

LUCIANA VEIGA BARBOSA

CONTROLE GENÉTICO E MECANISMOS DE RESISTÊNCIA
EM **Lycopersicon** spp. À TRAÇA-DO-TOMATEIRO
(**Scrobipalpuloides** absoluta (MEYRICK, 1917)
(LEPIDOPTERA-GELECHIIDAE))

Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura de Lavras, como parte das exigências do Curso de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração Genética e Melhoramento de Plantas para obtenção do Grau de "Mestre".

ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA DE LAVRAS
LAVRAS - MINAS GERAIS

1994

LUCIANA VEIGA BARBOSA

CONTROLE GENÉTICO E MECANISMOS DE RESISTÊNCIA
EM *Lycopersicon* spp. À TRAÇA-DO-TOMATEIRO
(*Scrophiopulmonales* absoluta (MEYRICK, 1917)
(LEPIDOPTERA-GELECHIDAE))

DESCARTADO

ACQUATADA

DATA 19/11/77
BIBLIOTECA CENTRAL
U.F.E.A.

Disseminação apresentada à Escola Superior de Agricultura de Lavras, como parte das exigências do Curso de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração Genética e Melhoramento de Plantas para obtenção do Grau de "Mestre".

ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA DE LAVRAS
LAVRAS - MINAS GERAIS

1974

CONTROLE GENÉTICO E MECANISMOS DE RESISTÊNCIA EM
Lycopersicon spp. A TRAÇA-DO-TOMATEIRO
[*Scrobipalpuloides absoluta* (MEYRICK, 1917)
(LEPIDOPTERA-GELECHIIDAE)]

APROVADA EM: 17 de fevereiro de 1994.

Wilson Roberto Maluf

Prof. Wilson Roberto Maluf

(Orientador)

Brasil

Prof. César Augusto Brasil Pereira Pinto

Lenira Viana Costa Santa-Cecília

Lenira Viana Costa Santa-Cecília/Pesq.

A Deus,

Aos meus pais, Nilo e Mirtes pelo amor e imensos sacrifícios.

Aos irmãos Nilo Sérgio, Jandira e Celsinho.

A D. Nabiha, Sr. Rafat (in memorian) pelo apoio e ajuda
constante.

DEDICO.

BIOGRAFIA

Luciana Veiga Barbosa, filha de Nilo Barbosa e Mirtes Veiga Barbosa, nasceu em Ipatinga, Estado de Minas Gerais, aos 10 de março de 1966.

Em abril de 1992, graduou-se em Engenharia Agrônômica pela Escola Superior de Agricultura de Lavras, ESAL, Estado de Minas Gerais.

Em abril de 1992 iniciou o curso de Mestrado em Agronomia, área de concentração Genética e Melhoramento de Plantas, na Escola Superior de Agricultura de Lavras, ESAL, em Minas Gerais, concluindo-o em fevereiro de 1994.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela saúde e por conceder-me a graça de concluir o curso.

A Escola Superior de Agricultura de Lavras-ESAL, pelos ensinamentos e oportunidade concedida para a realização do curso.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico- CNPq, pelo auxílio financeiro para a condução do projeto de pesquisa.

A PIONEER Sementes Ltda, pelo auxílio financeiro para o desenvolvimento dos experimentos.

A Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais - EPAMIG, pela colaboração na execução dos experimentos.

Ao Professor Wilson Roberto Maluf pela orientação, disponibilidade, amizade e confiança demonstrada.

A pesquisadora Lenira Viana Costa Santa-Cecília (EPAMIG/IMA) pelas contribuições, incentivos, estímulos e amizade.

Aos Professores Maurício de Souza e Magno Antônio Patto Ramalho pela amizade, confiança e ensinamentos recebidos.

Aos pesquisadores da EPAMIG, Ângela de Fátima Barbosa Abreu, Antônio Nazareno Guimarães Mendes, Itamar Ferreira de Souza e Júlio César de Souza pelas participações e valiosas contribuições.

Aos Professores do Departamento de Biologia, em especial ao Prof. César Augusto Brasil Pereira Pinto pelas revisões críticas e objetivas para melhorar este trabalho; Profa. Lisete Chamma Davide e Prof. João Bosco dos Santos, pela amizade, apoio e ensinamentos.

Aos Professores Renê Luís de Oliveira Rigitano pela concessão do laboratório de Entomologia, Fabiano Ribeiro do Vale pela concessão do Laboratório de Solos, José Eduardo B. P. Pinto e Maria das Graças Cardoso pela concessão do Laboratório de Cultura de Tecidos e Química para a realização das atividades.

A Denise, pelo auxílio na confecção dos gráficos, Ademir (EMATER/Carmópolis), Giuliatti, Eugênio, Robson, Sr. Milton pelas contribuições no desenvolvimento deste projeto.

Aos colegas do curso de Pós-graduação pelo companherismo.

Aos amigos Kênia, Carlão, Salim, Roger, Silvana, Malu, Lucimar, Patrícia, Samir, Ivana e Vanira pela amizade.

Aos funcionários do Departamento de Biologia, Agricultura, Química e Entomologia pela atenção e colaboração prestada durante o período de estudo.

A Rozane, pelos serviços datilográficos e amizade.

Aos funcionários da Biblioteca da ESAL, pelo atendimento e correção das referências bibliográficas.

A todos aqueles que contribuíram, direta ou indiretamente, pra o êxito deste trabalho.

SUMÁRIO

1- INTRODUÇÃO.....	01
2- REVISÃO DE LITERATURA.....	04
2.1. Gênero <i>Lycopersicon</i>	04
2.2. A traça-do-tomateiro (<i>Scrobipalpuloides absoluta</i>).....	04
2.2.1. Descrição.....	04
2.2.1.1. Adulto.....	05
2.2.1.2. Ovos.....	05
2.2.1.3. Lagartas.....	06
2.2.1.4. Pupas.....	06
2.2.2. Biologia.....	07
2.2.3. Distribuição Geográfica e Hospedeiros.....	08
2.2.4. Prejuízos.....	09
2.3. Fontes de resistência de <i>Lycopersicos</i> a artrópodes....	11
2.4. Tipos de resistência de plantas à artrópodes.....	16
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	19
3.1. Padronização do método colorimétrico.....	19
3.2. Quantificação dos teores de 2 - tridecanona (2 - TD)..	22
3.2.1. Material	22

3.2.2. Local.....	22
3.2.3. Obtenção da população segregante.....	22
3.2.4. Instalação dos experimentos e tratos culturais....	23
3.3. Controle genético do teor de 2 - Tridecanona (2 - TD).	24
3.4. Avaliação dos mecanismos de resistência de <i>Lycopersicon</i> spp a traça-do-tomateiro.....	26
3.4.1. Delineamento experimental.....	27
3.4.2. Desenvolvimento.....	27
3.4.3. Mecanismos de resistência.....	28
3.4.3.1. Teste para resistência tipo não-preferência para oviposição.....	28
3.4.3.2. Teste para resistência tipo não-preferência para alimentação.....	29
3.4.3.2.1. Evolução de dano na planta e lesão nos folí- olos.....	29
3.4.3.2.2. Percentagem de folíolos atacados.....	30
3.4.4. Análise estatística	31
4- RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	33
4.1. Padronização do método colorimétrico.....	33
4.2. Quantificação dos teores de 2- tridecanona (2 - TD) em <i>Lycopersicon</i> spp.....	35
4.3. Controle genético do teor de 2- Tridecanona (2 - TD)..	36
4.4. Avaliação dos mecanismos de resistência de <i>Lycopersicon</i> spp à traça-do-tomateiro.....	40

