *Solanum* (PERALTA; KNAPP; SPOONER, 2006; SPOONER; ANDERSON; JANSEN, 1993).

O gênero *Solanum* seção *Lycopersicon* inclui o tomateiro cultivado (*S. lycopersicum*) e mais 12 espécies selvagens, nativas da região Andina, a qual abrange parte do Chile, da Colômbia, do Equador, da Bolívia e do Peru, e da região onde se localizam as Ilhas Galápagos. As espécies são: *S. arcanum*, *S. cheesmaniae*, *S. chilense*, *S. chmielewski*, *S. galapagense*, *S. habrochaites*, *S.*

huaylasense, *S. corneliomuelleri*, *S. neorickii*, *S. pennellii*, *S. peruvianum* e *S. pimpinellifolium* (DARWIN, 2009; DARWIN; KNAPP; PERALTA, 2003). Como o estabelecimento dessas espécies se deu em diferentes ambientes, favoreceu o surgimento da diversidade entre as espécies (PERALTA; KNAPP; SPOONER, 2005).

As evidências botânicas, linguísticas e históricas indicam o México e o Peru como os possíveis locais de domesticação do tomateiro (BAUCHET; CAUSSE, 2012).

O tomateiro possui $n = 12$ cromossomos e, citologicamente, há pouca diferença entre os cromossomos das espécies. A espécie cultivada *S. lycopersicum* é diplóide e apresenta $2n=2x=24$ cromossomos (PETERSON et al., 1996). As informações a respeito dos aspectos cariológicos da espécie tem possibilitado o estabelecimento de mapas físicos (CHANG et al., 2008), identificação de plantas poliplóides (PRAÇA; CARVALHO; CLARINDO, 2009), identificação de híbridos interespecíficos (GAVRILENKO; THIEME; ROKKA, 2001) e casos de mutações cromossômicas (KARSBURG; CARVALHO; CLARINDO, 2009).

O tomateiro cultivado é considerado uma planta modelo para estudos, por apresentar o genoma relativamente pequeno e por estar relacionado a outras espécies de plantas importantes, como a batata, a berinjela, o pimentão e o tabaco (KOO et al., 2008). Também é um excelente modelo para o desenvolvimento floral e frutífero, além de ser utilizada em estudos comparativos dentro da família Solanaceae (XIAO et al., 2009).

A variabilidade genética presente nas espécies selvagens é de suma importância no melhoramento de plantas, por apresentar a maior parte da diversidade genética, enquanto que o tomateiro cultivado possui apenas 5% do total da variabilidade genética (MILLER; TANKSLEY, 1990).

1.2 Histórico e importância socioeconômica da cultura do tomateiro

Da América do Sul, o tomate foi levado primeiramente para o México, onde recebia o nome “tomatl”. No século XVI, por volta de 1554, foi levado para a Europa, sendo utilizado inicialmente como planta ornamental. Há relatos de que os italianos foram os primeiros a utilizar seus frutos como alimento, em meados do século XVII (GIORDANO; RIBEIRO, 2000).

No Brasil, a introdução do tomate ocorreu por meio imigrantes europeus, no final do século XIX, porém o aumento no seu uso e na produção ocorreu somente após a Primeira Guerra Mundial (ALVARENGA, 2004). Naquele período, as variedades cultivadas eram conhecidas com o nome de Redondo Japonês, Rei Umberto e Chacareiro. Admite-se que um híbrido natural entre essas variedades tenha surgido, dando origem as cultivares do grupo Santa Cruz (MALUF, 2000).

Entre as cultivares de tomate plantados na atualidade, é costumeira a divisão em cinco grupos, sendo quatro deles destinados para consumo *in natura*, os quais geralmente possuem hábito de crescimento indeterminado, e, apenas um para a indústria que possui hábito de crescimento determinado. Estes grupos são conhecidos como: Santa Cruz, Salada (Grupo Saladinha), Italiano, Cereja e Indústria (ALVARENGA, 2004; FILGUEIRA, 2000).

O fruto do tomateiro pode ser consumido *in natura* ou processado nas formas de molho, suco, pasta e desidratado. Tal versatilidade de uso do tomate contribuiu para sua incorporação na culinária (FONTES; SILVA, 2005). Em 2013, foram produzidos no Brasil cerca de 17,5 milhões de toneladas de espécies hortícolas e somente a cultura do tomateiro equivaleu a quase um quarto desse total, com uma produção aproximada de 4 milhões de toneladas em uma área de 60 mil hectares. Os principais estados produtores são Goiás e São Paulo, representando aproximadamente 50% da produção nacional (AGRIANUAL, 2013).

Segundo Fontes e Silva (2005) os frutos do tomateiro são uma boa fonte de ácido fólico, vitamina C e potássio. Dos nutrientes, os mais abundantes são os carotenóides como o licopeno (apresenta ação anticarcinogênica), seguido da pró-vitamina A (betacaroteno). Outros compostos como a vitamina E e os flavonóides, também são encontrados no tomate, o qual possui baixo teor de energia, aproximadamente 20 kcal por 100g de fruto. O sabor é dado pelos teores de sólidos solúveis (açúcares e ácidos orgânicos).

No Brasil, o tomate se tornou a primeira hortaliça em importância socioeconômica, superando até mesmo a batata, pois, enquanto esta é constituinte da base alimentar apenas nas regiões sul e sudeste, o tomate ocupa lugar de destaque em quase todos os estados do país (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA, 2011). A versatilidade de utilização do tomate garante a difusão de seus produtos manufaturados em todo o país, contribuindo com a economia regional em virtude do valor da produção social, gerando empregos diretos e indiretos (MAKISHIMA, 2003).

1.3 Artrópodes-praga na cultura do tomateiro no Brasil

No Brasil, o tomateiro é cultivado durante todo o ano, porém nas épocas mais quentes do ano, o preço do tomate no mercado é maior, devido a menor produtividade. Essa variação na produtividade e no preço está em grande parte, relacionada com a ocorrência de artrópodes-praga, que causam grandes perdas e aumentam os custos de produção da cultura (PICANÇO et al., 2004).

Na diversidade de artrópodes-praga da cultura do tomate, são destacadas: a mosca-branca *Bemisia tabaci* (Genn.) biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae), a traça-do-tomateiro *Tuta Absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae), o microácaro *Aculops lycopersici* (Masse) (Acari: Eriofilidae), a broca pequena *Neoleucinodes elegantalis* (Guenée) (Lepidoptera: Crambidae), o trips *Frankliniella schultzei* (Trybom) (Thysanoptera: Thripidae), os pulgões *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas) (Hemiptera: Aphididae) e *Myzus persicae*

(Sulzer) (Hemiptera: Aphididae) (FERNANDES; CARDOSO; MARTINELLI, 2010; GRAVINA, 2010; SILVA; CARVALHO, 2004).

O controle desses artrópodes-praga é realizado basicamente, por aplicações periódicas de defensivos químicos, cujo uso inadequado tem causado diversos problemas ao ambiente, à própria saúde humana e animal, bem como a seleção de artrópodes resistentes aos princípios ativos, aliado ao aumento significativo no custo final de produção (PICANÇO et al., 2007).

Nesse aspecto, o desenvolvimento de novas cultivares de tomate, em programas de melhoramento genético de plantas, com elevados níveis de resistência, pode ser uma alternativa ao controle químico no manejo integrado de pragas da cultura (FREITAS et al., 2002).

1.4 Melhoramento genético na cultura do tomateiro

1.4.1 Resistência a pragas associada aos aleloquímicos foliares e tricomas glandulares

Alguns trabalhos têm demonstrado a eficiência de algumas espécies selvagens de tomateiro na resistência a insetos e ácaros, mediada pela presença de substâncias químicas (aleloquímicos), exsudados por tricomas glandulares foliares (PEREIRA et al., 2008; PIZZAMIGLIO, 1991). Dentre os aleloquímicos encontrados nas espécies selvagens, estão os acilaçúcares, sesquiterpenos e metil-cetonas (CARTER; SACALIS; GIANFAGNA, 1988; GOFFREDA et al., 1989; WILLIAMS et al., 1980).

Os acilaçúcares (acilglicose e acilsacarose) podem ser encontrados nos acessos *Solanum pennelii* 'LA-716' (GOFFREDA et al., 1989; RESENDE et al., 2002) e *Solanum galapagense* (JOUY; BORDAT; BESSIÈRE, 1992). Os sesquiterpenos (zingibereno) são encontrados em acessos de *Solanum habrochaites* var. *hirsutum* como o 'PI-127826' (CARTER; SACALIS; GIANFAGNA, 1988) e as metil-cetonas (2-tridecanona) em acessos de *Solanum*

habrochaites var. *glabratum* como o ‘PI-134417’ (MALUF; BARBOSA, 1996; WILLIAMS et al., 1980).

Os acilaçúcares (AA) conferem à superfície foliar um aspecto pegajoso, funcionando como uma armadilha natural, além de impedir a ovoposição, a alimentação ou exercendo efeito adverso no desenvolvimento de determinados artrópodes-pragas (GILLARDÓN et al., 2001). Pamplona et al. (2001) avaliando genótipos F₂ de tomateiro selecionados para alto teor de acilaçúcares, a partir do cruzamento interespecífico *S. lycopersicum* x *S. pennellii*, encontraram altos níveis de resistência a mosca-branca, com menor índice de ovoposição e 100% de mortalidade dos adultos que ficaram presos nos exsudados. Híbridos F₁ obtidos do cruzamento do tomateiro domesticado com as espécies *S. pennellii* e *S. galapagense*, causaram alta mortalidade de ninfas do pulgão *M. persicae* após quatro dias do confinamento dos insetos sobre a face adaxial dos folíolos da planta. Essa mortalidade foi correlacionada à densidade de tricomas, principalmente, tipo IV (rico em acilaçúcares) nos folíolos dos híbridos (SIMMONS; MCGRATH; GURR, 2005).

Maluf et al. (2010) avaliando a resistência de linhagens de tomateiro, com alto teor de acilaçúcares a pragas de relevante importância econômica (ácaro, mosca-branca e traça-do-tomateiro), demonstraram a eficiência deste aleloquímico como mecanismo de resistência. Gonçalves Neto et al. (2010) avaliando genótipos de tomateiro ricos em acilaçúcares obtidos a partir de cruzamento interespecífico *S. lycopersicum* x *S. pennellii* ‘LA-716’, encontraram menor ovoposição da traça e níveis inferiores de danos causados à planta, do que genótipos com baixos teores deste aleloquímico. Firdaus et al. (2012) relataram que o acesso *S. galapagense* ‘PRI95004/PY-8027’ se destacou, por apresentar maiores níveis de resistência pelos mecanismos de não-preferência para ovoposição e antibiose a adultos *B. tabaci* biótipo B. Houve alta

correlação entre o maior nível de resistência e alta densidade de tricomas tipo IV, que possivelmente produzem acilaçúcares e tornam as folhas mais pegajosas.

O zingibereno (ZGB) é outro aleloquímico natural, biologicamente ativo, que confere resistência a artrópodes-praga (WESTON; SNYDER, 1990). O acesso *Solanum habrochaites* var. *hirsutum* 'PI-127826', rico em zingibereno, é resistente ao ácaro *Tetranychus urticae* (WESTON et al., 1989). Aragão et al. (2000b), Freitas (1999) e Gonçalves et al. (2006) relataram a resistência a inúmeras pragas condicionada pela presença do zingibereno em novas cultivares de tomateiro. Freitas et al. (2002) comprovaram a efetividade do zingibereno (ZGB) na resistência a mosca-branca, onde os genótipos selecionados em F₂ do cruzamento interespecífico entre *Solanum lycopersicum* 'TOM-556' x *S. habrochaites* var. *hirsutum* 'PI-127826' para alto teor de ZGB apresentaram níveis de resistência ao inseto-praga, superiores ao tomateiro comercial *Solanum lycopersicum* 'TOM-556' (baixo teor de ZGB). Silva et al. (2009) avaliando híbridos de tomateiro resultantes do cruzamento de linhagens ricas em zingibereno (ZGB) x linhagens ricas em acilaçúcares (AA), encontraram níveis de resistência a mosca-branca nas linhagens com alto ZGB (ZGB-703 e ZGB-704) superiores às linhagens com alto AA.

As espécies de tomateiro *S. lycopersicum* podem apresentar inúmeras variações nos tipos de tricomas. Sendo eles, glandulares ou não glandulares, unicelulares ou multicelulares e com células da base diferenciadas ou não. Os tricomas glandulares são geralmente capitados. A cabeça, que é a região secretora, pode ser unicelular ou multicelular. As células da cabeça são revestidas pela cutícula (ARAGÃO; DANTAS; BENITEZ, 2000a; CUTTER, 1986). Luckwill (1943) descreveu no gênero *Solanum*, sete tipos de tricomas: não glandulares (tipos II, III e V) e glandulares (I, IV, VI e VII).

Correlações positivas entre o teor de zingibereno e os tricomas glandulares tipos IV e VI (FREITAS et al., 2002) e sua relação com a resistência

a pragas, destacam a possibilidade de obtenção de plantas de tomateiro resistentes pelo mecanismo de seleção indireta para alto teor de zingibereno nos folíolos (GONÇALVES et al., 2006). Resultado semelhante foi encontrado por Costa (2013), que relatou associação positiva entre densidade de tricomas glandulares tipo VI e o teor de zingibereno ($r=0,76$), demonstrando ser possível realizar seleção indireta para o alto teor de zingibereno através de seleção para maiores densidades foliares de tricomas glandulares. No entanto, nesta mesma pesquisa não foi encontrado correlação entre o alto teor de acilaçúcares e os tricomas glandulares em tomateiro derivados de *S. pennelli*.

Os aleloquímicos 2-tridecanona (2-TD) e 2-undecanona, presentes, principalmente, no ápice do tricoma glandular tipo IV, abundantes no acesso selvagem *S. habrochaites* var. *glabratum*, são consideradas os principais fatores de resistência a insetos-pragas que incidem na espécie (WILLIAMS et al., 1980). Maluf et al. (2007) concluíram que a seleção para altas densidades de tricomas glandulares, derivado do acesso *S. habrochaites* var. *glabratum* 'PI-134417', pode ser uma eficiente ferramenta, visando a repelência ao *Tetranychus urticae*.

