

TRICOMAS FOLIARES ASSOCIADOS À  
RESISTÊNCIA AO ÁCARO RAJADO  
*Tetranychus urticae* Koch. EM LINHAGENS DE  
TOMATEIRO COM ALTO TEOR DE 2-  
TRIDECANONA NOS FOLÍOLOS

CARLOS ALBERTO ARAGÃO

1998

Assistenza

CARLOS ALBERTO ARAGÃO

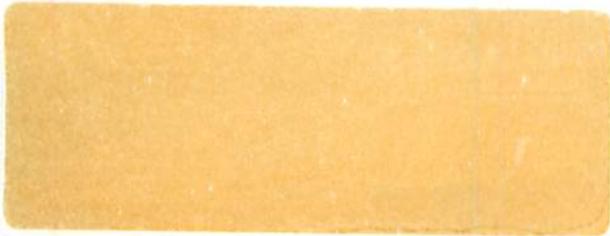
**TRICOMAS FOLIARES ASSOCIADOS À RESISTÊNCIA AO ÁCARO  
RAJADO *Tetranychus urticae* Koch. EM LINHAGENS DE TOMATEIRO  
COM ALTO TEOR DE 2-TRIDECANONA NOS FOLÍOLOS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal  
de Lavras, como parte das exigências do Curso  
de Mestrado em Agronomia, área de  
concentração Genética e Melhoramento de  
Plantas, para obtenção do título de "Mestre".

Orientador

Prof. Dr. Wilson Roberto Maluf

LAVRAS  
MINAS GERAIS-BRASIL  
1998



Ficha Catalográfica preparada pela Divisao de processamento Técnico da  
Biblioteca Central da UFLA

Aragão, Carlos Alberto

Tricomas foliares associados à resistência ao ácaro rajado em linhagens  
de tomateiro com alto teor de 2-tridecanona nos folíolos / Carlos Alberto  
Aragão. -- Lavras : UFLA, 1998.

71 p. : il.

Orientador: Wilson Roberto Maluf.

Dissertação (Mestrado) - UFLA.

Bibliografia.

1. Tomate. 2. Resistência. 3. Aleloquímico. 4. Acaro. 5. Tricoma. I.  
Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-635.6429742

**CARLOS ALBERTO ARAGÃO**

**TRICOMAS FOLIARES ASSOCIADOS À RESISTÊNCIA AO ÁCARO  
RAJADO *Tetranychus urticae* Koch. EM LINHAGENS DE TOMATEIRO  
COM ALTO TEOR DE 2-TRIDECANONA NOS FOLÍOLOS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal  
de Lavras, como parte das exigências do Curso  
de Mestrado em Agronomia, área de  
concentração Genética e Melhoramento de  
Plantas, para obtenção do título de "Mestre".

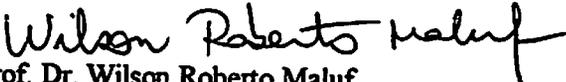
APROVADA em 04 de Setembro de 1998

Prof. Ms. Manuel Lousada Gavilanes

UFLA

Prof. Dra. Maria das Graças Cardoso

UFLA

  
Prof. Dr. Wilson Roberto Maluf  
UFLA  
(Orientador)

LAVRAS  
MINAS GERAIS-BRASIL  
1998

**Uma descoberta científica consiste**

**não em ver algo**

**que ninguém jamais viu,**

**mas em ver o que todo mundo vê**

**e pensar o que ninguém ainda pensou.**

## **DEDICATÓRIA**

Aos que me ensinaram os primeiros passos,  
que são os responsáveis pela minha existência,  
pela existência dessa conquista,  
que sempre acreditaram em mim  
e em momento algum, deixaram de me apoiar

**DEDICO:**

Meus pais, João Francisco Aragão "in memorian"  
Maria Valdenice Aragão

**Gratidão eterna.**

E irmãos, Salete Aparecida Aragão, José Valdemir Aragão, João Francisco Filho  
Aragão, Márcio Aragão, Ana Lúcia Aragão

**Meus agradecimentos.**

A meu pai  
João Francisco Aragão "in memorian" , a minha

**HOMENAGEM.**

## AGRADECIMENTOS

A DEUS, por tudo.

Em especial, ao professor Wilson Roberto Maluf, pela orientação, ajuda, compreensão, consideração e respeito que me foram transmitidos durante esta jornada.

À Universidade Federal de Lavras (UFLA), em especial ao Departamento de Biologia (Genética) e professores, pela oportunidade concedida para a realização deste trabalho de relevante importância para mim, bem como para o meio científico.

Ao CNPq e CAPES, pela concessão da bolsa de estudo.

Ao professor Manuel Losada Gavilanes, pela co-orientação e boa vontade nos inesquecíveis cortes paradérmicos.

À ajuda do professor Evaristo (Laboratório de Anatomia vegetal).

À professora Maria das Graça Cardoso, do Departamento de Química, pela co-orientação, amizade, carinho e respeito a mim transmitido.

Ao professor Custódio Santos, do Departamento de Química, pela utilização do espectrofotômetro.

Ao amigos Ramon, Andréa e família.

À querida Giz (xerox).

Ao colega Claudomiro, pela ajuda nas análises estatísticas.

À "família Maluf" (Joelson, Luiz, Juliano, Baiano, Gustavo, Ana Cláudia; Flávio, Luciano, Márcia, Tião, Zé Antonio, Moita, Faustinho, Valter, Rita e equipe da Hortiagro).

À turma do churrasco (Fred, Kaila, Mauro, Zé da Horta, Alexsandro, Valério, Rubens, Adelson, Alex, Dalila), os quais me proporcionaram bons momentos de alegria.

À turma da Genética (Juscélio, Bárbara, Vânia, Toni, Carlota).

Ao ilustre Ceará e família.

Ao casal amigo Wellington e Bárbara.

Aos amigos Jackson e Arnaldo, pelo apoio e incentivo.

Aos amigos da Fisiologia (Yoko, Rodrigo, Darlan, Marina, Guilherme, Dária).

Aos amigos e vizinhos de apartamento (Reinaldo, Soraia , Alan, Leime, Sônia, Adriana, Jair, Robério).

Aos amigos de república, Edwin, Bernardo, Juscélio, Ademir e Brasil, pela amizade, companheirismo, momentos de alegria e harmoniosa convivência.

À turma da Química (Luciano, Élen, Rozane, Frederico), pela ajuda nos trabalhos conduzidos neste Departamento.

À Bárbara F. Dantas, pela amorosa presença em minha vida durante a redação desta dissertação.

Aos meus familiares, que com amor, respeito e ajuda, sempre me apoiaram e tornaram possível mais esta etapa em minha vida.

E a todos aqueles que, de alguma forma contribuíram para a realização desta obra.

## **BIOGRAFIA DO AUTOR**

Carlos Alberto Aragão, filho de João Francisco Aragão e Maria Valdenice Aragão, nasceu na cidade de Vitória da Conquista, Estado da Bahia, a 04 de Setembro de 1970.

Diplomou-se em Agronomia pela Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), no ano de 1996.

Em setembro de 1996, iniciou o curso de Mestrado em Agronomia, área de concentração Genética e Melhoramento de Plantas, no Departamento de Biologia da Universidade Federal de Lavras (UFLA), concluindo em 04 de Setembro de 1998.

# SUMÁRIO

Página

RESUMO.....	i
ABSTRACT.....	ii
CAPÍTULO 1.....	1
1 Introdução Geral.....	1
2 Referencial Teórico.....	3
3 Referências Bibliográficas.....	15
CAPÍTULO 2 Determinação de 2-tridecanona (2-TD) em folíolos de linhagens avançadas e acessos de tomateiro, e identificação, classificação e quantificação de tricomas.....	21
1 Resumo.....	21
2 Abstract.....	23
3 Introdução.....	24
4 Material e Métodos.....	28
4.1 Determinação dos teores de 2-TD em acessos contrastantes quanto ao teor deste aleloquímico.....	28
4.1.1 Genótipos avaliados.....	28
4.1.2 Determinação do teor de 2-tridecanona em folíolos.....	28
4.1.3 Obtenção e análise dos extratos de folíolos de tomateiro.....	29
4.2 Experimento 2: Identificação e quantificação dos tricomas.....	30
4.3	
4.3.1 Cortes dos folíolos e montagem das lâminas semipermanentes.....	31
4.3.2 Classificação dos tricomas.....	31
4.3.3 Medição do comprimento dos tricomas.....	31
4.3.4 Quantificação dos tricomas.....	31
5 Resultados e Discussão.....	32
5.1 Determinação da 2-TD em folíolos de tomateiro.....	32
5.2 Identificação, classificação e quantificação de tricomas.....	34

5.2.1	Quantificação dos tricomas glandulares em 4 genótipos de tomateiro: 'TOM 556', 'TOM 600', 'TOM 601' e 'PI 134417'.....	37
5.3	Correlação entre teor de 2-TD e tricomas glandulares do tipo VI.....	42
6	Conclusões.....	44
7	Referências Bibliográficas.....	45
<b>CAPÍTULO 3</b> Relação de 2-tridecanona com a resistência a ácaro rajado <i>Tetranychus urticae</i> Koch.....		
1	Resumo.....	49
2	Abstract.....	50
3	Introdução.....	51
4	Material e Métodos.....	53
4.1	Local da realização do experimento.....	53
4.2	Progênes avaliadas.....	53
4.3	Obtenção das linhagens avaliadas.....	54
4.4	Instalação do experimento e tratos culturais.....	54
4.5	Teste de repelência dos genótipos a ácaros <i>T. urticae</i> Koch.....	54
5	Resultados e Discussão.....	56
5.1	Repelência a ácaros <i>T. urticae</i> Koch. em <i>Lycopersicon</i> .....	56
5.2		
5.2.1	Testemunhas.....	56
6	Conclusões.....	66
7	Referências Bibliográficas.....	67
ANEXO.....		69

## RESUMO

ARAGÃO, C. A. Tricomas foliares associados à resistência ao ácaro rajado *Tetranychus urticae* Koch. em linhagens de tomateiro com alto teor de 2-tridecanona nos folíolos: UFLA, 1998. 69P. (Dissertação - Mestrado em genética e Melhoramento de Plantas)\*

Este trabalho teve como objetivos: a) quantificar teores médios do inseticida natural 2-tridecanona (2-TD) em folíolos de *Lycopersicon hirsutum* var. *glabratum* Mill. 'PI 134417', *Lycopersicon esculentum* Mill 'TOM 556' e linhagens avançadas 'TOM 600' e 'TOM 601'; b) Identificar, classificar e quantificar tricomas glandulares e não glandulares nos folíolos destes genótipos; c) avaliar a resistência dos genótipos em relação ao ácaro rajado, *Tetranychus urticae* Koch., associado a 2-TD presente nos tricomas glandulares. Os experimentos foram realizados na UFLA, Lavras-MG e no Município de Ijaci-MG no período compreendido entre 1996 e 1997. Verificou-se que *L. hirsutum* var. *glabratum* Mill. 'PI 134417' teve concentração de 2-TD 7 vezes superior a *L. esculentum* Mill. 'TOM 556', e que as linhagens 'TOM 600' e 'TOM 601' foram semelhantes entre si e aproximadamente 4 vezes maiores que 'TOM 556'. A densidade de tricomas glandulares tipo VI onde está concentrado maiores teores da 2-TD foi para 'PI 134417', 3 vezes superior comparado a 'TOM 556', e as linhagens aproximadamente 2 vezes superior a 'TOM 556'. Os resultados sugerem que a 2-TD está presente nos tricomas tipo VI. Os mesmos genótipos foram utilizados para avaliar resistência a ácaro rajado *T. urticae* Koch., através de teste de repelência de Weston e Snyder (1990). Os resultados evidenciaram uma alta correlação positiva entre concentração de 2-TD e densidade de tricomas tipo VI; alta correlação negativa entre concentração de 2-TD e distância percorrida pelos ácaros nos tempos avaliados, e alta correlação negativa entre tricomas tipo VI e distância percorrida pelos ácaros. Portanto o aleloquímico 2-TD presentes nos tricomas tipo VI determina a resistência a ácaro rajado.

---

Comitê Orientador: Wilson Roberto Maluf - UFLA (Orientador), Manuel Losada Gavilanes - UFLA e Maria das Graças Cardoso - UFLA

## ABSTRACT

ARAGÃO, C. A. Foliar trichomes associated with spider mite *Tetranychus urticae* Koch. resistance in tomato lines with high levels of 2-tridecanone on leaflets: UFLA, 1998. 69p. (Dissertation -Master in Genetics and Plant Breeding)\*

In this study we: a) quantified the average levels of the natural insecticide, 2-tridecanone (2-TD) in leaflets of *Lycopersicon hirsutum* var. *glabratum* Mill. 'PI 134417', *Lycopersicon esculentum* Mill. 'TOM 556', and the advanced lines 'TOM 600' and 'TOM 601'; b) identified, classified and quantified glandular and nonglandular trichomes on the leaflets of these genotypes; c) evaluate the genotypes resistance to the spider mite, *Tetranychus urticae* Koch., associated to 2-TD present in glandular trichomes. The work was carried out at the UFLA, Lavras, MG and at Ijaci, MG between the years of 1996 and 1997. We observed that *Lycopersicon hirsutum* var. *glabratum* Mill. 'PI 134417' had a 2TD level seven times higher than *Lycopersicon esculentum* Mill. 'TOM 556'. The lines 'TOM 600' and 'TOM 601' were equal and had four times more 2-TD than 'TOM 556'. The results suggest that 2-TD is present in type VI glandular trichomes. The same genotypes were evaluated for spider mite *Tetranychus urticae* Koch. resistance by the repellency test proposed by Weston and Snyder (1990). The results indicated a high positive correlation between 2-TD level and Type VI trichomes density, high negative correlation between 2TD level and distance moved by the mites in the time intervals tested; high negative correlation between Type VI trichomes density and distance moved by the mites. We concluded that the allelochemical 2TD present in the Type VI trichomes determines spider mite resistance.

---

Guidance Committee: Wilson Roberto Maluf - UFLA (Orientador), Mamei Losada Gavilanes - UFLA and Maria das Graças Cardoso - UFLA

# CAPÍTULO 1

## 1 Introdução geral

O tomateiro *Lycopersicon esculentum* Mill.(Solanaceae) é uma espécie olerícola originária da América do Sul, do Norte do Chile ao Sul da Colômbia, ocorrendo em várias altitudes. Foi aparentemente domesticado no México, de onde as cultivares primitivas pertencentes ao gênero *Lycopersicon* migraram para a Europa, no século XVI. É hortaliça de grande interesse econômico e social, largamente difundida mundialmente, fato que levou à expansão da área de cultivo e, conseqüentemente, ao favorecimento de ataque de pragas e doenças.

A aplicação excessiva de produtos químicos de amplo espectro não só eleva o custo de produção da cultura, como também colabora para que outros problemas surjam com maiores conseqüências. Assim sendo, é muito comum a ressurgência de determinadas pragas, bem como o aparecimento de novas, até então desconhecidas.

Dentre as pragas que atacam o tomateiro e causam sérios danos, tem-se a traça-do-tomateiro *Tuta absoluta* Meyrick., considerada a pior praga do tomateiro cultivado no Brasil. É um microlepidóptero minador, que apresenta um grande potencial destrutivo, uma vez que ataca toda a planta em qualquer estágio de desenvolvimento, alimentando-se do parênquima foliar e broqueando ponteiros e frutos (Souza et al, 1983). Destaca-se também a mosca branca *Bemisia argentifolii* Genn., agente de inoculação de viroses no tomateiro, que além de sugar intensamente a seiva e depauperar a planta, pode levá-la à morte (Menezes, 1992). Algumas espécies de ácaros também têm se mostrado como pragas importantes do tomateiro (Barbosa e França, 1980; Gonçalves, 1996; Gallo et al, 1988).

Ácaros do gênero *Tetranychus*, principalmente o ácaro rajado *Tetranychus urticae* Koch., tornam-se pragas preocupantes para a cultura do tomateiro, quando em grandes populações, atacando a folhas situadas na região mediana da planta. Uma infestação intensa produz o amarelecimento e o secamento das folhas atacadas (Menezes, 1992).

Estudos vêm sendo realizados no intuito de incorporar resistência à cultura do tomateiro a esta e outras pragas de grande importância, através de cruzamentos com espécies selvagens resistentes, como o acesso *Lycopersicon hirsutum* var. *glabratum* Mill. 'PI 134417', que por sua vez, se destaca por ser resistente e diferente de outras fontes de resistência, por ser autocompatível e cruzar-se facilmente com *L. esculentum* Mill.. Esta resistência está associada a presença de altos teores do aleloquímico natural 2-tridecanona contida nos tricomas glandulares dos folíolos. A determinação desta metil cetona é possível, através de uma técnica colorimétrica desenvolvida por Nienhuis et al. (1985) e padronizada por Barbosa (1994), técnica de baixo custo e bastante útil na seleção de plantas para alto teores da 2-TD em populações segregantes, resultantes do cruzamento de *L. hirsutum* var. *glabratum* Mill., com *L. esculentum* Mill., sendo de grande importância para programas de melhoramento visando resistência a artrópodes.

O presente estudo tem como objetivo:

Determinar os teores de 2-TD em linhagens avançadas de tomateiro, juntamente com seus genitores;

Identificar, classificar e quantificar tricomas glandulares e não glandulares nos mesmos;

Avaliar a repelência dos genótipos acima citados a ácaros *Tetranychus urticae* Koch.;

Estudar a correlação existente entre tricomas glandulares e teor de 2-TD, repelência a ácaros e teor de 2-TD.