4.4.1. Teste para resistência tipo não-preferência para oviposição.....	41
4.4.2. Teste para resistência tipo não-preferência para alimentação.....	45
4.4.2.1. Evolução de dano na planta e lesão nos folíolos.....	45
4.4.2.2. Percentagem de folíolos atacados.....	51
5- CONCLUSÕES.....	55
6. RESUMO.....	57
7. SUMMARY.....	60
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	62

LISTA DE TABELAS

Tabela	Página
1 Curva Padrão para 2 - tridecanona (2 - TD). ESAL, Lavras-MG. 1992.....	21
2 Teores médios de 2 - Tridecanona (2 - TD) e respectivas variâncias em TSWV - 547, PI 134417 F1 e F2. ESAL, Lavras-MG. 1992.....	35
3 Teste do qui-quadrado de exatidão do modelo de Rowe & Alexander (1980) e estimativas dos componentes de medidas de um cruzamento entre linhagens de tomateiro para a característica teor de 2 - Tridecanona ESAL, Lavras-MG. 1993.....	36
4 Teores médios de 2 - Tridecanona (2 - TD) em 7 genótipos selecionados da geração F ₂ de Lycopersicon spp. ESAL, Lavras-MG. 1993.....	39

- 5 Resumo da análise de variância para número médio de ovos da traça-do-tomateiro em condições de livre escolha para três posições na planta e número total de ovos, 10 dias após infestação. Temperatura de $25,0^{\circ} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e Umidade Relativa (%) de 75 ± 10 . ESAL, Lavras-MG. 1993..... 42
- 6 Preferência para oviposição de traça-do-tomateiro por diferentes genótipos de tomateiro. Temperatura de $25,0^{\circ} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e Umidade Relativa (%) de 75 ± 10 . ESAL, Lavras-MG. 1993..... 44
- 7 Resumo das análises de variância para diferentes genótipos, testados em relação à dano na planta e lesão de folíolo. Temperatura de $22,0^{\circ} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e Umidade Relativa (%) de 80 ± 10 . ESAL, Lavras-MG. 1993..... 46
- 8 Resumo da análise de variância para diferentes genótipos testados em relação à nível de lesão no folíolos. Temperatura de $23,0^{\circ} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e Umidade Relativa (%) de 70 ± 10 . ESAL, Lavras-MG. 1993..... 52

LISTAS DE FIGURAS

Figura	Página
1 Desenho esquemático da pupa da traça-do-tomateiro. Detalhes do abdômem da fêmea (A) e do macho (B). ESAL, Lavras-MG. 1992.....	07
2 Valores obtidos (Y) para absorvância a 540 mn em função da concentração de acetona (2 - Tridecanona) em TSWV - 547 (P1), PI 134417 (P2) e no híbrido interespecífico F1 (TSWV - 547 x PI 134417). ESAL, Lavras-MG. 1992.....	34
3 Distribuição dos teores de 2 - Tridecanona (2 - TD) na geração F2 derivada do cruzamento entre TSWV - 547 e PI 134417. ESAL, Lavras-MG. 1993.....	39

- 4 Percentagem média de dano da traça-do-tomateiro em diferentes genótipos de tomateiro, TSWV - 547 (P1), PI 134417 (P2), plantas F2 com baixo teor de 2 - TD (LO1 e LO2), plantas F2 com alto teor de 2 - TD (HI1 e HI2) e na geração F1, em três épocas. Temperatura de $22,0^{\circ} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e Umidade Relativa (%) de 80 ± 10 . ESAL, Lavras-MG. 1993..... 48
- 5 Nível médio de lesão nos folíolos da traça-do-tomateiro em diferentes genótipos de tomateiro TSWV- 547 (P1), PI 134417 (P2), plantas F2 com baixo teor de 2 - TD (LO1 e LO2), plantas F2 com alto teor de 2 - TD (HI1 e HI2) e na geração F1, em três épocas. Temperatura de $22,0^{\circ} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e Umidade Relativa (%) de 80 ± 10 . ESAL, Lavras-MG. 1993..... 49
- 6 Percentagem de folíolos atacados pela traça-do-tomateiro em diferentes genótipos de tomateiro TSWV - 547 (P1), PI 134417 (P2), plantas F2 com baixo teor de 2 - TD (LO1 e LO2), plantas F2 com alto teor de 2 - TD (HI1 e HI2) e na geração F1. Temperatura de $23,0 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e Umidade Relativa (%) de 70 ± 10 . ESAL, Lavras-MG. 1993..... 52

1. INTRODUÇÃO

Por ser um produto destinado a alimentação humana sob a forma industrializada e "in natura", o tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) tornou-se bastante difundido no Brasil nos últimos anos, com um aumento considerável na produção, sendo considerado hoje, uma das duas hortícolas de maior importância no país. A expansão da área de cultivo dessa Solanacea entretanto, favoreceu o desenvolvimento de pragas e doenças, afetando significativamente a sua produção. Em função disso, é considerada uma cultura de alto risco, com elevado custo de produção, principalmente no que diz respeito ao uso de defensivos químicos. Estes, além de onerosos, constituem-se numa preocupação crescente à saúde pública, numa cultura onde se fazem múltiplas aplicações e onde os prazos de carência estabelecidos pela legislação nem sempre são obedecidos. Desta forma, torna-se evidente a necessidade de se investigarem métodos alternativos de controle de pragas e doenças, que sejam menos poluentes e que onerem menos o produtor.

O uso de controle biológico tem trazido resultados satisfatórios mediante a liberação de espécies de hymenópteros (*Trichogramma* sp. e *Apantheles gilichiidivoris*) e de inseticidas biológicos (*Bacillus thuringiensis*) (BARONA et alii, 1989). A resistência varietal, apesar dos sucessos em termos de cultivares comerciais serem ainda modestos, constituir-se-ia a melhor alternativa dentro de um manejo integrado de pragas, uma vez que os atuais níveis de resistência das cultivares utilizadas não são suficientemente altos de modo a permitir uma redução sensível na quantidade de defensivos químicos utilizados na cultura.

Já se tem relatado boas fontes de resistência a artrópodes nas espécies *Lycopersicon hirsutum* var. *glabratum*, *L. pennellii* e *L. peruvianum* (FRANÇA et alii, 1984 a; FRANÇA et alii, 1984 b), mas essas introduções não tem valor comercial imediato. Os programas de melhoramento visando resistência à traça-do-tomateiro [*Scrobipalpuloides absoluta* (Meyrick)], hoje a principal praga do tomateiro no país (FRANÇA et alii, 1984a), foram iniciados (CASTELO BRANCO et alii, 1985; FRANÇA et alii, 1985), mas enfrentam dificuldades metodológicas devido ao alto custo de se manterem condições uniformes de infestação que permitam seleções para resistência a nível de plantas individuais.

A descoberta de que a 2-tridecanona (2-TD), presente em *L. hirsutum* var. *glabratum* PI 134417, é o princípio ativo

selvagem (WILLIAMS et alii 1980) e a disponibilidade de técnicas colorimétricas de baixo custo para a sua dosagem em folhas de tomateiro (NIENHUIS et alii, 1985), abrem novas perspectivas para o melhoramento visando resistência a insetos, por permitir seleção mais precisa, barata e não destrutiva a nível de plantas individuais.

Os objetivos do presente trabalho compreendem: a) Padronizar uma metodologia para a quantificação da 2-TD e outras metil-cetonas, em folhas de tomateiro e outros *Lycopersicon* spp., b) Estudar o controle genético do teor de 2-TD, c) Estudar os níveis de resistência de genótipos de *Lycopersicon* spp. com vários níveis de 2-TD ao dano da traça-do-tomateiro e inferir sobre possíveis mecanismos de resistência.

2- REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Gênero *Lycopersicon*

Em 1754, Miller separou os gêneros *Lycopersicon* e *Solanum*, usando a ortografia grega para a designação, e daí a diferença para o latim *Lycopersicum*. Hoje existem pelo menos nove espécies pertencentes ao gênero *Lycopersicon* reconhecidas taxonomicamente (RICK, 1978). Estas espécies constituem valioso reservatório de variabilidade genética, que pode ser utilizado através de cruzamentos interespecíficos. Algumas espécies não se cruzam normalmente, devendo serem observados vários aspectos no que se refere aos cruzamentos, inclusive a constante utilização da cultura de tecidos para superar incompatibilidades.

2.2. A Traça-do-tomateiro (*Scrobipalpus absoluta*)

2.2.1. Descrição

Vários artrópodes são descritos como pragas da cultura do tomateiro, devido a importância econômica e os níveis de dano que

causam. Dentre essas pragas, destacam-se as brocas-do-fruto, minadores de folhas, pulgões e ácaros, entre outras.

A traça-do-tomateiro, considerada a pior praga do tomateiro cultivado no Brasil, é um microlepidóptero minador, da família Gelechiidae, que foi originalmente descrita como *Phthorimaea absoluta* por E. Meyrick em 1917, com base num exemplar macho coletado na localidade de Huancaya, Peru.

SOUZA & REIS (1992) estudando o ciclo biológico da traça-do-tomateiro descreveram-no da seguinte forma:

2.2.1.1. Adultos

Os adultos da traça-do-tomateiro são pequenas mariposas de 3 mm de comprimento de 11 mm de envergadura. Sua coloração é geralmente cinza-prateada com numerosos pontos escuros na parte dorsal das asas anteriores. Tem bordos das asas posteriores franjados, o mesmo ocorrendo na parte apical das asas anteriores. Apresentam hábitos crepusculares-noturnos-aurorais, sendo que durante o dia ocultam-se na face inferior das folhas dos tomateiros e ao entardecer saem do abrigo e iniciam suas atividades.

2.2.1.2. Ovos

As fêmeas depositam, isoladamente, os seus ovos principalmente nas folhas, ovipositando também no caule e no

cálice das flores. Os ovos são elípticos, muito pequenos, medindo décimos de milímetro. Inicialmente apresentam coloração amarelo-palha e, próximo da eclosão da lagartinha, coloração avermelhada.

2.2.1.3. Lagartas

Inicialmente sua coloração é branca, posteriormente verde-arroxeadas. Medem, aproximadamente, 7 mm de comprimento. Apresentam pernas locomotoras, locomovendo-se na parte aérea do tomateiro.

2.2.1.4. Pupas

Terminada a fase de lagarta, a traça passa para a de crisálida, instalando-se no caule e folhas de tomateiro, através da confecção de pequeno casulo, ou ainda dentro da própria lesão ou no solo como pupa nua.

O macho desta espécie pode ser facilmente distinguido da fêmea através da análise morfológica da porção terminal do abdômen das pupas. No macho, essa porção é arredondada distalmente com margem lisa, enquanto que nas fêmeas, essa porção apresenta-se com uma margem larga e levemente arredondada (COELHO & FRANÇA, 1987) (FIGURA 1).

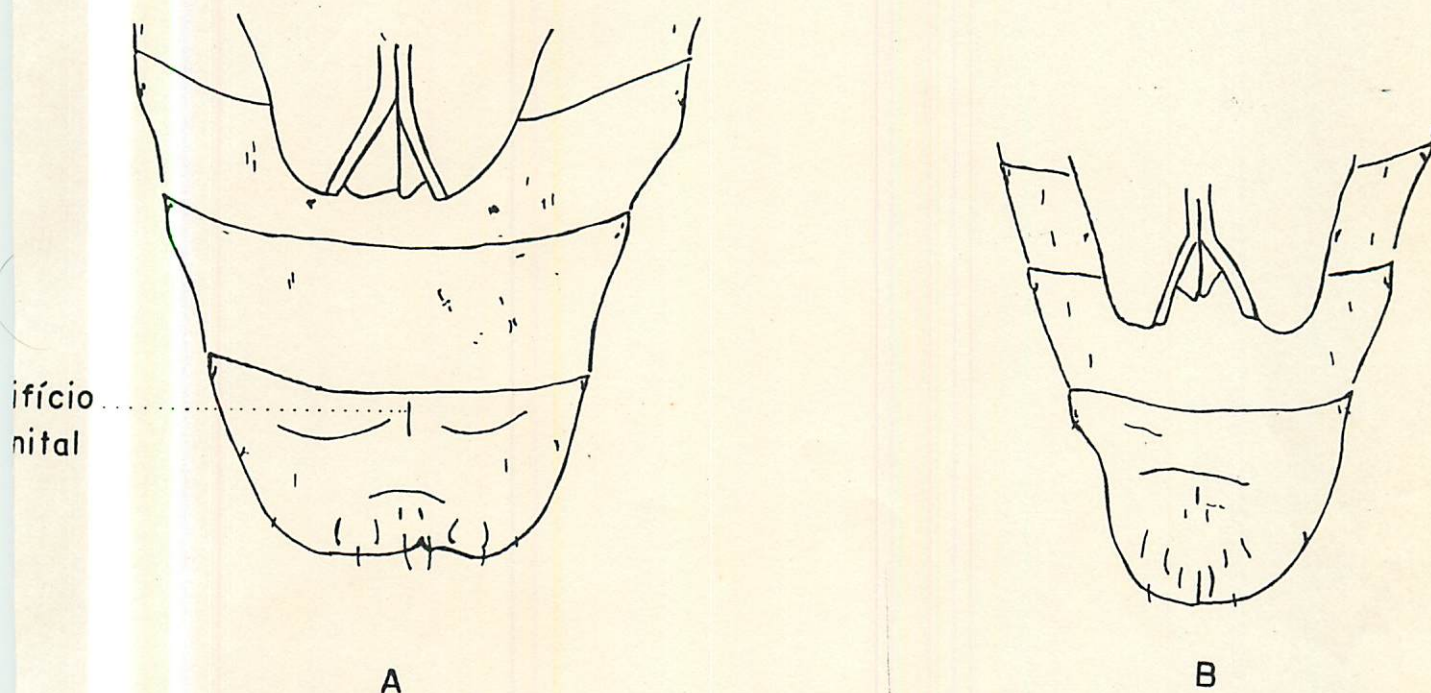


FIGURA 1- Desenho esquemático da pupa da traça-do-tomateiro.

Detalhes do abdômem, da fêmea (A) e do macho (B).

ESAL, Lavras-MG. 1994.

2.2.2. Biologia

O ciclo completo da traça-do-tomateiro é muito influenciado pelas condições climáticas. HERRERA (1963), referindo-se à traça-do-tomateiro resumiu a duração do ciclo biológico em condições de campo, no Peru, da seguinte forma:

Fase do inseto	Tempo de duração de cada fase (dias)			
	Verão	Outono	Inverno	Primavera
Ovo	5,0	6,5	10,5	7,5
Larva	14,2	14,5	25,4	20,3
Pupa	7,8	11,3	20,3	15,3
Pré-oviposição	2,0	2,5	4,0	3,0
Total	29,0	34,8	60,2	46,1

- Da cópula ao início da postura - 1,2 dias
- Duração da postura - 8,8 dias
- Número de ovos/fêmea - 112,8 ovos
- Longevidade do macho - 16,7 dias
- Longevidade da fêmea - 29,6 dias
- Duração da cópula - 15 minutos

Procurando estudar o ciclo biológico da traça-do-tomateiro BAHAMONDES & MALLEA (1969) verificaram na Argentina, que este se inicia na primeira quinzena de setembro, com a aparição dos adultos que emergem das pupas da última geração estival. Ao finalizar o cultivo, mais ou menos ao término do mês de abril, as larvas empupam, a maioria no solo e algumas em folhas e ramos secos, constituindo estas, a forma de resistência invernal.

