

**INTER-RELAÇÕES ENTRE TEOR DE
ZINGIBERENO, TIPOS DE TRICOMAS
FOLIARES E RESISTÊNCIA A ÁCAROS
Tetranychus evansi EM TOMATEIRO.**

Gustavo Azevedo Campos

1999

LAÇÃO E
A DE D:

47751
33464MFN

GUSTAVO AZEVEDO CAMPOS

**INTER-RELAÇÕES ENTRE TEOR DE ZINGIBERENO, TIPOS DE
TRICOMAS FOLIARES E RESISTÊNCIA A ÁCAROS *Tetranychus evansi*
EM TOMATEIRO.**

Dissertação apresentada à Universidade Federal
de Lavras, como parte das exigências do
programa de Pós-Graduação em Agronomia,
área de concentração Fitotecnia, para obtenção
do título de "Mestre"

Orientadora

Dra. Maria das Graças Cardoso

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
1999

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

Campos, Gustavo Azevedo

Inter-relações entre teor de zingibereno, tipos de tricomas foliares e resistência a ácaros *Tetranychus evansi* em tomateiro / Gustavo Azevedo Campos. -- Lavras : UFLA, 1999.

68 p. : il.

Orientadora: Maria das Graças Cardoso.

Dissertação (Mestrado) – UFLA.

Bibliografia.

1. *Lycopersicon hirsutum* var *hirsutum*. 2. Zingibereno. 3. Tricoma foliar. 4. Ácaro. 5. Resistência varietal. 6. Melhoramento genético. 7. Aleloquímico. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título

CDD-581.524
-635.6423

GUSTAVO AZEVEDO CAMPOS

INTER-RELAÇÕES ENTRE TEOR DE ZINGIBERENO, TIPOS DE
TRICOMAS FOLIARES E RESISTÊNCIA A ÁCAROS *Tetranychus evansi*
EM TOMATEIRO.

Dissertação apresentada à Universidade Federal
de Lavras, como parte das exigências do
programa de Pós-Graduação em Agronomia,
área de concentração Fitotecnia, para obtenção
do título de “Mestre”

APROVADA em 09 de setembro de 1999

Prof. Dr. Wilson Roberto Maluf

UFLA

Prof. Dr. Custódio Donizete dos Santos

UFLA

Prof. Dra. ^{Maria das Graças Cardoso} Maria das Graças Cardoso
UFLA
(Orientadora)

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL

Aos meus pais,

Carlos Nereo Campos

Rosemere Azevedo Campos

e minhas irmãs

Raquel Azevedo Campos

Isabel Azevedo Campos

DEDICO

Aos professores Wilson Roberto Maluf e Maria das Graças Cardoso,

pessoas de inestimável valor,

Meus sinceros agradecimentos e minha

HOMENAGEM

AGRADECIMENTOS

A DEUS, por tudo ser possível onde brilhe sua luz.

À Universidade Federal de Lavras (UFLA), em especial aos Departamentos de Química, Agricultura e Biologia.

À professora Maria das Graças Cardoso pela orientação, amizade, compreensão e inúmeros ensinamentos profissionais e de vida.

Ao professor Wilson Roberto Maluf, profissional marcante em minha formação, pelas orientações, ajuda, consideração, palavras e atitudes que me deram a oportunidade de crescer muito.

Ao amigo Márcio Antônio da Silveira pelo incentivo.

Ao amigo Sebastião Márcio de Azevedo pelo apoio e acolhida nesta jornada.

Aos amigos Juliano, José Antônio, Denis, Leandro, José Mauro, pelas lições que aprendemos na convivência do dia-dia.

Aos amigos do curso: Nuno, José Hortêncio, Rozane, Suzan, Joelson, Marcos, Valter, Artiaga, Renato, Heráclito, Alan, Ester, Carlos, Barbara, Sandro, Neymar, Patrícia, Soami, Mário, Marluce, Juliano, Jony e todos que estão nesta jornada.

Aos professores Evaristo e Manuel Lousada Gavilanes, do Laboratório de Anatomia Vegetal.

Ao professor Custódio Donizete dos Santos, do Departamento de Química, pela utilização dos equipamentos e reagentes.

À HortiAgro, nas pessoas de Luiz Gomes, Paulo Moretto e Vicente Licursi e funcionários, pelos recursos financeiros e ajuda na condução dos experimentos.

À amiga Maria Cristina pela ajuda nas análises estatísticas.

Aos alunos Luciano Braga, Luciano Donizete, Flávio, Frederico, Roberto, Marçal, Adenir, Hélio, Aldo, Eduardo e Ellen pelo auxílio nos experimentos, dividindo seu tempo para me ajudar.

As pessoas do Laboratório de Química Orgânica (Renata, Fábio, Miriam, Cleuza e tantos que citei), pelo apoio durante o desenvolvimento dos trabalhos.

A toda turma de orientados do Professor Maluf.

À FAPEMIG, CAPES e CNPq, pela concessão da bolsa de estudo.

A todos aqueles que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

BIOGRAFIA DO AUTOR

Gustavo Azevedo Campos, filho de Carlos Nereo Campos e Rosemere Azevedo Campos, nasceu em Paraúna – GO, em 12 de agosto de 1975.

Diplomou-se em Agronomia pela Universidade do Tocantins (UNITINS), em janeiro de 1998.

Em março de 1998, iniciou o curso de Mestrado em Agronomia, área de concentração Fitotecnia, no Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras (UFLA), concluindo em setembro de 1999.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	i
ABSTRACT.....	ii
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	3
2.1 Gênero <i>Lycopersicon</i>	3
2.2 Resistência varietal.....	4
2.3 A espécie <i>Lycopersicon hirsutum</i>	6
2.4 O aleloquímico: zingibereno.....	7
2.5 Tricomas.....	8
2.6 Mecanismos de resistência de plantas a artrópodes.....	11
2.7 Os ácaros do gênero <i>Tetranychus</i> sp.....	13
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	18
3.1 Genótipos utilizados.....	18
3.2 Quantificação dos teores de Zingibereno em folíolos de tomateiro.....	19
3.2.1 Método espectrofotométrico de quantificação de zingibereno.....	20
3.2.2 Esquema experimental para seleção.....	20
3.3 Identificação e quantificação de tricomas.....	21
3.3.1 Cortes dos folíolos e montagem das lâminas semipermanentes.....	22
3.3.2 Classificação e Quantificação dos tricomas.....	22
3.4 Bioteste de repelência com ácaros.....	22
3.4.1 Repelência dos genótipos a ácaros <i>T. evansi</i>	23
3.5 Delineamentos experimentais utilizados.....	24
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	28
4.1 Quantificação dos teores de Zingibereno na população BPX-368.....	28

4.2 Identificação e quantificação dos tricomas em folíolos de tomateiro na população BPX-368.....	30
4.3 Bioensaio de repelência a ácaros em folíolos de tomateiro na população BPX-368.....	35
4.4 Quantificação dos teores de Zingibereno na população BPX-368B...	41
4.5 Identificação e quantificação dos tricomas em folíolos de tomateiro na população BPX-368B.....	43
4.6 Bioensaio de repelência com ácaros em folíolos de tomateiro na população BPX-368B.....	47
4.7 Discussão Geral.....	52
5 CONCLUSÕES.....	55
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	56

RESUMO

CAMPOS, Gustavo Azevedo. **Inter-relações entre teor de zingibereno, tipos de tricomas foliares e resistência a ácaros *Tetranychus evansi* em tomateiro.** Lavras: UFLA, 1999. 68 p. (Dissertação de Mestrado em Fitotecnia).

O zingibereno é um sesquiterpeno presente nos tricomas glandulares de *Lycopersicon hirsutum* var. *hirsutum* 'PI-127826', responsável pelos altos níveis de resistência a artrópodos nesta espécie. O presente trabalho teve como objetivos: a) quantificar os teores de zingibereno em plantas de tomateiro provenientes de cruzamento interespecífico entre *L. esculentum* e *L. hirsutum* var. *hirsutum*; b) identificar, classificar e quantificar tricomas glandulares e não glandulares nas referidas plantas; c) avaliar a repelência dos genótipos citados a ácaros *Tetranychus evansi* d) estudar a correlação existente entre tricomas glandulares, teor de zingibereno e repelência a ácaros. Para a quantificação do zingibereno nos folíolos, utilizou-se um método espectrofotométrico (Freitas et al., 1997); os tricomas foram contados a partir de cortes paradérmicos dos folíolos (Aragão, 1998) e a resistência a ácaros foi avaliada por um bioteste de repelência (Weston et al., 1990). Os resultados demonstram que a seleção indireta para teor de zingibereno promoveu aumentos correlacionados no número de tricomas glandulares (particularmente de tipo IV) e no nível de repelência a ácaros *Tetranychus evansi*. Tal fato aconteceu tanto na geração BPX-368 [=F2(*L. esculentum* 'TOM-556' x *L. hirsutum* var. *hirsutum* 'PI-127826')] como na subsequente BPX-368B (que corresponde a 1 retrocruzamento adicional para *L. esculentum*). Confirmou-se, portanto, que o zingibereno presente nos tricomas glandulares é o principal responsável pela resistência aos ácaros. A densidade de tricomas glandulares nos folíolos de tomateiro influencia de maneira determinante os teores de zingibereno. O tricoma tipo IV destacou-se por apresentar elevada densidade e alta correlação com o teor de zingibereno. A seleção indireta para elevados teores de zingibereno nos folíolos foi efetiva no sentido de obter genótipos com maiores níveis de repelência aos ácaros. Seleção para maior número de tricomas glandulares, em especial do tipo IV, é também uma valiosa técnica de seleção indireta para resistência a artrópodos.

Comitê Orientador: Dra. Maria das Graças Cardoso – UFLA (Orientadora), Phd
Wilson Roberto Maluf – UFLA, Dr. Custódio Donizete dos Santos - UFLA

ABSTRACT

CAMPOS, Gustavo Azevedo. Relationship between zingiberene, foliar trichome types and spider mite (*Tetranychus evansi*) resistance in tomatoes. Lavras: UFLA, 1999. 68 p.

Zingiberene, a sesquiterpene present in glandular trichomes of *Lycopersicon hirsutum* var. *hirsutum* 'PI-127826', is responsible for the high level of arthropod resistance in this taxon. The current paper has the following objectives: (a) to quantify zingiberene contents in tomato plant obtained from the interespecific cross with *L. hirsutum* var *hirsutum*. (b) to identify, classify and quantify glandular and non-glandular trichomes present in those plants; (c) to assess the level of resistance of those genotypes to spider mites (*Tetranychus evansi*); (d) to estimate correlation between glandular trichomes, zingiberene contents and mite repellence. Zingiberene contents were quantified by a colorimetric method (Freitas et al., 1997); trichomes were counted from foliar paradermic slide preparations; mite resistance was assessed by a repellence test (Weston et al., 1990). The results indicate that indirect selection for zingiberene contents led to correlated increases both in the number of glandular trichomes (particular type IV) and in the levels of mite repellence. These results were found both in BPX-368 [=F2(*L. esculentum* 'TOM-556' x *L. hirsutum* var. *hirsutum* 'PI-127826')] and in the subsequent generation BPX-368B (which represents one additional backcross to *L. esculentum*). Zingiberene appears therefore to be the main factor involved in mite resistance. Density of glandular trichomes in tomato leaflets markedly influences zingiberene content. Type IV trichome density was high, and it was highly correlated to zingiberene contents. Indirect selection for zingiberene content was effective in providing genotypes with superior mite repellence. Selection for high density of glandular trichomes (especially type IV) can also be a valuable indirect selection technique for arthropod resistance.

* Guidance committee Dra. Maria das Graças Cardoso – UFLA (Major Professor), Phd Wilson Roberto Maluf – UFLA, Dr. Custódio Donizete dos Santos - UFLA

1 INTRODUÇÃO

O tomateiro *Lycopersicon esculentum* Mill. é a segunda hortaliça mais consumida no mundo, destacando-se pela sua versatilidade quanto à forma de consumo, podendo ser industrializada sob várias formas ou “in natura”. É considerado um produto de grande importância econômica e valor social pela mão-de-obra que emprega direta ou indiretamente.

Os principais Estados produtores são São Paulo, Minas Gerais, Goiás, Bahia e Pernambuco (AGRIANUAL, 1999). A expansão da área de cultivo favoreceu o desenvolvimento de pragas e doenças, afetando a sua produção. A estreita base genética do tomateiro cultivado é responsável, em parte pela sua suscetibilidade a grande número de pragas.

Um dos principais problemas na cultura é o combate às pragas, fazendo com que o cultivo seja considerado de alto risco e com elevado custo de produção em função principalmente do uso de defensivos. Estes, além de onerarem o custo de produção, constituem preocupação crescente em relação ao meio ambiente e à saúde pública, visto serem necessárias múltiplas aplicações dos produtos e os períodos de carência nem sempre serem respeitados.

Atualmente, dentro de um conceito de manejo integrado de pragas, a resistência varietal tem sido proposta como meio viável de controle. Apesar dos sucessos modestos até o momento, deve ser considerada principalmente por reduzir substancialmente o número de pulverizações que, em cultivos convencionais, podem chegar a três por semana (Leite et al., 1995).

Uma das técnicas que podem ser utilizadas para a obtenção de cultivares resistentes é o melhoramento genético, que visa a obter cultivares comerciais produtivos a partir de cruzamentos com materiais selvagens que apresentem fatores de resistência.

Dentre as fontes de resistência a pragas em tomateiro, destaca-se o *Lycopersicon hirsutum* var. *hirsutum*, que tem sido citado como fonte de resistência a várias pragas, entre as quais *Leptinotarsa decemlineata* (besouro-da-batata do Colorado) (Carter et al., 1989), *Spodoptera exigua* (lagarta da beterraba) (Eigenbrode et al., 1996), *Tetranychus urticae* (ácaro rajado) (Weston et al., 1990) e *Tuta absoluta* (traça-do-tomateiro) (França et al., 1984). Esta resistência está associada à presença de altos teores do aleloquímico natural zingibereno [1,3 - ciclohexadieno - 5 - (1,5 dimetil - 4 = hexenil) - 2 metil], contido nos tricomas glandulares dos folíolos. Este pode ser quantificado através de uma técnica espectrofotométrica rápida e de baixo custo, que permite selecionar com eficiência plantas com altos teores de zingibereno em populações segregantes (Freitas et., 1997).

O presente estudo teve como objetivos: a) quantificar os teores de zingibereno em genótipos de tomateiro provenientes de cruzamento interespecífico entre *L. esculentum* e *L. hirsutum* var. *hirsutum*; b) identificar, classificar e quantificar tricomas glandulares e não glandulares nestes genótipos; c) avaliar a repelência dos genótipos citados a ácaros *Tetranychus evansi* d) estudar a correlação existente entre tricomas glandulares, teores de zingibereno e repelência a ácaros.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Gênero *Lycopersicon*

Os gêneros *Lycopersicon* e *Solanum* são pertencentes a família Solanaceae. Atualmente existem pelo menos nove espécies pertencentes ao gênero *Lycopersicon* reconhecidas taxonomicamente (Rick et al., 1978). Todas são espécies da sub-família Solanoideae, mantendo o mesmo número de cromossomos ($2n = 2x = 24$). Estas espécies constituem valioso reservatório de variabilidade genética, que pode ser utilizado através de cruzamentos interespecíficos. No entanto, algumas espécies não se cruzam normalmente devido ao fenômeno de incompatibilidade.