## 2 Referencial teórico

### 2.1 Gênero *Lycopersicon*

Pertencentes à família Solanaceae, em 1754 foram separados os gêneros *Lycopersicon* e *Solanum*, usando-se, no primeiro, a ortografia grega para a designação, daí a diferença para o latim *Lycopersicum*. Hoje existem pelo menos nove espécies pertencentes ao gênero *Lycopersicon*, reconhecidas taxonomicamente (Rick, 1978). Todas são espécies da sub-família Solanoideae, mantendo inclusive o número de cromossomos uniforme ( $2n = 2x = 24$ ). As flores normalmente são compostas de 5 anteras, embora algumas variedades de *L. esculentum* apresentem 6 anteras, e os estames são todos unidos formando um cone de anteras, o que é uma característica do gênero. As anteras fendem-se lateralmente, o pólen é liberado dentro do cone de anteras e emerge através do canal comum, formado pela junção de cada antera alongada (Taylor, 1986). Algumas espécies silvestres apresentam-se como uma grande fonte de variabilidade genética, podendo-se fazer cruzamentos interespecíficos. No entanto, existem casos onde o cruzamento não é possível, devido ao fenômeno da incompatibilidade.

Em geral se aceitam como válidos, 10 grupos taxonômicos

**Espécies/taxons compatibilidade bilateral entre si:**

-*Lycopersicon esculentum* Mill.

-*Lycopersicon esculentum* var. *cerasiforme* Gray.

-*Lycopersicon pimpinellifolium* Mill.

*-Lycopersicon cheesmanni* Riley.

**Espécies/taxons compatibilidade unilateral com *Lycopersicon esculentum* Mill.:**

Fáceis de se cruzar com *Lycopersicon esculentum* Mill., desde que este seja o genitor feminino:

*-Lycopersicon parviflorum* Rick, Kesicki, Fobes & Holle.

*-Lycopersicon chmielewskii* Rick, Kesicki, Fobes & Holle.

*-Lycopersicon hirsutum* var. *hirsutum* e var. *glabratum* Mill.

*-Lycopersicon pennellii* Correll.

Díficeis de se cruzar com *Lycopersicon esculentum*, ainda que este seja o genitor feminino:

*-Lycopersicon chilense* Dunal.

*-Lycopersicon peruvianum* Mill.

Todas estas espécies de *Lycopersicon* têm seu habitat natural na Costa Oeste da América do Sul, estendendo-se do Sul do Equador ao Norte do Chile (0° a 23° da latitude), além das ilhas Galápagos (Warnock, 1991). O habitat natural é altamente diversificado, isolado e de difícil acesso. A geografia diversificada da área e do habitat natural contribui para a variabilidade do gênero, (Warnock, 1991). O centro de domesticação da espécie é o México (região Vera Cruz-Puebla).

### 2.1.1 *Lycopersicon hirsutum*

Existem duas variedades botânicas reconhecidas, *hirsutum* var *typicum* e var. *glabratum*. A forma *typicum* é mais variável que a *glabratum*. A primeira é encontrada em altas elevações na região dos vales dos rios ao Sul do Equador e Centro Norte do Peru; é caracterizada por apresentar grande quantidade de tricomas (pêlos), nos frutos, hastes e folhas. Apresentam flores grandes e vistosas, estigma fortemente projetado além do cone de anteras, o que constitui numa forma de polinização cruzada, sendo assim a maioria autoincompatível. A forma *glabratum* é encontrada em torno de 3.000m, nos arredores da cidade de Loja, no Equador. Apresenta diferenças morfológicas relativamente a forma *typicum*, fator responsável pela distinção entre as duas formas. O *L. hirsutum* var. *glabratum* Mill., apresenta por sua vez menos tricomas (pêlos), em suas folhas, caules e frutos. As flores são menos vistosas e têm tendência a autofecundação, por isso, sofre menos com a endogamia que a forma anterior.

A diferenciação das variedades de *L. hirsutum* pode ser feita através da utilização de óleos foliares retirados das plantas, através de trituração de suas folhas. Os acessos de *L. hirsutum* produzem grandes quantidades de óleo essencial enquanto *L. esculentum* produz pequena quantidade (Soost, Scora e Sims (1968). A 2-tridecanona é o principal componente do óleo essencial extraído do *L. hirsutum* var. *glabratum* Mill., enquanto sesquiterpenos são os principais constituintes dos óleos de *L. hirsutum* var. *typicum* Mill. (Weston et al. 1989; Eingebrode e Trumble, 1993).

## 2.2 Ácaros do Gênero *Tetranychus*

Os ácaros são artrópodes pertencentes a Ordem Acari da Classe Arachinida, sendo que o gênero *Tetranychus* representa um terço de todos os tetraniquídeos e um quarto de todas as espécies encontradas. São: ápteros, sem

antenas, com quatro pares de patas quando adultos, cabeça, tórax e abdôme fundidos e não segmentados, e com presença de um cone localizado na região anterior onde estão as peças bucais. Nos ácaros fitófagos do gênero *Tetranychus*, as quelíceras apresentam estiletos alongados, para possibilitar a obtenção do alimento (Flechtmann, 1989). Este gênero compreende um número considerável de espécies, sendo as que atuam como praga de importância na cultura do tomateiro, os ácaros rajados *Tetranychus urticae* Koch. e os ácaros vermelho, *T. ludeni* Zacher., *T. evansi* Baker & Pritchard. No entanto o que se destaca como sendo o de maior importância sem dúvida, é o rajado, considerado como importante praga do tomateiro (Berlinger, 1986; Flechtmann, 1970).

### 2.2.1 Descrição e aspectos biológicos

Os ácaros de gênero *Tetranychus* têm sua reprodução por partenogênese arrenótoca, onde os ovos não fertilizados, dão origem aos machos e os fertilizados, às fêmeas. Estes passam por estágios de ovo, larva, ninfa e adulto. Entre cada estágio de desenvolvimento, os ácaros passam por um período de inatividade, durante o qual se prendem nos fios de suas teias (Flechtmann, 1989). O corpo do artrópode apresenta aproximadamente 0,45mm de comprimento e 0,30mm de largura, o comprimento de suas patas é aproximadamente de 0,25mm. Os ovos são esféricos e amarelados. Quando ocorre a eclosão da larva, esta apresenta diferença dos adultos pelo fato de apresentarem 3 pares de patas, só apresentando com 4 pares após a primeira muda. (Gallo et al, 1988). Segundo Moraes e Leite Filho (1981), os ácaros *Tetranychus urticae* Koch. tem duração de vida das fêmeas, de 5 a 20 dias; e machos, 5 a 50 dias.

### 2.2.2 Prejuízos

A espécie *T. urticae* Koch. é polífaga e ataca muitas culturas de importância econômica, colonizando e ovipositando na face inferior das folhas das plantas. Quando a população é muito alta, pode colonizar toda a planta. Ataca preferencialmente folhas jovens, no entanto, quando as colônias estão bem estabelecidas, atacam velhas e novas (Jeppson et al., 1975). Em uma lavoura de tomate, populações grandes de ácaros causam desfolhamento, através do secamento das folhas, devido à sucção contínua da seiva, levando à diminuição do número de frutos e tamanho dos mesmos (Berlinger, 1986). Quando o nível de infestação passa de 13%, induz a planta à maturação precoce e, conseqüentemente, a formação de frutos com baixos teores de sólidos solúveis.

### 2.2.3 Controle

O controle dos ácaros *Tetranychus* é feito, principalmente, pela aplicação de acaricidas químicos, que nem sempre reduzem a população a níveis economicamente aceitáveis, podendo ser responsáveis por problemas relacionados com a contaminação ambiental, resistência e eliminação de inimigos naturais. Assim, torna-se necessário o desenvolvimento de métodos de controle mais seguros para o homem e inimigos naturais.

O controle biológico é uma alternativa importante para o controle de ácaros fitófagos, quer seja pelo uso de predadores, quer pelo uso de entomopatógenos (Tamai, 1997). As doenças têm sido relatadas como um fator natural de controle, ocorrendo em enzootias ou epizootias, contribuindo para a diminuição das populações dos ácaros e, conseqüentemente, de seus danos. (Tamai, 1997).

Alguns tipos de fungos da ordem Entomophthorales ocorrem como importantes patógenos de ácaros *Tetranychidae*, em todo o mundo, sendo descritos diversas espécies de ácaros suscetíveis pertencentes aos gêneros *Eutetranychus*, *Oligonychus*, *Panonychus* e *Tetranychus* (Fisher, 1951; Selhime e Muma, 1966; Weiser, 1968; Delalibera Junior, Sosa Cruz e Moraes, 1992). Entretanto, o seu potencial para uso em programas de controle biológico ainda não foi adequadamente avaliado (Tamai, 1997).

Segundo Flechtmann (1989), algumas cultivares de tomate do Grupo Santa Cruz e a cultivar havaiana Kalohy, apresentam um ligeiro grau de resistência a tal praga, no entanto ainda estão sendo pouco exploradas.

### 2.3 Fontes de resistência de *Lycopersicon* a artrópodes

*Lycopersicon hirsutum* apresenta resistência a uma série de artrópodes de importância econômica, como coleópteros (*Leptinotarsa decemlineata* Say., dípteros (*Lyriomyza* spp.), homópteros (*Aphis gossypi* Glover., *Myzus persicae* Sulzer.), lepdópteros (*Heliothis zea* Bod., *Manduca sexta* Cr. *Tuta absoluta* Meyrick., *Spodoptera exigua* Cramer.), ácaros (*Tetranychus urticae* Koch., *T. cinnabarinum* Koch.). (Maluf, 1995).

Schalk e Stoner (1976) constataram que as introduções 'PI 134417' e 'PI 134418' de *Lycopersicon hirsutum* var. *glabratum* mostraram ser boas fontes de resistência a *Leptinotarsa decemlineata* Say. Kennedy e Henderson (1978) também descrevem a resistência do 'PI 134417' a *Manduca sexta* Cr.

Segundo Kennedy e Sorenson (1985), a resistência de 'PI 134417' a *Leptinotarsa decemlineata* Say., deve-se à presença de 2-tridecanona em folhas de planta de tomateiro que apresentam alta toxicidade aos insetos.

Eigenbrode (1993), estudando acessos de *L. hirsutum* var. *glabratum* Mill. ('PI 134417', 'PI 134418' e 'PI 126449') com relação à sobrevivência de lagartas de *Spodoptera exigua* Cramer., verificou que estes acessos apresentavam resistência a esta praga.

Barona et al (1989) utilizaram 32 introduções selvagens de tomateiro de *L. hirsutum* Mill., *L. peruvianum* (L.) Mill. e *L. pimpinellifolium* (Just.) Mill., para avaliações em campo destes genótipos para resistência à traça-do-tomateiro *Tuta absoluta* Meyrick., e todos estes mostraram-se altamente resistentes à praga.

Acessos *L. hirsutum* var. *glabratum* Mill. tem sido citados como fonte de resistência à traça-do-tomateiro *Tuta absoluta* Meyrick., sendo estas resistências encontradas nos acessos 'PI 134417' e 'PI 134418'. Provavelmente os mecanismos de resistência estão associados a efeitos de não preferência e antibiose (Labory, 1996; Lourenção et al. 1985; França et al. 1984 b), bem como antibiose. Em estudos feito por Giustolin (1991) sobre a biologia da traça-do-tomateiro *Tuta absoluta* Meyrick., em 'PI 134417' de *L. hirsutum* var. *glabratum* Mill. e *L. esculentum* Mill. cv Santa Cruz Kada AG 373, constatou-se que no genótipo selvagem houve um aumento, no período de desenvolvimento e redução da viabilidade larval, do peso das pupas, da fecundidade e da longevidade das fêmeas. O 'PI 134417' também mostrou-se como boa fonte de resistência a ácaros do gênero *Tetranychus*, *T. urticae* Koch. e *T. ludeni* Zacher. Esta resistência está associada à presença do aleloquímico 2-TD que determinou a repelência aos artrópodes sobre os folíolos das plantas testadas (Gonçalves, 1996). Segundo Silva (1992), *L. hirsutum* var. *glabratum* também é resistente ao *Tetranychus evansi* Baker & Pritchard. Demonstrou que testes realizados para oviposição e danos nas folhas causados por estes ácaros, em espécies de tomateiro (*L. hirsutum* var. *glabratum* Mill., *L. esculentum* Mill., *L. peruvianum*

(L.) Mill. e *L. pimpinellifolium* (Just.) Mill., mostraram que o *L. hirsutum* var. *glabratum* Mill. 'PI 134417' apresentava maior resistência, em comparação com os demais genótipos, sendo, no entanto o 'Angela Gigante' o mais susceptível (Lourenção et al. 1985).

## 2.4 Mecanismos de resistência de plantas a artrópodes

De acordo a classificação de Painter (1951), a resistência de plantas a pragas pode ser dividida da seguinte forma:

**Antixenose (Não-preferência):** resulta da ação do comportamento da praga em relação à planta, enquanto os demais tipos definem o contrário, ou seja, uma reação da planta em relação ao inseto.

**Antibiose:** o inseto se alimenta normalmente da planta e esta exerce um efeito adverso sobre a biologia do mesmo.

**Tolerância:** refere-se à habilidade da planta para crescer e reproduzir ou reparar danos significativos, suportando deste modo uma população da praga aproximadamente igual aquela capaz de danificar severamente um hospedeiro susceptível.

## 2.5 Fatores determinantes da resistência aos artrópodes em *Lycopersicon hirsutum* var. *glabratum* Mill.

### 2.5.1 Aleloquímicos: 2-tridecanona (2-TD)

A ocorrência desta metil cetona em folíolos de tomateiro foi detectada, pela primeira vez, por Soost, Scora e Sims (1968), juntamente com a 2-undecanona (2-UD) em *L. hirsutum* var. *glabratum* Mill. Williams et al (1980) isolaram a 2-TD, que apresentou toxicidade para a *Manduca Sexta* Cr., *Heliothis zea* Bod. a *Aphis gossypii* Glover., em tratamentos sobre papel-filtro. Dimock et

al. (1982) também determinaram a fitotoxicidade da 2-TD em ensaios com lagartas de primeiro ínstar de *Heliothis zea* (Bod.), através de bioensaios utilizando placas de petri, onde foram colocados papel-filtro embebido com a substância testada dissolvida em clorofórmio. Após a evaporação do clorofórmio, as lagartas recém eclodidas foram colocadas sobre o papel, sendo as placas vedadas com "parafilm" e mantidas por 6 horas a 27° C, no escuro, avaliando-se então a mortalidade.

A 2-tridecanona foi identificada como uma toxina isolada da planta de tomate da espécie de *L. hirsutum* var. *glabratum* Mill., que também está presente em pequenas quantidades em *L. esculentum* Mill. (Fery e Kennedy, 1987).

Kennedy e Yamamoto (1979) demonstraram a ação tóxica da 2-tridecanona de extratos de *L. hirsutum* var. *glabratum* Mill., sobre diversas espécies de insetos, como *Manduca sexta* Cr. e *Keiferia lycopersicella*. De acordo com Williams et al (1980), esta resistência se deve a 2-TD presente nos tricomas glandulares da planta.

Lin Trumble e Kuamamoto (1987) quantificaram os teores de 2-tridecanona e 2-undeacanona em folhas de tomate *L. hirsutum* var. *glabratum* Mill. 'PI 134417'. Os autores constataram que a quantidade do aleloquímico varia com a idade da planta e com a posição das folhas na planta.

A espécie selvagem *L. hirsutum* var. *glabratum* Mill. 'PI 134417' apresentou média de teores de 2-TD, cerca de 7 vezes superior a *L. esculentum* Mill. 'TSWV-547', em quantificações através de método colorimétrico (Barbosa, 1994).

Lin e Trumble (1986) demonstraram que, na presença de tricomas glandulares em folhas de *L. hirsutum* var. *glabratum* Mill., ocorre de 95 a 97% de mortalidade em lagartas de primeiro ínstar de *Keiferia lycopersicella* comparados com 5,6 a 38,0% de mortalidade, quando estes foram removidos através de solução de etanol 70%.

França et al. (1984 a) constataram alto nível de resistência de *L. hirsutum* var. *typicum* Mill ('PI 127826', 'PI 127827', 'PI 126445'), *L. hirsutum* var. *glabratum* Mill. ('PI 126449', 'PI 134417', 'PI 134418') e *L. pennelli* Correl ('LA 716') a traça-do-tomateiro *T. absoluta* (Meyrick), em testes realizados em casa de vegetação, onde foi avaliado o número de ovos, minas e lagartas vivas por planta.

Altos teores de 2-TD em plantas de geração F<sub>4</sub>RC<sub>2</sub> do *Lycopersicon* spp estão ligados a mecanismos de resistência à traça-do-tomateiro *Tuta absoluta* Meyrick. do tipo não-preferência por oviposição e não-preferência por alimentação (Labory, 1996), e também antibiose (Gervásio, 1998).

Segundo Gonçalves (1996), a 2-tridecanona está presente nos tricomas glandulares de *L. hirsutum* var. *glabratum* Mill., e é responsável pelos altos níveis de resistência a duas espécies de ácaros do gênero *Tetranychus*, *T. urticae* Koch. e *T. ludeni* Zacher. Segundo a autora, a característica alto teor de 2-tridecanona é controlada por alelos recessivos de pelo menos 3 genes.

A 2-TD foi determinada através de técnica de cromatografia gasosa (Williams et al., 1980), esta de alto custo e de bastante dificuldade, para avaliação de um grande número de plantas, de uma população segregante. No entanto, Nienhuis et al. (1985) padronizaram uma nova metodologia para quantificação de 2-TD em folíolos de tomateiro, através de colorimetria, método rápido, de baixo custo e não destrutivo a nível de plantas. Este apresentou uma correlação de 0,95 quando comparado ao método de cromatografia gasosa.

### 2.5.2 Tricomas

Os aleloquímicos 2-tridecanona (2-TD) e 2-undecanona (2-UD), presentes nos tricomas foliares do tomateiro selvagem *Lycopersicon hirsutum* var. *glabratum* Mill. ('PI 134417'), têm sido citados como fatores de resistência a

diversas pragas do tomateiro, podendo ser incorporados em *L. esculentum* Mill. através de cruzamentos interespecíficos (Werckmeister, 1994).

Barbour Farrar Junior & Kennedy (1991), estudando a interação do nível de adubação (NPK) com a resistência do tomateiro a *Manduca Sexta* Cr. *Heliotis zea* Bod. e *Leptinotarsa decemlineata*, verificaram que tanto a resistência da linhagem 'PI 134417' devido a tricomas como devido a fatores da lamela foliar, decresceu com o aumento do nível de adubação. A redução devido aos tricomas manifestou-se com um aumento de sobrevivência de *Manduca sexta* Cr.