2.2.3. Distribuição geográfica e hospedeiros

É um inseto de distribuição neotropical, sendo relatado na Argentina (BAHAMONDES & MALLEA, 1969), Chile, Peru, Bolívia, Equador, Colômbia e Venezuela (POVOLNY, 1975), Uruguai (CARBALLO

et alii, 1981) e Brasil (MOREIRA et alii, 1981; SOUZA & REIS, 1992).

No Brasil, a primeira constatação desse inseto foi feita no Estado de São Paulo (Jaboticabal) em outubro de 1980 (MOREIRA et alii, 1981), e posteriormente encontrada nos Estados do Espírito Santo (SCARDINI et alii, 1983), Rio de Janeiro (GONÇALVES et alii, 1983), Bahia (MORAES & NORMANHA FILHO, 1982), e Minas Gerais (SOUZA & REIS, 1992).

Os hospedeiros da traça-do-tomateiro citados até o momento são plantas da família Solanaceae, entre as quais se destacam: tomate (*L. esculentum* Mill.); batata (*Solanum tuberosum* L.); fumo (*Nicotiana tabacum* L.); *Datura stramonium* L. (VARGAS, 1970) entre outras. No Brasil, esta praga, até o momento, foi encontrada atacando o tomateiro e, no Peru, o tomateiro, batata e outras Solanaceas (SOUZA & REIS, 1992).

2.2.4. Prejuízos

A traça-do-tomateiro ocorre durante todo o ciclo da cultura, danificando folhas, ramos, caule, ponteiros, brotações, flores e frutos (BARBOSA & NETO, 1983). Elevadas populações desse inseto podem destruir até 90% da área foliar (LOURENÇÃO et alii, 1984), com grandes perdas na produção. Quando não são controladas a tempo, as larvas da traça-do-tomateiro atacam os frutos, desvalorizando-os totalmente no mercado. Situação similar se

apresenta nos canteiros, onde uma demora no tratamento químico pode provocar a perda das mudas. SANCHEZ & VIANA (1977) observaram que a larva da traça-do-tomateiro emerge do ovo e busca um lugar adequado na superfície da folha, que geralmente é junto as nervuras, onde faz uma pequena incisão com seu aparelho bucal e penetra por entre as duas epidermes, formando minas ou galerias. Essas galerias aumentam a medida que o inseto se alimenta e cresce. Sob ataque intenso, restam nas folhas somente as nervuras. As folhas minadas amarelecem, murcham e caem, podendo advir a morte da planta. No talo e no ponteiro, as larvas se alimentam das partes tenras, brocando-as. O fruto atacado pode ser totalmente destruído, caindo em seguida. Em caso de ataque intenso, quando o inseto não é controlado devidamente, pode haver dano total na cultura.

No Brasil, experimentos conduzidos até a colheita em tomatal não tratado, mostram que os danos causados pela traça-do-tomateiro, atingem prejuízos da ordem de 88% (NAKANO & PAULO, 1983). Em inspeção de campo realizada no município de Santa Tereza (ES) no ano de 1982, SCARDINI et alii (1983) observaram a presença da traça-do-tomateiro causando danos severos às lavouras de tomate, ocorrendo, em alguns casos, perda de 100% da produção.

Em Minas Gerais, o primeiro ataque da praga foi verificado em maio de 1982, nos municípios produtores de Florestal (região metalúrgica), no " cinturão verde " de Belo Horizonte, e

Carmópolis de Minas, na região Campos das Vertentes, estando atualmente disseminada por todo o estado.

Naquela época, a traça atacou e destruiu, totalmente, um grande número de lavouras comerciais, com perdas praticamente totais na produção (SOUZA & REIS, 1992).

2.3. Fontes de resistência de *Lycopersicon* à artrópodes.

Não se tem notícias de estudos sobre os mecanismos de resistência do tomateiro à traça-do-tomateiro. Objetivando encontrar fontes de resistência em tomateiro à traça-do-tomateiro para a utilização em programas de melhoramento, LOURENÇÃO & NAGAI (1983) testaram mais de 80 variedades de tomateiro cultivados e selvagens, compreendendo *L. esculentum*, *L. pimpinellifolium* e *L. peruvianum*. Dessas, os materiais denominados NAV 29 e NAV 115, pertencentes a *L. peruvianum* destacaram-se como os mais resistentes a traça-do-tomateiro, apresentando a menor perda de área foliar. Esses resultados sugerem a possibilidade do uso de NAV 29 e NAV 115 como fontes de resistência a essa praga em programa de melhoramento.

No estudo de 32 introduções selvagens do gênero *Lycopersicon* e uma introdução de tomateiro cultivado com relação à resistência à traça-do-tomateiro, BARONA et alii (1989) verificaram que a intensidade de dano mostrou diferenças a nível

de introduções avaliadas durante o período vegetativo. Todas as introduções de *L. hirsutum* e *L. peruvianum* apresentaram os mais baixos valores para a intensidade de dano, número de ponteiros e folhas atacadas por planta. Acessos de *L. pimpinellifolium* também apresentaram baixo nível de dano.

GILARDON & BENAVENT (1981), observaram através da triagem de 124 genótipos de tomateiros selvagens e cultivados, que as introduções PI 134417 e PI 134417-A, da espécie *L. hirsutum* var. *glabratum*, apresentaram alto nível de resistência à traça-do-tomateiro. Plantas obtidas de cruzamentos entre essas introduções e três cultivares foram avaliadas frente a esse inseto em condições de campo e sofreram perda de área foliar oscilando entre 30 a 95%, ao passo que os pais susceptíveis atingiram 100%, e os pais resistentes, PI 134417 e PI 134417-A, 1 e 5% respectivamente.

Existem algumas investigações sobre os mecanismos de resistência a outras pragas, nos quais estão condicionadas por fatores associados aos tricomas glandulares que revestem as folhas, cujos extremos contém uma toxina denominada 2-tridecanona (KENNEDY & SORENSON, 1985). A 2-tridecanona (2-TD) é uma metil-cetona que foi identificada como uma toxina isolada da planta de tomate da espécie *L. hirsutum* var. *glabratum*, que também está presente em pequenas quantidades em *L. esculentum* Mill. (FERY & KENNEDY, 1987).

A primeira identificação positiva desse aleloquímico sobre insetos grandes como *Heliothis zea* e *Manduca sexta* foi apresentada por WILLIAMS et alii (1980), onde os exudatos dos tricomas de *L. hirsutum* var. *glabratum* demonstraram ser altamente tóxicos para estes insetos. Quando os mesmos são confinados à folhagens resistentes, eles morrem, frequentemente sem se alimentar.

Comparando a biologia da traça-do-tomateiro em dietas artificiais com 2 - TD e em duas espécies de tomateiro (*L. hirsutum* var. *glabratum* PI 134417 e *L. esculentum* cv. Santa Cruz Kada AG - 373), VENDRAMIN & GIUSTOLIN (1993) observaram que o acesso PI 134417 afetou a traça-do-tomateiro, alongando o período de desenvolvimento e reduzindo a viabilidade larval, o peso das pupas, a fecundidade e a longevidade das fêmeas. Quando em contato com a dieta artificial de 2 - TD, o inseto apresentou 100% de mortalidade.

Os acessos de *L. hirsutum* var. *glabratum* PI 134417 e PI 126445 têm sido estudados extensivamente como fontes de resistência a lepidópteros, ácaros e a *Leptinotarsa decemlineata* (CARTER et alii, 1989). EIGENBRODE (1993) estudando acessos de *L. hirsutum* var. *glabratum* (PI 126304, PI 126449, PI 134417 e PI 134418) e acessos de *L. hirsutum* var. *typicum* (PI 199381a, PI 199381b, PI 126445, PI 127827, LA 2329, LA 1363, LA 1737, LA 1777 e LA 1927) com relação à sobrevivência de lagartas de *Spodoptera exigua*, verificaram que esses acessos apresentam um nível de

resistência menor que os apresentados por outros acessos, como exemplo os acessos LA 1777 e LA 2329 de *L. hirsutum* var. *typicum*. Utilizando a Cromatografia gasosa, os mesmos autores concluíram que os acessos de *L. hirsutum* var. *typicum* não apresentam metilcetonas (como a 2 - TD), presente em todos os acessos de *L. hirsutum* var. *glabratum*, e que o nível de resistência apresentado por *typicum* está relacionado à grande complexidade de exudatos foliares e à densidade de tricomas.