Segundo Rick et al. (1978), existem no gênero *Lycopersicon* os seguintes grupos taxionômicos:

(a) Espécies/taxons com compatibilidade bilateral

- *Lycopersicon esculentum* Mill.
- *Lycopersicon esculentum* var. *cerasiforme* Gray
- *Lycopersicon pimpinellifolium* Mill.
- *Lycopersicon cheesmannii* Riley

(b) Espécies/taxons com compatibilidade unilateral com *Lycopersicon esculentum* Mill. (onde os cruzamentos com *L. esculentum* são viáveis e de fácil obtenção desde que este último seja o genitor feminino)

- *Lycopersicon parviflorum* Rick, Kesicki, Fobes & Holle
- *Lycopersicon chmielewskii* Rick, Kesicki, Fobes & Holle
- *Lycopersicon hirsutum* var. *hirsutum* e var. *glabratum*
- *Lycopersicon pennellii* (Correll) W. G. D'Arcy

(c) Espécies/taxons de difícil cruzamento com *Lycopersicon esculentum*, ainda que este seja o genitor feminino:

- *Lycopersicon chilense* Dunal.

- *Lycopersicon peruvianum* Mill.

Várias destas espécies selvagens ou taxons têm sido citadas como boas fontes de resistência a insetos ou ácaros, como *L. hirsutum* var. *glabratum*, *L. hirsutum* var. *hirsutum*, *L. pennellii*, *L. pimpinellifolium* e *L. peruvianum*, conforme relatado por Gentile, Webb e Stoner (1969); Rodriguez, Knavel e Aina (1972); Williams et al. (1980); Lourenção e Nagai (1983); França et al. (1984); Snyder et al. (1987); Barona, Parra e Vallejo (1989); Eigenbrode e Trumble (1993) e Silva (1995), entre outros.

2.2 Resistência varietal

A utilização de cultivares de plantas resistentes a insetos é uma das alternativas que vêm sendo utilizadas, já há alguns anos, nos EUA e na Europa, com o objetivo de reduzir o impacto do uso de inseticidas no meio ambiente, sem prejuízo da produção, valor alimentar e qualidade estética do tomate (Stoner, 1970).

O desenvolvimento de cultivares resistentes constitui importante instrumento do manejo integrado de pragas, e visa a racionalizar as táticas de controle. Assim, estudos visando o aprimoramento das técnicas de seleção de genótipos resistentes, bem como a compreensão dos mecanismos envolvidos na resistência, são de grande importância no conjunto das táticas de controle (Borém, 1997), (Lara, 1991).

No manejo integrado de pragas, sugere-se que seja feito o uso de todas as medidas de controle possíveis para controlar insetos que venham a causar

danos econômicos. Especialmente no caso da traça-do-tomateiro, tida como um dos principais problemas da cultura, a recomendação também não é diferente (Castelo Branco, 1992; Souza e Reis, 1992, Uchoa Fernandes, 1992 e Boletim Técnico EPAMIG, 1994).

Trabalhos desenvolvidos no Brasil e em outros países, onde o problema é mais antigo, apontam os métodos químicos como ineficientes para o controle da traça-do-tomateiro (*Tuta absoluta*), que além disso é a principal causa da morte dos seus inimigos naturais que aparecem na cultura (Moore, 1983 e Nakano e Paulo, 1983).

Embora existam no mercado inúmeros compostos químicos formulados, existem também espécies silvestres cujas propriedades químicas conferem uma resistência natural. Dentre essas espécies, destaca-se a *Lycopersicon hirsutum* var. *hirsutum*, que contém o aleloquímico zingibereno, o qual confere resistência a artrópodos (Snyder et al., 1987 e Eigenbrode et al., 1994).

Os fatores de resistência a pragas presentes em introduções silvestres poderão ser incorporados de modo mais simplificado e eficiente nos cultivares comerciais se a seleção das plantas pudesse ser feita com base em alguma característica de fácil avaliação. O uso desta seleção indireta se tornaria mais interessante se esta característica possuísse alta herdabilidade e mais ainda se representasse um fator de resistência a múltiplas pragas (Juvik et al., 1982)

A utilização de variedades resistentes desponta como tática no controle de pragas, pois sua utilização reduz as populações de insetos a níveis que não causam danos e não interferem no ecossistema. Não promovem desequilíbrio ambiental, seu efeito é acumulativo e persistente, não são poluentes, não acarretam ônus ao custo de produção e, finalmente, não exigem conhecimento específico por parte dos agricultores para sua utilização (Lara, 1991).

Sob o ponto de vista econômico, o uso de cultivares resistentes aos insetos em programas de manejo de pragas oferece ao agricultor a vantagem de

incorporar geneticamente o controle ao inseto no custo unitário da semente. Entretanto, se a resistência for combinada com o uso de inseticidas, os possíveis problemas causados por resíduos serão diminuídos (Smith, 1989).

2.3 A espécie *Lycopersicon hirsutum*

Existem duas variedades botânicas reconhecidas, a *Lycopersicon hirsutum* f. *typicum* ou var. *hirsutum* e a *Lycopersicon hirsutum* var. *glabratum*, ambas apresentam elevados níveis de resistência a insetos pragas.

A variedade *hirsutum* é caracterizada por ter frutos, hastes e folhas com alta densidade de pêlos. Suas flores são grandes e vistosas com a corola menos profundamente dividida que a encontrada em *L. esculentum* e seus parentes mais próximos. *L. hirsutum* var. *hirsutum* possui o estigma fortemente projetado além do cone da antera, sendo assim uma forma de polinização cruzada. A maioria das coleções desta variedade botânica têm se mostrado auto incompatíveis. Apenas um ou dois biótipos (acessos) podem ser autofertilizados, mas parecem sofrer depressão por endogamia como resultado. Seus frutos pilosos, quando amadurecem, tornam-se verde-pálidos com manchas rosadas (Taylor, 1986).

A forma *L. hirsutum* var. *glabratum* foi separada da *hirsutum* com base em diferenças morfológicas: possui folhas e caules um pouco menos pilosos, corola menor e com frutos também menos pilosos. As flores são menos vistosas e têm tendência à autofecundação. Esta variedade pode ser prontamente autofecundada e sua progênie não sofre depressão por endogamia. Em geral, os acessos de *L. hirsutum* var. *glabratum* são menos variáveis que *L. hirsutum* var. *hirsutum* (Taylor, 1986).

Soost, Scora e Sims (1968) propuseram a utilização do óleo foliar como ferramenta na diferenciação das espécies de *Lycopersicon* e entre as variedades

de *L. hirsutum*, pois observaram que os odores das folhagens trituradas das várias espécies do gênero *Lycopersicon* são distintos. Os acessos de *L. hirsutum* produzem grandes quantidades de óleo essencial, enquanto *L. esculentum* produz somente pequena quantidade. Estudos mais recentes mostram que os exudados da superfície foliar dos acessos de *L. hirsutum* var. *glabratum* são constituídos predominantemente de metil-cetonas (2-tridecanona e 2-undecanona), enquanto os exudados de *L. hirsutum* var. *hirsutum*, por sesquiterpenos (Weston et al., 1989; Eigenbrode e Trumble, 1993).

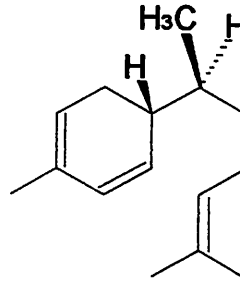
2.4 O aleloquímico zingibereno

Os aleloquímicos são substâncias químicas naturais presentes nas plantas que podem conferir-lhes proteção contra artrópodos e/ou doenças indesejáveis.

No caso do tomateiro, tem-se um composto natural, zingibereno [1,3 - ciclohexadieno - 5 - (1,5 dimetil - 4 = hexenil) - 2 metil] ($C_{15}H_{24}$), um sesquiterpeno que, no gênero *Lycopersicon*, ocorre exclusivamente em *L. hirsutum* var. *hirsutum*, o que foi confirmado por cromatografia gasosa e espectroscopia de massa (Carter et al., 1988).

Sesquiterpenos são moléculas pertencentes a um grupo de substâncias orgânicas (os terpenos), biossinteticamente derivados de três unidades isopreno e uma parte de um radical pirofosfato como um intermediário biossintético comum. Na natureza existe um número muito maior de sesquiterpenos do que monoterpenos. Os sesquiterpenos acompanham os óleos essenciais em plantas, contudo, possuem uma fração volátil menor. As atividades biológicas associadas a estas substâncias são muitas e variadas, desde a regulação do desenvolvimento da planta (como é o caso do ácido abscísico) até a interferência na metamorfose de insetos (Harborne e Barberan, 1991).

Molécula de
zingibereno



Além disso, o zingibereno mostrou ser responsável pela toxicidade das plantas de *L. hirsutum* var. *hirsutum* ao coleóptero *Leptinotarsa decemlineata*. O zingibereno puro foi tóxico para este inseto quando aplicado em concentração de 12-25 μg por larva, e isto é significativamente menos do que equivale 160-250 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ presente nos folíolos de tomate selvagem. O zingibereno, presente em *L. hirsutum*, representa então uma nova fonte de resistência a insetos que pode ser utilizada com sucesso dentro do melhoramento do tomate cultivado, *Lycopersicon esculentum* (Carter et al., 1989).

Segundo Freitas et al. (1997), para a quantificação de zingibereno em folíolos de tomateiro, pode-se utilizar uma metodologia espectrofotométrica simples e de baixo custo que apresentou uma correlação de 85% com a metodologia de cromatografia líquida de alta eficiência.

2.5 Tricomas

Os tricomas (pilosidade) são um dos fatores morfológicos que mais influenciam no comportamento dos insetos, sendo, em alguns casos, um fator de susceptibilidade e noutros de resistência. Fatores como densidade, tamanho e forma dos tricomas podem atuar diretamente sobre o inseto, afetando a sua postura de ovos, alimentação, locomoção ou seu comportamento em relação ao

abrigo fornecido. De forma indireta, os tricomas podem influenciar provocando variações na intensidade e qualidade de energia radiante transmitida ou refletida, e ainda quimicamente através de exudados (Lara, 1979).

Segundo Luckwill (1943), existem sete tipos de tricomas no gênero *Lycopersicon*: tipos não glandulares (II, III e V) e glandulares (I, IV, VI e VII), sendo que os tipos VI e VII apresentam glândulas multicelulares. A presença de certos tipos de tricomas em folhas de *L. hirsutum*, *L. esculentum* e seus híbridos foram caracterizados por Snyder et al. (1985). Apesar da ocorrência de tricomas glandulares do tipo VI ser comum a todas as espécies do gênero, têm-se observado diferenças morfológicas existentes para este tipo de tricoma entre as espécies. O ápice do tipo VI em *L. esculentum* demonstra ter quatro lóbulos, devido à marca da divisão entre quatro células do ápice. Em *L. hirsutum*, esta divisão foi menos aparente, resultando em uma aparência globular do ápice.

Channarayappa et al. (1992), visando identificar materiais resistentes a *Bemisia tabaci*, analisou oito das nove espécies de *Lycopersicon* existentes através de microscópio eletrônico de varredura e observou todos os tipos de tricomas que ocorriam na superfície das folhas de tomateiro, o que o levou a sugerir a adoção de subtipos para o tricoma tipo VI (em função das várias espécies), e inclusão de um oitavo tipo de tricoma (tipo VIII), também não glandular, encontrado apenas na espécie *L. chilense* (acesso LA 458).

No tomateiro, a pilosidade pode agir não somente como um fator de resistência morfológica, como também química. Em geral, a resistência morfológica se manifesta através dos efeitos puramente mecânicos da pubescência, os quais se baseiam em características como densidade, posição, comprimento e forma do tricoma que atuam diretamente sobre as pragas. Por outro lado, a resistência química se deve aos exudados produzidos através dos tricomas glandulares (Norris e Kogan, 1980).

Na avaliação de plantas F₂ provenientes de cruzamento interespecífico de *L. esculentum* e *L. hirsutum* var. *hirsutum* houve correspondência entre a variação na densidade de tricomas tipo IV e a variação nas respostas de resistência a ácaros. A densidade de tricomas tipo IV foi muito maior que a densidade dos tricomas tipo I, V e VI (Carter e Snyder, 1985)

Em geral, fatores ambientais ou de desenvolvimento, que promovem a fotossíntese ou a eficiência fotossintética, aumentam a acumulação de terpenos (Croteau e Johnson, 1984; Gershezon e Croteau, 1990).

Good e Snyder (1988), analisaram clones de plantas F₂(*L. esculentum* x *L. hirsutum* var *hirsutum*) no verão (dias longos) e no inverno (dias curtos), e encontraram alta densidade de tricomas tipo IV e VI, que apresentaram correlações negativas com a sobrevivência de ácaros. E encontraram altos teores de zingibereno no verão (dias longos). Estes resultados divergem dos encontrados por Gianfagna, Carter e Sacalis (1992), que atribuem as diferenças à utilização de clones F₂ (população segregante) e condições de casa de vegetação.

Carter, Gianfagna e Sacalis (1989) detectaram o zingibereno nos extratos foliares de *L. hirsutum* var. *hirsutum* e atribuíram a mortalidade das larvas de *Leptinotarsa decemlineata* à ocorrência do zingibereno nos folíolos.

Gianfagna, Carter e Sacalis (1992), atribuíram a resistência de *L. hirsutum* var. *hirsutum* à *Leptinotarsa decemlineata*, ao zingibereno presente nos tricomas glandulares do tipo VI, presentes nas folhas desta espécie. Submetendo as plantas desta espécie a variações de temperatura e fotoperíodo, quantificaram os teores de zingibereno e o número de tricomas tipo VI e observaram maiores níveis de zingibereno em fotoperíodo curto (10 horas de luz) do que em fotoperíodo longo (18 horas de luz).

Através da remoção de exudados de tricomas em folíolo de tomateiro *L. hirsutum* var. *hirsutum*, foi verificada uma diminuição considerável da resistência das plantas a *Spodoptera exigua* (Eigenbrode et al., 1996).

2.6 Mecanismos de resistência de plantas a artrópodos

Resistência é um conceito relativo que lida com interações específicas e bem definidas entre a planta e o artrópode, que ocorrem numa amplitude de graus consideráveis (Gallo et al., 1988).

De acordo com Painter (1951), a resistência a insetos pode ser definida como “a soma relativa das qualidades herdáveis apresentadas pelas plantas, as quais influenciam a intensidade do dano provocado pelo inseto”. Esta definição, na prática agrícola representa a capacidade de certas variedades apresentarem uma maior quantidade de produtos de boa qualidade que outras variedades em geral, em igualdade de condições (Gallo et al., 1988).