Oliveira et al. (2012) encontraram genótipos de tomateiro ricos nos aleloquímicos (AA, ZGB e 2-TD) e selecionados para maiores densidades de tricomas glandulares (presumivelmente com maiores níveis de 2-tridecanona), com níveis de resistência a traça-do-tomateiro superiores às testemunhas suscetíveis, com baixos teores destes aleloquímicos. Neiva et al. (2013) avaliando genótipos de tomateiro, encontraram TOM-622 (rico em 2-tridecanona), ZGB-703 (rico em zingibereno) e TOM-687 (rico em acilaçúcares) com níveis de resistência à mosca-branca bem superiores aos controles, com baixos teores destes aleloquímicos (TOM-584 e TOM-679).

Silva et al. (2013) avaliando a resistência de genótipos de tomateiro com altos teores de acilaçúcares (AA), zingibereno (ZGB) e 2-tridecanona (2-TD) ao

Myzus persicae encontraram TOM-687 e TOM-688 (ricos em AA) e as linhagens BPX-365G-899-07-04-02 e BPX-367E-238-02 (ricos em 2-TD), apresentando resistência do tipo antibiose ao pulgão.

1.4.2 Resistência a pragas associada ao gene *Mi*

O gene *Mi* é conhecido por conferir resistência ao nematóide do gênero de *Meloidogyne* spp. em tomateiro, sendo caracterizada por uma resposta de hipersensibilidade (HR), provocando mudanças histológicas, como a morte celular próxima ao sítio de infecção do juvenil de segundo estágio do agente patogênico (DROPKIN, 1969), sendo de extrema importância em programas de melhoramento genético do tomateiro.

A investigação de que o gene *Mi* possa contribuir na resistência a outras espécies de artrópodes-pragas já vem ocorrendo nas últimas décadas. A efetividade do gene *Mi* em promover níveis de tolerância ao pulgão-da-batata *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas) (Hemiptera: Aphididae) em tomateiro, foi comprovada por Rossi et al. (1998). A contribuição do gene *Mi* em conferir resistência a outras pragas de importância econômica, também já foi comprovada, como à mosca-branca (*Bemisia tabaci*) por Nombela, Williamson e Muniz (2003) e ao psílideo do tomate por Casteel, Walling e Paine (2006), Nombela, Williamson e Muniz (2003) e Rossi et al. (1998). Godzina, Kielkiewicz e Szymczykiewicz (2011) encontraram menor densidade populacional do ácaro-rajado (*Tetranychus urticae*) em plantas de tomateiro pela presença do alelo dominante em homozigose para o gene *Mi*. No entanto, os autores recomendam maiores investigações para tal fato, pois este é o primeiro trabalho que aponta o gene *Mi* como fonte de resistência ao ácaro.

O gene *Mi*, ou outro ligado a ele, reduz em até 50% o número de fêmeas e adultos de mosca-branca por planta em cultivares de tomate (*Solanum lycopersicum*), quando comparado aos genótipos que não possuem o gene *Mi* (NOMBELA; BEITIA; MUÑIZ, 2000).

Além disso, trabalhos envolvendo comparações dos níveis de resistência conferidos pelos aleloquímicos naturais em relação ao gene *Mi* a artrópodes-pragas, são necessários. Marchese (2013) comparou o nível de resistência proporcionado por acilaçúcares (AA) ao conferido pelo gene *Mi*, encontrando um nível de resistência à mosca-branca mediada por AA (TOM-687 e TOM-688) superior ao nível mediado pelo gene *Mi* (TOM-684 e TOM-598) em linhagens de tomateiro. No mencionado trabalho, TOM-687 e TOM-688 (altos teores de AA) apresentaram uma redução de cerca de 51% para ovos e ninfas, enquanto, TOM-684 e TOM-598 (portador do gene *Mi*) apresentaram uma redução de 22% em relação à ‘Santa Clara’.

Outro trabalho recente, que busca a comparação do efeito do gene *Mi* em relação aos aleloquímicos acilaçúcares (AA) e zingibereno (ZGB) quanto à resistência de linhagens de tomateiro à mosca-branca, foi realizado por Oliveira (2015). O autor destacou que tanto o ZGB quanto o AA, isoladamente ou simultaneamente, foram mais resistentes, apresentando número de ovos e ninfas inferiores à linhagem portadora apenas do gene *Mi* (TOM-684). No entanto, esta foi mais resistente do que as testemunhas suscetíveis (Santa Clara e TOM-584).

REFERÊNCIAS

- AGRIANUAL: anuário da agricultura brasileira. São Paulo: FNP Consultoria, 2013. 458 p.
- ALVARENGA, M. A. R. Origem, botânica e descrição da planta. In: ALVARENGA, M. A. R. et al. (Ed.). **Tomate: produção em campo, em casa-de-vegetação e em hidroponia**. Lavras: UFLA, 2004. p. 15-16.
- ARAGÃO, C. A.; DANTAS, B. F.; BENITES, F. R. G. Tricomas foliares em tomateiro com teores contrastantes do aleloquímico 2-tridecanona. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 57, n. 4, p. 813-816, out./dez. 2000a.
- ARAGÃO, C. A. et al. Tricomas foliares associados à resistência ao ácaro rajado (*Tetranychus urticae* Koch.) em linhagens de tomateiro com alto teor de 2-tridecanona nos folíolos. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 24, n. 1, p. 81-93, jan./fev. 2000b.
- BAUCHET, G.; CAUSSE, M. Genetic diversity in tomato (*Solanum lycopersicum*) and its wild relatives. In: CALISKAN, M. (Ed.). **Genetic diversity in plants**. Rijeka: InTech, 2012. p. 133-163.
- 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.
- CASTEEL, C. L.; WALLING, L. L.; PAINE, T. D. Behavior and biology of the tomato psyllid, *Bactericerca cockerelli*, in response to the *Mi-1.2* gene. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v. 121, p. 67-72, 2006.
- CHANG, S. B. et al. FISH mapping and molecular organization of the major repetitive sequences of tomato. **Chromosome Research**, Oxford, v. 16, p. 919-933, 2008.
- COSTA, E. M. R. **Relação entre densidade de tricomas foliares e teores de zingibereno e acilaçúcares em tomateiros resistentes a pragas**. 2013. 83 p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramentos de Plantas) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2013.
- CUTTER, E. G. **Anatomia vegetal: células e tecidos**. 2. ed. São Paulo: Roca, 1986. 303 p.

DARWIN, S. C.; KNAPP, S.; PERALTA, I. E. Taxonomy of tomatoes in the Galápagos Islands: native and introduced species of *Solanum* section *Lycopersicon* (Solanaceae). **Systematics and Biodiversity**, Cambridge, v. 1, p. 29-53, 2003.

DARWIN, S. C. **The systematics and genetics of tomatoes on the Galápagos Islands (*Solanum*, Solanaceae)**. 2009. 261 p. Thesis (Doctorate of Philosophy) - University College, London, 2009.

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

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA. **Sistemas de produção**. 2011. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Tomate>>. Acesso em: 13 fev. 2011.

FERNANDES, O. A.; CARDOSO, A. M.; MARTINELLI, S. **Manejo integrado de pragas do tomate**: manual de reconhecimento das pragas e táticas de controle. 2. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2010. 39 p.

FILGUEIRA, F. A. R. Solanáceas II - tomate: a hortaliça cosmopolita. In:_____. **Novo manual de olericultura**: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. Viçosa, MG: UFV, 2000. p. 23-189.

FIRDAUS, S. et al. Resistance to *Bemisia tabaci* in tomato wild relatives. **Euphytica**, Wageningen, v. 187, p. 31-45, 2012.

FONTES, P. C. R.; SILVA, D. J. H. Cultura do tomate. In:_____. FONTES, P. C. R. (Ed.). **Olericultura**: teoria e prática. Viçosa, MG: UFV, 2005. p. 457-475.

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, p. 275-287, 2002.

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

GAVRILENKO, T.; THIEME, R. V.; ROKKA, V. M. Cytogenetic analysis of *Lycopersicon esculentum* (+) *Solanum tuberosum* somatic hybrids and their androgenetic regenerants. **Theoretical and Applied Genetics**, Berlin, v. 103, p. 231-239, 2001.

GILLARDÓN, E. et al. Papel da 2-tridecanona e dos tricomas glandulares tipo VI na resistência do tomateiro a *Tuta absoluta*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 7, p. 929-933, 2001.

GIORDANO, L. B.; RIBEIRO, C. S. C. Origem, botânica e composição química do fruto. In: SILVA, J. B. C.; GIORDANO, L. B. (Org.). **Tomate para processamento industrial**. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia / Embrapa Hortaliças, 2000. 168 p.

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

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 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.

GRAVINA, C. S. **Produção e incidência de insetos-pragas em tomateiro orgânico sob diferentes sistemas e níveis de irrigação**. 2010. 93 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) -Universidade de Brasília, Brasília, 2010.

JOUY, N.; BORDAT, D.; BESSIÈRE, J. M. Identification of 2,3,4-tri-O-acyl)-a-D-glucoopyranosil-(3-O acyl)-b-D-frutofuranoside), responsible for high level of leafminer resistance in *Lycopersicon cheesmanii*. **Report of the Tomato Genetics Cooperative**, New York, v. 42, p. 22, 1992.

KARSBURG, I. V.; CARVALHO, C. R.; CLARINDO, W. R. Identification of chromosomal deficiency by flow cytometry and cytogenetics in mutant tomato

(*Solanum lycopersicum*, Solanaceae) plants. **Australian Journal of Botany**, Melbourny, v. 57, p. 444-449, 2009.

KNAPP, S. et al. Solanaceae - a model for linking genomics with biodiversity. **Comparative and Functional Genomics**, Chichester, v. 5, p. 285-291, 2004.

KOO, D. H. et al. Integration of cytogenetic and genetic linkage maps unveils the physical architecture of tomato chromosome 2. **Genetics**, Austin, v. 179, p. 1211-1220, 2008.

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

MAKISHIMA, N. O popular tomate. In: PROGRAMA BRASILEIRO PARA MODERNIZAÇÃO DA HORTICULTURA. **Normas de classificação do tomate**. São Paulo: Centro de Qualidade em Horticultura/CEAGESP, 2003. (Documentos, 26).

MALUF, W. R.; BARBOSA, L. V. Heridensidade de tricoma do tipo VI da superfície abaxiality of 2-tridecanone-mediated arthropod resistance in na interspecific segregating generation of tomato. Brasil: **Brazilian Journal of Genetics**, Ribeirão Preto, v. 19, p. 465-468, 1996.

MALUF, W. R. et al. Broad-spectrum arthropod resistance in hybrids between high- and low-acylsugar tomato lines. **Crop Science**, Madison, v. 50, p. 439-450, 2010.

MALUF, W. R. et al. Higher glandular trichome density in tomato leaflets and repellence to spider mites. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 9, p. 1227-1235, 2007.

MALUF, W. R. **Melhoramento genético do tomate**. Lavras: UFLA, 2000.

MARCHESE, A. **Resistência à mosca-branca e ao ácaro-rajado mediada por acilaúcares e pelo gene *Mi* em tomateiro**. 2013. 63 p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2013.

MILLER, J. C.; TANKSLEY, S. D. RFLP analysis of phylogenetic relationships and genetis variation in the genus *Lycopersicon*. **Theoretical and Aplied Genetics**, Cham, v. 80, p. 437-448, 1990.

NEIVA, I. P. et al. Role of allelochemicals and trichome density in the resistance of tomato to whitefly. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 37, n. 1, p. 61-67, Jan./Feb. 2013.

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

NOMBELA, G.; WILLIAMSON, V. M.; MUNIZ, M. The root-knot nematode resistance gene *Mi-1.2* of tomato is responsible for resistance against the whitefly *Bemisia tabaci*. **Molecular Plant-Microbe Interactions**, St. Paul, v. 16, n. 7, p. 645-649, 2003.

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

OLIVEIRA, C. M. et al. Resistance of tomato strains to the moth *Tuta absoluta* imparted by allelochemicals and trichome density. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 36, n. 1, p. 45-52, Jan./Feb. 2012.

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

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, p. 424-434, 2005.

PERALTA, I. E.; KNAPP, S.; SPOONER, D. M. Nomenclature for wild and cultivated tomatoes. **Report of the Tomato Genetics Cooperative**, New York, v. 56, p. 5-12, 2006.

PEREIRA, G. V. N. et al. Seleção para alto teor de açúcares 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, 2008.

PETERSON, D. G. et al. DNA content of heterochromatin and euchromatin in tomato (*Lycopersicon esculentum*) pachytene chromosomes. **Genome**, Ottawa, v. 39, p. 77-82, 1996.

PICANÇO, M. C. et al. Effect of integrated pest management practices on tomato production and conservation of natural enemies. **Agricultural and Forest Entomology**, Chichester, v. 9, p. 327-335, 2007.

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.

PRAÇA, M. M.; CARVALHO, R. C.; CLARINDO, W. R. A practical and reliable procedure for in vitro induction of tetraploid tomato. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 122, p. 501-505, 2009.

RESENDE, J. T. V. et al. Método colorimétrico para quantificação de acil açúcar em genótipos de tomateiro. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 26, n. 6, p. 1204-1208, nov./dez. 2002.

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

SEGUÍ SIMARRO, J. M. et al. Angrogenesis in recalcitrante solanaceous crops. **Plant Cell Reports**, Berlin, v. 30, p. 765-778, 2011.

SILVA, A. A. et al. Resistência a *Myzus persicae* em genótipos de tomateiro com altos teores foliares de aleloquímicos. **Bragantia**, Campinas, v. 72, n. 2, p. 173-179, 2013.

SILVA, A. C.; CARVALHO, G. A. Manejo integrado de pragas. In: ALVARENGA, M. A. R. (Ed.). **Tomate: produção em campo, em casa de vegetação e em hidroponia**. Lavras: UFLA, 2004. p. 309-366.

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, Sept. 2009.

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.

SPOONER, D. M.; ANDERSON, J.; JANSEN, R. K. Chloroplast DNA evidence for the interrelationships of tomatoes, potatoes, and pepinos (Solanaceae). **American Journal of Botany**, Lancaster, v. 80, p. 676-688, 1993.

WEESE, T. L.; BOHS, L. A three-gene phylogeny of the genus *Solanum* (Solanaceae). **Systematic Botany**, Kent, v. 32, p. 445-463, 2007.

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

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

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

XIAO, H. et al. Integration of tomato reproductive developmental landmarks and expression profiles, and the effect of SUN on fruit shape. **BMC Plant Biology**, London, v. 9, p. 1-21, 2009.