Os níveis de 2 - TD tradicionalmente são determinados utilizando a análise por Cromatografia Gasosa (CG) (WILLIAMS et alii, 1980), entretanto, essa técnica apresenta dificuldades no que se diz respeito a avaliação de um grande número de indivíduos em populações segregantes, dado ao alto custo demandado. No entanto, NIENHUIS et alii (1985), estudando o teor de 2 - TD em *L. esculentum* cv. Manapal, *L. hirsutum* var. *glabratum* PI 134417 e na geração F₂ através da análise por CG e por um método colorimétrico, concluíram que a correlação entre esses dois métodos era de 0,95. Uma vez que o método colorimétrico é uma técnica rápida de baixo custo, não destrutiva a nível de plantas individuais, ela pode ser utilizada como um método eficaz na quantificação da 2 - TD dentro de um programa de melhoramento.

A ocorrência do inseticida natural 2 - TD em espécies selvagens de tomateiro oferece grande potencial para a sua exploração dentro de um programa de melhoramento visando resistência a insetos. Os cruzamentos entre *L. hirsutum* var.

glabratum e *L. esculentum* são viáveis e facilmente obtidos (desde que se utilize *L. esculentum* como linha maternal, uma vez que ocorre incompatibilidade unilateral), e é portanto tecnicamente possível obter via melhoramento genético um material de alta qualidade, conforme as exigências do mercado, e que possua um elevado nível de resistência, dado por um elevado teor de 2 - TD_x (BARBOSA, 1994).

Através da técnica de RFLP, NIENHUIS et alii (1987), encontraram associação de pelo menos 3 locos de RFLP com altos teores de 2 - TD, no cruzamento interespecífico entre *L. esculentum* e *L. hirsutum* var. *glabratum*. A técnica dos RFLP's consiste basicamente em se cortar o DNA em fragmentos de tamanhos variados usando enzimas de restrição. Esses fragmentos são separados por tamanhos através de eletroforese, transferidos para um suporte sólido (filtro de nitrocelulose), hibridizados com sondas radioativas de DNA homólogas ao fragmento de interesse, e posteriormente visualizados por autoradiografia, aparecendo como uma banda no filme. Os fragmentos de diferentes tamanhos podem ser correlacionados com características fenotípicas, e desse modo permitir a construção de mapas moleculares (RAMALHO et alii, 1990).

FERY & KENNEDY (1987), estudaram o mecanismo e a natureza genética do fator de resistência a *Manduca sexta* presente em *L. hirsutum* var. *glabratum* PI 134417, cruzando esse material com *L. esculentum* (cv. Walter) e com o acesso PI 127826 de *L. hirsutum*

var. *typicum*, ambas susceptíveis à *M. sexta*. Folhas das plantas dos pais, das gerações F_1 e F_2 e das plantas obtidas pelo retrocruzamento de cada cruzamento foram avaliados em relação à concentração de 2 - TD e à densidade de tricomas. Os resultados da análise genética sugeriam aos autores que a resistência é condicionada por no mínimo 3 genes recessivos. Através da avaliação da área foliar consumida pelas lagartas de *M. sexta*. Os autores concluíram que a 2 - TD é o principal responsável pelo alto nível de resistência a *M. sexta* exibida pela linhagem PI 134417.

A avaliação química da 2 - TD e outras metil-cetonas mostrou o potencial de sucesso para um programa de melhoramento, devendo também ser avaliados seus efeitos sobre outros insetos, pragas e também sobre os humanos.

2.4. Tipos de resistência de plantas à artrópodes

De acordo com PAINTER (1951), a resistência a insetos pode ser definida como "a soma relativa das qualidades herdáveis apresentadas pela planta, as quais influenciam a intensidade do dano provocado pelo inseto". Esta definição, na prática agrícola representa a capacidade de certas variedades apresentarem uma maior quantidade de produtos de boa qualidade que outras variedades em geral, em igualdade de condições (GALLO, 1990).

A constatação da resistência de uma planta ou variedade a uma praga pode ser feita em condições de campo, casa-de-vegetação ou laboratório, através de diversas formas, que podem ser constatadas diretamente ou indiretamente através de escalas e de índices, quando estes fornecem certa relação com a área danificada (LARA, 1979) considerando-se basicamente o inseto e a planta.

Existem três categorias para descrever os mecanismos de resistência a insetos: não-preferência, antibiose e tolerância. *Não-preferência* denota: "o grupo de características e respostas do inseto que o conduzem ou o repelem com relação ao uso de uma planta ou variedade, para oviposição, alimentação ou abrigo". Dentre essas três modalidades de não-preferência, sem dúvida, as mais importantes e conseqüentemente, as mais estudadas, são as que se referem à alimentação e oviposição. *Antibiose* compreende "os efeitos adversos da planta sobre a biologia dos insetos". *Tolerância* se refere à "habilidade da planta para crescer e reproduzir-se ou reparar danos significativos, suportando deste modo uma população de insetos aproximadamente igual aquela capaz de danificar severamente um hospedeiro susceptível" (PAINTER, 1951). Existe a possibilidade de estas três características ocorrerem juntas em uma planta hospedeira resistente, onde elas podem ter um efeito cumulativo sobre o inseto. Resistência é um conceito relativo que lida com interações específicas e bem definidas entre a planta e o artrópode, que ocorrem numa

amplitude de graus consideráveis (GALLO, 1990).

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

Características bioquímicas e morfológicas constituem as defesas naturais das plantas que podem afetar o comportamento e/ou processos metabólicos dos artrópodes. Elas estão associadas a mecanismos de defesa e atração de insetos e ácaros, em diversas espécies de hortaliças (FRANÇA & CASTELO BRANCO, 1987).

A manipulação genética dessas características através de seleção dirigida pode resultar no melhor entendimento das interações planta-artrópode, com significativos benefícios para o homem.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizados três experimentos distintos. O primeiro constituiu-se na padronização do método colorimétrico para quantificação dos teores de 2 - tridecanona (2 - TD) em *Lycopersicon* spp. (NIENHUIS et alii, 1985). O segundo constituiu-se no estudo do controle genético do teor de 2 - TD em *Lycopersicon* spp. e o terceiro, na avaliação dos mecanismos de resistência de *Lycopersicon* spp. ao dano da traça-do-tomateiro.

Para efeito deste estudo, a metil-cetona, 2-undecanona também presente em menor quantidade no material utilizado, não foi analisada separadamente, e os teores de 2 - TD medidos, refletem pois a somatória do teor de 2 - TD propriamente dita com o teor de 2-undecanona.

3.1. Padronização do método colorimétrico

Para a quantificação da 2-tridecanona, foi necessário a obtenção de uma curva padrão, a partir da adaptação do método colorimétrico (NIENHUIS et alii, 1985). O método consiste na retirada, com um perfurador de disco de 3/8" de diâmetro, de

quatro amostras de discos de folhas, localizadas no terço superior, para a extração da 2-TD em 1 ml de cloreto de metileno durante agitação em vortex por 30 segundos. O extrato é tratado com 4 ml de uma solução de 2,4-dinitrofenilhidrazina 0,01% em etanol destilado na presença de borohidreto de sódio. Após uma hora, adiciona-se 0,5 ml de hidróxido de sódio 5N. A presença de metil-cetonas é acusada por uma coloração vermelha, que pode ser quantificada colorimetricamente na faixa de 540 nm. A adaptação feita para se obter a curva padrão constituiu-se na adição de uma solução padrão de concentração conhecida (em nanomoles de cetona/ml de solução) ao cloreto de metileno, para completar 1 ml de extrato, ao invés de amostras de discos de folhas (TABELA 1).