A constatação da resistência de uma planta ou variedade a uma praga pode ser feita em condições de campo, casa-de-vegetação ou laboratório, através de diversas formas, considerando-se basicamente o inseto e a planta. Podem ser constatadas diretamente ou indiretamente através de escalas e de índices, fornecendo a relação com a área danificada. Como a resistência é relativa, não existe escala absoluta para medida, o que envolve sempre comparações entre plantas (Gallo et al., 1988).

Existem três categorias para descrever os mecanismos de resistência a insetos: não-preferência (antixenose), antibiose e tolerância.

A não-preferência ou antixenose denota o grupo de características e respostas do inseto que o conduzem ou o repelem com relação ao uso de uma planta ou variedade, para oviposição, alimentação ou abrigo. Dentre essas três modalidades de não-preferência, sem dúvida, as mais importantes e, conseqüentemente, as mais estudadas, são as que se referem à alimentação e oviposição. A antibiose compreende os efeitos adversos da planta sobre a biologia dos insetos. A tolerância se refere à habilidade da planta para crescer e

reproduzir-se ou reparar danos significativos, suportando, deste modo, uma população de insetos aproximadamente igual àquela capaz de danificar severamente um hospedeiro susceptível (Painter, 1951).

Existe a possibilidade destas três características ocorrerem juntas em uma planta hospedeira resistente, onde elas podem ter um efeito cumulativo sobre o inseto.

Harris (1975) relata, ainda, que a importância da resistência do hospedeiro é determinada pela sua utilidade na agricultura. Uma planta resistente deve ser identificável e o caráter geneticamente transmissível, agronomicamente compatível e relativamente permanente para sua utilização de forma eficiente. O método tradicional utilizado para identificação de plantas resistentes tem sido através da avaliação de genótipos recentemente desenvolvidos, cultivares antigas, materiais introduzidos de outros países, espécies silvestres e, finalmente, espécies afins.

Características bioquímicas e morfológicas constituem as defesas naturais das plantas que podem afetar o comportamento e/ou processos metabólicos dos artrópodos. Elas estão associadas a mecanismos de defesa e atração de insetos e ácaros, em diversas espécies de hortaliças. A manipulação genética dessas características através de seleção dirigida pode resultar no melhor entendimento das interações planta-artrópode, com significativos benefícios para o homem (França e Castelo Branco, 1987).

As causas da resistência de plantas aos insetos são de natureza física, química ou morfológica, indicada pelo fenótipo apresentado pela planta (Lara, 1979).

As substâncias que podem conferir resistência de plantas a insetos incluem os compostos inorgânicos (sais de sódio, potássio e cálcio), os metabólitos primários (ácido cítrico, cisteína, carboidratos e certos aminoácidos) e os secundários (acetogeninas, alcalóides e terpenos). De maneira geral, as

biossínteses que levam às classes majoritárias de metabólitos secundários podem envolver mais de uma rota biossintética, como é o caso, por exemplo, dos glicosídeos, flavonóides e taninos, bem como o das rotas simples, assim como ocorre para os terpenos. O fato de estar envolvida uma rota biossintética simples, e esta ser de conhecimento do melhorista, permitirá um monitoramento mais eficiente do aumento do metabólito de interesse na cultivar, em busca de aumentar a defesa química natural da planta (Matos, 1988).

Segundo Gallo et al. (1988), as substâncias químicas causadoras de resistência nas plantas classificam-se em três categorias: substâncias que atuam no comportamento dos insetos (glicosídeos, alcalóides, terpenos, fenóis e óleos essenciais), substâncias que atuam no metabolismo do inseto (metabólitos tóxicos, glicosídeos, alcalóides, quinonas, etc.) e antimetabólitos que tornam indisponível aos insetos os nutrientes essenciais ou impropriedades nutricionais como ausência ou o desequilíbrio de nutrientes essenciais ou não.

2.7 Os Ácaros do Gênero *Tetranychus* spp.

Os ácaros do gênero *Tetranychus* são pragas importantes do tomateiro cultivado, destacando-se no Brasil, o ácaro rajado *T. urticae* e os ácaros vermelhos *T. evansi*, *T. desertorum* e *T. marianae*. Todos são herbívoros e polípagos. Ocorrem nos estados de São Paulo, Minas Gerais e Paraná em vários hospedeiros (Flechtmann e Baker, 1970) e, no Nordeste brasileiro, são mais comuns em regiões menos secas que o sertão, como o vale do São Francisco (Moraes e Flechtmann, 1981).

Podem ser considerados um problema sério na cultura do tomateiro quando presentes em grandes populações, principalmente ao encontrar condições propícias ao seu desenvolvimento, ou seja, combinação de tempo quente e seco, e plantas susceptíveis. Os ácaros são mais ativos em temperaturas

entre 15 e 37°C; no verão, uma nova geração pode desenvolver-se a cada 10-13 dias e, no inverno, a cada 26-34 dias (Berlinger, 1986).

Quando o índice de infestação de ácaros em folhas de tomateiro excede 15%, pode levar a planta a sofrer perdas em sua produção (Flechtmann, 1989), uma vez que leva à inibição de fotossíntese, ocasionando, assim, secagem e queda das folhas (Berlinger, 1986). O desfolhamento causado pelos artrópodos leva também à diminuição do número e tamanho dos frutos, induzindo-os à maturação precoce e baixos teores de sólidos solúveis.

Quando na fase adulta, os ácaros alimentam-se através da sucção do conteúdo das células das plantas. Os cloroplastos das células afetadas desaparecem e o material remanescente coagula, formando uma massa branca parda em um ponto das extremidades das células, danificando, assim, as células vizinhas em formato de círculos, e levando à formação de manchas cloróticas. A continuidade da alimentação leva a manchas irregulares, formadas pela integração das manchas primárias. Por conseguinte, nas folhas que sofrem o ataque, são observados distúrbios de equilíbrio e aumento da transpiração, ocasionando a seca e queda das folhas (Flechtmann, 1989).

No Nordeste, de modo especial no sub-médio São Francisco, o tomateiro industrial sofre, frequentemente, ataques severos dessa praga. Nesta região, Ramalho e Flechtmann (1979) constataram que o início da infestação pode ocorrer já aos 14 dias após o transplante do tomateiro.

O complexo *Tetranychus* apresenta espécies com biologia e hábitos bastante semelhantes (Barbosa e França, 1980). A reprodução dá-se por partenogênese arrenótoca: os ovos não fertilizados dão origem a machos e os ovos fertilizados a fêmeas. A cópula ocorre geralmente logo após a última troca de pele da fêmea (Flechtmann, 1989). Durante o seu ciclo de desenvolvimento, estes ácaros passam pelos estágios de ovo, larva, ninfa (protoninfa e deuteroninfa) e adultos. Entre cada estágio de desenvolvimento a partir do

estágio larval ocorrem intervalos de inatividade durante os quais os ácaros prendem-se nas folhas ou nos fios da teia. Embora, de uma maneira geral, ocorram 2 estágios ninfais entre a larva e o adulto, muitas vezes observa-se apenas um estágio, o que é mais frequente nas épocas quentes, quando o desenvolvimento é tão rápido que os ácaros passam por um estágio completo em apenas 1 dia (Flechtmann, 1989).

Estudando os acessos *L. hirsutum* var. *hirsutum* PI-251303 e *L. esculentum* 'Ace', e o híbrido F₁ derivado do cruzamento destas duas espécies, Snyder e Carter (1984) constataram que deve existir um fator antibiótico nos tricomas tipo VI, presentes em maior quantidade em PI-251303. Parte da resistência de *L. hirsutum* foi atribuída a um fator adicional, associado à repelência, que variou com o desenvolvimento dos folíolos. Os híbridos F₁ apresentaram resistência intermediária, quando expressa pela fuga de ácaros.

No teste de resistência utilizado por Weston et al. (1989) permitiu-se a livre escolha dos genótipos pelos ácaros e avaliou-se com uma escala de notas onde se considerou a quantidade de ácaros a movimentar-se e os danos causados pelos ácaros (1 = nenhum ácaro em movimento na folha e nenhum dano, até 9 = ácaros em movimento espalhados por toda a folha e danos severos). Mediu-se, principalmente, a tendência de repelência (antixenose) de *Lycopersicon hirsutum*. Não foi possível, entretanto, separar totalmente o efeito de antibiose dos efeitos de repelência. Os resultados também sugeriram que os diversos acessos de *L. hirsutum* var. *hirsutum* são mais repelentes que os de *L. hirsutum* var. *glabratum*.

Weston e Snyder (1990), procurando discernir entre os efeitos de antibiose e antixenose da resistência a ácaros em *Lycopersicon*, propuseram um método que quantifica apenas a antixenose (repelência) e que foi testado nos seguintes genótipos: *L. hirsutum* var. *hirsutum* 'PI-251303', *L. hirsutum* var. *glabratum* 'PI-134417' e *L. esculentum* 'Ace'. Utilizaram-se folíolos destas

plantas, que foram presos a uma placa de isopor através de uma tachinha. Sobre a cabeça da tachinha foram colocadas, com o auxílio de um pincel, 10 fêmeas do ácaro *T. urticae*. Em intervalos de tempo designados, o número de ácaros que permaneceram na tachinha foi contado e foram determinadas as distâncias percorridas pelos ácaros na superfície da folha, medindo-se a distância entre a localização do ácaro e a margem da tachinha. As distâncias percorridas pelos ácaros e o número de ácaros que permaneceram na tachinha foram estatisticamente diferentes entre 'Ace' (maior distância) e as duas formas botânicas de *L. hirsutum*.

Gonçalves (1996), trabalhando com materiais oriundos do cruzamento com *L. hirsutum* var. *glabratum* 'PI-134417' (fonte de resistência a artrópodos por possuir altos teores de 2-tridecanona), utilizou o teste de repelência proposto por Weston e Snyder (1990). Obteve uma alta correlação negativa entre o teor de 2-tridecanona e a distância média percorrida pelos ácaros durante os tempos medidos, concluindo-se que o aleloquímico 2-tridecanona determina a resistência (repelência) aos ácaros *T. urticae* e *T. ludeni* no gênero *Lycopersicon*.

Aragão (1998), avaliou linhagens avançadas (provenientes de cruzamento com *L. hirsutum* var. *glabratum*) com altos teores de 2-tridecanona e utilizou o teste de repelência para avaliar a resistência aos ácaros, obtendo resultados semelhantes ao trabalho de Gonçalves (1996). Além disso, verificou a relação existente entre a densidade de tricomas glandulares e resistência aos ácaros. Encontrou altos coeficientes de correlação entre a maior densidade de tricomas glandulares e a resistência aos ácaros, e também uma alta correlação entre os tricomas glandulares (especialmente o tipo VI) com os altos teores de 2-tridecanona. Seus dados sugerem que pode ser utilizada a seleção indireta para resistência a artrópodos baseada nos teores de 2-tridecanona ou na quantificação dos tricomas.

Mais recentemente, Freitas et al. (1998), a partir de materiais provenientes de cruzamento com *L. hirsutum* var. *hirsutum* 'PI-127826' (fonte de resistência a artrópodos por possuir altos teores de zingibereno), quantificou os teores do aleloquímico e os tricomas presentes e observou uma alta correlação entre a densidade dos tricomas glandulares e os teores de zingibereno.

3 MATERIAL E MÉTODOS

De acordo com os objetivos deste trabalho, foram realizados três grupos de experimentos. O primeiro consistiu na quantificação dos teores de zingibereno em folíolos de tomateiro e estimativa de sua herdabilidade. O segundo na identificação, classificação e quantificação de tricomas glandulares e não-glandulares nos materiais utilizados. O terceiro grupo de experimentos foi realizado nos materiais que tiveram os maiores teores de zingibereno e consistiu de um bioteste de repelência a ácaros, e sua relação com os teores medidos de zingibereno e o número de tricomas glandulares presentes

3.1 Genótipos utilizados

Nesse estudo, utilizaram-se materiais provenientes de cruzamento interespecífico entre *Lycopersicon esculentum* 'TOM-556' e *Lycopersicon hirsutum* var. *hirsutum* 'PI-127826'. TOM-556 é uma linhagem de tomateiro de "background" Santa Clara, pertencente ao banco de germoplasma da Hortiagro Sementes Ltda, e com resistência a tospovirus obtida a partir do acesso 'Rey de Los Tempranos'. PI-127826 é um acesso de *L. hirsutum* var. *hirsutum*, auto-incompatível, proveniente da coleção do U. S. D. A., rico em zingibereno (Carter et al., 1988) e resistente a um grande número de artrópodos pragas (Carter e Snyder, 1985; Carter et al., 1989; Gianfagna, Carter e Sacalis, 1992; Channarayappa et al., 1992; Eigenbrode et al., 1996; França et al., 1984).

Primeiramente realizaram-se os três grupos de experimentos em plantas F₂[*Lycopersicon esculentum* 'TOM-556' x *Lycopersicon hirsutum* var. *hirsutum* 'PI-127826'] selecionadas para níveis extremos de zingibereno (Freitas et al. 1997). Essas plantas foram designadas como população BPX-368, na codificação adotada pelo programa de melhoramento do tomateiro da

Universidade Federal de Lavras. Após a quantificação dos teores de zingibereno, foram selecionadas 2 plantas F₂ com baixos teores e 4 com altos teores de zingibereno. Estas plantas foram clonadas e mantidas via estaquia de brotações axilares e foram designadas como clones BPX-368-clone#193 e BPX-368-clone#56 (com baixos teores de zingibereno), BPX-368-clone#92, BPX-368-clone#105, BPX-368-clone#250 e BPX-368-clone#179 (com altos teores de zingibereno). Utilizaram-se, como testemunhas, as linhagens de *L. esculentum* 'TOM-556' e 'TOM-584' (com baixos teores de zingibereno), além do acesso PI-127826 (*L. hirsutum* var. *hirsutum*, com alto teor de zingibereno).

Posteriormente realizaram-se novamente os três grupos de experimentos em uma população denominada BPX-368B, que corresponde à geração F₂[TOM-556 x BPX-368-Sib(4)], onde BPX-368-Sib(4) corresponde ao pólen retirado simultaneamente dos 4 clones BPX-368 com maiores teores de zingibereno. Para os ensaios de contagem de tricomas e de teste de repelência aos ácaros, foram selecionadas 7 plantas (clonadas por estaquia) a partir da população BPX-368B, e com diferentes níveis de zingibereno.

3.2 Quantificação dos teores de zingibereno em folíolos de tomateiro

Esta etapa foi realizada nos Laboratórios do Departamento de Química da Universidade Federal de Lavras.

Consistiu em avaliar os teores de zingibereno presentes nos folíolos de tomateiro, através da utilização de uma metodologia espectrofotométrica descrita por Freitas et al.(1997).