A ocorrência da 2-TD se dá em tricomas glandulares na superfície dos folíolos de *L. hirsutum* var. *glabratum* Mill. 'PI 134417', e está associada à presença de tricomas glandulares do tipo VI, apresentando também como fontes de resistência a artrópodes. A densidade destes tricomas está diretamente relacionada com o desenvolvimento das folhas (Snyder e Carter., 1985). Estes autores estudaram a relação existente entre a presença de diversos tipos de tricomas e a resistência a ácaros *Tetranychus* em híbridos de *L. esculentum* Mill. x *L. hirsutum* Mill., através de bioensaios onde foram avaliadas a sobrevivência e a fecundidade do artrópode.

Através de remoção de exsudatos de tricomas glandulares em folíolos de tomateiro *L. hirsutum* var. *glabratum* Mill. com a utilização de etanol como extrator, foi verificada diminuição considerável de resistência das plantas à *Heliotis zea* Bod. (Dimock et al. , 1983).

Existem sete tipos de tricomas que ocorrem 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 (Luckwill, 1943). Segundo Snyder et al. (1985), os tipos VI e VII apresentam as glândulas tetralobulares, sendo mais evidenciados em tricomas do *L. esculentum* Mill. que das do *L. hirsutum* Mill.

Farrar Junior e Kennedy (1987), estudando mecanismos de resistência de *L. hirsutum* var. *glabratum* Mill. e *L. esculentum* Mill. a *Heliothis zea* Bod., avaliaram índices nutricionais, mortalidade e crescimento larval em folhas desse genótipo, com e sem tricomas. Os autores concluíram que, tanto nos tricomas como na lâmina foliar, existiam fatores que provocavam mortalidade, diminuição de peso e redução do consumo alimentar.

Segundo Dimock e Kennedy (1983), as extremidades dos tricomas do tipo VI encontrados em *L. hirsutum* var. *glabratum* Mill. 'PI 134417', apresentaram em média 6,3ng de 2-TD por tricoma, o que corresponde a 44,6µg de 2-TD por cm<sup>2</sup> de superfície de folha; em *L. esculentum* Mill. foi encontrado em média 0,1µg de 2-TD por cm<sup>2</sup>.

### 3 Referências Bibliográficas

- BARBOSA, L.V. Controle genético e mecanismos de resistência em *Lycopersicon* spp à traça do tomateiro [*Scrobipalpuloides absoluta* (Meyrick, 1917) (Lep. Gelechiidae)]. Lavras: ESAL, 1994. 71p. (Dissertação - Genética e Melhoramento de Plantas).
- 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.
- BARBOUR, J. D.; FARRAR JUNIOR, R. R.; KENNEDY, G. G. Interaction of fertilizer regime with host-plant resistance in tomato. *Entomologia Experimentalis et Aplicata*, Amsterdam, v.60, n.3, p. 289-300, Aug. 1991.
- BARONA, H. G.; PARRA, A. S. & VALLEJO, C. F. C. Evaluacion de espécies silvestres de *Lycopersicon* sp., como fonte de resistência a *Scrobipalpuloides absoluta* (Meyrick) y su intento de transferência a *Lycopersicon esculentum* Mill. *Acta Agronômica*, Palmira, 39:34-45, 1989.
- BERLINGER, M. J. PESTS. In: ATHERTON, J. G. e RUDICH, J. The Tomato Crop: A scientific basic for improvement, 1986. P. 1-30.
- DELALIBERA JÚNIOR, I.; SOSA GOMEZ, D.; MORAES, G. J. Infection of *Mlononychellus tanajoa* (Acari: Tetranychidae) by the fungus *Neozygites* sp. (Entomophthorales) in northeastern Brazil. *Florida Entomologist*, v.75, n.1, p.145-147.1992.
- DIMOCK, M. B.; KENNEDY, G. G. The role of glandular trichomes in the Resistance of *Lycopersicon hirsutum* f. *glabratum* to *Heliothis zea*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, Dordrecht, v.33, p. 263-268, 1983.
- DIMOCK, M. B.; KENNEDY, G.G.; WILLIAMS, W.G.. Toxicity studies of analogs of 2-tridecanone, a naturally occurring toxicant from a wild tomato. *Journal of Chemical Ecology*, New York, 8(5): 837-42, 1982.
- EIGENBRONE, S. D.; TRUMBLE, J. T. Resistance to Beetle Armyworm, Hemipterans and *Liriomyza* spp. In: *Lycopersicon* Accessions. *Journal of American Society Horticultural Science*. Alexandria, v. 118, n. 4, p. 525-530, July 1993.

- FARRAR JUNIOR, R. R.; KENNEDY, G. G. Growth, food consumption and mortality of *Heliothis zea* (Bod.) larvae on foliage of the wild tomato *Lycopersicon hirsutum* f. *glabratum* and the cultivated tomato, *L. esculentum*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, Amsterdam, v.44, n.3, p. 213-219, Aug. 1987.
- FERY, R.L.; KENNEDY, G.G. Genetic analysis of 2-tridecanone concentration, leaf trichome characteristics, and tobacco hornworm resistance in tomato. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, Mount Vernon.112, n.5, p.886-91, 1987.
- FISHER, F.E. An *Entomophthora* attacking citrus red mite. *Florida Entomologist*, v.34, n.3, p.83-88, 1951.
- FLECHTMANN, C. H. W. *Ácaros de importância agrícola*. 6. Ed. SP: 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. 1560-163. Jan. 1970.
- FRANÇA, F. H.; MALUF, W. R.; ROSSI, P. E. F.; MIRANDA, J. E. C.; COELHO, M.C.F. Avaliação em tomates, visando resistência à traça-do-tomateiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 24, Jaboticabal, 1984. Resumos.. Jaboticabal, SOB: 1984 b. p. 143.
- FRANÇA, F. H.; MALUF, W. R.; ROSSI, P. E. F.; MIRANDA, J. E. COELHO, M. C. F. Resistência à traça-do-tomateiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 9, Londrina, 1984. Resumos... Londrina : SOB, 1984 a p.124.
- GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S. et al.. *Manual de entomologia agrícola*. 2. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1988. 649p.
- GIUSTOLIN, T.A Efeito dos aleloquímicos 2-tridecanona e 2- Undecanona presentes em *Lycopersicon* spp., sobre a biologia da traça do tomateiro, *scrobipalpoides absoluta* (Meyrick, 1917) Lepdoptera Gelechiidae. Piracicaba, ESALQ, 1991.155p.(Tese de Mestrado).

GONÇALVES-GERVÁSIO, RITA de CÁSSIA RODRIGUES, M. I. F. Aspectos biológicos e parasitismo de ovos de *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepdoptera:Gelechiidae) por *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera:Trichogrammatidae) em genótipos de tomateiro contrastantes quanto ao teor de 2-Tridecanona nos folíolos.Lavras: UFLA, 1998, 71p. (Dissertação-Entomologia).

GONÇALVES, M. I. F. Variação do teor de 2-tridecanona em folíolos de tomateiro e sua relação com a resistência a duas espécies de ácaros do gênero *Tetranychus*. Lavras: UFLA, 1996, 63p. (Dissertação-Genética e Melhoramento de Plantas).

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

KENNEDY, G. G. ; YAMAMOTO. R.T. ; DIMOCK, M. B.: WILLIAMS, W.G.; BORDNER, J. Effect of daylength and light intensity on 2-tridecanone levels and resistance in *Lycopersicon hirsutum* f. *glabratum* to *Manduca sexta*. *Journal of Chemical Ecology*, New York, v.7, p.707-716, 1981.

KENNEDY, G. G.; HENDERSON, W. R. A laboratory assay for resistance to the tobacco hornworm in *Lycopersicon* and *Solanum* spp. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, Alexandria, v. 103, n. 3, p. 334-336, May 1978.

KENNEDY, G. G.; YAMAMOTO, R, T. A Toxic Factor Causing Resistance in a Wild tomato to The Tobacco Hornworm and Some Other Insects. *Entomologia experimentalis et Applicata*, Amsterdam, v. 26, n.2, p. 121-126, Feb. 1979.

KENNEDY, G.G.; SORENSON, C.F. Role of glandular trichomes in the resistance of *Lycopersicon hirsutum* f. *glabratum* to Colorado potato beetle (Coleoptera: Chrysomelidae), *Journal of Economic Entomology*, College Park, v.78, p.547-55, 1985.

LABORY, C. R. G. Repetibilidade e Herdabilidade do teor de 2-tridecanona em folíolos de tomateiro e sua relação com a resistência a traça-do-tomateiro *scrobipalpuloides absoluta* (MEYRICK 1917). Lavras: UFLA, 1996, 49p. (Dissertação -Genética e Melhoramento de Planta).

- LIN, S.Y.H. TRUMBLE, J.T.; KUMAMOTO, J. Activity of volatile compounds in glandular trichomes of *Lycopersicon* species against two insect herbivores. *Journal of Chemical Ecology*, New York, 13(4): 837-50, 1987.
- LIN, S.Y.H.; TRUMBLE, J.T. Resistance in wild tomatoes to larvae of a specialist herbivore *Keiferia lycopersicella*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, Amsterdam, v. 41, p. 53-60, May 1986.
- LOURENÇÃO A. L. NAGAI, H. SIQUEIRA, W. J.; FONSECA, M.I.S. Seleção de linhagens de tomateiro resistentes a *Scrobipalpusoides absoluta* (Meyrick) *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 3, n. 1, p. 77, maio 1985.
- LUCKWILL, L.C. The genus *Lycopersicon*. An historical, biological, And taxonomic survey of the wild and cultivated tomatoes. Aberdeen University Press, Aberdeen, n.120, 44p. 1943
- MALUF, W.R. Melhoria Genética de Hortaliças: Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG.187p1995. (Apostila de aula).
- MENEZES, E. B. Pragas do tomateiro: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Dez.1992.
- MORAES, G.J. de ; LEITE FILHO, A. S. Aspectos biológicos do ácaro vermelho do tomateiro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 16, n. 3, p. 309-311, maio/jun. 1981.
- NIENHUIS, J.; KLOCKE, J.; LOCY, R.; BUTZ, A.; BALANDRIN, M. Colorimetric assay for 2-tridecanone mediated insect resistance in *Lycopersicon* species. *HortScience*, Alexandria, v.20, n.3, p.590. June, 1985.
- PAINTER, R.H. Insect resistance in crop plants. New York, The MacMillan Company, 1951. 520p.
- RICK, C.M. El tomate. *Investigacion y Ciencia*, Santo Domingo, 25:45-55, 1978.
- SCHALK, J.M. & STONER, A.K. A bioassay differentiates resistance to the Colorado potato beetle in tomatoes. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, Alexandria, 103(5):596-600, 1976.
- SELHIME, A.G.; MUMA, M.H. Biology of *Enlomophthora floridana* attacking *Eutetrarnychus banksi*. *Florida Entomologist*, v.49, n.3, p. 161-168, 1966.

- SILVA, C. A. D. ; LOURENÇÃO, A. L. ; MORAES, G.J. Resistência de tomateiros ao ácaro vermelho *Tetranychus evansi* Baker & Pritchard (Acari: Tetranychidae). **Anais da Sociedade Entomologica Brasileira**, Viçosa, v. 21, n. 1, p. 147-156, jul. 1992.
- SNYDER, J.C. & CARTER, C.D. Trichomes on leaves of *Lycopersicon hirsutum*, *L. esculentum* and their hybrids. **Euphytica**, Basel, 34:53-64, 1985.
- 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. de; REIS, P.R.; GOMES, J.M ; NACIF, A.P ; SALGADO, L. O. Traça-do-tomateiro, histórico, reconhecimento, biologia, prejuízos e controle. Belo Horizonte: EPAMIG, 1983. 14p. (Boletim técnico, 02).
- TAMAL, M.A. Avaliação de fungos entomopatogênicos para o controle de *Tetranychus urticae* (Koch.). Piracicaba: ESALQ, 1997, 85p. (Dissertação em Entomologia).
- TAYLOR, B. Biosistematics 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.
- WARNOCK, S. J. Natural habitats of *Lycopersicon* species. **Hortscience**, Alexandria, v. 26, n. 5, p. 466-471, May 1991.
- WEISER, J. *Triplosporium tetranychii* sp. (Phycomycetes, Entomophthoraceae), a fungus infecting the red mite *Tetranychus althaeae* Hanst. **Folia Parasitologica**, v.15, p.115-122, 1968.
- WERCKMEISTER, A. P. B., Toxicidade dos aleloquímicos 2-tridecanona e 2-undecanona em *Lycopersicon* spp., sobre *Helicoverpa zea* (Boddie, 1850) (Lep. Noctuidae) Piracicaba: ESALQ, 1994, 71p. (Dissertação - Entomologia).
- WESTON. P.A. ; JOHNSON. A.D.; BURTON, H. T., SNYDER, J.C. Trichome secretion composition, trichome densities, and spider mite resistance of ten accessions of *Lycopersicon hirsutum*. **Journal of American Society Horticultnral Science**, Alexandria, v. 114, n. 3, p. 492-498. May 1989.

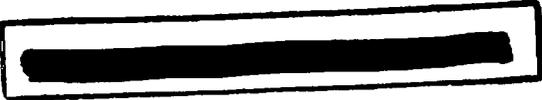
WILLIAMS, W. G.; KENNEDY, G. G.; YAMAMOTO, E. T.; THACKER, J. D.;  
BORDNER, J. 2-tridecanone - a naturally occurring insecticide from the wild  
tomato *Lycopersicon hirsutum* f. *glabratum*. *Science, Washington*, 207: 888-9,  
1980.

## CAPÍTULO 2

### Determinação de 2-tridecanona (2-td) em folíolos de linhagens avançadas e acessos de tomateiro, e identificação, classificação e quantificação de tricomas

#### 1 Resumo

Duas linhagens F<sub>3</sub>RC<sub>2</sub> ('TOM 600' e 'TOM 601') provenientes do cruzamento interespecífico de *L. esculentum* 'TSWV-547' x *L. hirsutum* var. *glabratum* Mill. 'PI 134417' ('TOM 600' e 'TOM 601'), identificadas por Labory (1996), foram analisadas juntamente com 'TOM 556' de *Lycopersicon esculentum* Mill. e 'PI 134417' de *L. hirsutum* var. *glabratum*, quanto ao teor do aleloquímico 2-tridecanona (2-TD). Num segundo experimento, foi realizada a classificação e quantificação de tricomas foliares nestes genótipos, e calculada a correlação existente entre teores de 2-TD e tricomas glandulares do tipo VI. As quantificações dos teores de 2-TD foram feitas pelo método colorimétrico (Nienhuis et al., 1985). Analisaram-se os extratos de 17, 10, 26 e 16 plantas individuais, respectivamente, dos genótipos 'TOM 556', 'PI 134417', 'TOM 600' e 'TOM 601'. Este ensaio foi realizado em casa de vegetação e laboratórios da UFLA, Lavras- MG em 1996. As leituras de absorbância a 540 nm foram expressos em moles de 2-TD/cm<sup>2</sup> de área foliar. Os teores médios de 2-TD dos genótipos expressos em x 10<sup>12</sup> moles/cm<sup>2</sup> de folha foram os seguintes: 'TOM 556' (64,29), 'PI 134417' (459,17), 'TOM 600' (374,32) e 'TOM 601' (244,46). Os teores de 2-TD encontrados em 'TOM 556', 'TOM 601' e 'TOM 600' correspondem a 14%, 52% e 81% encontrados em 'PI 134417'. O experimento 2 foi realizado no laboratório de Anatomia Vegetal do DBI, UFLA, Lavras, 1997, onde foi feita a classificação e quantificação dos tricomas de folíolos coletados do terço médio das plantas. Os folíolos foram fixados em álcool 70%, e usados na confecção de cortes paradérmicos, que foram montados em lâminas semipermanentes com safranina 0,1% em água+glicerina. As observações foram feitas em microscópio OLIMPUS CBB utilizando-se objetiva de 40X. 'TOM 556' apresentou tricomas não glandulares dos tipos II+III+V (2102/cm<sup>2</sup>/área foliar), glandulares dos tipos I+IV (106/cm<sup>2</sup>/área foliar), glandulares dos tipos VI (24/cm<sup>2</sup>/área foliar), glandulares dos tipos VII (119/cm<sup>2</sup>/área foliar). 'PI 134417' apresentou tricomas não glandulares dos tipos II+III+V (372/cm<sup>2</sup>/área foliar), glandulares dos tipos I+IV (668/cm<sup>2</sup>/área foliar), glandulares dos tipos VI (77/cm<sup>2</sup>/área foliar), glandulares dos tipos VII (10/cm<sup>2</sup>/área foliar). 'TOM 600' demonstrou possuir tricomas não glandulares dos tipos II+III+V



(2222/cm<sup>2</sup>/área foliar), glandulares dos tipos VI (61/cm<sup>2</sup>/área foliar), glandulares dos tipos VII (28/cm<sup>2</sup>/área foliar), a semelhança de 'TOM 601', com tricomas não glandulares dos tipos II+III+V (1796/cm<sup>2</sup>/área foliar), glandulares dos tipos VI (41/cm<sup>2</sup>/área foliar), glandulares dos tipos VII (12/cm<sup>2</sup>/área foliar). A alta correlação positiva ( $r=0,999$ ), entre concentrações de 2-TD nos folíolos e densidade de tricomas do tipo VI, confirma a associação da 2-TD aos tricomas glandulares de tipo VI.