SEGUNDA PARTE - ARTIGOS

**ARTIGO 1 Resistência à mosca-branca em tomateiros contrastantes quanto
a teores foliares de aleloquímicos e à presença do gene *MI***

Artigo redigido nas normas da revista *Ciência e Agrotecnologia*
(versão preliminar).

**RESISTÊNCIA À MOSCA-BRANCA EM TOMATEIROS
CONTRASTANTES QUANTO A TEORES FOLIARES DE
ALELOQUÍMICOS E À PRESENÇA DO GENE *Mi***

**Irã Pinheiro Neiva⁽¹⁾, Wilson Roberto Maluf⁽¹⁾, Alex Antônio da Silva⁽²⁾,
Alisson Marcel Souza de Oliveira⁽¹⁾, João Vitor Nomura⁽¹⁾, Paulo Moretto⁽³⁾
e Natalia O. Nunes⁽³⁾.**

⁽¹⁾Universidade Federal de Lavras (UFLA), Departamento de Agricultura, Caixa Postal 3037, CEP: 37200-000. Lavras, MG. E-mail: iraagronomia@yahoo.com.br, wrmaluf@ufla.br, alisson182001@yahoo.com.br, joanomura@gmail.com; ⁽²⁾UFLA, Departamento de Biologia. E-mail: alex_nepre@yahoo.com.br; ⁽³⁾HortiAgro Sementes Ltda. E-mail: moretto@hortiagrosementes.com.br; natnunespsi@gmail.com.

Resumo - O objetivo deste trabalho foi quantificar a resistência à mosca-branca (*Bemisia tabaci* biótipo B) em genótipos de tomateiro, com diferentes teores foliares dos aleloquímicos (acilaçúcares ou zingibereno) e com o gene *Mi*. Foram testadas, quanto à resistência a mosca-branca, quinze genótipos de tomateiro (Santa Clara, TOM-695, TOM-556, TOM-584, TOM-684, TOM-687, TOM-688, TOM-759, TOM-760, ZGB-703, ZGB-704, TOM-778, TOM-779, TOM-780 e PI-127826), em delineamento inteiramente casualizado, com uma planta/vaso e seis repetições, no período de 28/05/2014 - 30/07/2014. Os genótipos com alto teor de acilaçúcares (AA) (TOM-687 e TOM-688), assim como aqueles com alto teor de zingibereno (ZGB) (ZGB-703 e ZGB-704), apresentaram menor ovoposição e menor número de ninfas de mosca-branca quando comparadas com as testemunhas suscetíveis (Santa Clara, TOM-695, TOM-556 e TOM-584). O genótipo portador do gene *Mi*, sem a presença dos aleloquímicos (TOM-684), e aqueles portadores do gene *Mi* com alto teor de AA (TOM-759 e TOM-760), apresentaram maior resistência à ovoposição e menor número de ninfas em relação às suscetíveis. Os aleloquímicos AA e ZGB quando presentes nos mesmos genótipos (TOM-778, TOM-779 e TOM-780), mostraram efeito sinérgico no sentido de aumentar a resistência à mosca-branca em relação àqueles que têm apenas um determinado aleloquímico. No entanto, o nível de resistência à mosca-branca mediada por AA e ZGB, isoladamente ou em associação, foi superior ao nível de resistência mediado pelo gene *Mi*.

Palavras-chave: *Solanum lycopersicum*, *Bemisia tabaci* biótipo B, melhoramento genético.

WHITEFLY RESISTANCE IN CONTRASTING TOMATOES ON THE
FOLIAR CONTENTS OF ALLELOCHEMICALS AND PRESENCE OF
GENE *MI*

Irã Pinheiro Neiva⁽¹⁾, Wilson Roberto Maluf⁽¹⁾, Alex Antônio da Silva⁽²⁾,
Alisson Marcel Souza de Oliveira⁽¹⁾, João Vitor Nomura⁽¹⁾, Paulo Moretto⁽³⁾
e Natalia O. Nunes⁽³⁾.

⁽¹⁾Federal University of Lavras (UFLA), Agriculture Department, PO Box 3037, CEP: 37200-000. Lavras, MG. E-mail: iraagronomia@yahoo.com.br, wrmaluf@ufla.br, alisson182001@yahoo.com.br, joaonomura@gmail.com; ⁽²⁾UFLA, Biology Department. E-mail: alex_nepre@yahoo.com.br; ⁽³⁾HortiAgro Seeds Ltda. E-mail: moretto@hortiagrosegmentes.com.br; natnunespsi@gmail.com.

Abstract - The objective of this study was to quantify the whitefly resistance (*Bemisia tabaci* biotype B) in tomato plant genotypes with different foliar contents of allelochemicals (acylsugar or zingiberene) and with the gene *Mi*. Fifteen tomato plant genotypes were tested for whitefly resistance (Santa Clara, TOM-695, TOM-556, TOM-584, TOM-684, TOM-687, TOM-688, TOM-759, TOM-760, ZGB-703, ZGB-704, TOM-778, TOM-779, TOM-780 e PI-127826), in a completely randomized design, with one plant per pot and six replications, in the period from 05.28.2014 to 07.30.2014. Genotypes with high acylsugar (AS) (TOM-687 and TOM-688), as well as those with high zingiberene contents (ZGB) (ZGB-703 and ZGB-704), had lower oviposition and fewer whitefly nymphs' number, when compared to the susceptible controls (Santa Clara, TOM-695, TOM-556 and TOM-584). The genotype carrying gene *Mi*, with no allelochemicals presence (TOM-684), and those carrying gene *Mi* with high content AS (TOM-759 and TOM-760), presented greater resistance to oviposition and fewer nymphs' number in relation to the susceptible ones. The allelochemicals, AS and ZGB, when present in the same genotypes (TOM-778, TOM-779 and TOM-780) showed synergistic effect towards to increase whitefly resistance compared to those who have only one determined allelochemical. However, the resistance level to whitefly mediated by AS and ZGB, individually or in combination, was greater than the resistance level mediated by the gene *Mi*.

Keywords: *Solanum lycopersicum*. *Bemisia tabaci* biotype B. Plant breeding.

INTRODUÇÃO

No tomateiro (*Solanum lycopersicum*, sin. *Lycopersicon esculentum*), uma das hortaliças mais cultivadas no mundo (PERALTA et al., 2005) a ocorrência de problemas fitossanitários, se torna um fator limitante para a produção da cultura (SUINAGA et al., 2003). Dentre as pragas de maior ocorrência, destaca-se a mosca-branca (*Bemisia tabaci* biótipo B, sin *Bemisia argentifolii* Bellow & Perring (Hemiptera), é considerada um inseto-praga importante, causando danos diretos com perda de área fotossinteticamente ativa e consequente perda de produtividade, dentre outros (LOURENÇÃO & NAGAI, 1994). Também causa danos indiretos, por ser vetor de vírus, como o geminivírus, causando distúrbios fisiológicos irreversíveis (TAVARES, 2002).

O controle de pragas no tomateiro é realizado, em grande parte, pelo uso de defensivos agrícolas, sendo os inseticidas aplicados sistematicamente por meio de pulverizações, variando em geral de duas a três aplicações por semana, nas épocas mais quentes do ano. Como consequência, podem ocorrer vários problemas, como resíduos nos frutos, intoxicação de trabalhadores, poluição do meio ambiente e aumento nos custos de produção da cultura (SILVA et al.; 2009; SILVA et al.; 2013).

Dentre as alternativas viáveis para resolver os problemas decorrentes do uso indiscriminado dos agroquímicos, está a busca por desenvolver cultivares resistentes a artrópodes-praga, por meio de programas de melhoramento da cultura (LEITE, 2004). Os programas desenvolvidos no Brasil têm buscado a estratégia da introgressão de alelos de resistência a insetos, presentes em espécies silvestres de

tomateiro, em linhagens melhoradas com características agrônômicas de qualidade (SILVA et al., 2009; SILVA et al., 2013). A resistência a pragas nestas espécies silvestres é mediada por aleloquímicos, em geral associado à presença de tricomas foliares glandulares (ARAGÃO et al., 2000; RESENDE et al., 2006; MALUF et al., 2007).

Genótipos de tomateiro com altos teores de aleloquímicos foram obtidos por meio de programas de melhoramento genético, a partir do cruzamento interespecífico do tomateiro domesticado com espécies silvestres, como *S. pennelii* que produz acilaçúcares (AA) (GOFFREDA et al., 1989; RESENDE et al., 2006), *S. habrochaites* var. *hirsutum* que produz o zingibereno (ZGB), do grupo dos sesquiterpenos (CARTER et al., 1988; GIANFAGNA et al., 1992; MALUF et al., 2001; FREITAS et al., 2002) e *S. habrochaites* var. *glabratum* que produz 2-tridecanona (2-TD), do grupo das metil-cetonas (MALUF et al., 1997; GONÇALVES et al., 1998; MALUF et al., 2007). Tais aleloquímicos conferem resistência à mosca-branca (*Bemisia tabaci* biótipo B) (Hemiptera: Aleyrodidae) (RESENDE et al., 2009; SILVA et al., 2009; MALUF et al., 2010; NEIVA et al., 2013), à traça (*Tuta absoluta*) (Lepidoptera: Gelechiidae) (AZEVEDO et al., 2003; PEREIRA et al., 2008; GONÇALVES NETO et al., 2010; OLIVEIRA et al., 2012), aos ácaros (*Tetranychus urticae* e *T. evansi*) (Acari: Tetranychidae) (GONÇALVES et al., 2006; MALUF et al., 2007), à mosca-minadora (*Liriomyza trifolii*) (SILVA, 2013) e ao pulgão (*Myzus persicae*) (SILVA et al., 2013)

O gene *Mi*, que confere resistência do tomateiro aos nematóides do gênero *Meloidogyne* spp. (SMITH, 1994), caracteriza-se pela reação de hipersensibilidade ao *Meloidogyne* (ROBERTS & THOMASON,

1986), no entanto, a eficácia deste gene em proporcionar tolerância também a outras pragas vem sendo relatada. KALOSHIAN et al. (1995) e ROSSI et al. (1998) constataram a tolerância do tomateiro ao pulgão *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas) (Hemiptera: Aphididae) associada à presença do gene *Mi*. NOMBELA et al. (2000), constaram que o gene *Mi* ou outro gene ligado a ele, confere resistência a *Bemisia tabaci* em cultivares comerciais de tomate (*S. lycopersicum*). MARCHESE (2013) observou resistência a *B. tabaci* em tomateiro, mediada por acilaçúcares e pelo gene *Mi*. No entanto, não há relatos de comparações dos níveis de resistência, proporcionados pelo aleloquímico zingibereno, associado com acilaçúcares e pelo gene *Mi* em relação à mosca-branca em tomateiro.

O objetivo deste trabalho foi quantificar a resistência à mosca-branca (*Bemisia tabaci* biótipo B) em genótipos de tomateiro, com diferentes teores foliares dos aleloquímicos (acilaçúcares ou zingibereno) e com o gene *Mi*.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram realizados em casa de vegetação da Estação Experimental de Hortaliças – HortiAgro Sementes Ltda., Fazenda Palmital, município de Ijaci - MG (21°14'16" de latitude sul e 45°08'00" de longitude, com altitude de 918 m), e no Setor de Olericultura, da Universidade Federal de Lavras - UFLA, no município de Lavras - MG (21° 14' 43" de latitude sul, 45° 59' 59" de longitude oeste, altitude de 919 m).

Foram avaliados 15 genótipos de tomateiro, que incluíram linhagens ricas em dois diferentes aleloquímicos e com a presença do gene *Mi* (Tabela 1). Como testemunhas suscetíveis à mosca-branca, foram utilizadas as linhagens: Santa Clara, TOM-695, TOM-556, TOM-584 e como testemunha resistente o acesso *S. habrochaites* var. *hirsutum* PI-127826.

Sementes de todos os genótipos foram semeadas na Estação Experimental da HortiAgro Sementes Ltda, em bandejas de isopor de 128 células, utilizando substrato comercial Tropstrato HA[®], em 28/05/2014. Posteriormente procedeu-se o transplântio das plantas, em vasos de polietileno com capacidade de 500 mL, utilizando como substrato (terra de barranco, substrato comercial, areia, calcário e NPK), em 16/06/2014.

Para a infestação com *Bemisia tabaci* biótipo B, foi previamente estabelecida uma criação de mosca-branca, no Setor de Olericultura da UFLA, sob estufa telada, em estrutura de proteção de 12 m² (4,00 m x 3,00 m), tipo modelo capela, com cobertura de plástico transparente de 100 micras de espessura e laterais de telas antiafídicas. Adultos deste inseto foram coletados em cultura de tomate cv. Santa Clara, no referido setor, e em seguida, transferidos para a estufa telada. Como substrato para ovoposição e posterior alimento para os insetos, foram utilizadas plantas de tomateiro cultivar Santa Clara (que apresenta baixos teores de ZGB e AA, e é suscetível à mosca-branca), as quais foram colocadas na estufa para servir como fonte de infestação.

Decorridos 24 dias após o transplântio (em 10/07/14), os diferentes genótipos a serem testados, foram transportados para uma segunda estufa telada previamente infestada com *Bemisia tabaci* biótipo

B. O experimento foi instalado nesta estufa em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com uma planta por vaso (parcela) e seis repetições para cada um dos 15 tratamentos, totalizando 90 plantas.

Decorridos 06 dias após infestação, foi feita a avaliação de ovoposição, por meio da contagem do número de ovos (número de ovos em 2cm² de área foliar), sendo amostrados de cada planta testada, quatro folíolos do terço superior da planta, com o auxílio de uma lupa binocular com aumento de 20 a 80 vezes. Vinte dias após a data de infestação, os mesmos folíolos amostrados, previamente marcados com uma fita adesiva branca foram avaliados quanto ao número de ninfas (número de ninfas no último instar), também com auxílio de lupa binocular. A temperatura média e a umidade relativa do ar entre o período de infestação até a contagem de ninfas variaram de 11,2 a 20,3°C, e de 52 a 100%, respectivamente (CPTEC/INPE, 2014).

As análises de variâncias foram realizadas para os dados do teste de resistência à mosca-branca, e, as médias dos genótipos foram comparadas pelo teste de agrupamento de Scott-Knott, a 5% probabilidade, por meio do aplicativo estatístico Sisvar (FERREIRA, 2000). Contrastes selecionados entre grupos de genótipos com teores diferentes de aleloquímicos e presença do gene *Mi* foram calculados, utilizando o programa computacional SAS (Statistical Analysis System Institute, 1995), a fim de identificar possíveis diferenças nos níveis de resistência à praga, como função dos teores dos aleloquímicos e presença do gene.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram observadas diferenças significativas pelo teste F para as características avaliadas entre os genótipos de tomateiro testados (Tabela 1). As linhagens com alto teor de AA ou ZGB; ou somente portadoras do gene *Mi* (T5 a T15), apresentaram menor preferência tanto na ovoposição, quanto no número de ninfas, quando comparadas com as testemunhas suscetíveis Santa Clara, TOM-695, TOM-556 e TOM-584.