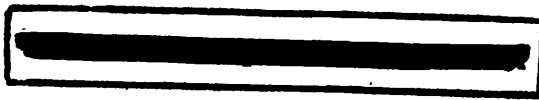
3.2.1 Método Espectrofotométrico de quantificação de zingibereno (Freitas et al., 1997)

Para seleção de plantas com altos teores de zingibereno, utilizaram-se amostras dos folíolos do terço superior, já expandidos, de plantas de tomateiro. Retiraram-se 6 discos foliares com o auxílio de um vazador (cano metálico de 1 cm de diâmetro), os quais foram imediatamente colocados em tubo de ensaio com auxílio de um bastão de vidro.

Após retiradas todas as amostras, devidamente identificadas, foram encaminhadas para o laboratório onde cada tubo recebeu 2 mL de hexano. Agitou-se em aparelho vórtex por 30 segundos para promover a extração do aleloquímico. Após a agitação, retiraram-se os discos com um bastão de vidro e os extratos foram levados ao espectrofotômetro (marca Varian, modelo Cary 50), juntamente com um tubo contendo apenas hexano. O tubo com hexano foi o “branco” e serviu para calibrar o aparelho. Efetuaram-se medidas de absorvância no comprimento de onda de 270 nm que, de acordo com os princípios de espectrometria (Silverstein, 1994), é a faixa de absorção no espectro do ultravioleta para esta molécula. A absorvância medida a 270 nm é diretamente proporcional ao teor de zingibereno nos folíolos.

3.2.2 Esquema experimental para seleção

Os clones da população BPX-368, juntamente com as testemunhas com alto teor de zingibereno (PI-127826) e as testemunhas com baixo teor de zingibereno (TOM-556 e TOM-584), foram novamente submetidos à análise dos teores de zingibereno, sob delineamento em blocos casualizados com 3 repetições.



3.3.1 Cortes dos folíolos e montagem das lâminas semipermanentes

Cada folíolo constituiu uma repetição onde se efetuaram 3 cortes paradérmicos na face abaxial e 3 cortes na face adaxial, totalizando 6 cortes preparados por folíolo, realizando 4 repetições (folíolo) por planta.

Os cortes paradérmicos nos folíolos foram feitos com auxílio de uma lâmina de aço (lâmina de barbear), e foram colocados em lâminas de vidro, com auxílio de um pincel fino. Foram corados com safranina 0,1% em água glicerinada 1:1, sendo montadas lâminas semipermanentes, que foram observadas em microscópio OLIMPUS CBB, acoplado com uma câmara clara, usando-se a objetiva de 10x.

3.3.2 Classificação e Quantificação dos tricomas

Os tricomas foram classificados, de acordo com a sua morfologia e a presença ou não de glândula em sua extremidade apical (Luckwill, 1943), em tricomas glandulares do tipos I, IV, VI ou VII e não-glandulares tipos II, III ou V.

Para a contagem dos tricomas utilizou-se uma técnica adaptada de Labourian, Oliveira e Salgado-Labourian (1961), originalmente para contagem de estômatos. Com o auxílio de uma câmara clara acoplada ao microscópio, projeta-se um campo de dimensões conhecidas, onde os tricomas são contados. Os resultados foram expressos em número de tricomas de cada tipo por cm².

3.4 Bioteste de repelência com ácaros

Esta etapa foi realizada na Estação de Pesquisa e Produção de Sementes de Hortaliças (Hortiagro Sementes Ltda), localizada na Fazenda Palmital,

município de Ijaci-MG, sob convênio da Fundação de Apoio ao Ensino Pesquisa e Extensão (FAEPE), com o professor Wilson Roberto Maluf, do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras. O ensaio foi realizado em câmara onde a temperatura e umidade relativa variaram de $18^{\circ} \pm 1^{\circ}\text{C}$ e $54 \pm 3\%$ no ensaio com as plantas BPX-368 e de $16^{\circ} \pm 1^{\circ}\text{C}$ e $64 \pm 4\%$ no ensaio com as plantas BPX-368B. Estes parâmetros foram mensurados com auxílio de termômetro-higrômetro eletrônico de máxima e mínima, marca TFA.

3.4.1 Repelência dos genótipos a ácaros *T. evansi*

No primeiro ensaio, foram submetidos ao teste os 6 clones da população BPX-368, juntamente com a testemunha com alto teor de zingibereno 'PI-127826' e as testemunhas com baixo teor de zingibereno TOM-556 e TOM-584

No segundo ensaio, foram submetidas ao teste as plantas selecionadas com teores altos de zingibereno (BPX-368B-pl# 325, BPX-368B-pl# 350, BPX-368B-pl# 202, BPX-368B-pl# 214 e BPX-368B-pl# 264) e plantas com níveis baixos de zingibereno (BPX-368B-pl# 57 e BPX-368B-pl# 98), juntamente com a testemunhas 'PI-127826', TOM-556 e TOM-584.

A resistência ao ácaro foi quantificada através do teste de repelência desenvolvido por Weston e Snyder (1990), usado também por Gonçalves (1996) e Aragão (1998). Inicialmente, retiraram-se folíolos de dimensões semelhantes do terço superior das plantas, tomando cuidado para não danificar os tricomas presentes. Para cada repetição, foi fixado um folíolo de cada genótipo, cada um sobre uma folha de papel tipo carta, em uma placa de isopor. No centro de cada folíolo, afixou-se uma tachinha metálica, sobre a qual foram depositados, com auxílio de um pincel, 10 ácaros fêmeas (maiores) da espécie *Tetranychus evansi*, obtidos a partir de plantas de feijoeiro e de maracujazeiro previamente infestadas

ou provenientes de criação em condições controladas de temperatura, umidade e fotoperíodo, no laboratório de Acarologia da EPAMIG/UFLA.

Imediatamente após a colocação dos ácaros sobre as tachinhas, iniciou-se a contagem do tempo e mediram-se as distâncias percorridas pelos ácaros sobre os folíolos. As distâncias aos 20, 40 e 60 minutos foram medidas com régua milimetrada. Para os ácaros que permaneceram sobre a tachinha, considerou-se a distância percorrida nula, e para aqueles que saíram do folíolo, atribuiu-se a distância do centro do folíolo até o seu bordo no sentido longitudinal.

Os dados foram coletados separadamente para cada tempo de medição (20, 40 e 60 minutos). Determinou-se a distância média percorrida pelo ácaro em cada folíolo e calculou-se a correlação entre o teor de zingibereno e a distância média percorrida pelos ácaros. De acordo com o teste utilizado neste ensaio, quanto menor a distância média percorrida pelos ácaros sobre os folíolos, maior a repelência da planta ao ácaro (Weston e Snyder, 1990).

3.5. Delineamentos experimentais utilizados

Para teor de zingibereno nas populações BPX-368 e BPX-368B, procedeu-se a análise de variância considerando-se o delineamento em blocos casualizados com 3 e 5 repetições, respectivamente. O modelo estatístico empregado foi:

$$y_{ij} = \mu + t_i + b_j + e_{ij}$$

em que:

y_{ij} : é o valor observado no tratamento i do bloco j ;

μ : média geral;

t_i : efeito do tratamento i ;

b_j : efeito do bloco j ;

e_{ij} : erro experimental associado ao valor observado y_{ij} , $e_{ij} \cap \text{NID}(0, \sigma^2)$.

Para número de tricomas nas populações BPX-368 e BPX-368B, procedeu-se a análise de variância considerando-se o delineamento em blocos casualizados, com 4 repetições. O modelo estatístico empregado foi o mesmo do anterior.

Para a distância percorrida pelos ácaros nas populações BPX-368 e BPX-368B, procedeu-se a análise de variância considerando-se o delineamento em blocos casualizados em esquema de parcelas subdivididas, com genótipos distribuídos nas parcelas e os tempos decorridos (20, 40 e 60 minutos) distribuídos nas sub-parcelas, com 4 repetições. O modelo estatístico empregado foi:

$$y_{ijk} = \mu + b_k + g_i + e_{ik} + t_j + gt_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

em que:

y_{ijk} : valor observado no genótipo i , tempo j , no bloco k ;

μ : média geral;

b_k : efeito do bloco k ;

g_i : efeito do genótipo i ;

e_{ik} : erro experimental associado às parcelas;

t_j : efeito do tempo j ;

gt_{ij} : efeito da interação do genótipo i com o tempo j ;

ε_{ijk} : erro experimental associado ao valor observado y_{ijk} , $\varepsilon_{ijk} \cap \text{NID}(0, \sigma^2)$.

Para se verificar a homogeneidade de variância, foi aplicado o teste de $F_{\text{máximo}}$. Verificou-se a não existência de homogeneidade e, portanto, realizou-se a transformação dos dados, e a partir dos dados transformados obteve-se a análise de variância e foi aplicado teste de média (SNK).

A partir das estimativas dos componentes de variância (Ramalho, et al., 1997) obtidas da população BPX-368B, foi estimada a herdabilidade (no sentido amplo) para a característica de teor de zingibereno. Tal estimativa foi obtida por meio das seguintes expressões:

$$\sigma_e^2 = \sqrt{\left(\frac{\sigma_{\text{TOM556}}^2 + \sigma_{\text{TOM584}}^2}{2}\right) * \sigma_{\text{PI127826}}^2}$$

$$\sigma_G^2 = \sigma_{F2}^2 - \sigma_e^2$$

$$h^2 = \frac{\sigma_G^2}{\sigma_{F2}^2}$$

em que:

$$\left(\frac{\sigma_{\text{TOM556}}^2 + \sigma_{\text{TOM584}}^2}{2}\right): \text{Variância de } L. \text{ esculentum}$$

$\sigma_{\text{PI127826}}^2$: Variância de *L. hirsutum var hirsutum*

σ_e^2 : Variância ambiental média

σ_G^2 : Variância genética

σ_{F2}^2 : Variância fenotípica da população BPX-368B

h^2 : Herdabilidade no sentido amplo

A variância observada no TOM-556, TOM-584 e PI-127826 é toda ambiental, uma vez que todos os indivíduos dentro dessas populações

apresentam presumivelmente o mesmo genótipo relativo aos teores de zingibereno. Desta forma, pode-se estimar a variância ambiental (σ^2_e) pela média geométrica das variâncias dessas populações.

Para testar o contraste entre as médias dos dois grupos de progênes com maior e menor resistência a ácaros da população BPX-368B, utilizou-se o teste de Scheffé ao nível de 5% de probabilidade.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Quantificação dos teores de zingibereno em folíolos de tomateiro na população BPX-368

A análise do teor de zingibereno nas plantas da população BPX368 e testemunhas revelou diferenças significativas ao nível de 1% de probabilidade entre os genótipos avaliados (Tabela 1).

TABELA 1. Resumo da análise de variância para o experimento de quantificação do teor de Zingibereno. UFLA, Lavras – MG, 1999.

CAUSAS DE VARIAÇÃO	GL	QM
BLOCOS	2	0.0007
GENÓTIPOS	8	0.6656**
ERRO	16	0.0074

** Significativo pelo teste de F ao nível de 1% de probabilidade

Conforme previamente esperado, os clones de plantas originalmente selecionadas para menores teores de zingibereno (BPX-368-clone#193 e BPX-368-clone#56) apresentaram teores menores do sesquiterpeno do que os selecionados para altos teores (BPX-368-clone#92, BPX-368-clone#105, BPX-368-clone#250 e BPX-368-clone#179). Esta diferença é bastante nítida com relação aos clones BPX-368-clone#105, BPX-368-clone#250 e BPX-368-clone#179, relativa aos clones BPX-368-clone#193 e BPX-368-clone#56.

TABELA 2. Teores médios de Zingibereno dos genótipos, medidos através da absorvância a 270 nm. UFLA, Lavras – MG, 1999.

GENÓTIPOS	(Absorbância a 270 nm)
BPX-368-clone#193	0.2640 a
BPX-368-clone#56	0.4763 b
BPX-368-clone#92	0.6508 b
BPX-368-clone#105	0.9611 c
BPX-368-clone#250	1.4296 d
BPX-368-clone#179	2.5497 e
PI 127826	2.3423 e
TOM 556	0.1494 a
TOM-584	0.1113 a

Média seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste SNK ao nível de 5% de probabilidade.

Os menores teores de zingibereno foram apresentados pelos genótipos TOM-556 e TOM-584 de *L. esculentum*, que não diferiram do clone BPX-368-clone#193, o de menor teor de zingibereno entre os selecionados a partir da BPX-368.

A concordância dos resultados obtidos com os da seleção previamente efetuada para alto teor (clones #92, #105, #250, #179) e baixo teor (clones #193 e #56) indicam um forte componente genético da característica relativa ao componente ambiental.

Os mais altos teores de Zingibereno foram apresentados por BPX-368-clone#250 e BPX-368-clone#179. Este último não diferiu estatisticamente do PI-127826, que foi usado como testemunha com alto teor de Zingibereno.

4.2 Identificação e quantificação dos tricomas em folíolos de tomateiro na população BPX-368

Quanto à análise dos clones da população BPX-368 e das testemunhas, pode-se observar que houve diferenças significativas ao nível de 1% e 5% de probabilidade entre os genótipos avaliados para cada tipo de tricoma (Tabelas 3 a 7).

TABELA 3. Resumo da análise de variância para a quantificação de tricomas tipo I. UFLA, Lavras – MG, 1999.

CAUSAS DE VARIAÇÃO	GL	QM
BLOCOS	3	7.8770
GENOTIPOS	8	52.8301 **
ERRO	24	3.0238

** Significativo pelo teste de F ao nível de 1% de probabilidade

TABELA 4. Resumo da análise de variância para a quantificação de tricomas tipo IV. UFLA, Lavras – MG, 1999.

CAUSAS DE VARIAÇÃO	GL	QM
BLOCOS	3	161.0632
GENOTIPOS	8	1733.6622 **
ERRO	24	56.9291

** Significativo pelo teste de F ao nível de 1% de probabilidade

TABELA 5. Resumo da análise de variância para a quantificação de tricomas tipo VI. UFLA, Lavras – MG, 1999.

CAUSAS DE VARIAÇÃO	GL	QM
BLOCOS	3	119.1258
GENOTIPOS	8	92.0174 *
ERRO	24	19.7725

* Significativo pelo teste de F ao nível de 5% de probabilidade

TABELA 6. Resumo da análise de variância para a quantificação de tricomas tipo VII. UFLA, Lavras – MG, 1999.

CAUSAS DE VARIAÇÃO	GL	QM
BLOCOS	3	18.7236
GENOTIPOS	8	51.4715 *
ERRO	24	11.0939

* Significativo pelo teste de F ao nível de 5% de probabilidade

TABELA 7. Resumo da análise de variância para a quantificação de tricomas tipo Não glandulares. UFLA, Lavras – MG, 1999.