## Determination of 2-tridecanone in leaflets of tomato plant advanced lines and accessions and identification, classification and quantification of trichomes

### 2 Abstract

In the first assay of this work we evaluated the 2-TD levels of 'TOM 600' and 'TOM 601', two  $F_5RC_2$  progenies originated from the cross of TSWV 547 x 'PI 134417' and identified by Labory (1996) along with 'TOM 556' (*Lycopersicon.esculentum* Mill.) and PI 13447 (*Lycopersicon.hirsutum* var. *glabratum* Mill.). In the second assay the trichomes were classified and quantified and the correlation between the levels of 2-TD content and Type VI trichomes was determined. The 2-TD levels were quantified by the colorimetric method (Nienhuis et al.,1985). Extracts of 17,10,26 and 16 individual plants of the genotypes 'TOM 556', 'PI 134417', 'TOM 600' and 'TOM 601', respectively, were assayed at the UFLA (Lavras, MG) greenhouse and chemistry laboratory and were repeated twice. The absorbance values at 540 nm were expressed in of 2-TD/cm<sup>2</sup> leaf area. The genotypes average levels of 2-TD were: 'TOM 556' (64.29), 'PI 134417' (459.17), 'TOM 600' (374.32) and 'TOM 601' (224.46) at the concentration of 10<sup>-2</sup> moles/cm<sup>2</sup> of leaf area. The average contents of 2-TD of the genotypes expressed in x10<sup>-12</sup> moles/cm of leaf area were the following: 'TOM556' (64.29), 'PI134417' (459.17), 'TOM600' (374.32) e 'TOM601' (244.46). The contents of 2-TD found in 'TOM556', 'TOM601' and 'TOM600' correspond to 14%, 52% and 81% of the contents found in 'PI 134417'. The second assay was carried out in the Plant Anatomy Laboratory, UFLA, Lavras, MG at 1997. The trichomes were classified at leaflets harvested at the medium of the plant. The leaflets were fixed at alcohol 70% and the cortes paradermics were arranged in semipermanent slides with safranin 1.0% in water and glycerin and observed in a 40X objective microscopes (OLIMPUS CBB). The results were: a) 'TOM 556' Type II+III+V non glandular trichomes (2102 /cm<sup>2</sup>/ foliar area), Type I+IV glandular trichomes (106 /cm<sup>2</sup>/ foliar area), Type VI glandular trichomes (24 /cm<sup>2</sup>/ foliar area), Type VII glandular trichomes (119 /cm<sup>2</sup>/ foliar area); b) 'PI 134417' Type II+III+V non glandular trichomes (372 /cm<sup>2</sup>/ foliar area), Type I+IV glandular trichomes (668 /cm<sup>2</sup>/ foliar area), Type VI glandular trichomes (77 /cm<sup>2</sup>/ foliar area), Type VII glandular trichomes (10 /cm<sup>2</sup>/ foliar area); c) 'TOM 600' Type II+III+V non glandular trichomes (2222 /cm<sup>2</sup>/ foliar area), Type VI glandular trichomes (61 /cm<sup>2</sup>/ foliar area), Type VII glandular trichomes (27 /cm<sup>2</sup>/ foliar area); d) 'TOM 601' Type II+III+V non glandular trichomes (1796 /cm<sup>2</sup>/ leaf area), Type VI glandular trichomes (41 /cm<sup>2</sup>/ leaf area), Type VII glandular trichomes (12 /cm<sup>2</sup>/ leaf area). Due to the high positive correlation ( $r=0.999$ ) between 2TD levels and the Type VI density in leaflets, this work confirmed high relation between these two characters.

### 3 Introdução

O tomateiro *Lycopersicon esculentum* Mill., segunda hortaliça mais consumida no mundo, é considerado um dos produtos de grande importância econômica e valor social, pela mão de obra que emprega direta ou indiretamente. Por ser um produto destinado à alimentação humana sob várias formas, ganhou importância maior com o crescimento dos grandes centros urbanos do país e o rápido desenvolvimento da indústria brasileira.

Mesmo não sendo uma hortaliça das mais ricas em nutrientes essenciais para o ser humano, o tomate possui, em abundância, o potássio, sendo também rico em algumas vitaminas (A, B1, B2, C).

No Brasil, plantam-se aproximadamente 55.000 ha, com uma produtividade média de 38.510 Kg/ha (IBGE, 1994). Os principais estados produtores são São Paulo, Bahia, Pernambuco, Minas Gerais e Goiás. O aumento da área de cultivo dessa solanácea favoreceu o desenvolvimento de pragas e doenças, afetando marcadamente a produção. A estreita base genética do tomateiro cultivado é em parte responsável pela sua suscetibilidade a grande número de pragas. Em consequência, o uso do controle químico aumentou desenfreadamente, para assegurar a produção, levando a uma crescente preocupação quanto à saúde pública e ao meio ambiente.

Novas alternativas de controle de pragas e doenças têm sido propostas, de forma a minimizar o uso de pesticidas, reduzindo também o custo de produção da cultura e a agressão ao meio ambiente.

Em espécies selvagens do gênero *Lycopersicon*, têm sido relatadas as fontes de resistência a diferentes artrópodes, considerados pragas do tomateiro, como ácaros, lepidópteros e a *Leptinotarsa decemlineata* Say. (Carter et al, 1989). Estas espécies podem ser usadas em programas de melhoramento para transferência de alelos de resistência para a espécie cultivada.

Dentre os materiais de tomateiro que podem ser usados como fontes de resistência, destaca-se o *Lycopersicon hirsutum* var. *glabratum* Mill. que apresenta nos folíolos os aleloquímicos 2-tridecanona (2-TD) e 2-undecanona (2-UD), substâncias que têm sido citadas como fonte de resistência a várias pragas (Williams et al. 1980; Dimock et al., 1983; Kennedy, 1984; Farrar Junior e Kennedy, 1988).

Gilardon e Benavent (1981), através da avaliação de 124 genótipos de tomateiro silvestres e cultivados, verificaram que as introduções 'PI 134417' e 'PI 134417-A' da espécie *L. hirsutum* var. *glabratum* Mill., apresentaram alto nível de resistência à traça-do-tomateiro *Tuta absoluta* Meyrick. As progênes derivadas do cruzamento desta espécie com *L. esculentum* Mill., quando avaliadas frente a essa praga em condições de campo, apresentaram-se resistentes. França et al. (1984) relatam que a antibiose e não preferência em *L. hirsutum* var. *glabratum* Mill. parecem ser os mecanismos de resistência envolvidos.

A 2-TD afeta a biologia da traça-do-tomateiro, alongando o período de desenvolvimento, e reduzindo a viabilidade larval, o peso das pupas, a fecundidade e a longevidade das fêmeas (Giustolin, 1991).

Nagai, Lourenção e Siqueira (1992) têm atenção voltada para pesquisas que visem introgressão da resistência a *Tuta absoluta* Meyrick., no tomateiro cultivado, usando como fonte a introdução 'PI 134417'.

Barbosa (1994), realizando o teste de não-preferência da traça-do-tomateiro *Tuta absoluta* Meyrick., para oviposição em folíolos de diferentes partes do tomateiro (inferior, mediano e superior), verificou uma nítida diferença entre os genótipos HI1, HI2, PI134417 e TSWV-547. Os 2 primeiros, linhagens selecionadas para alto teor de 2-TD (característica herdada do parental silvestre 'PI 134417') se destacaram como menos preferidos para oviposição pelo inseto, diferindo significativamente do parental suscetível *L. esculentum* Mill. 'TSWV-

547'. Um teste de não-preferência para alimentação também foi realizado verificando-se a ocorrência deste mecanismo de resistência, envolvendo a traça e o tomateiro.

Algumas espécies de *Lycopersicon* podem apresentar grandes variações em tricomas, glandulares ou não, unicelulares ou multicelulares. Nos glandulares, existe na extremidade apical, uma região secretora formada com uma estrutura semelhante a uma cutícula (Cutter, 1986). Luckwill (1943) descreveu, no gênero *Lycopersicon* sete tipos de tricomas: não glandulares (tipos II, III e V) e glandulares (I, IV, VI e VII). Os tipos VI e VII apresentam glândula multicelular, e possivelmente, o tipo VI, existente na espécie selvagem *L. hirsutum* seja o de maior importância na resistência a insetos. A densidade dos tricomas glandulares do tipo VI assume maior importância, para seleção indireta, em programas de melhoramento; pode ser influenciada por diversos fatores, como comprimento do dia, sendo observadas maiores densidades em dias longos (Good Junior & Snyder, 1988; Gianfagna, Carter e Sacalis, 1992); é influenciada também pela idade da planta: plantas velhas têm a densidade de tricomas glandulares do tipo VI reduzida (Lin et al., 1987).

A pilosidade pode agir tanto como 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 dos pêlos, que atuam diretamente sobre as pragas. A resistência química, por sua vez, deve-se aos exsudatos produzidos através dos tricomas glandulares (Norris e Kogan, 1980). Acredita-se que na extremidade desses pêlos esteja contido o maior teor da toxina 2-TD em plantas de *L. hirsutum* var. *glabratum* Mill. (Kennedy e Sorenson, 1985), sendo encontrada também em pequenas quantidades em *L. esculentum* Mill. (Fery e Kennedy, 1987). Os tricomas não glandulares podem atuar diretamente sobre os insetos, afetando sua oviposição, alimentação,

locomoção, ou seu comportamento em relação ao abrigo, através de sua densidade e tamanho. Tricomas glandulares liberam substância tóxicas, como a 2-tridecanona, em espécies silvestres de tomateiro, quando suas glândulas são rompidas, extravasa um líquido colante que pode prender os insetos à planta (Lara, 1991); além disso, a substância pode acumular-se no labium do inseto, impedindo a sucção da seiva (Gibson, 1971).

Cosenza e Green (1981), verificando as bases de resistência a *Heliothis zea* (Bod.) na cultura de tomate 'ENTRY 38', constataram a presença de não-preferência por esta linhagem. A causa principal desse fato se deve provavelmente ao exsudato dos tricomas glandulares que ocorreram nos frutos e nas sépalas.

Williams et al (1980) relataram que o aleloquímico 2-TD é o princípio ativo da resistência a insetos, encontrado em *L. hirsutum* var. *glabratum* Mill. 'PI 134417'. Segundo Kennedy e Sorenson (1985), a 2-TD está associada aos tricomas glandulares que revestem as folhas. Esta metil cetona é praticamente ausente no interior das folhas, estando concentrada mais na superfície das mesmas onde se encontram os tricomas glandulares.

Este trabalho se baseia no uso de uma metodologia para seleção indireta de genótipos de tomateiro (Barbosa 1994), para alto teores de 2-TD, visando a obter linhagens com níveis satisfatórios de resistência a artrópodes. Visa a identificação, classificação e quantificação de tricomas encontrados em duas linhagens avançadas de tomateiro ('TOM 600' e 'TOM 601', com altos teores da 2-TD) e as testemunhas: 'TOM 556' (*L. esculentum* Mill. com baixo teor de 2-TD) e 'PI 134417' (*L. hirsutum* var. *glabratum* Mill., alto teor de 2-T), e estudar a correlação existente entre tricomas glandulares e teor de 2-TD. Altas correlações entre teores de 2-TD e tricomas glandulares indicaram a possibilidade de que a quantificação destes tricomas também viesse a se tornar uma técnica auxiliar da seleção, visando resistência a artrópodes-pragas.

## 4 Material e Métodos

De acordo os objetivos deste trabalho, foram realizados dois experimentos distintos. O primeiro consistiu na determinação da 2-TD em folíolos de tomateiro de acessos contrastantes quanto ao teor deste aleloquímico e o segundo, na identificação, classificação e quantificação de tricomas glandulares e não glandulares nestes acessos.

### Experimento 1:

#### Determinação dos teores de 2-TD em acessos contrastantes quanto ao teor deste aleloquímico

O experimento foi executado sob condições de casa de vegetação com temperatura de  $20 \pm 6$  °C e Umidade relativa (%)  $75 \pm 15$  e Laboratórios da Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras - MG, (910m de altitude, 21° 14' de latitude Sul e 45° 00' de longitude W).

#### 4.1.1 Genótipos avaliados

Duas linhagens  $F_3RC_2$  provenientes do cruzamento de *L. esculentum* Mill. 'TSWV-547' x *L. hirsutum* var. *glabratum* Mill. 'PI 134417' previamente (Labory, 1996) designadas HI1 (26 plantas) e HI3 (16 plantas), e aqui designadas doravante 'TOM 600' e 'TOM 601', foram selecionadas para alto teor de 2-TD (Labory, 1996), e foram avaliadas quanto ao teor da 2-TD, juntamente com 17 plantas da linhagem *L. esculentum* Mill. 'TOM 556' e 10 plantas do acesso *L. hirsutum* var. *glabratum* Mill. 'PI 134417'.

#### 4.1.2 Determinação do teor de 2-tridecanona em folíolos

Misturou-se 0.29mL de propanona ( $CH_3COCH_3$ ) e 39.71mL de diclorometano ( $CH_2Cl_2$ ), preparando-se assim uma solução estoque com 100 nmoles/mL.

Diluiu-se 1.0 mL da solução estoque SE (100 nmoles/mL), em 49.0 mL de diclorometano, obtendo-se a solução padrão (SP).

Misturou-se 950 mL de etanol destilado na presença de boridreto de sódio ( $\text{NaBH}_4$ ), 50 mL HCl 1N e 0.1g. de 2,4 dinitrofenilhidrazina, obtendo-se a solução de 2-4 dinitrofenilhidrazina (SD).

Colocaram-se em nove tubos de ensaio, volumes crescentes em 0.1 mL da solução padrão-SP, completando-os para 1.0 mL com diclorometano. Em seguida, foram adicionados 4 mL da solução de 2,4-dinitrofenilhidrazina- SD, a cada um dos tubos, os quais foram cuidadosamente vedados e guardados na ausência de luz. Decorridos 40 minutos, adicionaram-se a cada tubo, 0.5 mL de NaOH 5N, agitando-se em seguida e deixando-os repousar por mais 10 minutos, na ausência de luz. O tubo “branco” recebeu todos os solventes, exceto a solução padrão -SP

Em cubetas, foram acondicionados 1.0 mL desta solução final, para leitura em espectrofotômetro a 540 nanômetros após ajuste do aparelho com o “branco”, tubo contendo 1.0 mL de diclorometano, 4 mL da SD e 0.5 mL de NaOH 5N.

Uma vez obtidas as absorvâncias das amostras, estas foram então submetidas a uma comparação junto a curva padrão realizada, de acordo com Barbosa (1994). Os teores foram expressos em  $10^{-12}$  mols.cm<sup>-2</sup> por folíolo.

#### **4.1.3 Obtenção e análise dos extratos de folíolos de tomateiro**

Recortaram-se 4 discos de folíolos jovens, de plantas com 50 dias de idade, o que foi feito sobre papel filtro em uma placa de isopor, utilizando um vazador de 3/8“ de diâmetro de polegada. Esses foram colocados em tubo de ensaio, evitando o contato direto com os tricomas presentes no folíolo, a fim de não danificá-los, uma vez que se presume que a metil cetona esteja contida nos mesmos.

Adicionou-se 1.0 mL de diclorometano a cada tubo, agitando-os por 30 segundos em aparelho Vortéx. Posteriormente, os 4 discos foram retirados do tubo de ensaio, tomando-se o cuidado de não esmagá-los na parede dos tubos. A cada tubo foram adicionados 4.0 mL da SD, aguardando-se por 40 minutos na ausência de luz. Passado este período, adicionaram-se 0.5 mL de NaOH 5N, agitando-se imediatamente os tubos e deixando-os em repouso por mais 10 minutos na ausência de luz. Tomou-se 1.0 mL deste extrato final em cubetas de leitura em espectrofotômetro, para leitura com o aparelho ajustado a 540 nanômetros e zerado com o "branco". A reação da 2,4-dinitrofenilhidrazina com a 2-TD promoveu uma coloração avermelhada, quando foi o caso, indicando a presença desta metil cetona. Os dados de absorbância foram expressos em  $10^{-12}$  moles de metil cetona/cm<sup>2</sup> de área foliar.

#### 4.2 Experimento 2: Identificação e quantificação dos tricomas

Este experimento foi conduzido no laboratório de Citologia e Anatomia Vegetal, do Departamento de Biologia da Universidade Federal de Lavras -MG.

Foram avaliadas as linhagens 'TOM 600' e 'TOM 601', identificadas com alto teor da 2-TD, e os tratamentos testemunhas 'TOM 556' (*L. esculentum* Mill. com baixo teor de 2-TD) e 'PI 134417' (*L. hirsutum* var. *glabratum*, com alto teor da 2-TD).

Foram tomadas 6 plantas de cada acesso aos 50 dias de idade, coletando-se 2 folíolos de cada planta do terço médio da mesma, os quais foram fixados em álcool etílico a 70% (Jensen, 1962) por 72 horas para depois serem utilizados na confecção de cortes paradérmicos.

Para cada um dos cortes paradérmicos, fazia-se a classificação, identificação e medição de comprimento dos tricomas conforme indicado a seguir.

#### **4.2.1 Cortes dos folíolos e montagem das lâminas semipermanentes**

Efetuar-se cortes paradérmicos nos folíolos, com auxílio de uma lâmina de aço, nas faces abaxial e adaxial, nas regiões apical, mediana e basal de cada face. Estes foram colocados em lâminas, e foram corados com safranina 0,1% em água + glicerina, sendo montadas lâminas semipermanentes que foram observados em microscópio OLIMPUS CBB, acoplado com uma câmara clara, usando-se a objetiva de 40x.

#### **4.2.2 Classificação dos tricomas**

Os tricomas foram classificados de acordo com a presença ou não de glândula em sua extremidade apical, formato das glândulas e comprimento dos mesmos, de acordo com a classificação de Luckwill (1943).

#### **4.2.3 Medição do comprimento dos tricomas**

Os tricomas foram projetados num campo de dimensões conhecidas com auxílio de uma câmara clara. Na projeção formada, desenhou-se uma linha por toda a extensão do tricoma projetado, o que representa o seu comprimento. Posteriormente a linha marcada foi medida com auxílio de um curvímeter, sendo então o comprimento encontrado convertido para micrômetros.

#### **4.2.4 Quantificação dos tricomas**

A quantificação foi realizada também com auxílio de projeção em campo de dimensão conhecida (item 2.2.3), onde os tricomas projetados foram contados, técnica esta adaptada de Labourian, Oliveira e Salgado-Labourian (1961), que a utilizaram para contagem de estômatos. Cada lâmina avaliada era cuidadosamente etiquetada com a identificação da referida planta de cada genótipo, a face do folíolo correspondente ao corte (abaxial ou adaxial), a região

do corte no folíolo (superior, mediana e inferior). De cada genótipo avaliado, utilizaram-se 6 plantas, tomando-se 2 folíolos de cada planta.