Santa Clara e as linhagens TOM-695, TOM-556 e TOM-584 situaram-se nos agrupamentos com maiores ovoposições e maiores números de ninfas indicados pelo teste de Scott-Knott (Tabela 1). Já TOM-687 e TOM-688, ricas em acilaçúcares, situaram-se em grupos com médias significativamente menores (Tabela 1 e Tabela 2 – Contraste C1). Tais resultados comprovam a efetividade da presença de concentrações foliares de acilaçúcares na resistência à mosca-branca, já descrita anteriormente (RESENDE et al., 2009; OLIVEIRA et al., 2012; NEIVA et al., 2013; MARCHESE, 2013). Para TOM-687 e TOM-688, a ovoposição foi reduzida em 50,76% e 54,97% relativamente a cultivar Santa Clara, enquanto o número de ninfas foi reduzido em 40,93% e 40,76%, respectivamente.

As linhagens com alto teor de zingibereno, baixo teor de acilaçúcar e não portadoras do gene *Mi* (ZGB-703 e ZGB-704) também apresentaram nível significativo de tolerância a ovoposição e menor número de ninfas de mosca-branca quando comparado às testemunhas suscetíveis (Santa Clara, TOM-695, TOM-556 e TOM-584) (Tabela 1 e Tabela 2, Contraste C2). Efeito adverso de genótipos com altos teores de

zingibereno no desenvolvimento biológico da mosca-branca (*Bemisia tabaci* biótipo B), também foram observados anteriormente (SILVA et al., 2009; OLIVEIRA et al., 2012; NEIVA et al., 2013). A presença de ZGB foi ligeira, mas significativamente mais efetiva do que a de AA em reduzir a ovoposição, mas foi igualmente eficiente na redução do número de ninfas (Contraste C10). Para ZGB-703 e ZGB-704, a ovoposição foi reduzida em 59,39% e 63,04% relativamente a cultivar Santa Clara, enquanto o número de ninfas foi reduzido em 43,24% e 42,26%, respectivamente. Efeitos na sobrevivência da mosca-branca proporcionados pelos aleloquímicos AA e ZGB simultaneamente presentes nas linhagens TOM-778, TOM-779 e TOM-780, foram amplamente eficientes no sentido de induzirem menor preferência a ovoposição e menor número de ninfas, em relação às linhagens com baixo teor desses aleloquímicos (Contraste C3) e também mais eficientes do que nos genótipos com a presença de alto AA, somente (Contraste C11) ou alto ZGB, somente (Contraste C13).

O genótipo portador apenas do gene *Mi* (TOM-684) apresentou moderada resistência em relação às testemunhas suscetíveis (Tabela 2, Contraste C4). Os genótipos com alto teor de acilaçúcares e portadores do gene *Mi* (TOM-759 e TOM-760) apresentaram nível mais elevado de resistência à ovoposição e menor número de ninfas de mosca-branca do que as linhagens suscetíveis (Tabela 2, Contraste C5). Nesse sentido, houve uma redução de 46,42%, 44,42% e 26,18% do número de ninfas por folíolos nas linhagens portadoras TOM-759 (AA+gene *Mi*), TOM-760 (AA+gene *Mi*) e TOM-684 (gene *Mi*), respectivamente, em relação à cultivar Santa Clara. A resistência induzida por *Mi* em TOM-684 foi mais

elevada do que a encontrada por MARCHESE (2013), que relatou redução de 18,78% na quantidade média de ninfas por folíolo no genótipo TOM-684 quando comparado ao suscetível. No entanto, foi uma resistência mais modesta do que a relatada por NOMBELA et al. (2003) que relatou uma redução de cerca de 50,00% da quantidade média de ninfas, quando comparado as plantas que não continham o alelo de resistência *Mi*. Tais diferenças encontradas nos níveis de concordância podem ser justificadas pela magnitude relativa, por influência da variável temperatura.

As linhagens ricas em acilaçúcar (TOM-687 e TOM-688), zingibereno (ZGB-703 e ZGB-704) e em ambos os aleloquímicos (TOM-778, TOM-779 e TOM-780), apresentaram menor ovoposição e menor número de ninfas de mosca-branca, quando comparado ao tratamento TOM-684, portador do gene *Mi* (Tabela 2, Contrastes C6, C7 e C8). Linhagens ricas em acilaçúcares e portadoras do gene *Mi* (TOM-759 e TOM-760) têm menor ovoposição e apresentam menor número de ninfas do que aquela que possui apenas o gene *Mi* (TOM-684) (Tabela 1, Tabela 2, Contraste C9). Por outro lado, TOM-759 e TOM-760 são também mais resistentes à mosca-branca, apresentando menor ovoposição e menor número de ninfas do que aquelas (TOM-687 e TOM-688) que possuem alto teor de AA apenas (Tabela 2, Contraste C12).

O efeito combinado de alto AA mais a presença do gene *Mi* na resistência foi similar ao conferido pela presença de alto ZGB no que se refere à ovoposição, mas é superior ao conferido por ZGB no número de ninfas (Tabela 2, Contraste C14), o que sugere haver resistência por antibiose e por não-preferência.

Os resultados obtidos, à semelhança dos relatados por MARCHESE (2013), PALLIPPARAMBIL et al. (2010) e NOMBELLA et al. (2003) demonstram que o gene *Mi*, pode estar envolvido na resistência parcial à *Bemisia tabaci* biótipo B em *Solanum lycopersicum*. Há relatos da eficiência do gene *Mi* no controle do pulgão-da-batata (*Macrosiphum euphorbiae*) (KALOSHIAN et al. 1997; KALOSHIAN et al. 2000; GOGGIN et al., 2001), de nematóides (*Meloidogyne* spp.) e em tomate (GOGGIN et al., 2001; MANTELIN et al., 2011; ATAMIAN et al., 2012).

Nenhum dos genótipos avaliados foi tão resistente à mosca-branca quanto ao acesso selvagem PI-127826 (Tabela 1), indicando que as linhagens ZGB-703 e ZGB-704 dele derivados, não possuem todos os genes associados à resistência no acesso selvagem, tão somente àqueles associados a presença de ZGB. Resultado similar foi encontrado por GONÇALVES et al. (2006). COSTA (2013) que encontraram associação positiva entre o teor de zingibereno e tricomas glandulares do tipo VI, como mecanismo para resistência a pragas em tomateiro derivados de *S. pennelli*. No entanto, não encontraram associação entre alto teor foliar de acilaçúcares e a presença de tricomas glandulares de qualquer tipo. Tal resultado pode ser em função da forma de penetração da traça no folíolo, por ser um inseto mastigador, forma galerias abaixo do mesófilo foliar e o AA pode estar contida nesta estrutura.

No presente trabalho, os genótipos com altos teores dos aleloquímicos acilaçúcares e zingibereno apresentaram efeito adverso no desenvolvimento biológico da *Bemisia tabaci* biótipo B. Resultados semelhantes foram encontrados por SILVA et al. (2009) e NEIVA et al.

(2013) para *Bemisia tabaci* biótipo B, e para outros insetos-praga, como *Tuta absoluta* e *Myzus persicae* (OLIVEIRA et al., 2012; SILVA et al. 2013, respectivamente).

Os níveis de ovoposição da *Bemisia tabaci* biótipo B mediada por acilaçúcares e zingibereno nos mesmos genótipos (TOM-778, TOM-779 e TOM-780), são significativamente menores àqueles genótipos que tem em sua constituição, apenas um determinado aleloquímico (Tabela 2, contrastes C11 e C13). Tal situação também foi relatada por SILVA (2009) em relação à *Tuta absoluta*, onde os dois aleloquímicos ZGB e AA, quando combinados em híbridos heterozigotos, mostraram efeito sinérgico no sentido de aumentar à resistência a traça, quando comparado aos genótipos ricos somente em ZGB ou em AA. SILVA et al. (2009) encontraram resultados divergentes em relação à *Bemisia tabaci* biótipo B, onde genótipos duplos heterozigotos apresentaram o mesmo comportamento que os heterozigotos para ZGB ou AA, não havendo efeito sinérgico da presença simultânea de ZGB e AA.

Os resultados indicam que altos teores de AA, altos teores de ZGB e a presença do gene *Mi* estão associados a maiores níveis de resistência à mosca-branca em tomateiro. Os níveis de resistência conferidos pela presença do gene *Mi* são, no entanto, menores do que o conferido por alto teor de AA e/ou de ZGB. Por sua vez, altos teores de ZGB conferem valores similares ao de alto teor de AA na sobrevivência de ninfas, mas ligeiramente mais efetivo do que o último na redução da ovoposição.

Genótipos com presença simultânea de alto AA e gene *Mi* mostraram-se mais resistentes à mosca-branca do que genótipos somente com alto AA ou somente com o gene *Mi*. Também genótipos com alto

teor de AA e alto teor de ZGB, simultaneamente, apresentaram maior nível de resistência do que aqueles com apenas um dos aleloquímicos. Desta forma, presumivelmente, genótipos com presença simultânea de alto AA, alto ZGB e gene *Mi* poderiam apresentar níveis de resistência ainda maiores. Contudo, esta hipótese somente poderá ser testada quando obtiver disponíveis linhagens com estas três características simultaneamente.

CONCLUSÕES

- 1- Altos teores foliares dos aleloquímicos acilaçúcares e zingibereno, e a presença do gene *Mi* estão associados a maiores níveis de resistência à mosca-branca em tomateiro.
- 2- O nível de resistência à mosca-branca conferido pelo gene *Mi* é menor do que o conferido por alto acilaçúcares, alto zingibereno, ou pela sua presença simultânea com alto acilaçúcares e alto zingibereno em tomateiro.
- 3- O efeito combinado de alto acilaçúcares, mais a presença do gene *Mi* é maior do que o conferido por alto zingibereno, isoladamente, na resistência à mosca-branca.
- 4- O gene *Mi* confere resistência parcial à mosca-branca em tomateiro.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), à Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP – Inovação e Pesquisa), ao Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), à Universidade Federal de Lavras (UFLA), ao Instituto Federal do Norte de Minas Gerais (IFNMG) – Câmpus Almenara, à Fundação de Apoio ao Ensino, Pesquisa e Extensão (FAEPE), à Fundação de Desenvolvimento Científico e Cultural (FUNDECC) e à HortiAgro Sementes, pelo apoio recebido.

REFERÊNCIAS

- ARAGÃO, C.A.; MALUF, W.R.; DANTAS, B.F.; GAVILANES, M.L.; CARDOSO, M.G. Tricomas foliares associados à resistência ao ácaro rajado (*Tetranychus urticae* Koch.) em linhagens de tomateiro com alto teor de 2-tridecanona nos folíolos. **Ciência e Agrotecnologia**, v.24, p.81-93, 2000.
- ATAMIAN, H.S.; EULGEM, T.; KALOSHIAN, I. SIWRKY70 is required for *Mi-1*-mediated resistance to aphids and nematodes in tomato. **Planta**, v.235, p.299-309, 2012.
- AZEVEDO, S.M.; FARIA, M.V.; MALUF, W.R.; OLIVEIRA, A.C.B.; FREITAS, J.A. Zingiberene-mediated resistance to the South American tomato pinworm derived from *Lycopersicon hirsutum* var. *hirsutum*. **Euphytica**, v.134, p.347-351, 2003.
- CARTER, C.D.; SACALIS, J.N.; GIANFAGNA, T.J. Resistance to Colorado Potato Beetle in relation to zingiberene content of *Lycopersicon* species. **Report of Tomato Genetics Cooperative**, v.38, p.11-12, 1988.
- COSTA, E.M.R. Relação entre densidade de tricomas foliares e teores de zingibereno e acilaçúcares em tomateiros resistentes a pragas. 2013. **Tese** (Doutorado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- CPTEC/INPE. Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos/Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. 2014. Acesso em: 02 de junho de 2014. Disponível em: <http://www.cptec.inpe.br/>
- FERREIRA, D.F. Sistemas de análise estatística para dados balanceados. Lavras: UFLA/DEX/SISVAR, 2000. 145p.
- 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**, v.100, p.1403-1405, 1992.

GOFFREDA, J.C.; MUTSHLER, M.A.; AVÉ, D.A.; TINGEY, W.M.; STEFFENS, J.C. Aphid deterrence by glucose esters in glandular trichome exudate of wild tomato, *Lycopersicon pennellii*. **Journal of Chemical Ecology**, v.15, p.2137-2147, 1989.

GOGGIN, F.L.; WILLIAMSON, V.M.; ULLMAN, D.E. Variability in the response of *Macrosiphum euphorbiae* and *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae) to the tomato resistance gene *Mi*. **Environmental Entomology**, v.30, p.101-106, 2001.

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

GONÇALVES, L.D.; MALUF, W.R.; CARDOSO, M.G.; RESENDE, J.T.V.; CASTRO, E.M.; SANTOS, N.M.; NASCIMENTO, I.R.; FARIA, M.V. Relação entre zingibereno, tricomas foliares e repelência de tomateiros a *Tetranychus evansi*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, p.267-273, 2006.

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

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

KALOSHIAN, I.; KINSEY, M.G.; ULLMAN, D.E.; WILLIAMSON, V.M. The impact of *Meu1*-mediated resistance in tomato on longevity, fecundity and behavior of the potato aphid, *Macrosiphum euphorbiae*. **Entomologia Experimentalis et applicata**, v.83, p.181-187, 1997.

KALOSHIAN, I.; KINSEY, M.G.; WILLIAMSON, M.V.; ULLMAN, E.D. *Mi*-mediated resistance against the potato aphid *Macrosiphum*

euphorbiae (Hemiptera: Aphididae) limits sieve element ingestion.

Environmental Entomology, v.29, p.609-695, 2000. DOI:
10.1603/0046-225X-29.4.690

LEITE, G.L.D. Resistência do tomate a pragas. **Unimontes Científica**, v.6, p.129-140, 2004.

LOURENÇÃO, A.L.; NAGAI, H. Surtos populacionais de *Bemisia tabaci* no Estado de São Paulo. **Bragantia** [S.I.], v.53, p.53-59, 1994.