Para obtenção da solução padrão, foi obtida uma solução estoque (SE) de 100 nmoles/ml de solução, através da adição de 0,29 ml de acetona a 39,71 ml de cloreto de metileno. Dessa SE, retirou-se 1 ml, adicionando em seguida 49 ml de cloreto de metileno, obtendo-se assim a solução padrão de 2 nmoles/ml de solução. Posteriormente, foi realizada a análise de regressão entre a quantidade de cetona e a leitura de absorbância medida em espectrofotômetro a 540 nm.

TABELA 1 - Curva Padrão para a 2 - Tridecanona. ESAL, Lavras-MG.
1992.

Trata- mento	ml de Sol. padrão 2 nmoles de cetona/ml	ml de Cloreto de metileno (Para completar 1 ml)	Total de nano- moles
Branco	0,0	1,0	0,0
1	0,1	0,9	0,2
2	0,2	0,8	0,4
3	0,3	0,7	0,6
4	0,4	0,6	0,8
5	0,5	0,5	1,0
6	0,6	0,4	1,2
7	0,7	0,3	1,4
8	0,8	0,2	1,6
9	0,9	0,1	1,8
10	1,0	0,0	2,0

Foi realizado um ensaio preliminar para quantificar os teores de 2 - TD na linhagem de *L. esculentum* TSWV - 547, que corresponde a uma linha isogênica da cultivar Ângela Gigante I - 5100, com boas características agronômicas e resistência ao vírus do vira-cabeça, embora susceptível à traça-do-tomateiro; em *L. hirsutum* var. *glabratum* PI 134417, citado como fonte de alto

teor de 2 - TD e outras metil-cetonas (WILLIAMS et alii, 1980) e também resistente a vários artrópodes, inclusive à traça-do-tomateiro (FRANÇA et alii, 1984a), e no híbrido interespecífico F_1 (TSWV - 547 x PI 134417).

3.2. Quantificação dos teores de 2 - tridecanona (2 - TD)

3.2.1. Material

Nesse estudo, utilizou-se os mesmos materiais do ensaio preliminar (TSWV - 547, PI 134417 e o híbrido interespecífico F_1), incluindo-se no entanto, a geração F_2 (TSWV - 547 x PI 134417).

3.2.2. Local

Os experimentos foram conduzidos na Escola Superior de Agricultura de Lavras, MG. Lavras está localizada na região sul do Estado de Minas Gerais, a 910 m de altitude, $21^{\circ} 14' S$ de latitude e $45^{\circ} 00 W$ de longitude.

3.2.3. Obtenção da população segregante

As sementes da geração F_1 foram obtidas a partir do cruzamento entre TSWV - 547 e PI 134417, durante o ano de 1991,

em casa de vegetação usando-se sempre TSWV - 547 como linha maternal. Posteriormente, parte dessas sementes foram semeadas, também em casa de vegetação, para a obtenção das sementes da geração F_2 .

3.2.4. Instalação dos experimento e tratos culturais

Os pais (TSWV - 547 e PI 134417), as gerações F_1 e F_2 foram semeadas em bandejas de plástico com capacidade de 3,0 kg de substrato, sendo posteriormente repicadas para vasos com capacidade de 0,3 kg de substrato. O substrato foi composto de material de latossolo roxo, areia grossa lavada, vermiculita e esterco de galinha curtido, na proporção de 40, 20, 20 e 20% respectivamente. Os tratos culturais consistiam apenas em capinas manuais e irrigações periódicas. O número de plantas analisadas por geração foi:

(P_1) TSWV - 547 - 30 plantas

(P_2) PI 134417 - 30 plantas

(F_1) TSWV - 547 x PI 13447 - 30 plantas

(F_2) F_2 (TSWV - 547 x PI 134417) - 300 plantas

As plantas dos diferentes tratamentos foram dispostas numa bancada em casa de vegetação em disposição correspondente a um delineamento inteiramente casualizado.

O teor de 2-TD foi estimado pela análise de amostras de folhas das plantas através do método colorimétrico de quantificação de 2-TD referido no item 3.1..

3.3. Controle genético do teor de 2 - tridecanona (2 - TD)

Foram estimadas as médias e variâncias de TSWV - 547, PI 134417, das gerações F_1 e F_2 . Posteriormente foi estimada a variância genética (V_G) e a herdabilidade no sentido amplo (h_a^2), utilizando o procedimento semelhante à RAMALHO et alii (1990), onde:

$$h_a^2 = V_G / V_{F_2}$$

sendo:

h_a^2 = Herdabilidade no sentido amplo

V_G = Variância genética entre as médias dos genótipos

V_{F_2} = Variância fenotípica na geração F_2

A variância fenotípica presente na geração F_2 é dada por :

$$V_{F_2} = V_G + V_E$$

e a estimativa de V_G é:

$$\hat{V}_G = \hat{V}_{F_2} - \hat{V}_E$$

A variância ambiental (V_E) pode ser obtida segundo a metodologia proposta por RAMALHO et alii (1994) através das variâncias na geração F_1 e nos parentais:

$$\hat{V}_E = \sqrt[3]{\hat{V}_{F_1} \cdot \hat{V}_{P_1} \cdot \hat{V}_{P_2}}$$

Os componentes de médias foram estimados segundo a metodologia de ROWE & ALEXANDER (1980), através do método dos quadrados mínimos ponderados, servindo como pesos a razão inversa das variâncias das médias de cada população. Foi necessário utilizar essa ponderação uma vez que as estimativas das médias não foram obtidas com a mesma precisão.

A metodologia consiste em estimar os parâmetros $\hat{m}$, $[\hat{d}]$ e $[\hat{h}]$, definidos como $\hat{m}$ = média dos materiais parentais, $[\hat{d}]$ = soma ponderada dos efeitos aditivos e $[\hat{h}]$ = soma ponderada dos efeitos de dominância, a partir das médias das populações disponíveis. Estas estimativas são então utilizadas para o cálculo do valor esperado de cada população e, posteriormente realizado o teste qui-quadrado de exatidão para o modelo genético assumido.

3.4. Avaliação dos mecanismos de resistência de *Lycopersicon* spp. à traça-do-tomateiro

Nesse estudo, houve a necessidade de desenvolver uma metodologia para criação da traça-do-tomateiro, a partir de materiais de tomateiros comerciais infestados com lagartas do inseto.

As lagartas, oriundas do campo, foram colocadas em bandejas de criação artificial (0,30 x 0,45 x 0,10 m) e mantidas em folhas de tomateiro *L. esculentum* Mill. cv. Ângela Gigante I - 5100. Quando as folhas se tornavam inadequadas para a alimentação, elas eram substituídas.

A medida que iam se formando, as pupas foram transferidas para placas de petri (1,50 x 2,0 cm), e posteriormente realizada a sexagem de acordo com o item 2.2.1.4..

As pupas pré-sexadas foram transferidas para o interior de gaiolas de criação diferenciadas por sexo (i.e. uma gaiola para pupas machos e outra para pupas fêmeas). Essas gaiolas de criação consistem em uma armação de madeira (0,60 x 0,60 x 0,50m) envolvida por tela de nylon fina, para impedir a fuga dos adultos. Para facilitar a manipulação dos insetos, as gaiolas eram providas de uma abertura vedada por manga de nylon fina. Assim que os adultos emergiam, foi introduzido algodão embebido em uma solução de sacarose para a alimentação.