## 5 Resultados e Discussão

### 5.1 Determinação da 2-TD em folíolos de tomateiro

A análise dos dados obtidos demonstrou que houve diferenças significativas ao nível de 5% e 1% de probabilidade entre os genótipos avaliados, quanto a concentrações da 2-TD (Tabela 1).

TABELA 1. Resumo das análises de variância para concentração de 2-TD nos folíolos dos genótipos de tomateiro: 'TOM 556', 'TOM 600', 'TOM 601' e 'PI 134417'. UFLA, Lavras-MG, 1997.

C.V.	GL	QM	F
GENÓTIPO	3	787268,23	39,41**
PLANTA (GENÓTIPO)	66	14971,51	0,75NS
ERRO	70	19974,37	
TOTAL	139		

(\*) e (\*\*)- significativo ao nível de 5% e 1% de probabilidade, pelo Teste F.

Os teores médios de concentração da 2-TD foram significativamente diferentes ao nível de 5% de probabilidade para todos os genótipos avaliados (Tabela 2). O genótipo selvagem *L. hirsutum* var. *glabratum* Mill. 'PI 134417' teve teor de 2-TD cerca de 7 vezes maior que o *L. esculentum* Mill. 'TOM 556'. As linhagens 'TOM 600' e 'TOM 601', diferiram significativamente entre si e entre as testemunhas 'TOM 556' e 'PI 134417'. Em ambas, os teores de 2-TD

foram superiores aos encontrados em *L. esculentum* Mill., mostrando que as características de alto teor de 2-TD do 'PI 134417' foram transferidas para as linhagens.

TABELA 2. Teores médios de 2-TD em 4 genótipos: Linhagens da geração F<sub>3</sub>RC<sub>2</sub> 'TOM 600', 'TOM 601', 'TOM 556' e 'PI 134417'. UFLA, Lavras- MG, 1997.

Genótipos	Descrição	Concentração de 2-TD (10 <sup>-12</sup> moles/cm <sup>2</sup> )
TOM 556	Testemunha com baixo teor de 2-TD ( <i>L. esculentum</i> Mill.)	64,29 A
TOM 601	Linhagem com alto teor de 2-TD	244,46 B
TOM 600	Linhagem com alto teor de 2-TD	374,32 C
PI 134417	Testemunha com alto teor de 2-TD ( <i>L. hirsutum</i> var. <i>glabratum</i> Mill.)	459,17 D

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

Os teores médios de 2-TD, em 10<sup>-12</sup> moles/cm<sup>2</sup> de área foliar, foram de 64,29 (TOM 556'), 459,17 (PI 134417'), 374,32 (TOM 600') e 244,46 (TOM 601'). A relação de 7 vezes a concentração de 2-TD em folíolos de *L. hirsutum* var. *glabratum* Mill. (PI 134417'), em relação aos de *L. esculentum* Mill. (TOM 556'), verificada neste estudo, é semelhante à verificada por Barbosa (1994), estudando este mesmo acesso selvagem e a linhagem de *L. esculentum* Mill. 'TSWV 547' em traça-do-tomateiro.

Também neste estudo verificou-se uma superioridade no teor de 2-TD das progênies 'TOM 601' e 'TOM 600', que apresentaram respectivamente 3,8 e 5,8 vezes o teor de 2TD encontrado no parental recorrente 'TOM 556'.

A não significância do efeito de plantas dentro de genótipos (Tabela 1) demonstrou que as linhagens 'TOM 600' e 'TOM 601' encontram-se fixadas quanto a locos que controlam o teor de 2-TD nos folíolos, tendo sido recuperados 53.2% e 81.5%, respectivamente, dos níveis de 2-TD do 'PI 134417'. A progênie 'TOM 600' também apresentou frutos graúdos, o que a torna mais promissora no melhoramento de tomate, visando a resistência a pragas.

## **5.2 Identificação, classificação e quantificação de tricomas**

Para os genitores avaliados 'TOM 556' e 'PI 134417', juntamente com as linhagens 'TOM 600' e 'TOM 601', foi adotado o mesmo critério para identificação, quantificação e medição do comprimento de seus tricomas. O número dos tricomas foi expresso em unidade de área foliar (por cm<sup>2</sup> de folíolo). A classificação dos tipo de tricomas se baseia na presença ou não de glândulas na extremidade apical do tricoma, tamanho da glândula, formato da mesma e comprimento dos tricomas (Luckwill, 1943).

Foram identificados os seguintes tipos de tricomas foliares:

- Tricoma glandular do Tipo I: apresenta maior comprimento em comparação aos demais glandulares (1,5 - 2,5 mm), com presença de glândula unicelular em sua extremidade apical (Figura 1).

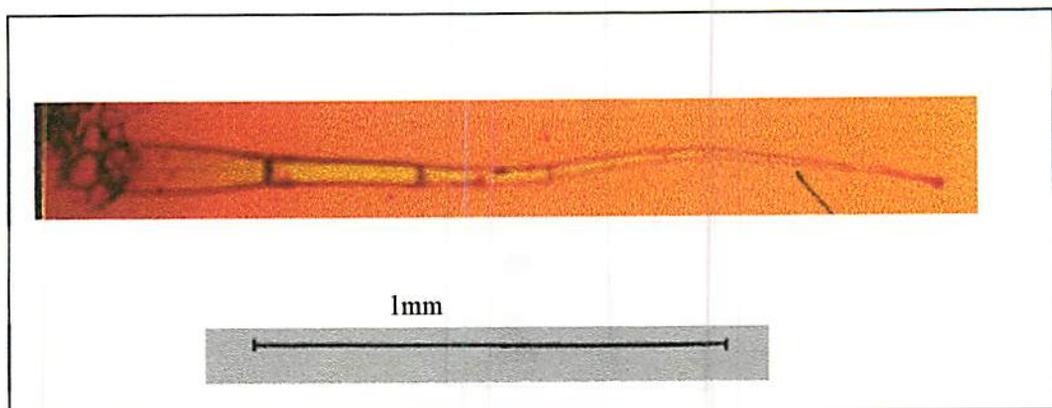


FIGURA 1. Tricomas glandulares Tipo I .

- Tricoma glandular do Tipo IV: assemelha-se ao Tipo I, tendo como diferença básica o seu comprimento (0,2 - 0,4 mm) (Figura 2).

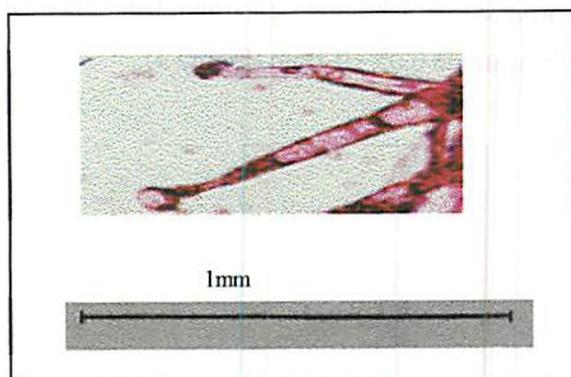


FIGURA 2. Tricomas glandulares Tipo IV- fotomicrografia obtida com objetiva 10X.

- Tricoma glandular do Tipo VI: Possui o corpo que se afila da base para a extremidade apical, encerrando na formação de uma glândula multicelular composta de 4 lóbulos; o comprimento varia (0,2- 0,4mm); é o de maior importância para resistência a artrópodes, e no mesmo estão contidas as maiores concentrações da 2-TD (Figura 3).

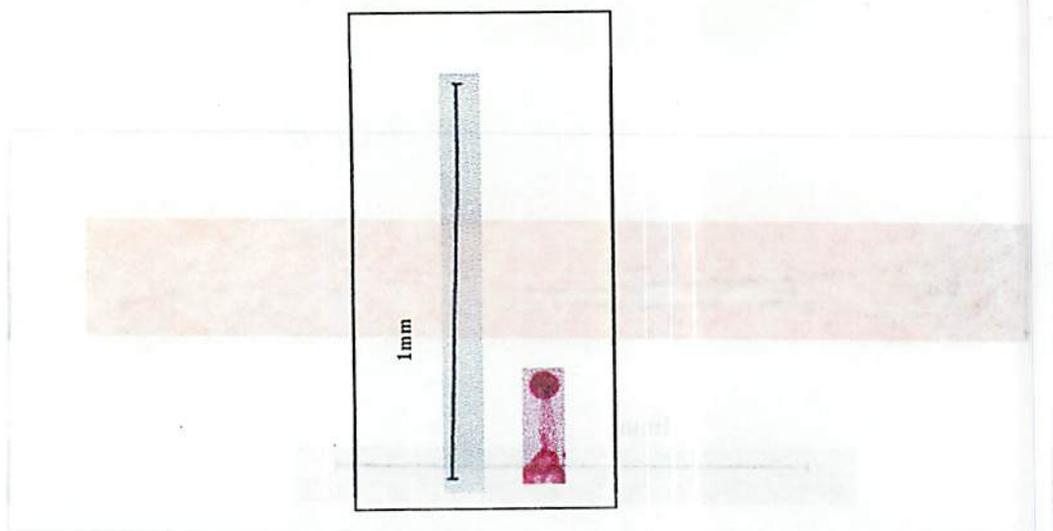


FIGURA 3. Tricomas glandulares do Tipo VI- fotomicrografia obtida com objetiva 40X.

• Tricoma glandular do Tipo VII: apresenta glândula multicelular composta de 4 lóbulos, bem mais evidenciada que a do Tipo VI; seu corpo mantém-se com diâmetro uniforme desde a base até a extremidade apical. É o menor tricoma, com comprimento de 0,05 - 0,1mm (Figura 4).

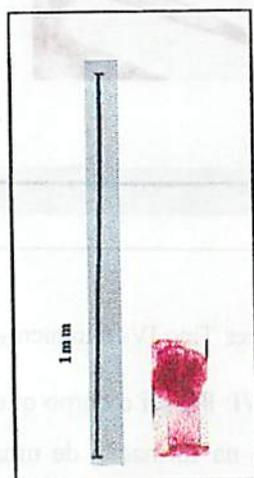


FIGURA 4 - tricomas glandulares Tipo VII.

• Tricomas não glandulares dos Tipos II, III e V são bastante semelhantes entre si, diferindo basicamente em comprimento. Estes têm importância secundária, no que se refere à resistência a artrópodes, uma vez que se acredita que os aleloquímicos naturais, como a 2-TD, estejam contidos nas glândulas presentes nos tricomas glandulares.

#### **5.2.1 Quantificação dos tricomas glandulares em 4 genótipos de tomateiro: 'TOM 556', 'TOM 600', 'TOM 601' e 'PI 134417'.**

A análise dos dados obtidos demonstrou que não houve diferenças significativas na densidade de tricomas não glandulares (tipos II+III+V) entre as faces avaliadas (abaxial e adaxial). Igualmente não significativa foi a interação genótipo x face ou as diferenças entre plantas dentro do mesmo genótipo. Houve diferenças significativas somente entre genótipos (Tabela 3).

TABELA 3. Resumo das análises de variância para densidade de tricomas não glandulares (Tipos II, III e V) nos genótipos: 'TOM 556', 'TOM 600', 'TOM 601' e 'PI 134417'. UFLA, Lavras-MG, 1997.

CV	GL	QM	F
Genótipo	3	2621.33385	644.75**
Erro (A)	20	4.06566	
Faces	1	39.76003	0.62 <sup>ns</sup>
Faces* Genótipo	3	167.07536	2.62 <sup>ns</sup>
Erro (B)	116	63.84008	
Total	143		

TABELA 4. Resumo das análises de variância para densidade de tricomas glandulares do Tipo VI nos genótipos: 'TOM 556', 'TOM 600', 'TOM 601' e 'PI 134417'. UFLA, Lavras-MG, 1997.

CV	GL	QM	F
Genótipo	3	193.878601	14.62**
Erro (A)	20	13.263889	
Faces	1	17.361111	1.01 <sup>ns</sup>
Faces* Genótipo	3	39.634774	2.30**
Erro (B)	116	17.232067	
Total	143		

Verificaram-se diferenças significativas no número de tricomas glandulares tipo VI entre os genótipos estudados (Tabela 4 e 5). O parental selvagem 'PI 134417', apresentou maior número de tricomas tipo VI, enquanto o tomateiro cultivado 'TOM 556' apresentou o menor número. As linhagens 'TOM 600' e 'TOM 601' apresentaram densidade de tricomas tipo VI intermediárias relativamente aos genitores, e a primeira teve valores que não diferiram do genitor selvagem 'PI 134417'. Isto mostra que a característica para alta densidade de tricomas do Tipo VI, originalmente presente em *L. hirsutum* var. *glabratum* Mill., foi efetivamente incorporada em linhagens de *L. esculentum* Mill.

TABELA 5. Número médio de tricomas glandulares do Tipo VI nos genótipos de tomateiro: 'TOM 556', 'TOM 600', 'TOM 601' e 'PI 134417'. UFLA, Lavras-MG, 1997.

Genótipos	Tricomas glandulares Tipo VI por cm <sup>2</sup>
TOM 556	24.07 A
TOM 601	41.20 AB
TOM 600	61.11 BC
PI 134417	77.31 C

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

Observou-se, com as quantificações realizadas nos genótipos avaliados, uma maior predominância de tricomas glandulares (tipos: I, IV e VI) no genitor selvagem *L. hirsutum* var. *glabratum* Mill. ('PI 134417') quando comparado ao *L. esculentum* ('TOM 556'). Os tricomas glandulares do tipo VI mostraram-se em maiores densidades no 'PI 134417' e também nas linhagens avançadas 'TOM 600' e 'TOM 601'. Estudos anteriores de Labory (1996) confirmaram a resistência destes 3 genótipos à *Tuta absoluta* Meyrick. Conclui-se portanto sobre a importância dos tricomas tipo VI para resistência a insetos, pois, nestes está contida a 2-TD em maiores concentrações, confirmando trabalhos realizados anteriormente, como os de Kennedy & Yamamoto (1979) (Tabela 6).

TABELA 6. Densidade de tricomas glandulares em genótipos de tomateiro: 'TOM 556', 'TOM 600', 'TOM 601' e 'PI 134417'. UFLA, Lavras-MG, 1997.

Genótipos	Tricomas por cm <sup>2</sup>			
	Não glandular Tipo II+III+V	Glandular Tipo I+IV	Glandular Tipo VI	Glandular Tipo VII
TOM 556	2102	106	24	119
TOM 601	1796	0	41	12
TOM 600	2222	0	61	28
PI 134417	372	668	77	10

O processo que levou à obtenção das linhagens 'TOM 600' e 'TOM 601' baseou-se nas gerações segregantes, a partir do cruzamento interespecífico *L. esculentum* Mill. x *L. hirsutum* var. *glabratum* Mill., em seleção de genótipos com base no seu alto da 2-TD, (Barbosa, 1994; Gonçalves, 1996; Labory, 1996). Um aumento no teor de 2-TD resultou em maior nível de resistência à traça *Tuta absoluta* Meyrick. (Barbosa, 1994; Labory, 1996), e aos ácaros do gênero *Tetranychus* (Gonçalves, 1996). Em nenhuma ocasião, foi feita a seleção diretamente com base no teor de tricomas glandulares do tipo VI. Altas densidades de tricomas tipo VI em 'TOM 600' e 'TOM 601' foram, portanto, resultado de uma resposta correlata à seleção para maior teor de 2-TD, indicando uma associação desta metil-cetona aos referidos tricomas. Fica também claro que a excessiva pilosidade aparente em *L. hirsutum* var. *glabratum* Mill. deve-se

em grande parte, aos tricomas do tipo I e IV, e não se reflete em linhagens com alto teor de 2-TD como 'TOM 600' e 'TOM 601', onde os tricomas tipo VI, embora mais numerosos que no 'TOM 556' (com baixo teor de 2-TD), não chegam a causar obstáculos ao uso comercial das linhagens, uma vez que a pilosidade de 'TOM 600' e 'TOM 601' não é distinguível macroscopicamente da do 'TOM 556'.

### 5.3 Correlação entre teor de 2-TD e tricomas glandulares do Tipo VI

Os teores de 2-TD, encontrados nos folíolos estudados, correlacionaram-se positivamente ( $r=0.9881$ ) com a densidade de tricomas glandulares do tipo VI, nos genótipos de *Lycopersicon* estudados (Figura 5).

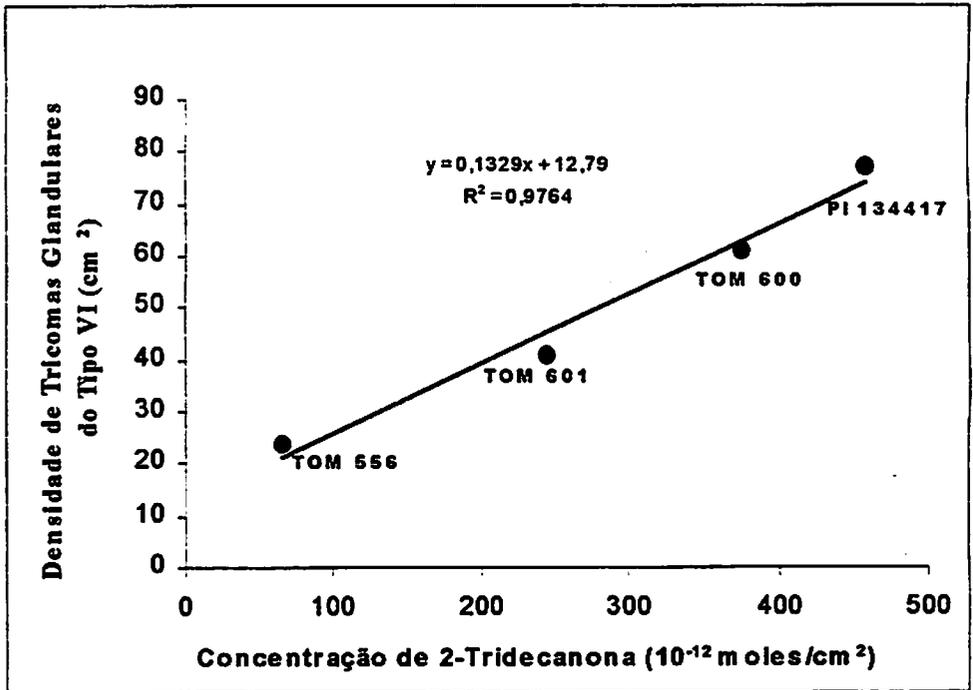


FIGURA 5. Equação de regressão linear para concentração de 2-tridecanona em função da densidade de tricomas glandulares Tipo VI. UFLA, Lavras-MG, 1997.