MANTELIN, S.; PENG, H.C.; LI, B.; ATAMIAN, H.S.; TAKKEN, W.L.F.; KALOSHIAN, I. The receptor-like kinase *SISERK1* is required for *Mi-1*-mediated resistance to potato aphids in tomato. **The Plant Journal**, v.67, p.459-471, 2011.

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

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

MALUF, W.R.; INOUE, I.F.; FERREIRA, R.P.D.; GOMES, L.A.A.; CASTRO, E.M.; CARDOSO, M.G. Higher glandular trichome density in tomato leaflets and repellence to spider mites. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.49, p.1227-1235, 2007.

MALUF, W.R.; SILVA, V.F.; CARDOSO, M.G.; GONÇALVES NETO, A.C.; MACIEL, G.M.; NÍZIO, D.A.C. Resistance to the South American tomato pinworm *Tuta absoluta* in high acylsugar and/or high zingiberene tomato genotypes. **Euphytica**, v.176, p.113-123, 2010.

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

NEIVA, I.P.; ANDRADE JÚNIOR, V.C.; MALUF, W.R.; OLIVEIRA, C.M.; MACIEL, G.M. Role of allelochemicals and trichome density in the resistance of tomato to whitefly. **Ciência e Agrotecnologia**, v.37, n.1, jan./fev., 2013.

NIZIO, D.A.C.; MALUF, W.R.; FIGUEIRA, A.R.; NOGUEIRA, D.W.; SILVA, V.F.; GONÇALVES NETO, A.C. Caracterização de genótipos de tomateiro resistentes a begomovírus por marcador molecular co-dominante ligado ao gene Ty-1. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, n.12, p.1699-1705, 2008.

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

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

OLIVEIRA, C.M.; ANDRADE JÚNIOR, V.C.; MALUF, W.R.; NEIVA, I.P.; MACIEL, G.M. Resistance of tomato strains to the moth *Tuta absoluta* imparted by allelochemicals and trichome density. **Ciência e Agrotecnologia**, v.36, n.1, p.45-52, jan./fev., 2012.

PALLIPARAMBIL, G.R.; REESE, C.J.; AVILA, A.C.; LOUIS, M.J.; GOGGIN, L.F. *Mi*-mediated aphid resistance in tomato: tissue localization and impact on the feeding behavior of two potato aphid clones with differing levels of virulence. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v.135, p.295-307, 2010.

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

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

RESENDE, J.T.V.; MALUF, W.R.; FARIA, M.V.; PFANN, A.Z.; NASCIMENTO, I.R. Acylsugars in tomato leaflets confer resistance to the South American tomato pinworm, *Tuta absoluta* Meyr. **Scientia Agricola**, v.63, p.20-25, 2006.

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

ROBERTS, P.A.; THOMASON, I.J. Variability in reproduction of isolates of *Meloidogyne incognita* and *M. javanica* on resistant tomato genotypes. **Plant Disease**, v.70, p.547-551, 1986.

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

SAS (Statistical Analysis System Institute). SAS/QC Software: reference, version 6. Cary, 1995. 1290p.

SILVA, V.F.; CARDOSO, M.G.; MORAES, J.C.; PIMENTEL, F.A.; GONÇALVES, L.D.; NERI, D.K.P. Caracterização e avaliação de acilacúcar sintético no comportamento da mosca-branca *Bemisia tabaci* (Gennadius, 1886) biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) em tomateiro. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.32, n.5, p.1408-1412, 2008.

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

SILVA, V.F. Resistência a artrópodes-praga em genótipos de tomateiro ricos em zingibereno e/ou acilaçúcares. 2009. 62p. **Tese** (Doutorado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

SILVA, A.A. Resistência de genótipos de tomateiro com teores foliares contrastantes de aleloquímicos à *Liriomyza trifolii* (Burgess) (Diptera: Agromyzidae) e a *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae). 2013. **Dissertação** (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

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

SUINAGA, F.A.; CASALI, V.W.D.; SILVA, D.J.H.; PIKANÇO, M.C. Dissimilaridade genética de fontes de resistência de *Lycopersicon* spp. a *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae). **Revista Brasileira de Agrociência**, v.9, p.371-376, 2003.

SMITH, P.G. Embryo culture of a tomato species hybrid. **Proceedings of the American Society of Horticultural Science**, v.44, p.413-416, 1994.

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

TOSCANO, L.C.; BOIÇA JÚNIOR, A.L.; SANTOS, J.M.; ALMEIDA, J.B.S.A. Tipos de tricomas em genótipos de *Lycopersicon*. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.19, n.3, p.204-206, novembro 2001.

Tabela 1. Descrição dos genótipos de tomateiro avaliados, número médio de ovos e ninfas por 2 cm² de área foliar, medidos seis e vinte dias, respectivamente, após a infestação de *Bemisia tabaci* biótipo B no terço superior da planta de tomate. UFLA, Lavras-MG, 2014.

Genótipos ^(a)	Teores Foliare			Referência	Nº médio de ovos	Nº médio de ninfas
	Acilacúcares	Zingibereno	Nematóide ^(b)		/2cm ² de folíolo**	/2cm ² de folíolo**
T1= Santa Clara	Baixo	Baixo	S	SILVA et al. (2008)	63,12 h ¹	94,25 i ¹
T2= TOM-695	Baixo	Baixo	S	NIZIO et al. (2008)	51,21 g	81,62 h
T3= TOM-556	Baixo	Baixo	S	RESENDE et al. (2006)	52,21 g	79,71 h
T4= TOM-584	Baixo	Baixo	S	RESENDE et al. (2006)	50,96 g	80,83 h
T5= TOM-684	Baixo	Baixo	R	RESENDE et al. (2006)	43,33 f	69,58 g
T6= TOM-687	Alto	Baixo	S	W.R.MALUF (2014) I.P.	31,08 e	55,67 f
T7= TOM-688	Alto	Baixo	S	PEREIRA et al. (2008)	28,42 d	55,75 f
T8= TOM-759	Alto	Baixo	R	PEREIRA et al. (2008)	23,50 c	50,50 c
T9= TOM-760	Alto	Baixo	R	W.R.MALUF (2014) I.P.	24,42 c	52,38 d
T10= ZGB-703	Baixo	Alto	S	MALUF et al. (2001)	25,63 c	53,50 e
T11= ZGB-704	Baixo	Alto	S	MALUF et al. (2001)	23,33 c	54,42 e
T12= TOM-778	Alto	Alto	S	MALUF et al. (2001)	22,25 b	44,00 b
T13= TOM-780	Alto	Alto	S	W.R.MALUF (2014) I.P.	20,50 b	44,25 b
T14= TOM-779	Alto	Alto	S	W.R.MALUF (2014) I.P.	21,37 b	43,67 b
T15= P1-127826	Baixo	Muito Alto	S	TOSCANO et al. (2001)	1,00 a	1,04 a
Média	-	-	-	-	32,16	57,41
CV%	-	-	-	-	6,06	2,55

Tabela 1, conclusão.

^(a)Linhagens homocigotas para as características descritas. ^(b)S = suscetível (Mi^+/Mi^+); R = resistente (Mi/Mi). ** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F. ¹médias seguidas da mesma letra, nas colunas, não diferem entre si, pelo teste Scott-Knott ($p \leq 0,05$). I.P. = Informação Pessoal.

Tabela 2. Estimativas de contrastes de interesse usados para comparações de resistência à mosca-branca entre genótipos e/ou grupos de genótipos com diferentes teores de acilácaros (AA), zingibereno (ZGB) e resistência a nematóide. UFLA, Lavras-MG, 2014.

Id.	Contraste de Interesse		Nº Ovos	Nº Ninfas
		Descrição	Estimativa	Estimativa
C1	$[(T1+T2+T3+T4)/4 - (T6+T7)/2]$	Genótipos com baixos AA e ZGB e suscetíveis a nematóides vs genótipos com alto AA, baixo ZGB e sem gene <i>Mi</i>	24,63**	28,40**
C2	$[(T1+T2+T3+T4)/4 - (T10+T11)/2]$	Genótipos com baixos AA e ZGB e suscetíveis a nematóides vs genótipos com alto ZGB e baixo AA e sem gene <i>Mi</i>	29,89**	30,15**
C3	$[(T1+T2+T3+T4)/4 - (T12+T13+T14)/3]$	Genótipos com baixos AA e ZGB e suscetíveis a nematóides vs genótipos com altos teores de AA e ZGB e sem gene <i>Mi</i>	33,00**	40,13**
C4	$[(T1+T2+T3+T4)/4 - (T5)]$	Genótipos com baixos AA e ZGB e suscetíveis a nematóides vs genótipo com baixos AA e ZGB com gene <i>Mi</i>	11,04**	14,52**
C5	$[(T1+T2+T3+T4)/4 - (T8+T9)/2]$	Genótipos com baixos AA e ZGB e suscetíveis a nematóides vs genótipos com alto AA e baixo ZGB com gene <i>Mi</i>	23,96**	26,62**
C6	$[(T5) - (T6+T7)/2]$	Genótipo com baixos AA e ZGB e com gene <i>Mi</i> vs genótipos com alto AA, baixo ZGB e sem gene <i>Mi</i>	13,58**	13,88**
C7	$[(T5) - (T10+T11)/2]$	Genótipo com baixos AA e ZGB e com gene <i>Mi</i> vs genótipos com baixo AA, alto ZGB e sem gene <i>Mi</i>	18,85**	15,62**

Tabela 2, conclusão.

Id.	Contraste de Interesse	Descrição	Nº Ovos Estimativa	Nº Ninfas Estimativa
C8	$[(T5) - (T12+T13+T14)/3]$	Genótipo com baixos AA e ZGB e com gene <i>Mi</i> vs genótipos com alto AA, alto ZGB e sem gene <i>Mi</i>	21,96**	25,61**
C9	$[(T5) - (T8+T9)/2]$	Genótipo com baixos AA e ZGB e com gene <i>Mi</i> vs genótipos com alto AA, baixo ZGB e com gene <i>Mi</i>	19,38**	18,14**
C10	$[(T6+T7)/2 - (T10+T11)/2]$	Genótipos com alto AA, baixo ZGB, sem gene <i>Mi</i> vs genótipos com baixo AA, alto ZGB e sem gene <i>Mi</i>	5,27**	1,75n.s
C11	$[(T6+T7)/2 - (T12+T13+T14)/3]$	Genótipos com alto AA, baixo ZGB, sem gene <i>Mi</i> vs genótipos com alto AA, alto ZGB e sem gene <i>Mi</i>	8,38**	11,74**
C12	$[(T6+T7)/2 - (T8+T9)/2]$	Genótipos com alto AA, baixo ZGB, sem gene <i>Mi</i> vs genótipos com alto AA, baixo ZGB e com gene <i>Mi</i>	5,79**	4,27**
C13	$[(T10+T11)/2 - (T12+T13+T14)/3]$	Genótipos com baixo AA, alto ZGB, sem gene <i>Mi</i> vs genótipos com alto AA, alto ZGB e sem gene <i>Mi</i>	3,11**	9,98**
C14	$[(T10+T11)/2 - (T8+T9)/2]$	Genótipos com baixo AA, alto ZGB, sem gene <i>Mi</i> vs genótipos com alto AA, baixo ZGB e com gene <i>Mi</i>	0,52 ^{ns}	2,52**

** (significativo a 1% de probabilidade) e ^{ns} (não significativo) pelo teste F.

ARTIGO 2 Tricomas glandulares em tomateiros derivados de *Solanum galapagense* conferem resistência à Mosca-Branca

Artigo redigido nas normas da revista *Pesquisa Agropecuária Brasileira - PAB*
(versão preliminar).

**TRICOMAS GLANDULARES EM TOMATEIROS DERIVADOS DE
Solanum galapagense CONFEREM RESISTÊNCIA À MOSCA-BRANCA**

Irã Pinheiro Neiva⁽¹⁾, Wilson Roberto Maluf⁽¹⁾, Alisson Marcel Souza de Oliveira⁽¹⁾, Marcela Carvalho Andrade⁽²⁾, Regis de Castro Carvalho⁽²⁾ e Alex Antônio da Silva⁽²⁾

⁽¹⁾Universidade Federal de Lavras (UFLA), Departamento de Agricultura, Caixa Postal 3037, CEP: 37200-000. Lavras, MG. E-mail: iraaqronomia@yahoo.com.br, wrmaluf@ufla.br, alisson182001@yahoo.com.br;
⁽²⁾UFLA, Departamento de Biologia. E-mail: marcellinhaufila@gmail.com, regiscscarvalho@hotmail.com, alex_nepre@yahoo.com.br

Resumo – O objetivo deste trabalho foi avaliar a resistência à mosca-branca (*Bemisia tabaci* biótipo B) em clones de tomateiro, em função da presença de tricomas glandulares nos folíolos. Os genótipos foram obtidos a partir do cruzamento entre os genitores TOM-684 (*Solanum lycopersicum*) e LA-1401 (*Solanum galapagense*). A identificação e quantificação de tipos de tricomas foram feitas numa amostra aleatória de plantas, obtidas a partir da população F₂, a fim de selecionar os genótipos com alta e baixa densidade de tricomas glandulares. O delineamento foi inteiramente casualizado com uma planta/vaso, três repetições para cada um dos 30 clones e 10 repetições para cada uma das duas testemunhas (Santa Clara e LA-1401), totalizando 110 plantas. Os dezesseis clones experimentais com alta densidade de tricomas glandulares e o acesso LA-1401 apresentaram, em geral, alta densidade de tricomas glandulares tipo IV, tanto nas faces abaxial como adaxial e menor número de ovos e ninfas da mosca-branca, quando comparada com a testemunha comercial ‘Santa Clara’. Clones de tomateiro com elevada densidade de tricomas diferiram, ligeiramente de LA-1401, apresentando maior número de ovos do que este. Correlações significativas e negativas entre o número de ovos e ninfas e as densidades de tricomas glandulares do tipo IV foram encontradas, o que confirma a associação entre este tipo de tricoma e maiores níveis de resistência a *B. tabaci* biótipo B pelo mecanismo de não-preferência.

Palavras-chave: *Solanum lycopersicum*, inseto, tricomas glandulares, seleção indireta.