CAUSAS DE VARIAÇÃO	GL	QM
BLOCOS	3	149.5347
GENOTIPOS	8	1895.6047 **
ERRO	24	116.2398

** Significativo pelo teste de F ao nível de 1% de probabilidade

Os resultados do número médio de tricomas glandulares e não glandulares estão apresentados na Tabela 8. Correlações foram calculadas para o conjunto de clones BPX-368 selecionados (isto é, não incluindo dados das testemunhas) entre absorvância a 270 nm (= teor de zingibereno) e o número de tricomas de cada tipo; também calculadas, para o mesmo conjunto de clones, as correlações entre os números de cada tipo de tricoma encontrados. Estas correlações estão apresentadas na Tabela 9.

A correlação do teor de zingibereno com os números de tricomas glandulares é alta, indicando que o zingibereno está presente nesses tricomas. Entre estes, as maiores correlações nesse caso foram com os tricomas tipo I e tipo IV, sugerindo que maiores quantidades do aleloquímico são dadas por maiores densidades destes tricomas. Tanto para o tipo IV quanto para o tipo I, o clone BPX-368-clone#179 e o acesso PI-127826 apresentaram as maiores densidades (Tabelas 8 e 9).

Os dados indicam, pois, que o zingibereno está mais fortemente associado aos tricomas tipo I e IV. A correlação de absorvância vs. tipo IV ($r=+0.84$) indicam que a maior densidade de tricomas IV esteja associada a maiores níveis de zingibereno. O mesmo caso ocorre com o tricoma tipo I, que apresentou uma correlação com a absorvância de $r = + 0.88$. O tipo IV, por ser mais numeroso, provavelmente é o tipo mais importante. No entanto, as melhores correlações foram obtidas entre o teor de zingibereno e o número de tricomas do tipo IV + VI, e entre zingibereno e o número de tricomas glandulares totais (tipo I, IV, VI e VII), indicando que todos os tipos de tricomas glandulares devem conter algum teor de zingibereno.

A correlação negativa entre tricomas II+III+V vs. tricoma I ($r= -0.64$) indica a ausência ou pequeno número de tricomas do tipo I em plantas onde predominam os tricomas II+III+V (não glandulares). Isto é confirmado nos genótipos TOM556 e TOM584, que não apresentaram tricomas do tipo I, mas

que apresentaram, respectivamente, 3833 tricomas/cm² de folha e 3800 tricomas/cm² de folha do tipo II+III+V. Tricoma do tipo IV também se correlacionou negativamente ($r = -0.82$) com tricomas II+III+V, enquanto a correlação do tipo IV vs. tipo I foi de $r = +0.93$, indicando a presença de tricomas tipo I em plantas onde predominam os tricomas tipo IV.

TABELA 8. Número médio de tricomas glandulares e não-glandulares nos genótipos de tomateiro. UFLA, Lavras – MG, 1999.

GENÓTIPO	TRICOMAS / cm ²				
	GLANDULARES				NÃO GLANDULARES
	I	IV	VI	VII	II, III e V
BPX-368-clone#193	4.25 a	8.50 a	429.25 a b c	71.00 a b c	3662.50 c
BPX-368-clone#56	4.25 a	229.00 a	150.00 a	50.00 a b	1083.50 b
BPX-368-clone#92	25.25 a	1587.75 b	308.50 a b c	45.75 a	629.50 b
BPX-368-clone#105	4.25 a	149.75 a	512.75 b c	254.25 b	2846.00 c
BPX-368-clone#250	16.75 a	1454.25 b	271.00 a b c	116.75 a b c d	441.50 b
BPX-368-clone#179	71.00 b	2658.25 b	354.25 a b c	191.50 b c d	104.25 a
PI 127826	133.50 c	2787.50 b	696.00 c	237.50 c d	700.00 a b
TOM 556	0.00 a	4.25 a	112.75 a	54.25 a b c	3833.50 c
TOM-584	0.00 a	0.00 a	174.75 a b	91.75 a b c d	3800.00 c

Média seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de SNK ao nível de 5% de probabilidade.

TABELA 9. Correlações entre o número de médio de tricomas, teores de zingibereno e tipos de tricomas. UFLA, Lavras – MG, 1999

Tipos de tricomas vs absorbância	TRICOMAS / cm ²									
	GLANDULARES				NÃO GLANDULARES					
	I	IV	VI	VII	IV + VI	I+IV+VI+VII	II, III e V			
No conjunto de Clones	0.88	0.84	0.06	0.57	0.86	0.89	-0.61			
Entre Tipos de										
Tricomas	I vs IV	I vs VI	I vs VII	IV vs VI	IV vs VII	VI vs VII	I vs II+III+V	IV vs II+III+V	VI vs II+III+V	VII vs II+III+V
No conjunto de Clones	0.93	-0.02	0.27	-0.17	0.14	0.67	-0.64	-0.82	0.64	0.12

Os tricomas tipo IV predominaram em PI-127826 (2787.5 tricomas/cm² de folha), que obteve o mais elevado nível de zingibereno (Tabelas 8 e 9).

Weston, et al.(1989) atribuem a presença do zingibereno a tricomas glandulares do tipo VI de *L. hirsutum* var. *hirsutum*. Estes autores relataram, ainda, que a densidade do tricoma IV de *L. hirsutum* var. *hirsutum* é bastante alta, possivelmente envolvida também numa causa física da resistência.

Os resultados aqui encontrados indicam que o zingibereno esteja associado aos tipos glandulares de tricomas, especialmente os de tipo IV. Desta maneira, concordam com os de Freitas et al.(1998), que encontraram altas correlações entre os tricomas tipo IV e o teor de zingibereno, mas discordam do obtido por Snyder et al.(1987), Carter, Sacalis e Gianfagna (1989), Weston et al.(1989) e Eigenbrode et al.(1994), que atribuíram os elevados níveis de zingibereno aos tricomas de tipo VI. Contudo, ao contrário destes autores, o presente trabalho relata correlações calculadas a partir de indivíduos de uma população segregante, o que pode explicar a discordância.

4.3 Bioteste de repelência com ácaros em folíolos de tomateiro na população BPX-368

Houve diferenças significativas ao nível de 1% de probabilidade entre os genótipos avaliados e entre os tempos observados, mas não houve interação entre genótipos e os tempos (Tabela 10), indicando que a posição relativa dos genótipos relativamente à repelência ao ácaro independe do tempo utilizado para a medida desta repelência.

TABELA 10. Resumo da análise de variância para o experimento de distância média percorrida pelos ácaros após 20, 40 e 60 minutos. UFLA, Lavras – MG, 1999.

CAUSAS DE VARIAÇÃO	GL	QM
BLOCOS	4	0.1527
GENÓTIPO (G)	8	0.9637 **
ERRO A	32	0.0585
TEMPO (T)	2	0.1138 **
INTERAÇÃO G x T	16	0.0039
ERRO B	72	0.0048

** Significativo pelo teste de F ao nível de 1% de probabilidade

TABELA 11. Médias das distâncias percorridas (mm) pelos ácaros no tempos avaliados. UFLA, Lavras – MG, 1999.

GENÓTIPO	20 min		40 min		60 min	
BPX-368-clone#193	12.5	d	15.3	d	17.3	d
BPX-368-clone#56	8.5	c	10.0	c	10.9	c
BPX-368-clone#92	10.6	d	11.0	c	11.3	c
BPX-368-clone#105	7.7	c	9.2	c	11.5	c
BPX-368-clone#250	4.6	b	5.8	b	6.3	b
BPX-368-clone#179	3.1	a	3.7	a	4.5	a
PI 127826	5.1	b	5.6	b	6.4	b
TOM 556	14.8	e	16.0	d	17.2	d
TOM-584	25.9	e	28.8	e	29.1	e

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de SNK ao nível de 5% de probabilidade.

As correlações obtidas entre as distâncias percorridas pelos ácaros aos 20, 40 e 60 minutos e o teor de zingibereno nos folíolos (absorbância a 270 nm) foram sempre próximas de -1 (-0.91, -0.91 e -0.88, respectivamente para as distâncias aos 20, 40 e 60 minutos) (figuras 1, 2 e 3). A magnitude destas correlações demonstra claramente que a repelência a ácaros esta associada a um alto teor do aleloquímico, confirmando os resultados obtidos por Weston e Snyder (1990).

Correlações negativas similares também foram relatadas para a repelência a ácaros determinada pela 2-tridecanona em genótipos derivados de *L. hirsutum* var *glabratum* 'PI-134417'(Gonçalves, 1996 e Aragão, 1998).

Na figura 4 é apresentada a correlação da distância percorrida pelos ácaros e o número total de tricomas glandulares/cm₂ de folíolo de tomateiro e na figura 5 com o número de tricomas glandulares tipo IV. As correlações apresentaram valores de $r = -0,81$ e $r = -0,79$ respectivamente, onde maiores densidades dos tricomas glandulares totais e em especial o tricoma glandular do tipo IV levaram a uma maior repelência ao ácaro.

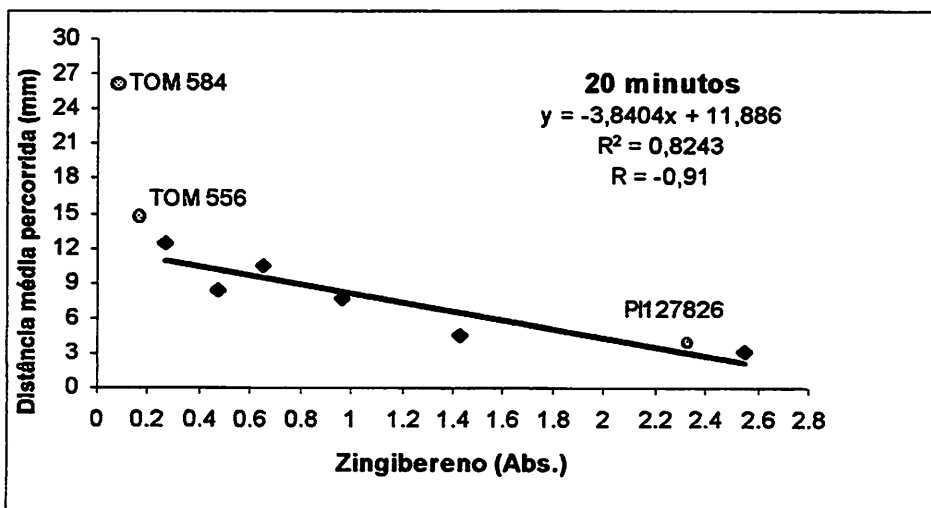


FIGURA 1. Equação de regressão para distância média percorrida pelos ácaros após 20 minutos, em função do teor de Zingibereno nos folíolos de tomateiro. UFLA, Lavras – MG, 1999.

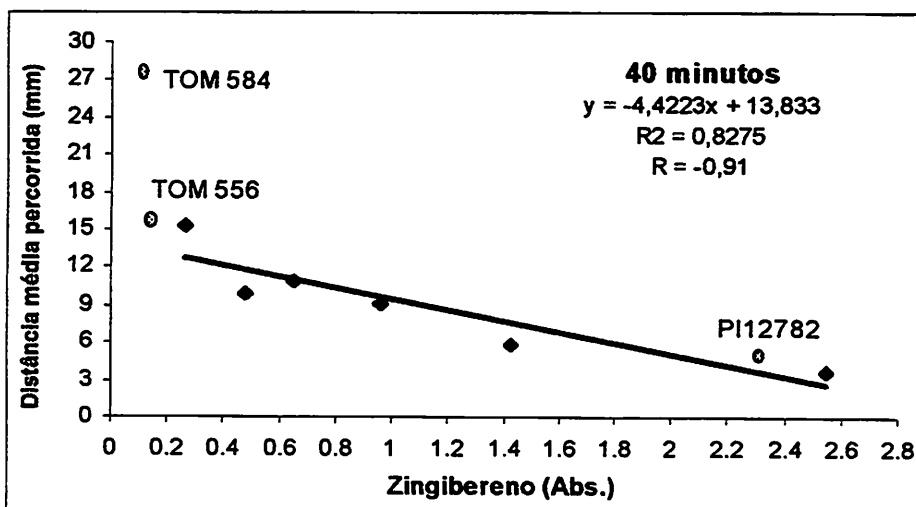


FIGURA 2. Equação de regressão para distância média percorrida pelos ácaros após 40 minutos, em função do teor de Zingibereno nos folíolos de tomateiro. UFLA, Lavras – MG, 1999.

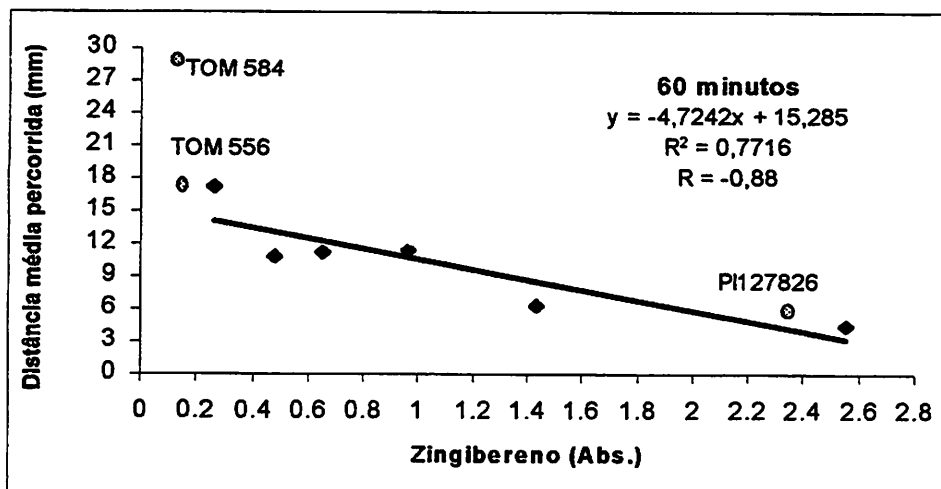


FIGURA 3. Equação de regressão para distância média percorrida pelos ácaros após 60 minutos, em função do teor de Zingibereno nos folíolos de tomateiro. UFLA, Lavras – MG, 1999.

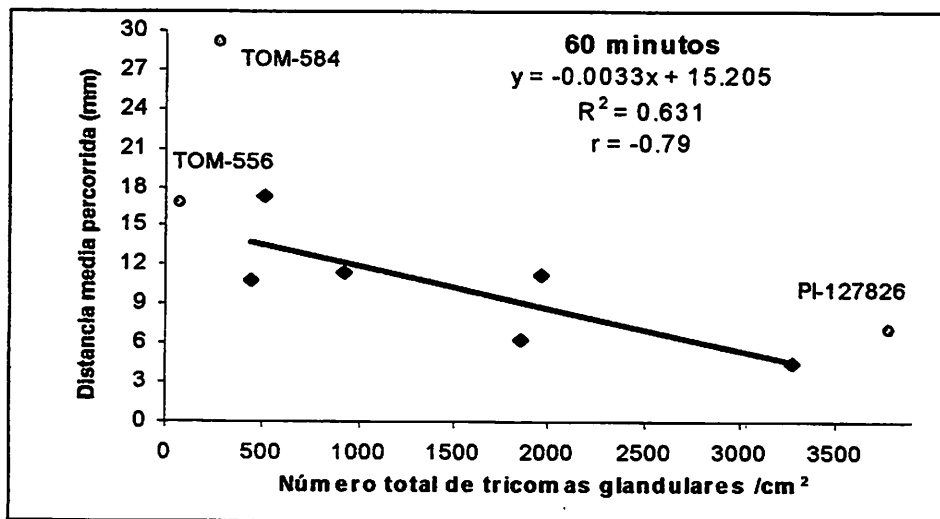


FIGURA 4. Equação de regressão para distância média percorrida pelos ácaros após 60 minutos, em função do número de tricomas glandulares do tipo IV /cm² de folíolo de tomateiro. UFLA, Lavras – MG, 1999.