A exemplo do que demonstrou Barbosa (1994), a respeito da seleção indireta para resistência a artrópodes, através da seleção para altos teores de 2-tridecanona nos folíolos, a avaliação do número de tricomas glandulares tipo VI também parece revelar-se promissora, como técnica indireta de seleção para resistência a artrópodes. Cortes foliares paradérmicos são pouco onerosos, não muito destrutivos a nível de plantas; e a densidade de tricomas tipo VI reflete adequadamente o teor de 2-TD a ser encontrado nos folíolos.



## 6 Conclusões

A espécie silvestre *L. hirsutum* var. *glabratum* ('PI 134417') apresentou, de modo geral, maior densidade de tricomas glandulares em seus folíolos e maiores concentrações da 2-TD, quando comparada à espécie cultivada *L. esculentum* Mill. ('TOM 556');

A quantidade de tricomas do Tipo VI, em 'TOM 601', 'TOM 600' e 'TOM 556', foi 53.24%, 79.22% e 31.16% dos de 'PI 134417'. A variação no número de tricomas do Tipo VI acompanhou a variação do teor de 2-TD nos mesmos genótipos, sendo para 'TOM 601', 'TOM 600' e 'TOM 556' respectivamente, 53,23%, 81,52% e 14% dos de 'PI 134417';

Demonstrou-se que a seleção para maior teor de 2-TD nos folíolos, leva à obtenção de maiores densidades de tricomas tipo VI nos mesmos;

A seleção para maiores densidades de tricomas tipo VI é válida como técnica indireta de seleção para resistência a artrópodes em *Lycopersicon*;

As linhagens 'TOM 600' e 'TOM 601' já se encontram fixadas quanto aos locos que conferem o teor de 2-TD nos folíolos.

## 7 Referências Bibliográficas

ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL. Rio de Janeiro: IBGE, 1994

- BARBOSA, L.V. Controle genético e mecanismos de resistência em *Lycopersicon* spp à traça do tomateiro [*Scrobipalpuloides absoluta* (Meyrick, 1917) (Lep. *Gelechiidae*)]. Lavras: ESAL, 1994, 71p. (Dissertação - Genética e Melhoramento de Plantas).
- 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, Brasília, 1984. Resumos... Brasília, SEB,p. 125.
- CARTER,C.D.; SACALIS,J.N.; GIANFAGNA,T.J. Zingiberene and Resistance to Colorado Potato Beetle in *Lycopersicon hirsutum* f. *hirsutum*. *J. Agric. Food. Chem.*,v.37, p.206-210, 1989.
- COSENZA, R. W. *Ciência e Cultura.*, 33: 424-427, 1981.
- CUTTER, E. G. *Anatomia Vegetal, Parte I Células e Tecidos*. 2. Ed. São Paulo: Roca, 1986. 303p.
- DIMOCK, M. B.; KENNEDY, G. G. The role of glandular trichomes in the Resistance of *Lycopersicon hirsutum* f. *glabratum* to *Heliothis zea*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, Dordrecht, v.33, p. 263-268, 1983.
- FARRAR JUNIOR, R. R.; KENNEDY, G. G. 2- Undecanona, a pupal mortality factor in *Heliothis zea*: sensitive larval stage and in planta activity in *Lycopersicon hirsutum* f. *glabratum*. *Entomologia experimentalis et applicata*, Dordrecht, v. 47, n. 3, p. 205- 210, Jun. 1988.

- FRY, R.L.; KENNEDY, G.G. Genetic analysis of 2-tridecanone concentration, leaf trichome characteristics, and tobacco hornworm resistance in tomato. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, Mount, v.112, n.5, p.886-91, 1987.
- FRANÇA, F. H MALUF, W. R.; ROSSI, P. E. F; COELHO, M. C. F.em tomate à traça-do-tomateiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 9, Londrina, 1984. Resumos...
- GIANFAGNA, T. J.; CARTER, C. D. ; SACALIS, J. N. Temperature and Photoperiod Influence Trichome density and Sesquiterpene Content of *Lycopersicon hirsutum* f *hirsutum*. *Plant Physiology*. Lancaster, V.100, n.3, p. 1403-1405, Nov.1992.
- GIBSON, R. W. Glandular hairs provinding resistance to aphids in certain wild potato especies, *Ann. Apl. Biology*, n. 68, p. 113-119, 1971.
- GILARDON, E. M.; BENAVENT, J.M. Resistência a la polilla del tomate *Scrobipalpula absoluta* (Meyr.). In: REUNION NACIONAL DE LA SOCIEDAD ARGENTINA DE OLERICULTURA, 4, Salta, 1981. p.18.
- GIUSTOLIN, T.A .Efeito dos aleloquímicos 2-tridecanona e 2- Undecanona presentes em *Lycopersicon* spp., sobre a biologia da traça do tomateiro scrobipalpuloides absoluta ( Meyrick, 1917) Lepdoptera Gelechiidae.Piracicaba, ESALQ, 1991. 155p. (Tese de Mestrado).
- GONÇALVES, M. I. F. Variação do teor de 2-tridecanona em folíolos de tomateiro e sua relação com a reistência a duas espécies de ácaro do gênero *Tetranychus*. Lavras: UFLA, 1996, 63p.(Dissertação - Genética e Melhoramento de Plantas
- GOOD JÚNIOR, D. E.; SNYDER, J. C.Seasonal variation of leaves na Mite resistance of *Lycopersicon* interespecif hybrids. *HORTSCIENCE*. 23(5): 891-894.1988.
- JENSEN, W. A. **BOTANICAL HISTOCHEMISTRY**; Principles and practice. San Francisco, W. H. Freeman, 1962. 408p.

- KENNEDY, G. G. 2- Tridecanone, tomatoes and *Heliothis zea*: Potential Incompatibility of plant antibiosis with insecticidal control. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, Amsterdam, v. 35, n. 3, p. 305-311, 1984. Londrina, SEB, 1984. p.124.
- KENNEDY, G.G.; SORENSON, C.F. Role of glandular trichomes in the resistance of *Lycopersicon hirsutum* f. *hirsutum* to Colorado potato beetle (Coleoptera: Chrysomelidae) *Journal of Economic Entomology*, College Park, v.78, p.547-551, 1985.
- LABORY, C. R. G. Repetibilidade e herdabilidade de teor de 2- tridecanona em tomateiro e sua relação com a resistência a artrópodes - pragas. Larvas: UFLA, 1996, (Dissertação-Genética e Melhoramento de Plantas).
- 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 aos insetos. 2. Ed., São Paulo: Ícone, 1991. 336p.
- LIN, S. Y. H.; TRUMBLE J. T.; YAMAMOTO, J. Activity of volatile compounds in glandular trichomes of *Lycopersicon* species against two insect herbivores. *Journal of Chemical Ecology*, New York, 13, n. 4, p. 837- 850, 1987.
- LUCKWILL, L.C. The genus *Lycopersicon*. An historical, biological, And taxonomic survey of the wild and cultivated tomatoes. Aberdeen University Press, Aberdeen, n.120, 44p. 1943
- NAGAI, H.; LOURENÇÃO, A.L.; SIQUEIRA, W.J. Tomato breeding for resistance to diseases and pests in Brazil. *Acta Horticulturae*, n.301, p.91-97, 1992.
- NIENHUIS, J.; KLOCKE, J.; LOCY, R.; BUTZ, A.; BALANDRIN, M. Colorimetric assay for 2-tridecanone mediated insect resistance in *Lycopersicon* species. *HortScience*, Alexandria, v.20, n.3, p.590. June, 1985. (abstract).

- NORRIS, D.M.; KOGAN, M. Biochemical and morphological bases of resistance. In: MAXWELL, F.G. e JENNINGS, P.R. **Breeding plants resistance to insects**, New York. John Wiley, p.23-61, 1980.
- WESTON, P. A.; SNYDER, J. C. Thumbtack Bioassay: A Quick Method for Measuring Plant Resistance to Twospotted Spider Mites (Acari: Tetranychidae). 1990. **J. Entomol.** 83(2): 500-504.
- WILLIAMS, W. G.; KENNEDY, G. G.; YAMAMOTO, E. T.; THACKER, J. D. & BORDNER, J. 2-tridecanone - a naturally occurring insecticide from the wild tomato *Lycopersicon hirsutum* f. *glabratum*. Science, Washington, 207: 888-9, 1980.

## CAPÍTULO 3

**Relação de 2-tridecanona com a resistência a ácaro rajado *Tetranychus urticae* Koch.**

### 1 Resumo

A 2-tridecanona (2-TD), uma metil cetona presente em folíolos de tomateiro, em maiores concentrações nos tricomas glandulares do tipo VI, é o aleloquímico natural possivelmente responsável por elevados níveis de resistência ao ácaro rajado *Tetranychus urticae* Koch. A incorporação da característica alto teor de 2-TD, associada a tricomas glandulares do tipo VI em espécies cultivadas de tomateiro, pode favorecer a seleção de linhagens de tomateiro também resistentes a ácaros. Este trabalho teve por objetivo, avaliar a resistência a ácaros *Tetranychus urticae* Koch., através de teste de repelência. O ensaio foi realizado na Fazenda Palmital, Município de Ijaci- MG, em 1997. Foram utilizadas 6 plantas de cada genótipo: 'TOM 556' (*Lycopersicon esculentum* Mill.) e 'PI 134417' (*L. hirsutum* var. *glabratum* Mill.), juntamente com as linhagens 'TOM 600' e 'TOM 601', para avaliar a resistência (repelência) ao ácaro rajado, através de um Teste de repelência, proposto por Weston e Snyder (1990). Obteve-se alta correlação negativa ( $r = -0,988$ ) entre concentração de 2-TD nos folíolos e as distâncias percorridas pelos ácaros nos folíolos nos tempos estudados (20, 40 e 60 minutos). Com base nestes resultados pode-se concluir que o aleloquímico 2-TD, presente em tricomas do tipo VI, foi o que determinou a resistência (repelência) ao ácaro rajado.

## **Relation of 2-Tridecanone with spider mite resistance *Tetranychus urticae* Koch. resistance**

### **2 Abstract**

The 2-tridecanone (2-TD), a methyl ketone present in tomato leaflets, and in higher concentrations in Type VI trichomes, is a natural allelopathical compound possibly responsible for high spider mite *Tetranychus urticae* Koch. resistance. The high levels of 2-TD characters incorporation, associated with Type VI trichomes in cultivated tomato species can be useful for the selection of spider mite resistant lines. Our study conducted to evaluate the spider mite resistance. By the Repellency bioassay. This work was carried out at the Palmital Farm, Ijaci, Minas Gerais at 1997. Six plants of the genotypes TOM 600 and TOM 601 were used to evaluate the spider mites (repellency) by the Repellency bioassay, suggested by Weston and Snyder (1990). As results we obtained: high negative correlation ( $r=-0.988$ ) between leaflets 2-TD levels and the distance moved by the spider mites at 20, 40 and 60 minutes. Based on these results one concludes that the allelopathical compound, 2-TD, present in Type VI trichomes was determinant for the arthropods resistance of tomato plants.

### 3 Introdução

O Ácaro rajado *Tetranychus urticae* Koch. pode ser considerado um problema sério na cultura do tomateiro, quando presente em grandes populações, principalmente ao encontrar condições propícias ao seu desenvolvimento, ou seja, combinação de tempo quente e seco, e plantas suscetíveis. Os ácaros são mais ativos em temperaturas entre 15-37°C; sendo que, no verão, uma nova geração pode desenvolver-se a cada 10-13 dias e, no inverno, a cada 26-34 (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 artrópodes também leva à diminuição no número e tamanho, induzindo-os a maturação precoce e baixo 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 a 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.

Entomologistas e melhoristas vêm buscando alternativas de controle para artrópodes, com o desenvolvimento de cultivares resistentes. Stoner (1968) relatou a utilização de cultivares resistentes a determinados artrópodes, por

vários anos nos Estados Unidos, com o intuito de reduzir os males dos pesticidas ao meio ambiente. Algumas fontes de resistência a artrópodes-praga do tomateiro, têm sido identificadas em espécies do gênero *Lycopersicon* (Stoner, 1968). Alguns trabalhos tem sido realizados com espécies selvagens, as quais são resistentes a ácaros, pulgões, traça-do-tomateiro e mosca branca (Gonçalves, 1996; Flechtmann, 1989; Barbosa, 1994; Labory, 1996; França et al, 1984; Juvik et al, 1982; Tingey, 1982, Kennedy e Wamamoto, 1979).

Já se tem relatos de boas fontes de resistência a artrópodes, nas espécies selvagens de tomateiro *Lycopersicon hirsutum* var. *typicum* Mill., *Lycopersicon hirsutum* var. *glabratum* Mill., *Lycopersicon peruvianum* (L.) Mill e *Lycopersicon pennellii* (Correl.) D'Arcy (França et al. 1984). Algumas dessas espécies silvestres já vêm sendo utilizadas em programas de melhoramento, com o intuito de transferência destes fatores de resistências para artrópodes e a espécies cultivadas. Alguns acessos de *Lycopersicon hirsutum* var. *glabratum* Mill. como o 'PI 134417' têm sido estudados extensivamente, como fontes de resistência a ácaros, lepdópteros e outros (Carter et al, 1989, Gonçalves,1996, Labory, 1996, França et al., 1984).

O acesso silvestre *Lycopersicon hirsutum* var. *glabratum* Mill. ('PI 134417'), mostra-se como sendo uma fonte promissora para resistência a artrópodes, podendo ser explorada em programas de melhoramento, através de cruzamentos com espécie cultivada de tomateiro. A resistência existente neste acesso é conferida por elevados teores da 2-TD, que está presente em tricomas glandulares presentes nos folíolos do tomateiro. Estudos de mecanismos de resistência (em tomateiro) a artrópodes têm sido associados aos tricomas glandulares que revestem as folhas, cujas extremidades podem conter a 2-TD (Kennedy e Soreson, 1985). O teor da 2-TD está altamente relacionado com a resistência (não-preferência) a ácaros. Este aleloquímico determina a resistência aos ácaros *T. urticae* Koch. e *T. ludeni* Zacher., em gerações segregantes

derivadas do cruzamento interespecífico entre *L. esculentum* Mill. 'TSWV-547' e *L. hirsutum* var. *glabratum* Mill., (Gonçalves, 1996).

Este trabalho tem por objetivo, avaliar a repelência a ácaros *Tetranychus urticae* Koch. de genótipos de tomateiro, e sua correlação com o teor de 2-TD e a densidade de tricomas tipo VI, em folíolos destes genótipos.

## 4 Material e Métodos

### 4.1 Local da realização do experimento

O presente experimento foi realizado no mês de Novembro de 1997, na Fazenda Palmital, Município de Ijací-MG (21°14'16" de latitude Sul e a 45°08'00" de longitude, com uma altitude média de 918m em relação ao nível do mar). O ensaio foi realizado em câmara a 16 °C de temperatura e 68% de Umidade relativa.

### 4.2 Progênies avaliadas

Foram avaliadas: a) duas linhagens avançadas 'TOM 600' e 'TOM 601', previamente identificadas como possuindo alto teor da metil cetona 2-TD, e alta densidade de tricomas glandulares do Tipo VI, b) tratamentos testemunha: (linhagens 'TOM 556' e 'TOM 584' da espécie *L. esculentum* Mill., com baixo teor de 2-TD) e 'PI 134417' (acesso de *L. hirsutum* var. *glabratum* Mill., com alto teor da metil cetona).

### **4.3 Obtenção das linhagens avaliadas**

As linhagens avançadas e selecionadas para alto teores de 2-Tridacanona, 'TOM 600' e 'TOM 601' são resultantes do cruzamento de espécie cultivada de tomateiro *Lycopersicon esculentum* Mill. com espécie silvestre *Lycopersicon hirsutum* var. *glabratum* Mill. ('PI 134417'). O processo de obtenção destas linhagens foi o descrito por Barbosa (1994), Gonçalves (1996) e Labory (1996).

### **4.4 Instalação do experimento e tratos culturais**

O experimento foi conduzido em Novembro de 1997, em 6 repetições (blocos), sendo que cada bloco constituiu-se na amostragem de 1 folíolo de cada planta de cada genótipo, de modo que foram testados os 5 genótipos em cada repetição (bloco).

As sementes correspondentes aos genótipos estudados foram semeadas em bandejas plásticas, com capacidade para 3,0 Kg de substrato; depois repicadas para bandejas de isopor de 128 células e, posteriormente, transplantados para vasos de 10 cm. Foi usado o substrato comercial Plantimax, misturado com casca de arroz carbonizada na proporção de 1:2, mais superfosfato simples. Depois de transplantadas para vasos, fez-se uma distribuição de forma aleatória, através de sorteio, dos vasos com as plantas, sobre bancadas montadas em casa de vegetação e, diariamente, receberam os tratos culturais adequados à cultura.

### **4.5 Teste de repelência dos genótipos a ácaros *T. urticae* Koch.**

A resistência ao ácaro rajado *T. urticae* Koch. foi quantificada através do teste de repelência desenvolvido por Weston e Snyder (1990), usado também por Gonçalves (1996). Para cada repetição, foram fixados 5 folíolos (um de cada genótipo) sobre uma folha de papel do tipo ofício, em uma placa de isopor.