**GLANDULAR TRICHOMES IN TOMATO PLANTS DERIVED FROM
SOLANUM GALAPAGENSE CONFER WHITEFLY RESISTANCE**

Irã Pinheiro Neiva⁽¹⁾, Wilson Roberto Maluf⁽¹⁾, Alisson Marcel Souza de Oliveira⁽¹⁾, Marcela Carvalho Andrade⁽²⁾, Regis de Castro Carvalho⁽²⁾ e Alex Antônio da Silva⁽²⁾

⁽¹⁾ Federal University of Lavras (UFLA), Agriculture Department, PO Box 3037, CEP: 37200-000. Lavras, MG. E-mail: iraagronomia@yahoo.com.br, wrmaluf@ufla.br, alisson182001@yahoo.com.br, ⁽²⁾UFLA, Biology Department. E-mail: marcellinhaufla@gmail.com, regisccarvalho@hotmail.com, alex_nepre@yahoo.com.br

Abstract - The objective in this study was to evaluate whitefly resistance (*Bemisia tabaci* biotype B) in tomato clones in function of the presence of glandular trichomes of the leaflets. Genotypes were obtained from the cross between TOM-684 (*Solanum lycopersicum*) and LA-1401 (*Solanum galapagense*). The identification and quantification of trichomes types were carried out on a random sample of plants obtained from the F₂ population, in order to select genotypes with high and low density of glandular trichomes. The design was completely randomized with one plant per pot, three replications for each of the thirty clones and ten replications for each one of the two controls (Santa Clara and LA-1401), totalizing 110 plants. The 16 experimental clones with high density of glandular trichomes and the accession LA-1401 presented, in general, high glandular trichomes density - type IV in both abaxial and adaxial faces, and fewer eggs' number and nymphs of whitefly, when compared with the commercial control 'Santa Clara'. Tomato clones with high trichomes density slightly differed from LA-1401, with more eggs than this. Significant and negative correlations between the nymphs and eggs' number, and densities of glandular trichomes - type IV were found, confirming the association between this type of trichome and the higher levels of resistance to *B. tabaci* biotype B by the non-preference mechanism.

Keywords: *Solanum lycopersicum*. Insect. Glandular trichomes. Indirect selection.

INTRODUÇÃO

O tomateiro (*Solanum lycopersicum*, sin. *Lycopersicon esculentum*), destaca-se economicamente entre as hortaliças cultivadas, com produção mundial, em 2011, de 159 milhões de toneladas em uma área de 4,7 milhões de hectares, tendo a China, Índia e os Estados Unidos como líderes de produção (FAO, 2014). O Brasil ocupa o 8º lugar no ranking mundial, com produção em 2013, de quatro milhões de toneladas numa área de 60 mil hectares (MELO, 2014). Os problemas de ordem fitossanitária associados à cultura do tomateiro, como a ocorrência de insetos e ácaros-pragas, podem resultar em importantes perdas econômicas e afetar de forma significativa essa atividade agrícola (MOURA et al., 2014).

Dentre os inúmeros insetos-pragas do tomateiro, está a mosca-branca (*Bemisia tabaci* biótipo B, sin *Bemisia argentifolii* Bellow & Perring (Hemiptera)), de ocorrência mundial. As perdas são diretas, como redução da produtividade e danos nos frutos, além de indiretas, por serem insetos vetores de geminivírus (BACCI et al., 2007; SILVA et al.; 2009). O controle químico por meio da aplicação sistemática de inseticidas, ainda é o principal método de manejo utilizado para essa praga. No entanto, a utilização de defensivos como principal forma de controle, pode acarretar desequilíbrios de ordem biológica, com a morte de controladores naturais de pragas; e como consequência, a situação pode agravar-se nos anos subsequentes ao uso desses produtos, além de causarem possíveis danos ao homem e também ao meio ambiente (SILVA, 2009; NEIVA et al. 2013).

Nos programas de melhoramento do tomateiro conduzidos no Brasil, visando à resistência a insetos-praga, têm-se utilizado a seleção indireta de genótipos de tomateiro com base na alta densidade de tricomas glandulares nos folíolos e/ou altos teores de aleloquímicos a ele relacionados. Os tricomas podem interferir na ovoposição, na fixação e na alimentação de insetos e os seus efeitos mecânicos dependem de quatro características, que são: densidade, ângulo de inserção, comprimento e tipos de tricomas (ORIANI & VENDRAMIM, 2010). Os tricomas glandulares, denominados tipos I, IV, VI e VII, podem ser vistos como uma combinação de uma defesa física e química (DALIN et al., 2008), e neles são sintetizados aleloquímicos, como acilaçúcares, 2-tridecanona (metilcetonas), zingibereno (sesquiterpenos) e rutina (flavonóides glicosilados) (LIN et al., 1987; BURKE et al., 1987; ARAGÃO et al., 2000; GONÇALVES et al., 2006). Tais aleloquímicos também atuam impedindo a ovoposição, a alimentação ou exercendo efeito deletério no desenvolvimento de algumas fases do inseto-praga (RESENDE et al., 2006).

Fontes de resistência à mosca-branca foram encontradas em parentes selvagens de tomate, tais como *S. pennellii*, *S. habrochaites*, *S. chilense*, *S. pimpinellifolium* e *S. galapagense* (FANCELLI & VENDRAMIM, 2002; TOSCANO et al., 2002; MUIGAI et al., 2003; BALDIN et al., 2005; FIRDAUS et al., 2012). A espécie selvagem *Solanum galapagense* (acesso LA-1401) apresenta tricomas glandulares do tipo IV nos folíolos, os quais são as principais fontes de acilaçúcares, inseticidas de ocorrência natural (LUCATTI et al., 2013).

A obtenção de genótipos de tomateiro com altas densidades de tricomas e altos teores de aleloquímicos, via sua introgressão, na espécie cultivada, a partir de espécies selvagens de tomate, tem sido considerada uma “hotspot” de pesquisa (SIMMONS & GURR, 2005).

Nesse sentido, objetivou-se avaliar a resistência à mosca-branca (*Bemisia tabaci* biótipo B), em clones de tomateiro, em função da presença de tricomas glandulares nos folíolos, a partir de uma população F₂ (segregante) oriunda do cruzamento entre *Solanum lycopersicum* TOM-684 x *Solanum galapagense* acesso LA-1401.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram realizados em casa de vegetação da Estação Experimental de Hortaliças – HortiAgro Sementes Ltda., Fazenda Palmital, município de Ijaci - MG (21°14'16" de latitude sul e 45°08'00" de longitude, com altitude média de 918 m), e no Setor de Olericultura, da Universidade Federal de Lavras - UFLA, no município de Lavras - MG (21° 14' 43" de latitude sul, 45° 59' 59" de longitude oeste, altitude de 919 m).

A geração F₁ foi obtida a partir dos genitores TOM-684 (P₁, uma linhagem comercial de *S. lycopersicum*) e LA-1401 (P₂). A semeadura foi em dezembro de 2012 e as sementes F₁ (P₁ x P₂) colhidas em abril de 2013. TOM-684 é uma linhagem de tomateiro, com baixos teores foliares de açúcares e zingibereno, e suscetibilidade a pragas, inclusive à mosca-branca (SILVA, 2009); é portadora do gene *Mi* (em homozigose) que confere resistência a nematóide do gênero *Meloidogyne* spp., com

destaque às três espécies mais importantes *M. incognita*, *M. javanica* e *M. arenaria* (SILVA et al., 2008). Em virtude da presença do gene *Mi*, TOM-684 possui algum nível de resistência à mosca-branca (MARCHESE, 2013; OLIVEIRA, 2015) relativo à cultivar suscetível ‘Santa Clara’.

A geração F_2 foi obtida a partir do semeio da geração F_1 em maio de 2013 e as sementes correspondentes, foram colhidas em setembro de 2013. Para a quantificação de tricomas glandulares foliares nas linhagens correspondentes às gerações F_1 e F_2 , além dos parentais, as sementes foram semeadas em 06/01/2014 e a coleta de folíolos realizada nos dias 27 e 28/03/2014. No Laboratório de Anatomia Vegetal, no Departamento de Biologia da Universidade Federal de Lavras (UFLA), foram quantificados e caracterizados os tricomas glandulares e não glandulares da população avaliada (F_2), sendo: cento e quarenta e cinco plantas desta geração. Para a avaliação da densidade de tricomas (número médio cm^{-2}), realizaram-se três cortes paradérmicos na parte mediana da epiderme das faces abaxial e adaxial, em cada um dos três folíolos retirados, montando-se lâminas semipermanentes, em abril de 2014. As secções paradérmicas foliares foram realizadas utilizando-se de lâminas de aço nas faces abaxial e adaxial, clarificadas com hipoclorito de sódio 50%, lavadas em água destilada, coradas com safranina 1% e montadas em lâminas com glicerina 50% (KRAUS & ARDUIM, 1997). As lâminas foram fotografadas em microscópio Olympus modelo BX 60 acoplado a câmera digital Canon A630. As fotomicrografias foram avaliadas no software para análise de imagens “Image tool” versão 3.0 (WILCOX et al., 2002). A classificação dos tricomas foi realizada em maio de 2014, com base na

presença ou na ausência de glândula na extremidade apical do tricoma e também no comprimento do tricoma e no tipo de glândula (LUCKWILL,1943).

Posteriormente a quantificação e caracterização dos tricomas glandulares e não glandulares nos folíolos, procedeu-se a seleção dos genótipos. Foram selecionadas dezesseis plantas F₂ com as maiores densidades e quatorze com menores densidades de tricomas glandulares. Esses genótipos foram designados como BPX-486-XX, onde XX é o número da planta F₂ selecionada.

Como testemunhas foram utilizados os genótipos: Santa Clara e LA-1401. Santa Clara' é uma cultivar comercial que apresenta hábito de crescimento indeterminado, suscetível a nematoides (não portadora do gene *Mi*, que confere alguma resistência à mosca-branca) (FANCELLI et al., 2008; ORIANI et al., 2011; MACIEL et al., 2011). Possui baixos teores foliares de aleloquímicos (acilaçúcares), baixa densidade de tricomas glandulares e tem suscetibilidade conhecida a vários insetos-praga, como a mosca-branca (SILVA et al., 2008). 'LA-1401' (*Solanum galapagense*) é um acesso selvagem de tomateiro, sem valor comercial, resistente a insetos-pragas, como a mosca-branca e a ácaros, e cuja resistência se deve a compostos tóxicos, como acilaçúcares, ou por barreiras físicas impedindo a alimentação da seiva (TOSCANO et al., 2002; BALDIN et al., 2005; FIRDAUS et al., 2013; MALUF, 2014).

As plantas selecionadas (exceto as de Santa Clara e LA-1401, que foram semeadas em bandejas) foram clonadas, com auxílio de tesoura, para retirada das estacas, na Estação Experimental da HortiAgro Sementes Ltda, em bandejas de isopor de 72 células utilizando substrato

comercial Tropstrato HA[®], em 11/06/2014. Posteriormente ao enraizamento das estacas, procedeu-se o transplântio das plantas em vasos de polietileno com capacidade de 500 mL, em 28/07/2014, adotando-se o mesmo procedimento para as plantas de Santa Clara.

Para a infestação com *Bemisia tabaci* biótipo B, foi previamente estabelecida uma criação de mosca-branca, no Setor de Olericultura da UFPA, em estufa telada, em estrutura de proteção de 12 m² (4,00 m x 3,00 m), tipo modelo capela, com cobertura de plástico transparente de 100 micras de espessura e laterais de telas antiafídicas. Adultos deste inseto foram coletados em cultura de tomate cv. Santa Clara, no referido setor, e em seguida, transferidos para a estufa telada. Como substrato para ovoposição e posterior alimento para os insetos, foram utilizadas também plantas de tomateiro cultivar Santa Clara, as quais foram colocadas na estufa telada para servir como fonte de infestação.

Decorridos 45 dias após o transplântio, os diferentes genótipos (clones) a serem testados, foram transportados, juntamente com as testemunhas LA-1401 e Santa Clara para estufa telada previamente infestada com a população de *Bemisia tabaci* biótipo B.

O experimento foi instalado em casa de vegetação, em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com uma planta por vaso (parcela), três repetições para cada um dos 30 clones e 10 repetições para cada uma das duas testemunhas (Santa Clara e LA-1401), totalizando 110 plantas.

Decorridos 06 dias após a infestação, foi feita a avaliação da ovoposição, por meio da contagem do número de ovos. Foram amostrados de cada planta testada quatro folíolos do terço superior da 4^a

folha, com o auxílio de uma lupa binocular com aumento de 20 a 80 vezes, determinando-se o número de ovos em 2 cm² de área foliar. Vinte dias após a data de infestação, os mesmos folíolos amostrados, previamente marcados com uma fita adesiva branca, foram avaliados quanto ao número de ninfas (número de ninfas no último instar), também com auxílio da lupa binocular. A temperatura média e a umidade relativa do ar entre o período de infestação até a contagem de ninfas variaram de 15 a 36°C, e 27 a 95%, respectivamente (CPTEC/INPE, 2014).

As análises de variâncias foram realizadas para os dados do teste de não-preferência da mosca-branca, e as médias dos tratamentos foram agrupadas pelo teste Scott-Knott, a 5% probabilidade, por meio do aplicativo estatístico Sisvar (FERREIRA, 2000). Contrastes entre grupos de clones de alta densidade x baixa densidade de tricomas glandulares, foram calculados a fim de caracterizar diferenças possíveis nos níveis de resistência à praga, como função dos tricomas glandulares presentes. Foram calculadas as correlações entre o número de ovos e de ninfas de *Bemisia tabaci* biótipo B e densidade de tricomas glandulares nos folíolos de tomateiro (Statistical Analysis System Institute, 2004).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os clones selecionados com baixa densidade de tricomas glandulares apresentaram, nas faces abaxial e adaxial, densidades de tricomas não glandulares (NG) de 5714±2337/cm² e 2362±756/cm², respectivamente, à semelhança da cultivar Santa Clara, com densidades de 6900±1339/cm² e 3500±167/cm², e de TOM-684, com densidade de

7733±412/cm² e 3148±231/cm², respectivamente. Por outro lado, as densidades de tricomas NG nos clones com altas densidades de tricomas glandulares e no acesso LA-1401, foram bastante inferiores, tanto na face abaxial como adaxial (Tabela 1).

Dentre os tricomas glandulares, apenas os de tipo IV se fizeram presentes em densidades não negligíveis nas populações estudadas: os de tipo I, VI e VII não se fizeram presentes em nenhum dos tratamentos, ou o fizeram em números baixos em alguns dos clones selecionados. A quase totalidade dos tricomas glandulares foi representada pelos tricomas tipo IV.