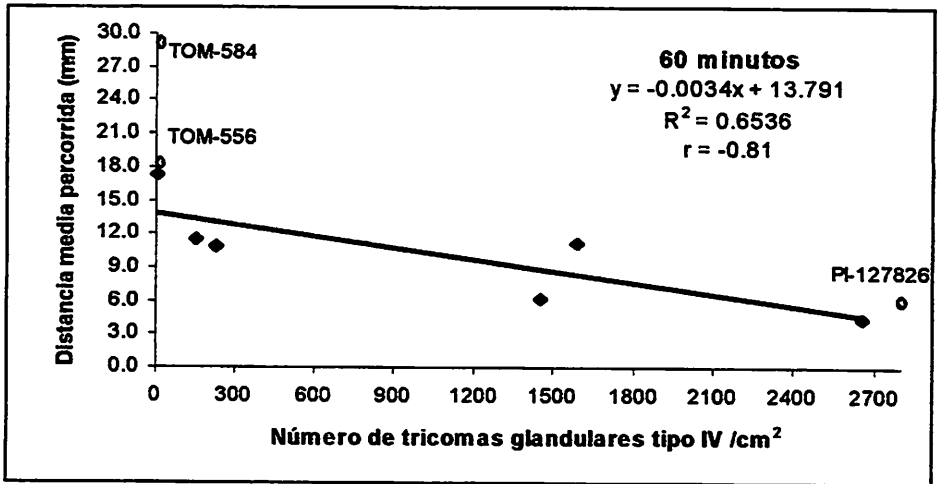


FIGURA 5. Equação de regressão para distância média percorrida pelos ácaros após 60 minutos, em função do número total (I+IV+VI+VII) de tricomas glandulares /cm² de folíolo de tomateiro. UFLA, Lavras – MG, 1999

4.4 Quantificação dos teores de zingibereno em folíolos de tomateiro na população BPX-368B

A população BPX-368B corresponde à geração F₂ produzida pela polinização em “Sib” do F₁, obtido entre quatro plantas com maiores teores de zingibereno da população BPX-368, e a linhagem TOM-556 (*L. esculentum*), utilizada como genitor materno. Foram obtidas 7 plantas da população BPX-368B selecionadas para diferentes níveis de zingibereno, que foram posteriormente utilizadas na avaliação dos números de tricomas.

A herdabilidade no sentido amplo do teor de zingibereno nos folíolos apresentou estimativa de 54,85%, indicando que grande parte da variabilidade é herdável, o que sugere ser possível explorar com boa previsibilidade a seleção de indivíduos para teor de zingibereno.

Plantas selecionadas da população BPX-368B (BPX-368B-pl# 325, BPX-368B-pl# 350, BPX-368B-pl# 264, BPX-368B-pl# 214, BPX-368B-pl# 202, BPX-368B-pl# 57 e BPX-368B-pl# 98) foram avaliadas quanto ao teor de zingibereno e clonadas por estaquia juntamente com as testemunhas de *L. esculentum* ‘TOM-556’ e ‘TOM-584 (com baixo teor de zingibereno) e *L. hirsutum* var. *hirsutum* ‘PI-127826’(com alto teor de zingibereno). Houve diferenças significativas entre os genótipos avaliados (Tabela 12 e 13).

TABELA 12. Resumo da análise de variância para o experimento de quantificação do teor de zingibereno (BPX-368B). UFLA, Lavras – MG, 1999.

CAUSAS DE VARIAÇÃO	GL	QM
BLOCOS	4	0.0225
GENÓTIPOS	9	0.2925 **
ERRO	35	0.0147

** Significativo pelo teste de F ao nível de 1% de probabilidade

TABELA13. Teores médios de zingibereno dos genótipos, medidos através da absorvância a 270 nm. UFLA, Lavras – MG, 1999.

GENOTIPO	(Absorbância a 270 nn)
PI-127826	1.2618 c
TOM-556	0.0873 a
TOM-584	0.0880 a
BPX-368B-pl# 325	0.3628 b
BPX-368B-pl# 350	0.3151 b
BPX-368B-pl# 202	0.2976 b
BPX-368B-pl# 214	0.2971 b
BPX-368B-pl# 264	0.2852 b
BPX-368B-pl# 57	0.1350 a
BPX-368B-pl# 98	0.1194 a

Média seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de SNK ao nível de 5% de probabilidade.

O PI-127826 destacou-se com o valor de absorvância de 1.2618, enquanto os clones selecionados para alto teor de zingibereno (BPX-368B-pl# 325, BPX-368B-pl# 350, BPX-368B-pl# 264, BPX-368B-pl# 214, BPX-368B-pl# 202) diferiram deste, mas não apresentaram diferenças significativas entre si. Já os clones selecionados para baixo teor de zingibereno (BPX-368B-pl# 57 e BPX-368B-pl# 98) diferiram dos de alto teor, mas não diferiram de TOM-556 e TOM-584, testemunhas de baixo teor de zingibereno (Tabela 13).

Os resultados da análise dos teores médios de zingibereno sugerem que o objetivo de seleção de plantas com teores elevados do aleloquímico foi alcançado, muito embora o clone de teor mais elevado (BPX-368B-pl# 325) tenha um teor de zingibereno equivalente a apenas 28.7% do genitor selvagem 'PI-127826'. Pelo fato de 416 plantas da população BPX-368B terem sido amostradas, a não identificação de plantas com teor mais elevado de zingibereno

pode indicar que a característica é poligênica, e que maiores populações deveriam ser amostradas para identificação de plantas com níveis mais extremos do aleloquímico.

4.5 – Identificação e quantificação dos tricomas em folíolos de tomateiro na população BPX-368B

Para a análise dos clones selecionados da população BPX-368B e testemunhas, houve diferenças significativas ao nível de 5% e 1% de probabilidade entre os genótipos avaliados para número de cada tipo de tricoma, com exceção do número de tricomas tipo VI, onde não houve diferenças significativas ao nível de 5% de probabilidade (Tabela 14 a 18).

TABELA 14. Resumo da análise de variância para a quantificação de tricomas tipo I (BPX-368B). UFLA, Lavras – MG, 1999.

CAUSAS DE VARIAÇÃO	GL	QM
BLOCOS	3	3.5846
GENOTIPOS	9	17.3459 **
ERRO	27	2.0991

** Significativo pelo teste de F ao nível de 1% de probabilidade

TABELA 15. Resumo da análise de variância para a quantificação de tricomas tipo IV (BPX-368B). UFLA, Lavras – MG, 1999.

CAUSAS DE VARIAÇÃO	GL	QM
BLOCOS	3	4.6145
GENOTIPOS	9	716.4305 **
ERRO	27	7.5726

** Significativo pelo teste de F ao nível de 1% de probabilidade

TABELA 16. Resumo da análise de variância para a quantificação de tricomas tipo VI (BPX-368B). UFLA, Lavras – MG, 1999.

CAUSAS DE VARIAÇÃO	GL	QM
BLOCOS	3	6.1574
GENOTIPOS	9	33.7309 ^{ns}
ERRO	27	10.0360

^{ns} Não significativo pelo teste de F ao nível de 5% de probabilidade

TABELA 17. Resumo da análise de variância para a quantificação de tricomas tipo VII (BPX-368B). UFLA, Lavras – MG, 1999.

CAUSAS DE VARIAÇÃO	GL	QM
BLOCOS	3	2.6251
GENOTIPOS	9	13.8449 *
ERRO	27	5.8410

* Significativo pelo teste de F ao nível de 5% de probabilidade

TABELA 18. Resumo da análise de variância para a quantificação de tricomas tipo Não glandulares (BPX-368B). UFLA, Lavras – MG, 1999.

CAUSAS DE VARIAÇÃO	GL	QM
BLOCOS	3	48.0626
GENOTIPOS	9	638.7124 **
ERRO	27	27.8134

** Significativo pelo teste de F ao nível de 1% de probabilidade

Os resultados dos valores médios do número de tricomas existentes e das estimativas dos coeficientes de correlação simples estão apresentados nas Tabelas 19 e 20.

O PI-127826 apresentou o maior número de tricomas tipo IV/cm² de folha (2216.50), seguido do BPX-368B-pl#264 com 354.25 tricomas tipo IV/cm² de folha.

Em geral, houve maiores diferenças entre os genótipos para as médias de tricomas tipo IV, e a correlação (Tabela 20) entre o teor de zingibereno e o tricoma tipo IV no conjunto de plantas selecionadas foi a maior ($r = +0.96$), sugerindo que a variação no teor de zingibereno é dada em grande parte pela variação do número de tricomas tipo IV.

Novamente observa-se uma alta correlação negativa entre o teor de zingibereno e os tricomas não glandulares (tipos II, III e V) com $r = -0.85$, enquanto para os tricomas glandulares (I+IV+VI+VII), foi de $r = +0.98$, evidenciando a presença do aleloquímico nestes últimos.

Estes dados concordam com os obtidos com os clones da geração anterior (item 4.2), pois indicam que o zingibereno esteja associado aos tricomas glandulares, em especial os de tipo IV.

A seleção das plantas na população BPX-368B foi feita diretamente para teores de zingibereno. No entanto, a magnitude das correlações encontradas entre teor de zingibereno e tricomas glandulares (especialmente tipo IV) mostraram que, com a seleção para alto teor de zingibereno, houve também respostas indiretas no sentido de maiores números de tricomas glandulares.

TABELA 19. Número médio de tricomas glandulares e não-glandulares nos genótipos de tomateiro. UFLA, Lavras – MG, 1999.

GENÓTIPO	TRICOMAS / cm ²				
	GLANDULARES				NÃO GLANDULARES.
	I	IV	VI	VII	II, III e V
BPX-368B-pl# 325	0.00 a	83.25 b	187.50 a b	29.25 a b	1785.00 b c
BPX-368B-pl# 350	16.75 a	262.50 c	83.25 a b	16.75 a b	1070.75 b
BPX-368B-pl# 202	0.00 a	16.75 a	162.50 a b	29.00 a b	1654.25 b c
BPX-368B-pl# 214	0.00 a	96.00 b	229.25 b	29.25 a b	1487.50 b c
BPX-368B-pl# 264	8.25 a	354.25 c	129.25 a b	12.50 a b	1958.50 c
BPX-368B-pl# 57	0.00 a	129.25 b	104.25 a b	29.25 a b	2162.50 c
BPX-368B-pl# 98	8.25 a	71.00 b	49.25 a b	12.50 a b	2037.50 c
PI-127826	58.25 b	2216.50 d	196.00 a b	83.50 b	87.25 a
TOM-556	0.00 a	0.00 a	58.50 a b	8.50 a	3180.00 d
TOM-584	0.00 a	0.00 a	46.00 a	37.25 a b	2279.25 c

Média seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de SNK ao nível de 5% de probabilidade.

TABELA 20. Correlações entre número de médio de tricomas, teores de zingibereno e tipos de tricomas. UFLA, Lavras – MG, 1999.

Tipos de tricomas vs Absorbância	TRICOMAS / cm ²									
	GLANDULARES				NÃO GLANDULARES					
	I	IV	VI	VII	IV + VI	I+IV+VI+VII	II+III+V			
No conjunto de Clones	0.93	0.96	0.58	0.87	0.98	0.98	-0.85			
Entre Tipo de Tricomas	I vs IV	I vs VI	I vs VII	IV vs VI	IV vs VII	VI vs VII	I vs II+III+V	IV vs II+III+V	VI vs II+III+V	VII vs II+III+V
No conjunto de Clones	0.97	0.27	0.77	0.39	0.85	0.49	-0.47	-0.15	-0.21	-0.02

4.6 Bioteste de repelência com ácaros em folíolos de tomateiro da população BPX-368B

No ensaio com as plantas da população BPX-368B e testemunhas, houve diferenças significativas ao nível de 1% de probabilidade entre os genótipos avaliados e entre os tempos decorridos, mas não houve interação entre genótipos e os tempos (Tabela 21), indicando que os efeitos genotípicos relativos se mantêm, independentemente da duração do ensaio, a exemplo do que aconteceu quando se testaram genótipos da população BPX-368.

TABELA 21 Resumo da análise de variância para o experimento de distância média percorrida pelos ácaros após 20, 40 e 60 minutos para a população BPX-368B. UFLA, Lavras – MG, 1999.

CAUSAS DE VARIAÇÃO	GL	QM
BLOCOS	3	0.0639
GENÓTIPO (G)	9	1.3315 **
ERRO A	27	0.0329
TEMPO (T)	2	0.1434 **
INTERAÇÃO G x T	18	0.0039
ERRO B	60	0.0029

** Significativo pelo teste de F ao nível de 1% de probabilidade

TABELA 22. Médias das distâncias percorridas pelos ácaros nos tempos avaliados para a população BPX-368B. UFLA, Lavras – MG, 1999.

GENÓTIPO	20 min		40 min		60 min	
PI-127826	0.4 a		0.6 a		0.5 a	
TOM-556	19.3	e	26.2	e	26.7	d
TOM-584	16.7	e	16.3	d	19.4	c
BPX-368B-pl# 325	7.1	c d	8.2	b c	9.4	b
BPX-368B-pl# 350	6.1	b c	8.6	b c	8.7	b
BPX-368B-pl# 202	8.1	c d	9.8	b c	10.4	b
BPX-368B-pl# 214	6.8	c d	9.0	b c	9.7	b
BPX-368B-pl# 264	5.2	b	7.2	b	8.8	b
BPX-368B-pl# 57	8.9	d	10.6	c	11.1	b
BPX-368B-pl# 98	7.2	c d	9.1	b c	10.4	b

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de SNK ao nível de 5% de probabilidade.

As menores distâncias foram apresentadas pelos genótipos PI-127826 (testemunha com alto teor de zingibereno) e pelo clone BPX-368B-pl#264, que foi um dos selecionados com altos teores de zingibereno (e um dos que apresenta também maior número de tricomas tipo IV).

Nas figuras 6, 7 e 8 observa-se a associação entre o teor de zingibereno nos folíolos e a repelência a ácaros nos diferentes tempos, onde maiores teores da substância levam a uma maior repelência.