No centro de cada folíolo, foi presa uma tachinha metálica, sobre a qual foram depositadas com o auxílio de um pincel, 10 ácaros fêmeas (*Tetranychus urticae* Koch.) medindo-se em seguida as distâncias médias percorridas pelos ácaros ao longo do tempo (20, 40 e 60 minutos). Cada placa de isopor com 5 folíolos de cada genótipo constituiu uma repetição, totalizando todo o ensaio em 6 repetições (blocos).

Foram medidas com uma régua, as distâncias percorridas pelos ácaros, na superfície da folha, após 20, 40 e 60 minutos. 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 ácaros utilizados neste experimento foram coletados a partir de plantas de feijoeiro com alto índice de infestação pelo artrópode, e foram identificados como sendo da espécie *Tetranychus urticae* Koch.

Os dados do experimento foram analisados para cada tempo decorrido (20, 40 e 60 minutos), determinando-se as distâncias médias percorridas pelos ácaros em cada folíolo estudado. Foi também calculada a regressão linear entre teor de 2-tridecanona e a densidade de tricomas tipo VI dos genótipos (previamente determinado no capítulo anterior), e a distância média percorrida pelos ácaros nos respectivos folíolos. 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.

## 5 Resultados e Discussão

### 5.1 Repelência a ácaros *Tetranychus urticae* Koch. em *Lycopersicon* spp.

#### 5.1.1 Testemunhas

Houve diferenças significativas a 1% de probabilidade, nas distâncias percorridas pelos ácaros nos tempos avaliados (20, 40 e 60 minutos), para todos os genótipos e para a interação genótipo x tempo. O desdobramento das análises tempo dentro de genótipo demonstraram que houve diferenças significativas apenas para os genótipos 'TOM 556' e 'TOM 584', que apresentaram baixo teor de 2-TD. Entretanto, ficou evidenciado, com bases nos dados obtidos, que em qualquer tempo avaliado (20, 40 ou 60 minutos), as diferenças das distâncias percorridas pelos ácaros, nos folíolos, distinguem claramente os 5 genótipos estudados (Tabela 7). Grandes aumentos nas distâncias percorridas ao longo do tempo aconteceram somente nas linhagens com baixo teor de 2-TD ('TOM 556' e 'TOM 584'). Nos três genótipos com alto teor de 2-TD, o incremento nas distâncias percorridas ao longo do tempo foi pequeno (Figura 6).

TABELA 7. Resumo das análises da variância para o experimento de distância média percorrida pelo ácaro após 20, 40 e 60 minutos. UFLA, Lavras - MG, 1998.

CAUSAS VARIACAO		GL	QM	F	NS
REPETIÇÕES	5	13,22098	2,339996	0,0794	ns
GENOTIPOS	4	113,8224	20,14556	0	**
ERRO A	20	5,65			
TEMPOS	2	45,08011	24,31593	0	**
TEMPOS * GENOTIPO	8	9,823722	5,298855	0,0001	**
ERRO B	50	1,853933			
TOTAL	89				
Desdobramento de Tempo d. Genótipo					
$R^2$					
Tempo d. TOM 556	2	57,7639	31,15749	0	**
Regressão	1	106,7192	57,56368	0	**
Desvio da Regressão	1	8,8085	4,75125	0,034	*
Tempo d. TOM 584	2	21,0817	11,37134	0,0001	**
Regressão	1	40,7474	21,9789	0	**
Desvio da Regressão	1	1,4159	0,763728	0,3863	ns
Tempo d. TOM 600	2	1,0872	0,586429	0,5601	ns
Regressão	1	2,1557	1,162771	0,2861	ns
Desvio da Regressão	1	0,0187	0,010087	0,9204	ns
Tempo d. TOM 601	2	3,6506	1,969111	0,1503	ns
Regressão	1	4,6875	2,528409	0,1181	ns
Desvio da Regressão	1	2,6136	1,40976	0,2407	ns
Tempo d. PI 134417	2	0,7917	0,427038	0,6548	ns
Regressão	1	1,0208	0,550613	0,4615	ns
Desvio da Regressão	1	0,5625	0,303409	0,5842	ns
					0,6279
					0,6926
					0,9959
					0,9655
					0,9265

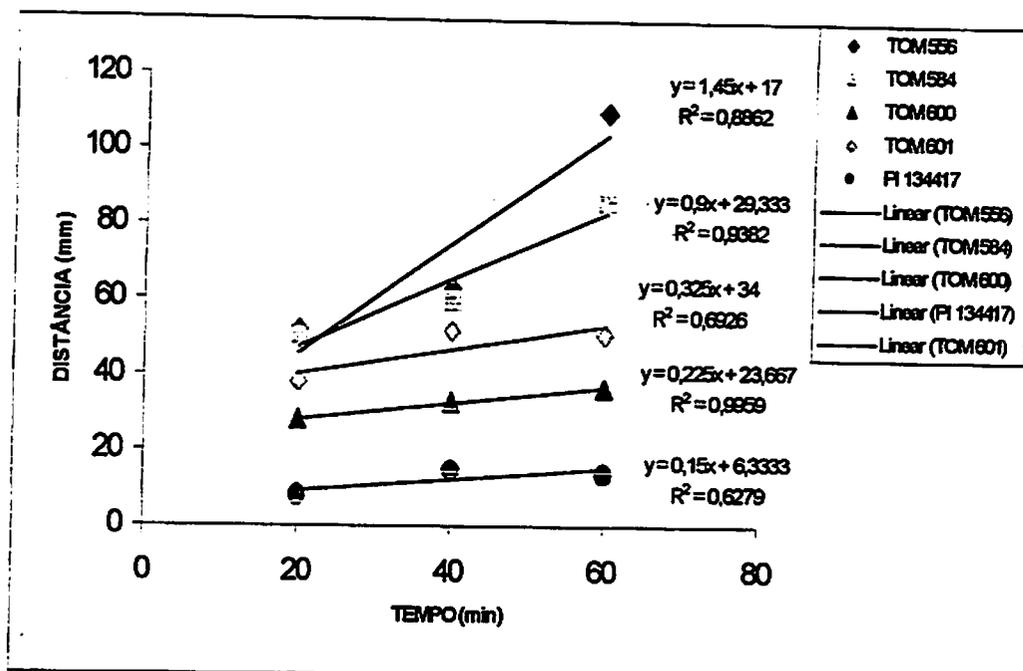


FIGURA 6. Equações de regressão para distância média percorrida pelos ácaros em função do tempo (20, 40, 60 minutos). UFLA, Lavras- MG, 1997.

A distância média percorrida pelos ácaros no 'PI 134417' (resistente) foi muito menor que no 'TOM 556' e 'TOM 584' (suscetíveis). As linhagens avançadas 'TOM 600' e 'TOM 601' foram semelhantes entre si, entretanto diferentes do genitor suscetível 'TOM 556' e da linhagem 'TOM 584'. As médias das linhagens 'TOM 600' e 'TOM 601' foram mais próximas do genótipo selvagem 'PI 134417', do que foram 'TOM 556' e 'TOM 584', demonstrando que as características de repelência a ácaros, provavelmente, estão associadas a altos teores de 2-TD, presentes nos tricomas glandulares do tipo VI, incorporadas nas linhagens obtidas (Tabela 8).

TABELA 8. Médias das distâncias percorridas pelos ácaros nos tempos avaliados. UFLA, Lavras- MG, 1997.

GENÓTIPOS					
TEMPO	TOM 556	TOM 584	TOM 601	TOM 600	PI 134417
20	52,33	50,33	38,50	28,83	8,50
40	63,17	60,50	52,83	33,50	15,17
60	110,67	86,67	51,00	37,33	14,33
Média	75,39	65,83	47,44	33,22	12,67
TUKEY	A	A	B	B	C
DMS 5%	1,65				

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

### Correlação entre teor de 2-Tridecanona e resistência ao ácaro *Tetranychus urticae* Koch.

As distâncias percorridas pelos ácaros aos 20, 40 e 60 minutos, correlacionaram-se negativamente com os teores de 2-TD, nos genótipos para os quais esta última característica foi avaliada ('TOM 556', 'TOM 600', 'TOM 601', 'PI 134417') (Figuras 7, 8 e 9).

As variações explicadas pela regressão linear ( $r^2$ ) corresponderam a altos coeficientes de determinação: 0,9198, 0,9237 e 0,9627, respectivamente, da variação total na distância percorrida para os tempos 20, 40 e 60 minutos

(Figuras 7 a 9). Existe um elevado grau de associação entre o teor de 2-TD nos folíolos e a repelência a ácaros *Tetranychus urticae* Koch., o que confirma os resultados obtidos por Weston e Snyder (1990) e Gonçalves (1996).

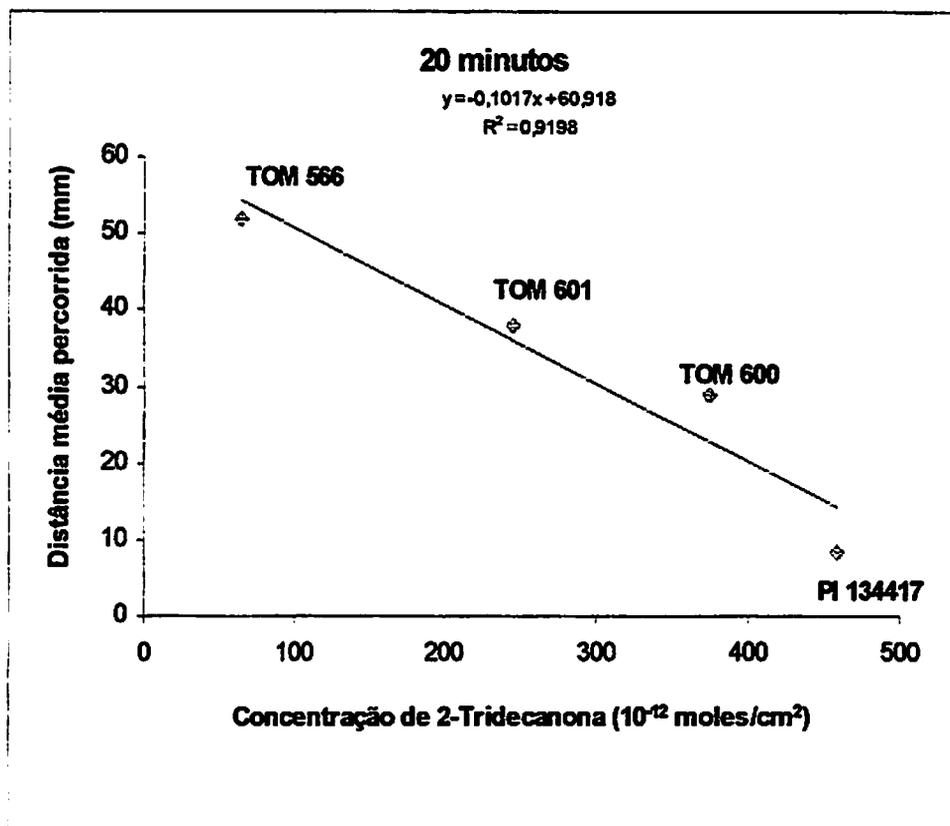
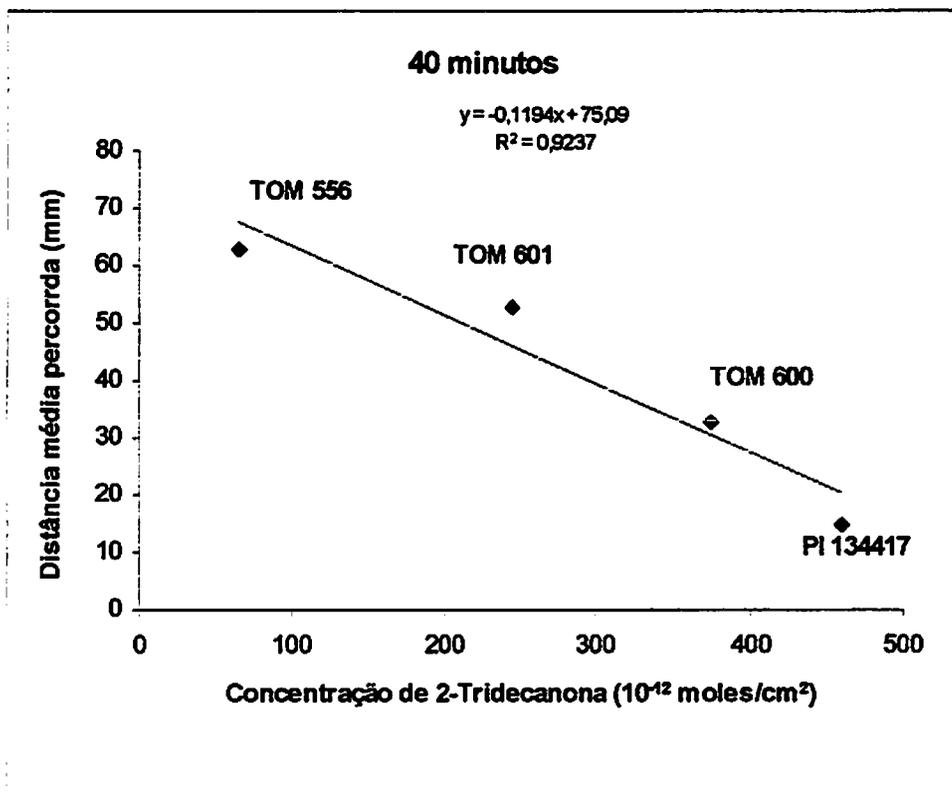


FIGURA 7. Equação de regressão linear para distância média percorrida pelos ácaros após 20 minutos, em função da concentração de 2-Tridecanona nos folíolos de tomateiro. UFLA, Lavras- MG, 1997.



**FIGURA 8.** Equação de regressão linear para distância média percorrida pelos ácaros após 40 minutos, em função da concentração de 2-Tridecanona nos folíolos de tomateiro. UFLA, Lavras-MG, 1997.

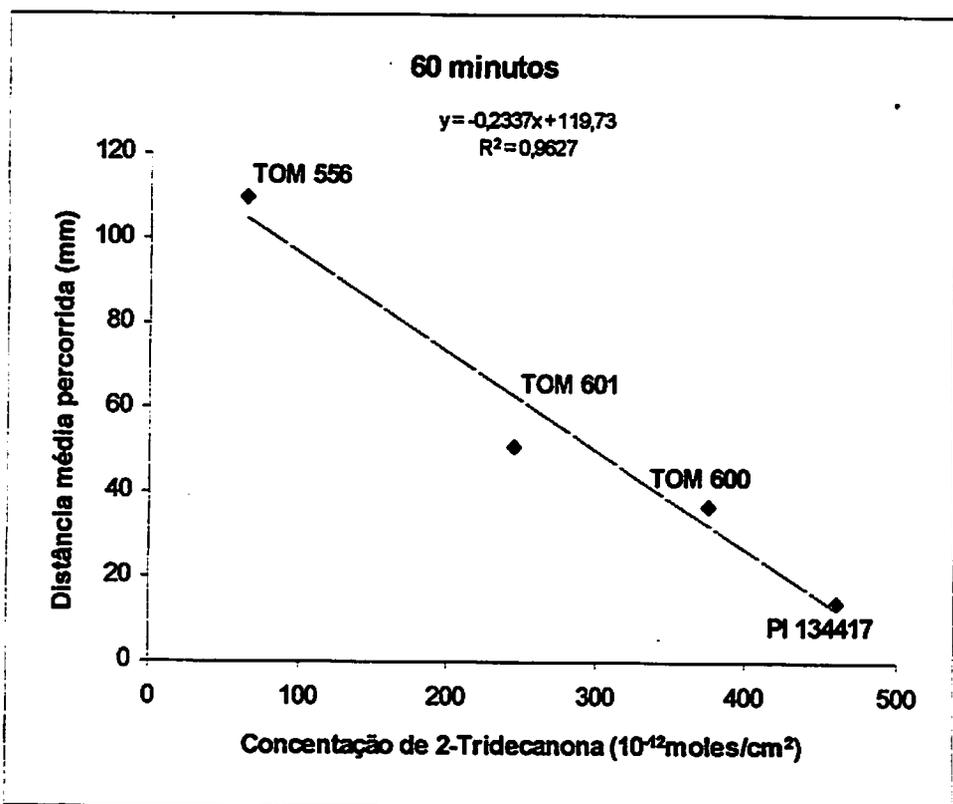
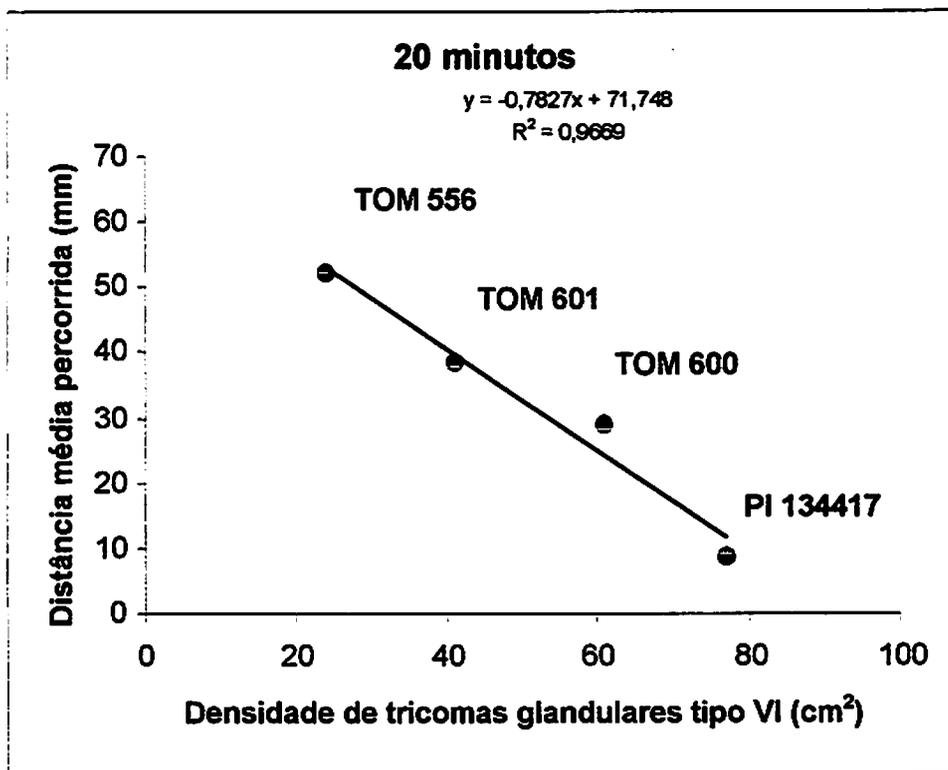


FIGURA 9. Equação de regressão linear para distância média percorrida pelos ácaros após 60 minutos, em função da concentração de 2-Tridecanona nos folíolos de tomateiro. UFLA, Lavras-MG, 1997.