Foram observadas diferenças significativas pelo teste F, ao nível de significância de 1%, para as características avaliadas, indicando que tanto a ovoposição quanto o número de ninfas de *Bemisia tabaci* biótipo B, foram influenciadas pela presença dos tricomas glandulares nos genótipos de tomateiro avaliados (Tabela 2). Os genótipos de tomateiro com alta densidade de tricomas glandulares nas faces abaxial e adaxial apresentaram menor ovoposição (redução de 70,59%) e menor número de ninfas (redução de 69,94%), quando comparados com a testemunha comercial 'Santa Clara'. Tais genótipos selecionados para alta densidade de tricomas glandulares apresentaram reduções de 36,15% e 35,86% na ovoposição e no número de ninfas, respectivamente, em relação aos genótipos selecionados para baixa densidade de tricomas glandulares. Situação que pode estar relacionada com a presença de acilaçúcares em outras estruturas da planta, como, por exemplo, as células da epiderme foliar, como já destacado por (COSTA, 2013). Genótipos de tomateiro com elevada densidade de tricomas apresentaram níveis de resistência

ligeiramente menores do que a testemunha considerada resistente, LA-1401 (Tabela 2).

Genótipos que possuem elevada densidade de tricomas glandulares tipo IV apresentaram maior nível de resistência do que genótipos que possuem baixa densidade de tricomas glandulares, tanto na ovoposição, quanto no número de ninfas de *Bemisia tabaci* biótipo B (Tabelas 2 e 3). Esses resultados, à semelhança do exposto por FREITAS et al. (2002) e MALUF et al. (2007), demonstram que os tricomas glandulares podem estar envolvidos no mecanismo de resistência ao inseto-praga no tomateiro.

Os clones selecionados para alta densidade de tricomas glandulares apresentaram níveis de resistência à mosca-branca elevado e semelhante entre si, exceto quando comparados ao acesso LA-1401 (*Solanum galapagense*), que se mostrou mais eficiente com menor ovoposição e menor número de ninfas (Tabela 2).

A maior suscetibilidade à mosca-branca da cultivar Santa Clara, mesmo relativamente aos clones com baixa densidade de tricomas glandulares/alta densidade de tricomas não glandulares, pode refletir, pelo menos em parte, à ausência nesta cultivar, do alelo *Mi* que confere resistência a nematóides, e à sua possível presença nos clones selecionados (os quais são provenientes de uma população F₂ na qual um dos genitores, TOM-684, possui a constituição genotípica *Mi/Mi*). O gene *Mi* confere algum grau de resistência à mosca-branca, conforme demonstrado por MARCHESE (2013) e OLIVEIRA (2015). FERNANDES et al. (2009) avaliando novos acessos de tomateiro (*S. lycopersicum*) provenientes do Banco de Germoplasma de Hortaliças da

Universidade Federal de Viçosa (UFV), relataram a efetividade dos acessos BGH-166, BGH-616 e BGH-850, que possuem baixa densidade de tricomas não glandulares, com baixo número de adultos, de ovos e de ninfas de mosca-branca por planta em comparação a cultivar comercial ‘Santa Clara’, que apresentou alta densidade de tricomas não glandulares.

Segundo WILLIAMS et al. (1980) e ARAGÃO et al. (2000), os tricomas não glandulares dos tipos II, III e V, apresentam uma importância secundária, pelo fato dos aleloquímicos naturais, estarem contidos nos tricomas glandulares capitados.

É significativa e negativa a correlação entre ovoposição e número de ninfas e a densidade de tricomas glandulares do tipo IV, nas duas faces: abaxial ($r = -0,56$ e $r = -0,51$) e adaxial ($r = -0,34$ e $r = -0,31$) (Tabela 4). Tais resultados evidenciam que os htricomas glandulares reduzem a infestação por *Bemisia tabaci* biótipo B, possivelmente pela presença do acilalúcares, metabólito secundário, presente no tricoma glandular do tipo IV com referência sobre *Solanum galapagense*. Respostas correlacionadas à resistência a pragas, em virtude da presença dos acilalúcares nos tricomas glandulares do tipo IV, em folíolos de tomateiro selvagem, como *S. pennellii* (NOMBELA et al., 2000; TOSCANO et al., 2001), proporcionaram uma ampla resistência a artrópodes-praga (RESENDE et al., 2008; MACIEL et al., 2011).

MALUF et al. (2007) avaliando a eficiência da seleção para maior densidade de tricomas glandulares (tipo I, IV, VI e VII) em populações de tomateiro derivadas do cruzamento interespecífico entre *S. lycopersicum* x *S. habrochaites* var. *glabratum* ‘PI-134417’ (rico em 2-tridecanona), encontraram correlações negativas e significativas, indicando que maiores

densidades de tricomas glandulares (especialmente do tipo VI) diminuem as distâncias percorridas pelo ácaro na superfície da folha de tomate. Como no presente trabalho, isto evidencia que maiores densidades de tricomas glandulares em tomateiro, pode ser um eficiente mecanismo para a obtenção de genótipos, com elevado índice de resistência ao inseto-praga.

Correlações negativas e próximas de zero, foram encontradas com os tricomas glandulares do tipo I e VII, nas duas faces, possivelmente pela baixa densidade dos mesmos nas linhagens de tomateiro avaliadas. Correlações positivas entre altas densidades de tricomas não glandulares e maior suscetibilidade à mosca-branca podem não significar um papel ativo destes tricomas NG em promover maior incidência do inseto e sim ser apenas, um reflexo da relação ontogenética existente entre tricomas NG e tricomas tipo IV, sugerida por ANDRADE (2015). Esta autora descreve dois locos gênicos, nos quais os alelos provenientes de *S. galapagense* promovem o aumento do número de tricomas glandulares, em detrimento dos não glandulares.

No presente trabalho, os genótipos com elevada densidade de tricomas glandulares nos folíolos apresentam efeito deletério na infestação por *Bemisia tabaci* biótipo B. FIRDAUS et al. (2012) avaliaram resistência a mosca-branca em acessos de várias espécies selvagens de tomateiro, e relataram uma alta correlação entre tricomas glandulares tipo IV e componentes de resistência ao inseto. ANDRADE (2015) relatou que a seleção de plantas de tomateiro com alta densidade de tricomas glandulares tipo IV, resulta em uma seleção indireta de plantas resistentes à mosca-branca. A correlação negativa envolvendo

tricomas glandulares tipo IV também foi encontrado por FIRDAUS et al. (2013). Os autores destacam que a relação entre resistência à mosca-branca e tricomas tipo IV tem sido relatada em algumas espécies selvagens de tomate, como *S. galapagense*, *S. habrochaites*, *S. pennelli* (SAEIDI, 2012; FIRDAUS et al., 2012; FIRDAUS et al., 2013; LUCATTI et al., 2013).

A resistência proporcionada pelos tricomas glandulares parece estar relacionada com o conteúdo do aleloquímico que está presente no interior das glândulas (GOFFREDA et al., 1989; MALUF et al., 2001; FIRDAUS et al., 2012; FIRDAUS et al., 2013). LUCATTI et al. (2013), avaliando resistência à mosca-branca em acessos do *S. galapagense* e *S. Cheesmanii*, relataram que todos os acessos de *S. galapagense* mostraram resistência à mosca-branca. Essa resistência foi relacionada pela alta densidade de tricomas tipo IV, assim como a alta acumulação de acilglicocárteres. No entanto, os acessos de *S. cheesmanii* foram suscetíveis, embora tivessem níveis de acilglicocárteres comparáveis àqueles encontrados em *S. galapagense*. Fato que poderia ser explicado pela falta de tricomas tipo IV em *S. cheesmanii*. Os autores sugerem que um nível mínimo de acilglicocárteres e a presença de tricomas glandulares do tipo IV são necessários para alcançar um nível eficaz de resistência. FIRDAUS et al. (2013) também descobriram uma relação da presença de tricomas glandulares tipo IV e o conteúdo de acilglicocárteres na resistência à mosca-branca.

No presente trabalho, sugere-se que os tricomas glandulares tipo IV podem estar associados à resistência a mosca-branca em *S. galapagense*, porém outros mecanismos que não foram avaliados podem

estar envolvidos na resistência, como o conteúdo de açúcares. Desta forma, com base nos genótipos selecionados para alta e baixa densidade de tricomas glandulares, podem ser realizados novos estudos para confirmar a relação entre tricomas tipo IV e conteúdo de açúcares em populações derivadas de *S. lycopersicum* TOM-684 x *S. galapagense* LA1401.

CONCLUSÕES

1. Genótipos de tomateiro derivados de *Solanum galapagense*, com alta densidade de tricomas glandulares possuem maiores níveis de resistência à *Bemisia tabaci* biótipo B.
2. A seleção indireta para maiores densidades de tricomas glandulares, em população derivada de cruzamento, com *Solanum galapagense* pode facilitar o processo, aumentando a eficiência na seleção de plantas resistentes à *Bemisia tabaci* biótipo B.
3. Tricomas glandulares do tipo IV, quando presentes nos genótipos de tomateiro, se mostraram associada à resistência a *Bemisia tabaci* biótipo B.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), à Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP –

Inovação e Pesquisa), ao Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), à Universidade Federal de Lavras (UFLA), ao Instituto Federal do Norte de Minas Gerais (IFNMG) – Campus Almenara, à Fundação de Apoio ao Ensino, Pesquisa e Extensão (FAEPE), à Fundação de Desenvolvimento Científico e Cultural (FUNDECC) e à HortiAgro Sementes, pelo apoio recebido.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, M.C. Genetic control of glandular trichome densities and their association with whitefly resistance from *Solanum galapagense* accession LA1401. 2015. **Tese** (Doutorado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- ARAGÃO, C.A. et al. Tricomas foliares associados à resistência ao ácaro rajado (*Tetranychus urticae* Koch.) em linhagens de tomateiro com alto teor de 2-tridecanona nos folíolos. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.24, n.1, p.81-93, jan./fev. 2000.
- ARAGÃO, C.A.; DANTAS, B.F.; BENITES, F.R.G. Tricomas foliares em tomateiro com teores contrastantes do aleloquímico 2-tridecanona. **Scientia Agricola**, v.57, n.4, p.813-816, out./dez. 2000.
- BACCI, L. et al. Toxicity of insecticides to sweetpotato whitefly (Hemiptera: Aleyrodidae) and its natural enemies. **Pest Management Science**, Malden, v.63, p.699-706, 2007.
- BALDIN, E.L.L.; VENDRAMIM, J.D.; LOURENÇÃO, A.L. Resistance of tomato genotypes to the whitefly *Bemisia tabaci* (Gennadius) biotype B (Hemiptera: Aleyrodidae). **Neotrop Entomol**, v.34, n.3, p.435-441, 2005.
- BURKE, B. A.; GOLDSBY, G.; MUDD, J. B. Polar epicuticular lipids of *Lycopersicon pennellii*. **Phytochemistry**, v.26, p.2567-2571, 1987.
- COSTA, E.M.R. Relação entre densidades de tricomas foliares e teores de zingibereno e de acilaçúcares em tomateiros resistentes a pragas. 2013. **Tese** (Doutorado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- CPTEC/INPE. Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos/Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. 2014. Acesso em: 02 de setembro de 2014. Disponível em: <http://www.cptec.inpe.br/>
- DALIN, P.; ÅGREN, J.; BJÖRKMAN, C.; HUTTUNEN, P.; KÄRKKÄINEN, K. Leaf trichome formation and plant resistance to

herbivory. In: SCHALLER, A. (Ed). **Induced Plant Resistance to Herbivory**. Springer Verlag, p.89-105, 2008.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). Faostat: preliminary 2011 data now available. Disponível em <<http://faostat.fao.org/site/567/desktopdefault.aspx?pageid=567#ancor>>. Acesso em 20 de dezembro de 2014.

FANCELLI, M.; VENDRAMIM, J.D. Development of *Bemisia tabaci* (Gennadius, 1889) biotype B on *Lycopersicon* spp. genotypes. **Scientia Agricola**, v.59, p.665–669, 2002.

FANCELLI, M.; VENDRAMIM, J.D.; LOURENÇÃO, A.L. Oviposição e dispersão de ninfas de *Bemisia tabaci* biótipo B em genótipos de tomateiro. **Bragantia**, v.67, p.933-939, 2008.

FERNANDES, M.E.S.; SILVA, D.J.H.; FERNANDES, F.L.; PICANÇO, M.C.; GONTIJO, P.C.; GALDINO, T.V.S. Novos acessos de tomateiro resistentes à mosca-branca biótipo B. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.44, p.1545-1548, 2009.

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

FIRDAUS, S.; VAN HEUSDEN, A.W.; HIDAYATI, N.; SUPENA, E.D.J.; VISSER, R.G.F.; VOSMAN, B. Resistance to *Bemisia tabaci* in tomato wild relatives. **Euphytica**, v.187, p.31–45, 2012.

FIRDAUS, S.; HEUSDEN, A.W.V.; HIDAYATI, N.; SUPENA, E.D.J.; MUMM, R.; VOS, R.C.H.; VISSER, R.G.F.; VOSMAN, B. Identification and QTL mapping of whitefly resistance components in *Solanum galapagense*. **Theor Appl Genet**, v.126, p.1487-1501, 2013. DOI: 10.1007/s00122-013-2067-z

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

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

GONÇALVES, L.D.; MALUF, W.R.; CARDOSO, M.G.; RESENDE, J.T.V.; CASTRO, E.M.; SANTOS, N.M.; NASCIMENTO, I.R.; FARIA, M.V. Relação entre zingibereno, tricomas foliares e repelência de tomateiros a *Tetranychus evansi*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, p.267-273, 2006. DOI: 10.1590/S0100-204X2006000200011

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

JOUY, N.; BORDAT, D.; BESSIÈRE, J. M. Identification of 2,3,4-tri-O-acyl)-a-D-glucopyranosil-(3-O acyl)-b-D-fructofuranoside), responsible for high level of leafminer resistance in *Lycopersicon cheesmanii*. **Report of the Tomato Genetics Cooperative**, v.42, p.22, 1992.

KRAUS, J.E.; ARDUIM, M. Manual básico de métodos em morfologia vegetal. **Seropédica**: EDUR, 221 p. 1997.

LUCATTI, A.F.; HEUSDEN, A.W.V; VOS, R.C.; VISSER, R.G.F.; VOSMAN, B. Differences in insect resistance between tomato species endemic to the Galapagos Islands. **BMC Evolutionary Biology**, London, v. 13, n. 1, p. 175, Aug. 2013.