A avaliação dos mecanismos de resistência foi desenvolvida em casa de vegetação sob condições controladas de temperatura e umidade, no Campus da ESAL, no ano de 1993. Os tratamentos corresponderam a clones de duas plantas (LO1 e LO2) da geração F_2 previamente identificadas com baixo teor de 2 - TD, clones de duas plantas (HI1 e HI2) da geração F_2 previamente identificadas com alto teor de 2 - TD, os pais e a geração F_1 , perfazendo um total de 7 genótipos testados.

3.4.1. Delineamento experimental

O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados, com quatro repetições, sendo cada parcela constituída de um vaso com três plantas.

Para as avaliações dos mecanismos de resistência de *Lycopersicon* spp à traça-do-tomateiro houve a necessidade de se avaliar cada parcela (composta por 1 vaso com 3 clones) como um todo, devido a impossibilidade de manipulação dessas plantas individualmente em cada vaso.

3.4.2. Desenvolvimento

As plantas da geração F_2 identificadas com baixo (LO1 e LO2) e alto (HI1 e HI2) teor de 2 - TD bem como os pais e geração F_1 , foram clonadas por estaquia para constituir as parcelas. Cada parcela foi constituída de um vaso com capacidade

de 3,5 kg de substrato semelhante ao descrito no item 3.1.1.4..

Após 40 dias a partir da clonagem, quando as plantas apresentavam um tamanho médio de 40 cm, os vasos foram transferidos para gaiolas de 1,0 x 1,75 x 1,0 m, vedadas com tela fina, em um total de quatro gaiolas, onde cada uma consistia em um bloco. Foi realizada a infestação artificial das gaiolas, com adultos provenientes das pupas pré-sexadas, na proporção de 1,0 macho: 1,32 fêmeas (HAJI et alii, 1988).

3.4.3. Mecanismos de resistência

3.4.3.1. Teste para resistência tipo não-preferência para oviposição

Aos 10 dias, a partir da infestação artificial necessários para acasalamento e postura do inseto, realizou-se a análise do teste de livre escolha. O teste avalia resistência do tipo não-preferência por oviposição, através da contagem e distribuição dos ovos nas diferentes partes das plantas (terço inferior, terzo médio e terzo superior), por três avaliadores distintos. A média dos três avaliadores de cada parcela constitui a oviposição média da parcela.

3.4.3.2. Teste para resistência tipo não- preferência para alimentação

3.4.3.2.1. Evolução de dano na planta e lesão nos folíolos

Foi avaliada a evolução de dano nas plantas e lesão nos folíolos, durante três épocas distintas (aos 17, 24 e 31 dias após infestação), por cinco avaliadores distintos. A média dos cinco avaliadores em cada época de cada parcela, consistiu na infestação média da parcela, seguindo um esquema de notas de seguinte critério:

Notas de dano nas plantas:

- 0 - 0% de dano nas plantas
- 1 - Lesões pequenas e não coalescentes: 0,1 a 5% de dano nas plantas
- 2 - Lesões pequenas e não coalescentes: 5,1 a 20% de dano nas plantas
- 3 - Lesões médias e grandes: 20,1 a 50% de dano nas plantas
- 4 - Lesões numerosas, grandes e coalescentes: 50,1 a 80% de dano nas plantas
- 5 - Plantas totalmente deformadas: > 80,1% de dano nas plantas

Notas de lesão nos folíolos

- 0 - Sem lesão nos folíolos
- 1 - Lesões pequenas e pouco numerosas
- 2 - Lesões pequenas e médias, pouco numerosas, localizadas frequentemente nos bordos dos folíolos
- 3 - Lesões médias e grandes, numerosas e coalescentes, bordos dos folíolos deformados
- 4 - Lesões grandes coalescentes, folíolos completamente deformados
- 5 - Lesões tomando todo o folíolo

3.4.3.2.2. Percentagem de folíolos atacados

Por ocasião da última avaliação, foi também avaliado a percentagem de folíolos atacados, através de um sistema de notas independente do número ou tamanho da lesão, obedecendo ao seguinte critério:

Nota para percentagem de folíolos atacados

- 0 - 0% de folíolos atacados
- 1 - 0,1 a 5% de folíolos atacados
- 2 - 5,1 a 20% de folíolos atacados
- 3 - 20,1 a 50% de folíolos atacados
- 4 - 50,1 a 80% de folíolos atacados
- 5 - > 80,1% de folíolos atacados

3.4.4. Análise estatística

Os dados referentes ao número de ovos/parcela e percentagem de folíolos atacados foram submetidos a uma análise de variância, utilizando o seguinte modelo matemático:

$$y_{ij} = m + b_j + t_i + e_{ij}$$

onde:

y_{ij} : Valor observado relativo à parcela que recebeu o tratamento i , no bloco j ;

m : média geral;

b_j : efeito aleatório do bloco j , $j = 1, 2, \dots, r$ ($r = 4$),
 $b_j \sim \text{NID}(0, \sigma^2_b)$;

t_i : efeito do tratamento da ordem i , $i = 1, 2, \dots, a$
 ($a = 7$) $t_i \sim \text{NID}(0, \sigma^2_G)$;

e_{ij} : efeito aleatório do erro experimental da parcela associado ao tratamento i no bloco j , $e_{ij} \sim \text{NID}(0, \sigma^2_e)$;

NID : normal e independentemente distribuído.

Os dados de danos nas plantas e lesão nos folíolos foram também submetidos a análise de variância. Nesse caso adotou-se o esquema de parcelas subdivididas no tempo, seguindo o seguinte modelo matemático:

$$y_{ijk} = m + b_j + t_i + e_{a_{ij}} + c_k + e_{b_{jk}} + (tc)_{ik} + e_{d_{ijk}}$$

onde:

y_{ijk} : Valor observado relativo à parcela que recebeu o tratamento i , no bloco j ; na época k ;

m : média geral;

b_j : efeito aleatório do bloco j , $j = 1, 2, \dots, r$ ($r = 4$),

$$b_j \sim \text{NID}(0, \sigma^2_b)$$

t_i : efeito do tratamento da ordem i , $i = 1, 2, \dots, f$ ($f =$

$$7) t_i \sim \text{NID}(0, \sigma^2_G);$$

$e_{a_{ij}}$: efeito do erro associado ao tratamento i e ao bloco

$$j, e_a \sim \text{NID}(0, \sigma^2_{e_a});$$

c_k : efeito da época k , $k = 1, 2, \dots, d$ ($d = 3$);

$e_{b_{jk}}$: efeito do erro associado ao bloco j e a época k

$$e_b \sim \text{NID}(0, \sigma^2_{e_b});$$

tc_{ik} : efeito da interação do tratamento i na época k ;

$e_{d_{ijk}}$: efeito do erro associado a observação y_{ijk} , e_d

$$\sim \text{NID}(0, \sigma^2_{e_d}).$$

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Padronização do método colorimétrico

Para a curva padrão da 2 - Tridecanona (2 - TD) de 2 nmoles/ml de solução (TABELA 2), obteve-se, através da regressão linear a seguinte equação da reta padrão :

$$Y = 0,5215303.X \quad R^2 = 0,9950$$

onde:

X = Concentração de 2 - TD em nmoles de cetona/ml de solução

Y = Valor observado da leitura colorimétrica (absorbância), a 540 nm.

No ensaio preliminar de quantificação de 2 - TD, através do método colorimétrico, observou-se que PI 134417 apresentou um teor de 2 - TD cerca de 7 vezes maior que em TSWV - 547 e o híbrido interespecífico duas vezes maior que em TSWV - 547 (FIGURA 2).