O contraste feito pelo teste de Scheffé entre o grupo dos clones selecionados para alto teor de zingibereno (BPX-368B-pl# 325, BPX-368B-pl# 350, BPX-368B-pl# 264, BPX-368B-pl# 214, BPX-368B-pl# 202) e os clones selecionados para baixo teor de zingibereno (BPX-368B-pl# 57 e BPX-368B-pl# 98) mostrou ser significativo ao nível de 5% de probabilidade para os três tempos. Ou seja, os contrastes das distâncias percorridas pelos ácaros entre os grupos de genótipos confrontados foram, mostrando que a repelência a ácaros está associada a um alto teor de zingibereno.

Novamente observa-se uma alta correlação negativa da distância percorrida pelos ácaros com o número de tricomas glandulares totais/cm² e com o tricoma glandular tipo IV (Figuras 9 e 10).

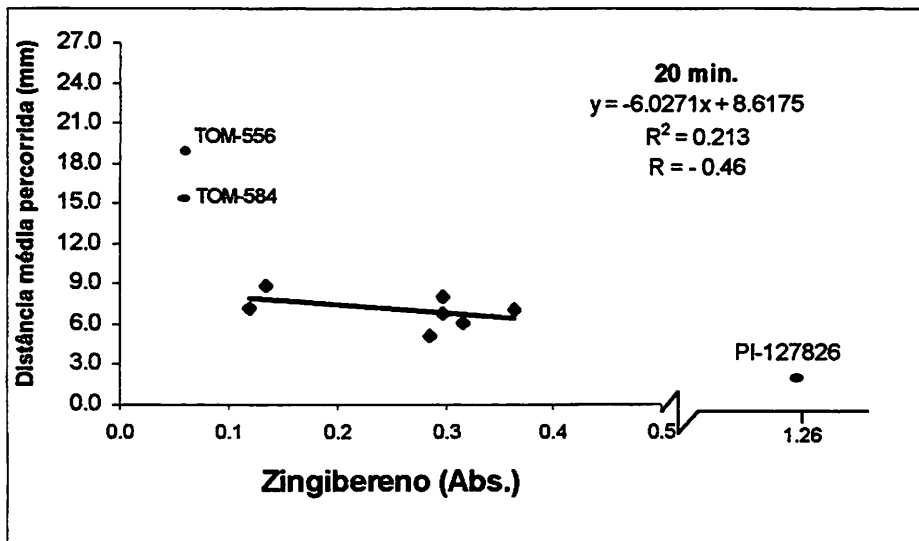


FIGURA 6. Equação de regressão para distância média percorrida pelos ácaros após 20 minutos, em função do teor de zingibereno nos folíolos de tomateiro para a população BPX-368B. UFLA, Lavras – MG, 1999.

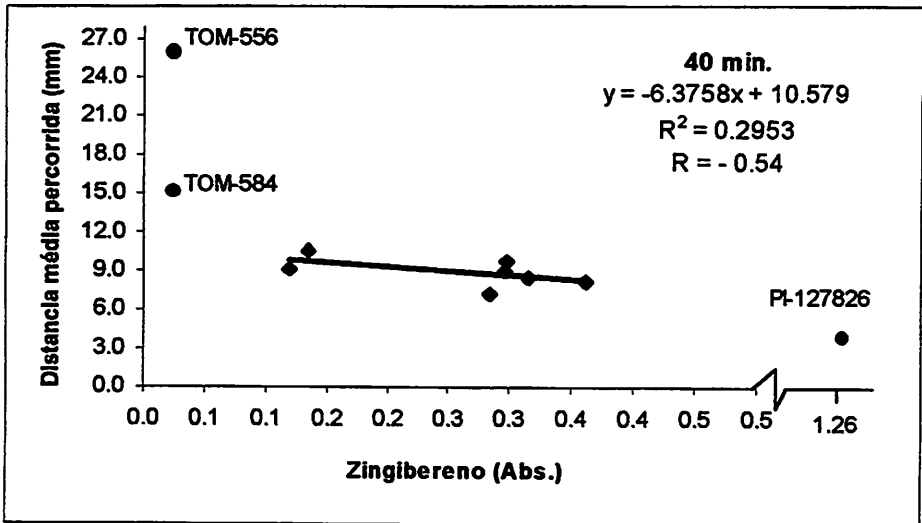


FIGURA 7. Equação de regressão para distância média percorrida pelos ácaros após 40 minutos, em função do teor de zingibereno nos folíolos de tomateiro para a população BPX-368B. UFLA, Lavras – MG, 1999.

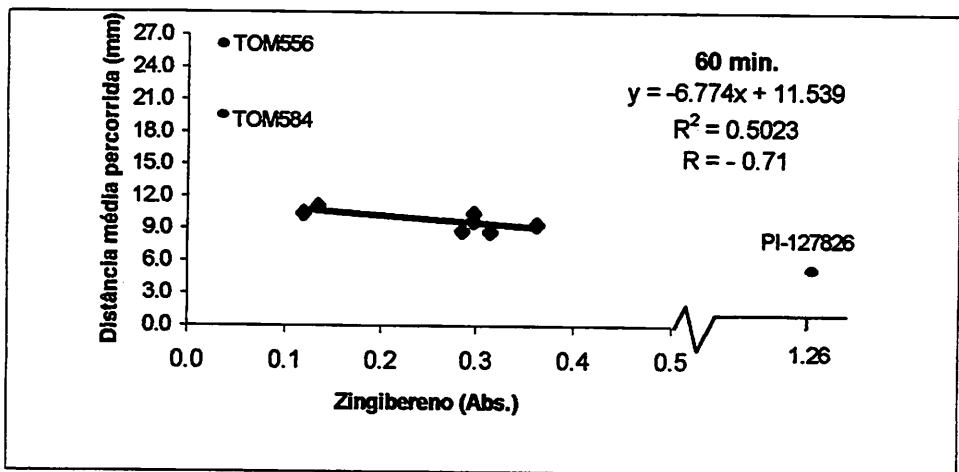


FIGURA 8. Equação de regressão para distância média percorrida pelos ácaros após 60 minutos, em função do teor de zingibereno nos folíolos de tomateiro para a população BPX-368B. UFLA, Lavras – MG, 1999.

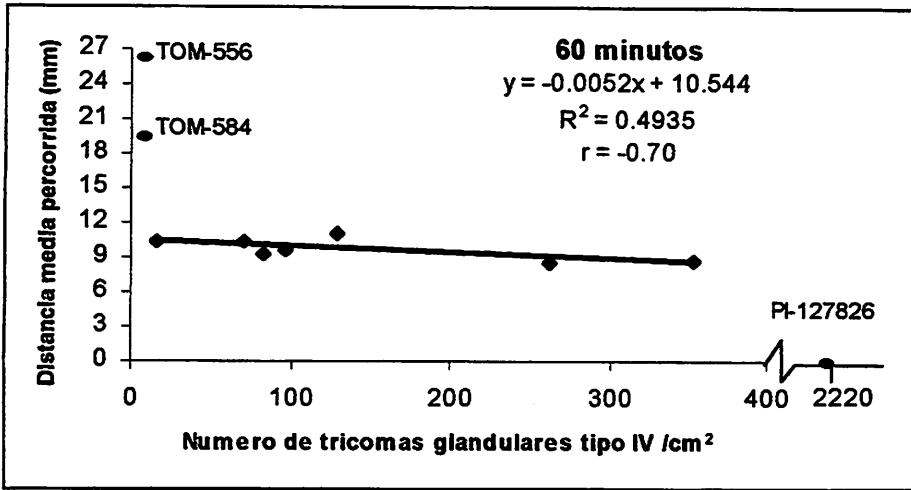


FIGURA 9. Equação de regressão para distância média percorrida pelos ácaros após 60 minutos, em função do número de tricomas glandulares tipo IV /cm² de folíolo de tomateiro para a população BPX-368B UFLA, Lavras – MG, 1999.

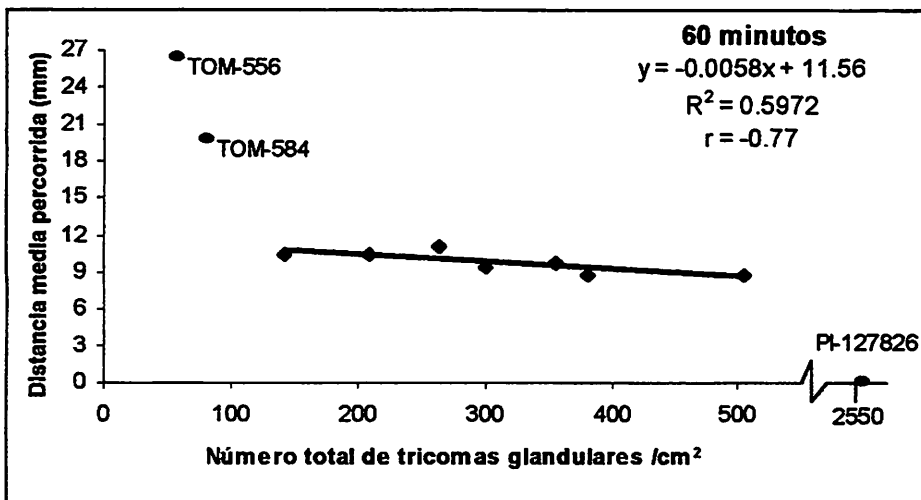


FIGURA 10. Equação de regressão para distância média percorrida pelos ácaros após 60 minutos, em função do número total (I+IV+VI+VII) de tricomas glandulares /cm² de folíolo de tomateiro para a população BPX-368B. UFLA, Lavras – MG, 1999.

4.7 Discussão Geral

Baseando-se no fato do acesso de tomate silvestre PI-127826 (*L. hirsutum* var. *hirsutum*) ser uma fonte de resistência a artrópodes por possuir altos teores do aleloquímico zingibereno (Snyder et al., 1987; Eigenbrode et al., 1994; Gianfagna, Carter e Sacalis, 1992), procedeu-se a seleção de plantas com alto teor deste sesquiterpeno, provenientes do cruzamento entre o *L. hirsutum* var. *hirsutum* 'PI-127826' e *L. esculentum* 'TOM-556'.

Utilizou-se um método espectrofotométrico para quantificar os teores de zingibereno nos folíolos das plantas (Freitas et al., 1997), de modo a selecionar plantas com altos teores de zingibereno. A seleção de plantas com alto teor de zingibereno como método indireto de seleção para resistência a ácaros pode apresentar muitas vantagens. O método espectrofotométrico utilizado é fácil, pouco dispendioso, pouco destrutivo e executado rapidamente. A determinação do teor desse aleloquímico pode ser realizada em plantas jovens (cerca de 30 dias após a semeadura), o que proporciona ganho de espaço, mão-de-obra e principalmente tempo no processo de seleção.

Os resultados demonstram que a seleção indireta para teor de zingibereno promoveu aumentos correlacionados no número de tricomas glandulares (particularmente de tipo IV) e no nível de repelência a ácaros *Tetranychus evansi*. Tal fato aconteceu tanto na geração BPX-368 como na subsequente BPX-368B (que corresponde a 1 retrocruzamento adicional para *L. esculentum*). Confirmou-se, portanto, que o zingibereno presente nos tricomas glandulares é o principal responsável pela resistência aos ácaros, o que concorda com os resultados obtidos para outros artrópodes (Carter, Sacalis e Gianfagna, 1989; Eigenbrode e Trumble, 1993; Azevedo et al., 1999).

A densidade de tricomas glandulares nos folíolos de tomateiro influencia de maneira determinante os teores de zingibereno, já que os resultados

confirmam que este está presente nos tricomas glandulares. O tipo IV destacou-se por apresentar elevada densidade e alta correlação com o teor de zingibereno. Eigenbrode et al.(1994) verificou que ao remover 90% dos sesquiterpenos da superfície dos folíolos de *L. hirsutum var hirsutum* com um esfregaço de metanol, a sobrevivência de larvas de *S. exigua* aumentou de 0% para 65%.

A seleção de plantas com altos teores de zingibereno e alta resistência a artrópodos através da avaliação de tricomas glandulares também parece promissora. Os cortes paradérmicos dos folíolos são pouco onerosos, pouco destrutivos para as plantas e a densidade dos tricomas glandulares reflete satisfatoriamente o teor de zingibereno encontrado nos folíolos.

Quanto à resistência a ácaros, pode-se dizer que a seleção indireta por teores de zingibereno foi satisfatória, já que se obtiveram plantas bastante superiores em termos de repelência a ácaros, em comparação com as linhagens TOM-556 e TOM-584 (*L. esculentum*), de baixíssima repelência. Resultados semelhantes, relativos a mecanismo de resistência a artrópodos mediados por zingibereno, foram encontrados por Carter e Snyder (1986) trabalhando com ácaros, Eigenbrode et al.(1996) trabalhando com *Spodoptera exigua* e Carter et al.(1989) trabalhando com *Leptinotarsa decemlineata*.

Azevedo et al.(1999) utilizou a mesma população aqui estudada (clones da população BPX-368), selecionada para níveis extremos de zingibereno, e testou estes genótipos quanto à resistência à traça-do-tomateiro (*Tuta absoluta*). Destacou-se o BPX-368-clone#250, que possui um dos maiores teores de zingibereno, com os melhores níveis de resistência à traça. Vale ressaltar que, para as avaliações de repelência a ácaros, destacaram-se o BPX-368-clone#179 seguido do BPX-368-clone#250, estas diferenças podem ser atribuídas à interação entre os fatores de resistência da planta e fatores relacionados à biologia de cada inseto, como tamanho, tipo de alimentação, etc (Lara, 1979).

No conjunto, estes trabalhos parecem indicar que o zingibereno pode conferir aos genótipos do tomateiro um amplo espectro de resistência a artrópodos praga.

5 CONCLUSÕES

- (a) O teor de zingibereno em folíolos de tomateiro está associado à presença de tricomas glandulares, especialmente do tipo IV.
- (b) Maiores teores de zingibereno nos folíolos estão associados a maiores níveis de repelência aos ácaros *Tetranychus evansi*.
- (c) O teor de zingibereno nos folíolos é uma característica de herdabilidade moderadamente alta (54.85%).
- (d) A seleção indireta para elevados teores de zingibereno nos folíolos foi efetiva no sentido de obter genótipos com maiores níveis de repelência aos ácaros.
- (e) Seleção para maior número de tricomas glandulares, em especial do tipo IV, é também uma valiosa técnica de seleção indireta para resistência a artrópodos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRIANUAL 99 Anuário da Agricultura Brasileira. São Paulo: FNP Consultoria & Comércio, [1999]. 521p.

ARAGÃO, C.A. **Tricomas foliares associados à resistência ao ácaro rajado *Tetranychus urticae* Kach, em linhagens de tomateiro com alto teor de 2-tridicanona nos folíolos.** Lavras: UFLA, 1998. 69p. (Dissertação - Genética e Melhoramento de plantas).