### **Correlação entre distância percorrida pelo ácaro e a densidade de tricomas glandulares tipo VI**

As distâncias percorridas pelos ácaros nos tempos avaliados 20, 40 e 60 minutos (Figuras 10, 11 e 12) correlacionaram-se negativamente com a densidade de tricomas glandulares tipo VI, existentes nos folíolos nos genótipos para os quais esta densidade foi avaliada ('TOM 556', 'TOM 600', 'TOM 601', 'PI 134417'). A existência desta correlação é explicada pelo fato de 2-tridecanona estar presente nos respectivos tricomas.



**FIGURA 10.** Equação de regressão linear para distância média percorrida pelos ácaros após 20 minutos, em função da densidade de tricomas glandulares tipo VI, nos folíolos de tomateiro. UFLA, Lavras- MG, 1997.

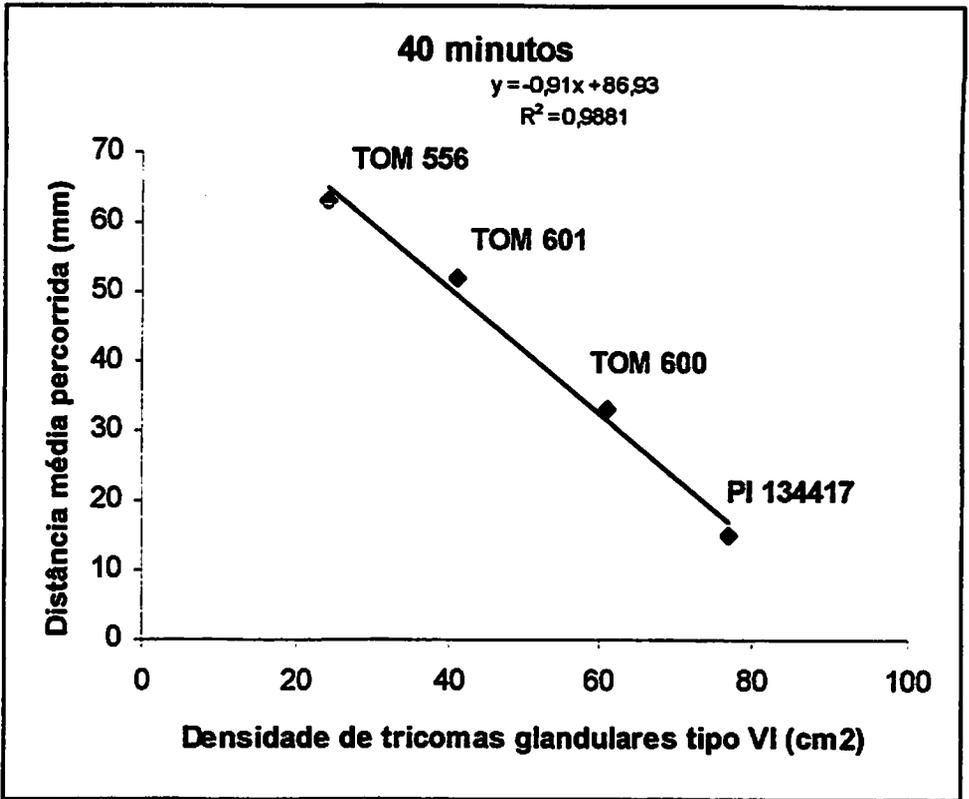


FIGURA 11. Equação de regressão linear para distância média percorrida pelos ácaros após 40 minutos, em função da densidade de tricomas glandulares tipo VI, nos folíolos de tomateiro. UFLA, Lavras-MG, 1997.

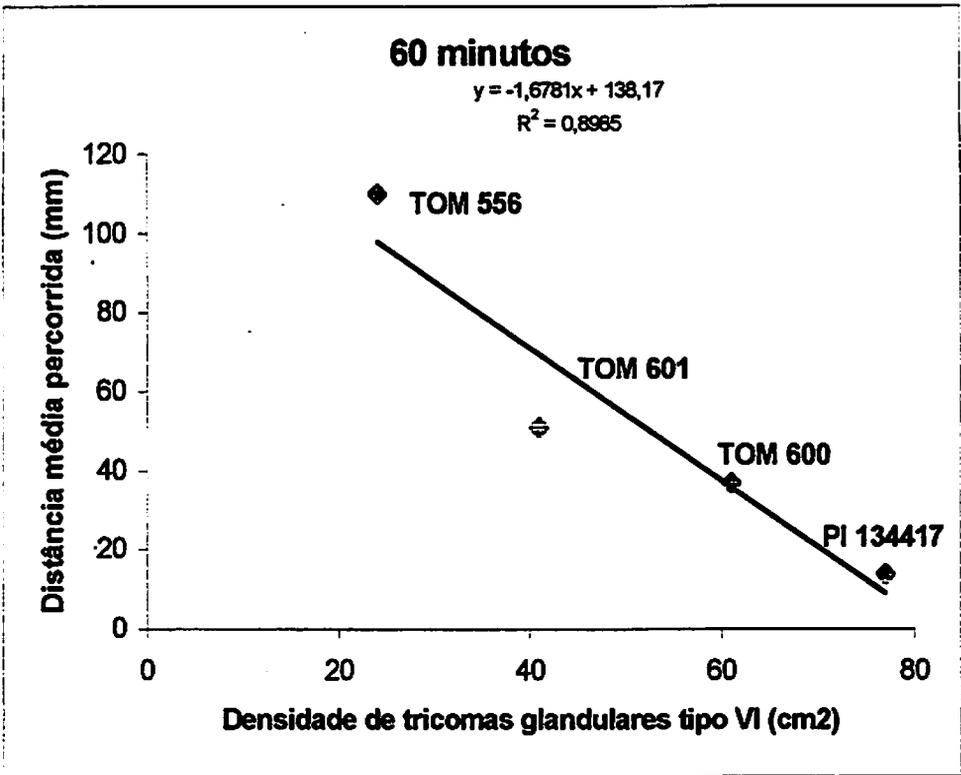
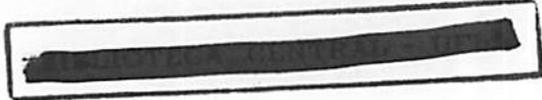


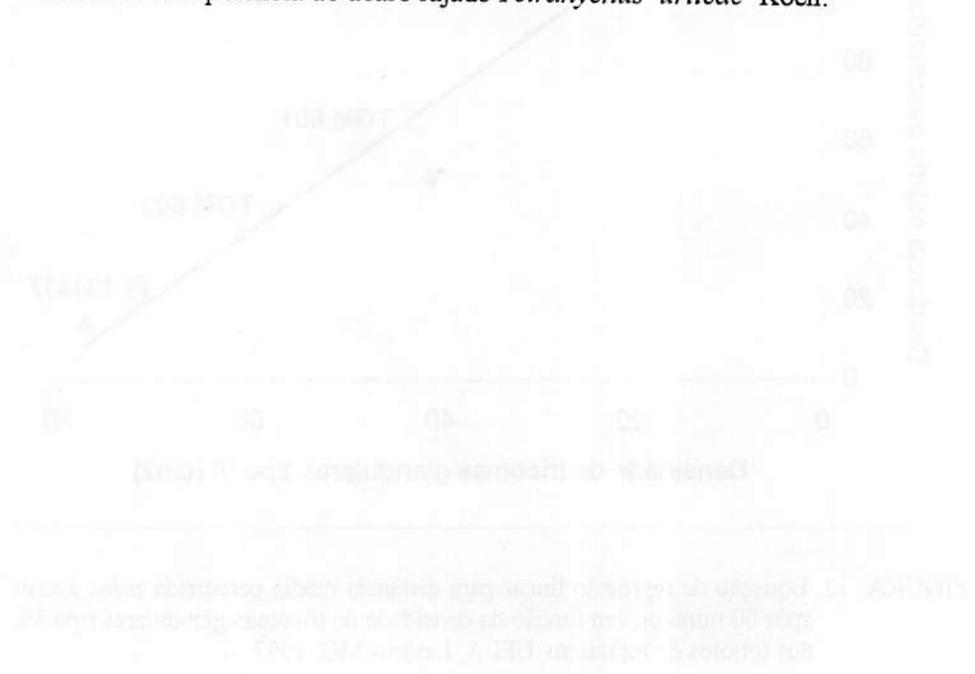
FIGURA 12. Equação de regressão linear para distância média percorrida pelos ácaros após 60 minutos, em função da densidade de tricomas glandulares tipo VI, nos folíolos de tomateiro. UFLA, Lavras- MG, 1997.



## 6 Conclusões

A resistência (repelência) a ácaros *Tetranychus urticae* Koch. está relacionada à presença de 2-TD em folíolos de tomateiro e, conseqüentemente, também está relacionada à presença de maiores densidades de tricomas tipo VI onde a 2-TD se concentra;

Seleção de genótipos com alto teor de 2-TD levou, portanto, a um aumento no nível de repelência ao ácaro rajado *Tetranychus urticae* Koch.

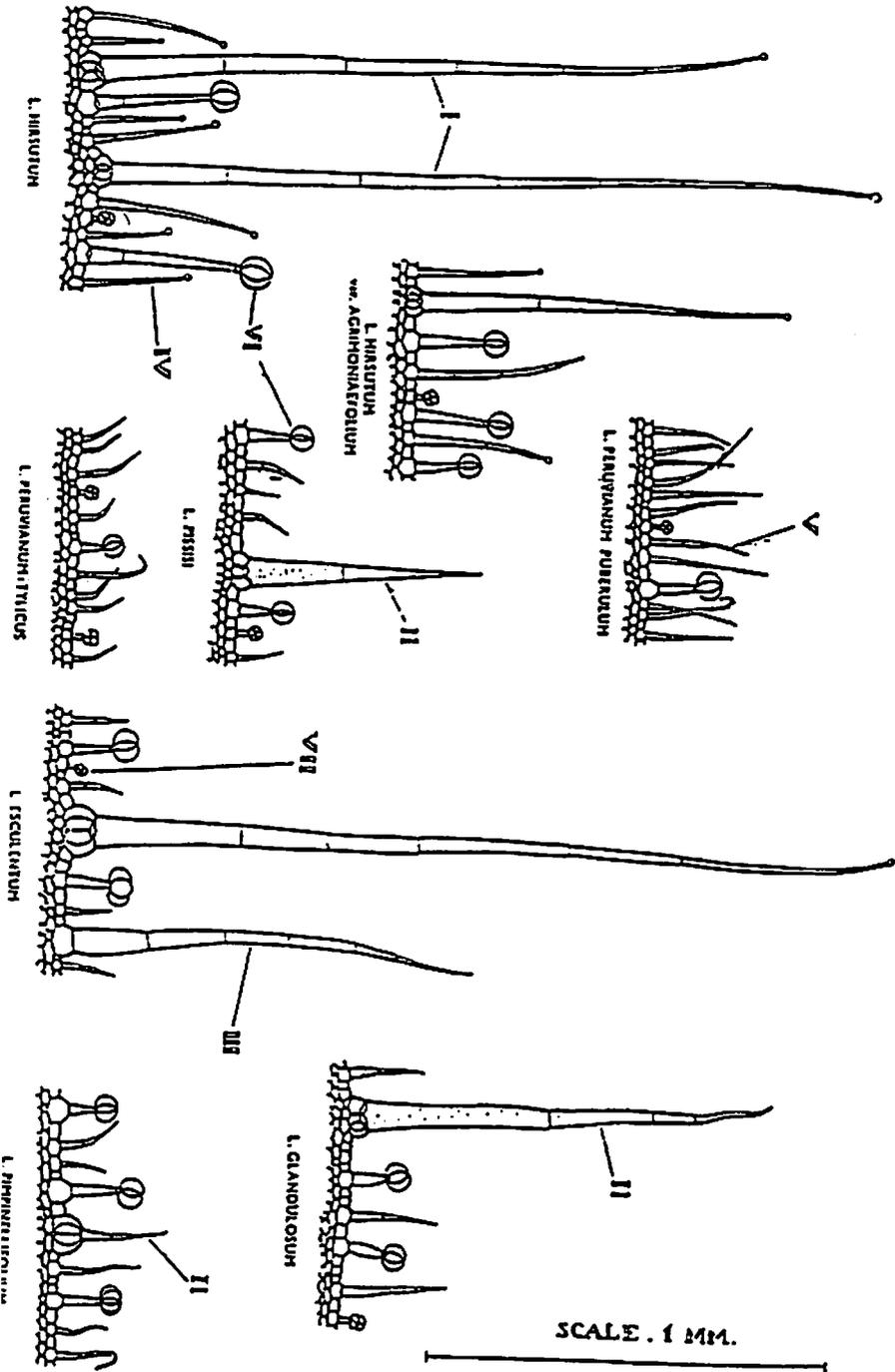


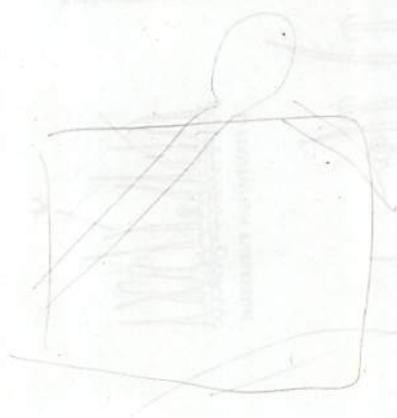
## 7 Referências Bibliográficas

- BARBOSA, L.V. Controle genético e mecanismos de resistência em *Lycopersicon* spp à traça do tomateiro [*Scrobipalpuloides absoluta* (Meyrick, 1917) (Lep. *Gelechiidae*)]. Lavras: ESAL, 1994, 71p. (Dissertação - Genética e Melhoramento de Plantas).
- BERLINGER, M. J. PESTS. In: ATHERTON, J. G. e RUDICH, J. The Tomato Crop: A scientific basic for improvement, 1986. P. 1-30.
- CARTER, C.D.; SACALIS, J.N.; GIANFAGNA, T.J. Zingiberene and Resistance to Colorado Potato Beetle in *Lycopersicon hirsutum* f. *hirsutum*. *J. Agric. Food. Chem.*, v.37, p.206-210, 1989.
- EIGENBRONE, S. D.; TRUMBLE, J. T. Resistance to Beetle Armyworm, Hemipterans and *Liriomyzia* spp. In: *Lycopersicon* Accessions. *Journal of American Society Horticultural Science*. Alexandria, v. 118, n. 4, p. 525- 530, July 1993.
- FLECHTMANN, C. H. W. Ácaros de importância agrícola. 6. Ed. SP: Nobel 1989, 189p.
- FRANÇA, F. H.; MALUF, W. R.; ROSSI, P. E. F.; MIRANDA, J. E. C.; COELHO, M.C.F. Avaliação e seleção em tomates, visando resistência à traça-do-tomateiro. In CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 24, REUNIÃO LATINO AMERICANA DE OLERICULTURA, Jaboticabal, 1984. Resumos. Jaboticabal, FCAV, v.1, p. 143.
- GONÇALVES, M. I. F. Variação do teor de 2-tridecanona em folíolos de tomateiro e sua relação com a resistência a duas espécies de ácaros do gênero *Tetranychus*. Lavras: UFLA, 1996, 63p. (Dissertação - Genética e Melhoramento de Plantas).
- JUVIK, J.A.; STEVENS, M. A.; RICK, C. M. Survey of the genus *Lycopersicon* for variability in tomatine content. *Horticultural Science*, Alexandria, v. 5., n. 17, p. 764-766, Oct. 1982.

- KENNEDY, G. G.; YAMAMOTO, R, T. A Toxic Factor Causing Resistance in a Wild tomato to The Tobacco Hornworm and Some Other Insects. *Entomologia experimentalis et Applicata*, Amsterdan, v. 26, n.2, p. 121-126, Feb. 1979.
- KENNEDY, G.G.; SORENSON, C.F. Role of glandular trichomes in the resistance of *Lycopersicon hirsutum* f. *hirsutum* to Colorado potato beetle (Coleoptera: Chrysomelidae) *Journal of Economic Entomology*, College Park, v.78, p.547-55, 1985.
- LABORY, C. R. G. Repetibilidade e Herdabilidade do teor de 2-tridecanona em folíolos de tomateiro e sua relação com a resistência a traça-do-tomateiro *scrobipalpuloides absoluta* (MEYRICK 1917). Lavras: UFLA, 1996, 49p. (Dissertação -Genética e Melhoramento de Planta
- STONER, A. K.; SMITH, F. F. Effect of spider mite on tomato yield and fruit quality. *Proceeding of American Society Horticultural Science*. V. 92. P. 543- 551, June 1968.
- TINGEY, W. M et al. Glandular pubescens, glycoalkaloid composition and resistance to the green peach aphid, potato leafhopper and potato flebeetle in *S. berthaultii*. *Am. Pot. Journ.*, v.59, p. 95-106, 1982.
- WESTON, P. A., SNYDER, J. C. Thumbtack Biossay: A Quick Method for Measuring Plant Resistance to Twospotted Spider Mites (Acari: Tetranychidae). 1990. *J. Entomol.* 83(2): 500-504.

TIPOS DE TRICOMAS FOLIARES ENCONTRADOS NO GÊNERO *Lycopersicon*  
 (LUCKWILL, 1943)





SCALE 1:100