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

LIN, S.; TRUMBLE, J.; KUMAMOTO, J. Activity of volatile compounds in glandular trichomes of *Lycopersicon* species against two insect herbivores. **Journal of Chemical Ecology**, v.13, p.837-849, 1987.

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

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

MALUF, W.R.; INOUE, I.F.; FERREIRA, R.P.D.; GOMES, L.A.A.; CASTRO, E.M.; CARDOSO, M.G. Higher glandular trichome density in tomato leaflets and repellence to spider mites. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v.42, n.9, p.1227-1235, set. 2007.

MALUF, W.R. The vegetable genetics and breeding program at the Universidade Federal de Lavras. **Anais do XVIII Simpósio Internacional de Atualização em Genética e Melhoramento de Plantas**. Lavras, MG. 2014.

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

MELO, P.C.T. Avanços recentes na tomaticultura de mesa associadas a mudanças no paradigma tecnológico e desafios a superar. **Anais do 5º Seminário Nacional de Tomate de Mesa**. Piracicaba, SP. 2014.

MOURA, A.P.; MICHEREFF FILHO, M.; GUIMARÃES, J.A.; LIZ, R.S. Manejo integrado de pragas do tomateiro para processamento industrial. **Circular Técnica 129**, Embrapa. Brasília, DF. 2014.

MUIGAI, S.G.; BASSET, M.J.; SCHUSTER, D.J.; SCOTT, J.W. Greenhouse and field screening of wild *Lycopersicon* germplasm for resistance to the whitefly *Bemisia argentifolii*. **Phytoparasitica**, v.31, p.27-38, 2003.

NEIVA, I.P.; ANDRADE JÚNIOR, V.C.; MALUF, W.R.; OLIVEIRA, C.M.; MACIEL, G.M. Role of allelochemicals and trichome density in the resistance of tomato to whitefly. **Ciência e Agrotecnologia**, v.37, n.1, jan./fev., 2013. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542013000100007>

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

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

ORIANI, M.A.G.; VENDRAMIM, J.D.; VASCONCELOS, C.J.; No-choice ovipositional nonpreference of *Bemisia tabaci* (Gennadius) B biotype on tomato genotypes. **Sci. Agric.**, v.68, n.2, p.147-153, 2011.

ORIANI, M.A.G.; VENDRAMIM, J.D. Influence of Trichomes on attractiveness and Ovipositional Preference of *Bemisia tabaci* (Genn.) B Biotype (Hemiptera: Aleyrodidae) on Tomato Genotypes. **Neotropical Entomology**, v.39, p.1002-1007, 2010.

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

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

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

SAEIDI, Z. Inheritance of Type IV Glandular Trichomes and Two-Spotted Spider Mite Resistance in an Interspecific Cross of *Lycopersicon esculentum* × *L. pennellii* 'LA2580'. **Journal of Research in Agricultural Science**, Isfahan v. 8, n. 2, p. 157-163, Jan. 2012.

SAS INSTITUTE INC. SAS System for Microsoft Windows: release 9.1.3. Cary: SAS Institute. 2004.

SILVA, R.V.; OLIVEIRA, R.D.L.; FERREIRA, P.S.; CASTRO, D.B. Efeito do gene *Mi* na reprodução de populações de *Meloidogyne exigua* em tomateiro. **Nematologia Brasileira** (comunicação), Piracicaba, v.32, n.2, 2008.

SILVA, V.F.; CARDOSO, M.G.; MORAES, J.C.; PIMENTEL, F.A.; GONÇALVES, L.D.; NERI, D.K.P. Caracterização e avaliação de acilaçúcar sintético no comportamento da mosca-branca *Bemisia tabaci* (Gennadius, 1886) biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) em tomateiro. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.32, n.5, p.1408-1412, 2008.

SILVA, V.F. Resistência a artrópodes-praga em genótipos de tomateiro ricos em zingibereno e/ou acilaçúcares. **Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Lavras**, Lavras. 62p. 2009.

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

SIMMONS, A. T.; GURR, G. M. Trichomes of *Lycopersicon* species and their hybrids effects on pests and natural enemies. **Agricultural and Forest Entomology**, London, v. 7, n.4, p. 265-276, Nov. 2005.

TOSCANO, L.C.; BOIÇA JÚNIOR, A.L.; SANTOS, J.M.; ALMEIDA, J.B.S.A. Tipos de tricomas em genótipos de *Lycopersicon*. **Horticultura Brasileira**, v.19, p.204-206, 2001.

TOSCANO, L.C.; BOICA, J.A.L.; MARUYAMA, W.I. Nonpreference of whitefly for oviposition in tomato genotypes. **Scientia Agricola**, v.59, p.677–681, 2002.

WILCOX, D.; DOVE, B.; MCDAVID, D.; GREER, D. UTHSCSA. Image Tool 3.0. San Antonio, TX: UTHSCSA, 2002.

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

Tabela 1. Número médio (\pm erro-padrão) de tricomas glandulares (I, IV, VI e VII) e não glandulares (NG) das faces abaxial e adaxial em linhagens de tomateiro. UFLA, Lavras, MG, 2014.

Genótipos	Tricomas cm ⁻² (face abaxial)					Tricomas cm ⁻² (face adaxial)				
	I	IV	VI	VII	NG	I	IV	VI	VII	NG
Santa Clara	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0	6900 \pm 1339	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0	3500 \pm 167
TOM-684	0 \pm 0	0 \pm 0	5 \pm 3	20 \pm 6	7733 \pm 412	0 \pm 0	37 \pm 20	0 \pm 0	77 \pm 17	3148 \pm 231
LA-1401	0 \pm 0	1467 \pm 23	0 \pm 0	0 \pm 0	667 \pm 101	0 \pm 0	300 \pm 69	0 \pm 0	0 \pm 0	500 \pm 173
Clones com baixa densidade de tricomas										
BPX-486-66	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0	7434 \pm 2817	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0	2733 \pm 844
PX-486-80	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0	3700 \pm 1374	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0	2233 \pm 476
BPX-486-152	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0	6200 \pm 2476	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0	1700 \pm 558
BPX-486-154	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0	7000 \pm 2858	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0	2067 \pm 680
BPX-486-201	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0	4767 \pm 1864	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0	1767 \pm 585
BPX-486-231	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0	4234 \pm 1674	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0	33 \pm 9	1700 \pm 531
BPX-486-247	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0	3767 \pm 1375	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0	33 \pm 11	1567 \pm 258
BPX-486-248	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0	7333 \pm 2997	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0	2633 \pm 830
BPX-486-313	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0	4433 \pm 1783	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0	1300 \pm 259
BPX-486-333	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0	6700 \pm 2708	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0	2900 \pm 830
BPX-486-337	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0	3866 \pm 1470	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0	1333 \pm 218
BPX-486-381	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0	5367 \pm 2109	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0	33 \pm 13	2666 \pm 898
BPX-486-382	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0	9233 \pm 3769	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0	33 \pm 10	3500 \pm 884
BPX-486-383	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0	5967 \pm 3445	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0	4966 \pm 2733

Tabela 1, continua.

Genótipos	Tricomas cm ⁻² (face abaxial)					Tricomas cm ⁻² (face adaxial)				
	I	IV	VI	VII	NG	I	IV	VI	VII	NG
Média	0±0	0±0	0±0	0±0	5714±2337	0±0	0±0	0±0	9±3	2362±756
Amplitude	(0-0)	(0-0)	(0-0)	(0-0)	(3700-9233)	(0-0)	(0-0)	(0-0)	(0-33)	(1300-4966)
Clones com alta densidade de tricomas										
BPX-486-46	0±0	3333±68	0±0	0±0	933±58	0±0	500±99	0±0	00±0	1633±144
BPX-486-60	0±0	3633±237	0±0	0±0	33±9	0±0	900±115	0±0	67±7	767±99
BPX-486-62	0±0	2233±2	0±0	0±0	3100±58	0±0	800±81	0±0	33±4	1000±61
BPX-486-71	0±0	4167±115	0±0	0±0	933±228	33±6	933±173	0±0	0±0	1400±231
BPX-486-85	0±0	1167±69	0±0	0±0	2867±173	0±0	300±53	0±0	67±20	1634±242
BPX-486-109	0±0	1967±17	0±0	0±0	766±42	33±4	267±24	0±0	67±9	333±21
BPX-486-136	0±0	2333±129	0±0	0±0	667±42	100±7	433±24	0±0	0±0	1567±133
BPX-486-146	0±0	2933±168	0±0	0±0	733±18	0±0	400±36	0±0	0±0	1566±42
BPX-486-148	33±4	1567±42	0±0	0±0	3033±177	167±36	433±71	0±0	33±6	1333±65
BPX-486-179	0±0	2900±405	0±0	0±0	533±47	33±3	1367±48	0±0	33±3	667±40
BPX-486-188	0±0	2267±129	0±0	33±3	1733±58	0±0	667±39	0±0	0±0	1433±116
BPX-486-199	0±0	2367±1736	0±0	0±0	266±27	0±0	567±42	0±0	33±3	533±28
BPX-486-213	0±0	1167±99	0±0	0±0	1166±74	0±0	267±42	0±0	100±12	933±59
BPX-486-240	0±0	1200±111	0±0	0±0	466±36	0±0	133±21	0±0	33±3	467±40
BPX-486-269	0±0	2133±116	0±0	0±0	1833±117	0±0	600±55	0±0	100±5	1433±66
BPX-486-295	0±0	1767±134	0±0	0±0	1133±116	33±3	100±13	0±0	0±0	867±55
Média	2±0	2321±224	0±0	2±0	1262±80	25±4	542±59	0±0	35±5	1098±95

Tabela 1, conclusão.

Genótipos	Tricomas cm⁻² (face abaxial)					Tricomas cm⁻² (face adaxial)				
	I	IV	VI	VII	NG	I	IV	VI	VII	NG
Amplitude	(0-33)	(1167-4167)	(0-0)	(0-33)	(33-3100)	(0-167)	(100-1367)	(0-0)	(0-100)	(333-1634)

NG = tricomas não glandular.

Tabela 2. Número médio de ovos e ninfas por 2 cm² de área foliar, medidos seis e vinte dias, respectivamente, após a infestação de *Bemisia tabaci* biótipo B no terço superior na planta de tomate. UFLA, Lavras-MG, 2014.

Tratamentos	Nº médio de ovos N° médio de ninfas	
	/2cm ² de folíolo **	/2cm ² de folíolo **
T1= Santa Clara	100,85 d ¹	98,48 d ¹
Clones com baixa densidade de tricomas glandulares (T2 a T15)		
T2= BPX-486-66	46,83 c	43,67 c
T3= BPX-486-80	47,33 c	48,00 c
T4= BPX-486-152	49,17 c	44,92 c
T5= BPX-486-154	49,92 c	45,42 c
T6= BPX-486-201	46,67 c	42,75 c
T7= BPX-486-231	45,92 c	41,00 c
T8= BPX-486-247	43,58 c	43,33 c
T9= BPX-486-248	45,00 c	40,00 c
T10= BPX-486-313	47,17 c	45,00 c
T11= BPX-486-333	46,42 c	40,75 c
T12= BPX-486-337	46,67 c	42,08 c
T13= BPX-486-381	49,67 c	43,58 c
T14= BPX-486-382	45,42 c	40,83 c
T15= BPX-486-383	40,50 c	39,58 c
Clones com alta densidade de tricomas glandulares (T16 a T31)		
T16= BPX-486-46	28,33 b	28,75 b
T17= BPX-486-60	26,92 b	30,33 b
T18= BPX-486-62	29,17 b	28,00 b
T19= BPX-486-71	23,42 b	26,67 b
T20= BPX-486-85	25,08 b	25,00 b
T21= BPX-486-109	28,25 b	27,58 b
T22= BPX-486-136	29,83 b	29,00 b
T23= BPX-486-146	30,00 b	30,00 b
T24= BPX-486-148	32,75 b	32,75 b
T25= BPX-486-179	30,17 b	28,92 b
T26= BPX-486-188	32,17 b	31,25 b
T27= BPX-486-199	31,42 b	30,17 b
T28= BPX-486-213	31,17 b	30,83 b

Tabela 2. conclusão.

Tratamentos	Nº médio de ovos	Nº médio de ninfas
	/2cm ² de folíolo **	/2cm ² de folíolo **
T29= BPX-486-240	32,00 b	29,83 b
T30= BPX-486-269	32,58 b	31,50 b
T31= BPX-486-295	31,25 b	33,00 b
T32= LA-1401	9,28 a	9,70 a
CV%	12,6	8,77

**Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F. ¹médias seguidas da mesma letra, nas colunas, não diferem entre si, pelo teste Scott-Knott ($p \leq 0,05$).

Tabela 3. Estimativa de contraste de interesse usado para comparações de resistência à mosca-branca entre clones com alta e baixa densidade de tricomas glandulares. UFLA, Lavras-MG, 2014.

Contraste de Interesse	Nº Ovos	Nº Ninfas
	Estimativa	Estimativa
Clones (baixa densidade de tricomas glandulares) vs. Clones (alta densidade de tricomas glandulares).	16,58**	13,32**

**Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

Tabela 4. Correlações entre a densidade de tricomas, glandular e não glandular, e número médio de ovos (nº ovos/2cm²) e ninfas (nº ninfas/2cm²) de *Bemisia tabaci* biótipo B. UFLA, Lavras, MG, 2014.

	OVOS	P	NINFAS	P
Correlação com tricoma glandular Tipo I (Ab)	-0,0584	0,5444	-0,0501	0,6034
Correlação com tricoma glandular Tipo IV (Ab)	-0,5615**	<0,0001	-0,5159**	<0,0001
Correlação com tricoma glandular Tipo VI (Ab)
Correlação com tricoma glandular Tipo VII (Ab)	-0,0628	0,5149	-0,0618	0,5210
Correlação com tricoma não glandular totais (Ab)	0,6954**	<0,0001	0,6590**	<0,0001
Correlação com tricoma glandular Tipo I (Ad)	-0,1425	0,1374	-0,1273	0,1851
Correlação com tricoma glandular Tipo IV (Ad)	-0,3476**	0,0002	-0,3156**	0,0008
Correlação com tricoma glandular Tipo VI (Ad)
Correlação com tricoma glandular Tipo VII (Ad)	-0,2274	0,0169	-0,2242	0,0185
Correlação com tricoma não glandular totais (Ad)	0,6956**	<0,0001	0,6851**	<0,0001

Ab = face abaxial; Ad = face adaxial; ** (significativo a 1% de probabilidade).