ARAGÃO, C. A.; FREITAS, J.A.; MALUF, W. R. et al. **Tricomas glandulares do tipo VI associados a concentração do aleloquímico 2-tridecanona em linhagens de tomateiro.** *Horticultura brasileira*, Brasília, v.16, n. 1, maio, 1998. E em CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 38º, 1998, Petrolina., Resumos, 014

AZEVEDO, S. M; MALUF, W. R.; FARIA, M. V. et al. **Resistência à traça (*Tuta absoluta*) em genótipos de tomateiro com diferentes teores de sesquiterpenos nos folíolos.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 39º, 1999, Tubarão, SC, Resumos...

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

BARBOSA, V.; NETO, J.M.S. **Controle químico de *Scrobipalpus absoluta* (Meyrick) em tomateiro destinado ao processamento industrial em São Paulo.**

In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 8. 1984 Brasília, Resumos... Brasília: SEB, p.125.

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

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

BORÉM, A. *Melhoramento de plantas*. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1997. 547p.

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

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*, New York, v.38, p.11-12, 1988.

CARTER, C.D.; SACALIS, J.N.; GIANFAGNA, T.J. Zingiberene and resistance to Colorado Potato Beetle in *Lycopersicon hirsutum* f. *hirsutum*.

Journal of Agricultural and Food Chemistry, Washington, v.37, n.1, p.206-210, Jan./Feb. 1989.

CARTER, C.D.; SNYDER, J.C. Mite responses in relation to trichomes of *Lycopersicon esculentum* x *L. hirsutum* F₂ híbrids. **Euphytica**, Wageningen, v.34, n. 4, p.177-185, mar. 1985.

CARTER, C.D.; SNYDER, J.C. Mite responses and trichomes characteres in a full-sib F₂ family of *Lycopersicon esculentum* x *L. hirsutum*. **Journal of American Society Horticultural Science**, Alexandria, v.111, n. 1, p.130-133, 1986.

CASTELO BRANCO, M. Avaliação de linhas de tomate para resistência à traça-do-tomateiro. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.9, n.1, p.35, maio 1991.

CASTELO BRANCO, M. Flutuação populacional da traça-do-tomateiro no Distrito Federal. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.10, n. 1, p.33-34, maio 1992.

CASTELO BRANCO, M.; FRANÇA, F.H.; CORDEIRO, C.M.T. et al. Seleção em F₂ (*Lycopersicon esculentum* x *L. pennellii*) visando resistência à traça-do-tomateiro. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.9, n.1, p.30-32, maio 1987.

CHANNARAYAPPA, G; MUMIYAPPA, V.; FRIST, R.M. Resistance of *Lycopersicon* species to *Bemisia tabaci*, a tomato leal curl virus vector. **Canadian Journal of Botany**, v.70, n. 11, p.2184-2192, nov 1992.

CROTEAU, R.; JOHNSON, M. ^a Biosynthesis of terpenoids in glandular trichomes. In: E. Rodriguez, P. L. Healey, I Mehta, Plenum Press, New York, p. 133-185 1984.

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

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

EIGENBRODE, S.D.; TRUMBLE, J.T.; WHITE, K.K. Trichome exudates and resistance to beet armyworm (*Spodoptera exigua*) in *Lycopersicon hirsutum f. typicum* acessions. **Environmental Entomology**, Lanham, v.25, n.1, p.90-95, feb. 1996.

EPAMIG. Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais. **Sistema de produção para a cultura do tomate indústria no Norte de Minas**. Secretaria do Estado da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 1994. 26p. (Boletim técnico, 42).

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

FLECHTMANN, C.H.W.; BAKER, E.W. A preliminary report on the Trenchidae (Acarina) of Brazil. **Annals of the Entomological Society of America**, Maryland, v.63, n.1, p.156-163, Jan. 1970.

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

FRANÇA, F.H.; MALUF, W. R.; ROSSI, P. E. F. et al. Avaliação e seleção em tomate visando resistência a traça do tomateiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 24, 1984, Jaboticabal. **Resumos**. Jaboticabal, FCAV, 1984. v.1, p. 143.

FREITAS, J.A.; MALUF, W. R.; CARDOSO, M. G. et al. Extração de sesquiterpenos e otimização de metodologia para quantificá-los em folíolos de tomateiro. In: ENCONTRO REGIONAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA, 11, 1997 Lavras-MG. **Resumos...**, Lavras:UFLA, p. 25, 1997.

FREITAS, J.A.; MALUF, W. R.; CARDOSO, M. G. et al. Tricomas glandulares e não glandulares versus níveis de zingibereno em *Lycopersicon* spp.. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.16, n. 1 maio, 1998. E em CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 38, 1998, Petrolina. **Resumo**, 109

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO et al. **Manual de entomologia agrícola**, 2. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1988. 649p.

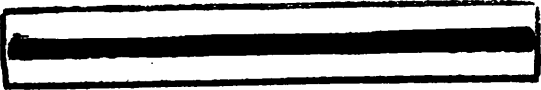
- GENTILE, A.G.; WEBB, R.E.; STONER, A.K. *Lycopersicon* and *Solanum* spp. Resistant to the carmine and the two-spotted spider mite. **Journal of Economic Entomology**, College Park, v.62, n.4, p.834-836, Aug. 1969.
- GERSHENZON, J.; COTEAU, R. Regulation of monoterpene biosynthesis in higher plants. **Recent Advances Phytochemistry**, New York, v. 24, p. 99-160, 1990.
- GIANFAGNA, T.J.; CARTER, C.D.; SACALIS, J.N. Temperature and Photoperiod Influence Trichome Density and Sesquiterpene Content of *Lycopersicon hirsutum* f. *hirsutum*. **Plant Physiology**, Lancaster, v.100, n.3, p.1403-5, nov. 1992.
- GONÇALVES, M.I.F. **Variação do teor de 2-tridecanona em folíolos de tomateiro e sua relação com a resistência a duas espécies de ácaro do gênero *Tetranychus***. Lavras: UFLA, 1996. 63p. (Dissertação – Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas)
- GOOD, D. E.; SNYDER, J. Seasonal variation of leaves and mite resistance of *Lycopersicon* interspecific hybrids. **HortScience**, Alexandria, v.23, n.5, p.891-894, oct. 1988.
- HARBORNE, J.B.; BARBERAN, F.A.T. **Écological chemistry and biochemistry of plant terpenoids**. Oxford, **The Phytochemical Society of Europe**, 1991. 483p.

- HARRIS, M.K. Allopatric resistance: searching for source of insect resistance for use in agriculture. *Environment Entomology*, Maryland, v.4, p.73-85, 1975.
- JENSEN, W. A. **Botanical histochemistry: principles and practice**. San Francisco: W. H. Freeman, 1962. 408 p.
- JUVIK, J.A.; STEVENS, M.A.; ROCK, C.M. Survey of the genus *Lycopersicon* for variability in tomatina content. *Horticultural Science*, Alexandria, v.5, n.17, p.764-766, 1982.
- LABOURIAN, L.G.; OLIVEIRA, J.G.; SALGADO-LABOURIAN, M.L. Transpiração de *Schizolobium parahyba* (VELL.) Toledo. I. Comportamento na estação chuvosa, nas condições de Caeté, Minas Gerais, Brasil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, Rio de Janeiro, v.33, n.2, p.237-257, 1961.
- LARA, F.M. **Princípios de resistência de plantas a insetos**. Piracicaba: Livroceres, 1979. 207p.
- LARA, F.M. **Princípios de resistência de plantas a insetos**. 2 Ed. São Paulo: Ícone, 1991. 336p.
- LEITE, D.; BRESCIANI, A.F.; GROppo, A.G. et al. Comparação de estratégias de manejo de pragas na cultura do tomate estaqueado. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, Piracicaba, v.24, n.1, p.27-32, 1995.

- LOURENÇÃO, A.L.; NAGAI, H. Fontes de resistência a *Scrobipalpula absoluta* (Meyrick, 1917) em tomateiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 23, 1983, Rio de Janeiro, Anais... Rio de Janeiro: SOB, 1983. p.53.
- LOURENÇÃO, A. L.; NAGAI, H.; ZULLO, M.A.T. Fontes de resistência a *Scrobipalpula absoluta* (Meyrick, 1917) em tomateiro. *Bragantia*, Campinas, v.43, n.2, p.569-577, 1984.
- LUCKWILL, L.C. The genus *Lycopersicon*. Na historical, biological, and taxonomic survey of the wild and cultivated tomatoes. Aberdeen: Aberdeen University Press, 1943. n.120, 44p.
- MATOS, F.J.A. *Fitoquímica experimental*. Fortaleza: UFC, 1988. 126p.
- MOORE, J.E. Control of tomato leafminer (*Scrobipalpula absoluta*) in Bolivia. *Tropical Pest Management*, London, v.29, n.3, p.231-238, sept. 1983.
- MORAES, G.J.; FLECHTMANN, C.H.W. Ácaros fitofágos do nordeste do Brasil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.16, n.2, p.177-186, mar. 1981.
- MORAES, G.J.; NORONHA FILHO, J.A. Surto de *Scrobipalpuloides absoluta* (Meyrick) em tomateiro no trópico semi-árido. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.17, n.3, p.503-504, 1982.
- MOREIRA, J.O.T.; LARA, F.M.; CHURATA-MASCA, M.G.C. Ocorrência de *Scrobipalpula absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) danificando

- tomate rasteiro em Jaboticabal-SP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 7, 1981. Fortaleza,. Resumos... Fortaleza: SEB, 1981. p.58.
- MUSZINSKI, T.; LAVENDOWSKI, I.M.; MASCHIO, L.M.A. Constatação de *Scrobipalpula absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae), como praga do tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.), no litoral do Paraná. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, Londrina, v.11, n.2, p.291-292, 1982.
- NAKANO, O.; PAULO, A.D. As traças do tomateiro. *Revista Agropecuária Ciba Geigy*, São Paulo, v.20, p.10-12, 1983.
- NORRIS, D.M.; KOGAN, M. Biochemical and morphological bases of resistance. In: MAXWELL, F.G.; JENNINGS, P.R. **Breeding plants resistance to insects**. New York: John Wiley, 1980. p.23-61.
- PAINTER, R.H. **Insect resistance in crop plants**. New York: The MacMillan Company, 1951. 250p.
- PICANÇO, M.C.; SILVA, E. A.; LÔBO, A. P. et. al. Adição de óleo mineral a inseticidas no controle de *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) e *Helicoverpa zea* (Bod.) (Lepidoptera: Noctuidae) em tomateiro. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, Londrina, v.25, n.3, p.497-501, 1996.

- POVOLNY, D. On three neotropical species of *Gnorimoschemini* (Lepitoptera: Gelechiidae) mining Solanacea. *Acta Universitates Agriculture Facultas Agronomica, Brno*, v.2, p.379-393, 1975.
- RAMALHO, F. de A.; FLECHTMANN, C.M.W. Níveis de infestação de *Tetranychus evansi* Baker e Pritchard, 1960 em diferentes fases de desenvolvimento do tomateiro. *Revista Agricultura, Piracicaba*, v.54, n.1-2, p.51-56, jun. 1979.
- RAMALHO, M. A. P.; SANTOS, J. B.; PINTO, C. A. B. P. **Genética na agropecuária São Paulo: Globo, 1997. 359p.**
- RAMALHO, M. A. P.; SANTOS, J. B.; ZIMERMANN, M. J. O. **Genética quantitativa em plantas autógamas: aplicações ao melhoramento do feijoeiro. Goiânia: UFG, 1993. 270p.**
- RICK C.M. Natural variability in wild species of *Lycopersicon* and its bearing on tomato breeding. *Genetics Agricultural, Wisconsin*, v.30, n.5, p.249-259, Aug. 1976.
- RICK C.M. El tomate. *Investigacion y Ciencia, Santo Domingo*, v.25, n.2, p.45-55, Oct. 1978.
- RICK, C.M.; FOBES, J.F.; TANKSLEY, S.D. Evolution of mating systems in *Lycopersicon hirsutum* as deduced from genetic variation on electrophoretic and morphological characters. *Plant Systematics and Evolution. Vienna*, v.132, n.1, p.279-298, 1978.



RICK C.M.; TANKSLEY, S.D. Genetic variation in *Solanum pennellii*: comparisons with two other sympatric tomato species. **Plant Systematics Evolution**, Vienna, v.139, n.6, p. 11-45, June 1981.

RODRIGUEZ, J.G.; KNAVEL, D.E.; AINA, O.J. Studies in the resistance of tomatoes to mites. **Journal of Economic Entomology**, College Park, v.65, n.1, p.50-53, feb. 1972.

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

SILVERSTEIN, R. M.; BASSLER, G. C.; MORRILL, T. C. Identificação espectrométrica de compostos orgânicos. 5. ed. Guanabara Koogan, 1994. 387p.

SMITH, C.M. **Plant resistance to Insects: a fundamental approach**. New York: Willey Interscience Publication, 1989. 286p.

SNYDER, J.C.; CARTER, C.D. Leaf Trichomes and resistance of *Lycopersicon hirsutum* and *L. esculentum* to spider mites. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.109, n.6, p.837-843, Nov. 1984.

SNYDER, J.C.; CARTER, C.D. Trichomes on leaves of *Lycopersicon hirsutum* and *L. esculentum* and their hybrids. *Euphytica*, Wageningen, v.34, n.53, p.53-64, 1985

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

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

SOUZA, J.C.; REIS, P.R. Controle da traça-do-tomateiro em Minas Gerais. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.21, n.2, p.343-354, 1986.

SOUZA, J.C.; REIS, P.R. *Traça-do-tomateiro: histórico, reconhecimento, biologia, prejuízos e controle*. Belo Horizonte: EPAMIG, 1992. 20p. (Boletim Técnico EPAMIG, 38).

STONER, A. Breeding for Insect Resistance in Vegetables. *Hortscience*, Alexandria, v.5, n.2, p. 76-79, apr. 1970.

STONER, A.K.; SMITH, F.F. Effect of spider mite on tomato yield and fruit quality. *Proceeding of American Society Horticultural Science*, Alexandria, v.92, p.543-551, June 1968.

TAYLOR, B. Biosystematics of the tomato. In: ATHERTON, J.G.; RUDICH, J. **The tomato crop: a scientific basis for improvement.** New York: Chapman and Hall, 1986. p.1-30.

UCHOA FERNANDES. M.A. **Comportamento da traça-do-tomateiro *Scrobipalpuloides absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae), e emprego de armadilhas com feromônio natural para seu monitoramento no campo.** Viçosa: UFV, 1992. 107p. (Dissertação – Mestrado em Entomologia).

WESTON, P.A.; JOHNSON, A.D.; BURTON, H.T. et al. Trichome secretion composition, trichome densities, and spider mite resistance of ten accessions of *Lycopersicon hirsutum*. **Journal of American Society Horticultural Science, Alexandria, v114, n.3, p.492-498, May 1989.**

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

WILLIAMS, W. G.; KENEDY, G. G.; YAMAMOTO, E. T. et al. 2-tridecanone – a naturally occurring insecticide from the wild tomato *Lycopersicon hirsutum* f. *glabratum*. **Science, Washington, n.207, p.888-889, 1980.**