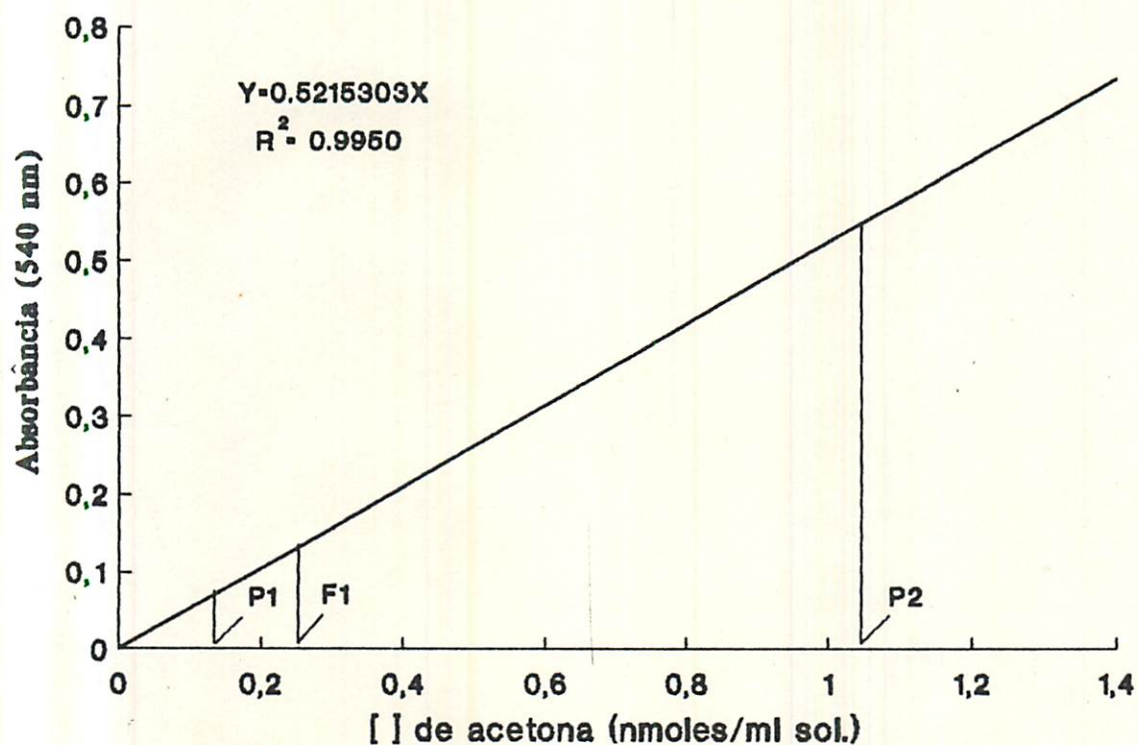


FIGURA 1 - Valores obtidos (Y) para a absorbância a 540 nm em função da concentração de acetona (2 - Tridecanona) em TSWV - 547 (P1), PI 134417 (P2) e no híbrido interespecífico F1 (TSWV - 547 x PI 134417). ESAL, Lavras-MG. 1992.

4.2. Quantificação dos teores de 2 - Tridecanona (2 - TD) em *Lycopersicon* spp.

Os teores médios e variâncias, referentes ao teor de 2 - TD das populações analisadas, assim como o número de plantas consideradas em cada caso, encontram-se na TABELA 2. Esses resultados confirmam os resultados do ensaio preliminar, em que PI 134417 apresentou um teor de 2 - TD cerca de 7 vezes maior que TSWV - 547, e o híbrido interespecífico cerca de 2 vezes maior que em TSWV - 547 (FIGURA 2).

TABELA 2: Teores médios de 2 - tridecanona (2 - TD) e respectivas variâncias em TSWV - 547, PI 134417, F₁ e F₂. ESAL, Lavras-MG, 1992.

Genótipos	Número de plantas amostradas	Concentração média de	
		2- TD (nmoles/ml de solução)	Variância
TSWV - 547	30	0,0967	0,0049
PI 134417	30	0,6276	0,0639
F ₁	30	0,2338	0,0058
F ₂	295	0,2480	0,0309

4.3. Controle genético do teor de 2-Tridecanona (2 - TD)

Os componentes de média obtidos segundo ROWE & ALEXANDER (1980), estão apresentados na TABELA 3.

TABELA 3 - Teste do qui - quadrado de exatidão do modelo de ROWE & ALEXANDER (1980) e estimativas dos componentes de médias de um cruzamento entre linhagens de tomateiro para a característica teor de 2 - Tridecanona. ESAL, Lavras-MG. 1993.

Populações	Média (Valor observado)	Média (valor estimado)	Desvio padrão
TSWV - 547	0,0967	0,0897	
PI 134417	0,6276	0,5381	
F ₁	0,2338	0,2175	
F ₂	0,2480	0,2657	
$\hat{m}$	0,3139		0,0290
$[\hat{d}]$	- 0,2241		0,0320
$[\hat{h}]$	- 0,0964		0,0420
			$\chi^2 = 8,44^*$

* Significativo ao nível de 5 % de probabilidade.

Constatou-se que o qui - quadrado apresentou o valor de 8,44 (TABELA 3), sendo significativo ao nível de 5% de probabilidade. Este resultaddo indica que o modelo aditivo-dominante não é suficiente para explicar o que está contido no valor fenotípico médio de cada população.

Neste caso, duas alternativas podem ser seguidas. Ou o modelo deve ser estendido no sentido de incluir interações não alélicas, ou seja estimadores dos efeitos epistáticos, referentes a interação aditivo x aditivo [i], aditivo x dominante [j] e a dominante x dominante [l], contudo não se procurou incluir [i], [j] e [l], em virtude de faltarem graus de liberdade para a realização do teste do qui - quadrado, já que havia disponibilidade apenas de quatro gerações (parentais, F_1 e a F_2). Pode-se também utilizar uma escala apropriada, em que o modelo simples seja adequado desde que não diminua a precisão das análises genéticas nas quais o modelo simples for aplicado, não alterando significativamente as interpretações das estimativas dos parâmetros genéticos (TOLEDO & KIIHL, 1980). Além disso, a não adequação do modelo aditivo - dominante pode ser um reflexo também da distorção das segregações gaméticas frequente em cruzamentos interespecíficos do gênero *Lycopersicon* spp. (ZAMIR et alii, 1982).

A partir da TABELA 2, calculou-se a herdabilidade no sentido amplo. O componente da variância ambiental (V_E) foi

estimado a partir da variância das gerações não segregantes. Através desses dados, observa-se uma grande discrepância entre essas variâncias, principalmente entre TSWV - 547 e PI 134417. Isso pode ser explicado pelo fato de que em TSWV - 547, os níveis de 2 - TD são praticamente nulos com variância também próximo de zero, ao contrário dos de PI 134417. A herdabilidade no sentido amplo assim estimada para esse caráter, foi de $0,6058 \pm 0,18$ (60,58 %), permitindo concluir que a seleção com base na característica avaliada pode ser bastante eficiente ao nível de plantas individuais. Uma vez que o teor de 2 - TD está correlacionado à resistência a artrópodes (WILLIAMS et alii, 1980; NIENHUIS et alii, 1987), conclui-se que a seleção para maior teor de 2 - TD deverá ser eficiente no melhoramento do tomateiro, visando resistência à traça-do-tomateiro e outros artrópodes.

Observando-se a distribuição de frequências dos teores de 2 - TD da geração F_2 (FIGURA 3), verifica-se uma predominância de plantas com baixo teor de 2 - TD, sugerindo que os alelos dominantes ou parcialmente dominantes condicionem o fenótipo de baixo teor de 2 - TD. Esses resultados são semelhantes aos apresentados por FERY & KENNEDY (1987), que na geração F_2 proveniente do cruzamento entre *L. esculentum* cv. Walter e PI 134417 também observaram essa maior proporção de indivíduos com baixo teor de 2 - TD do que alto teor.

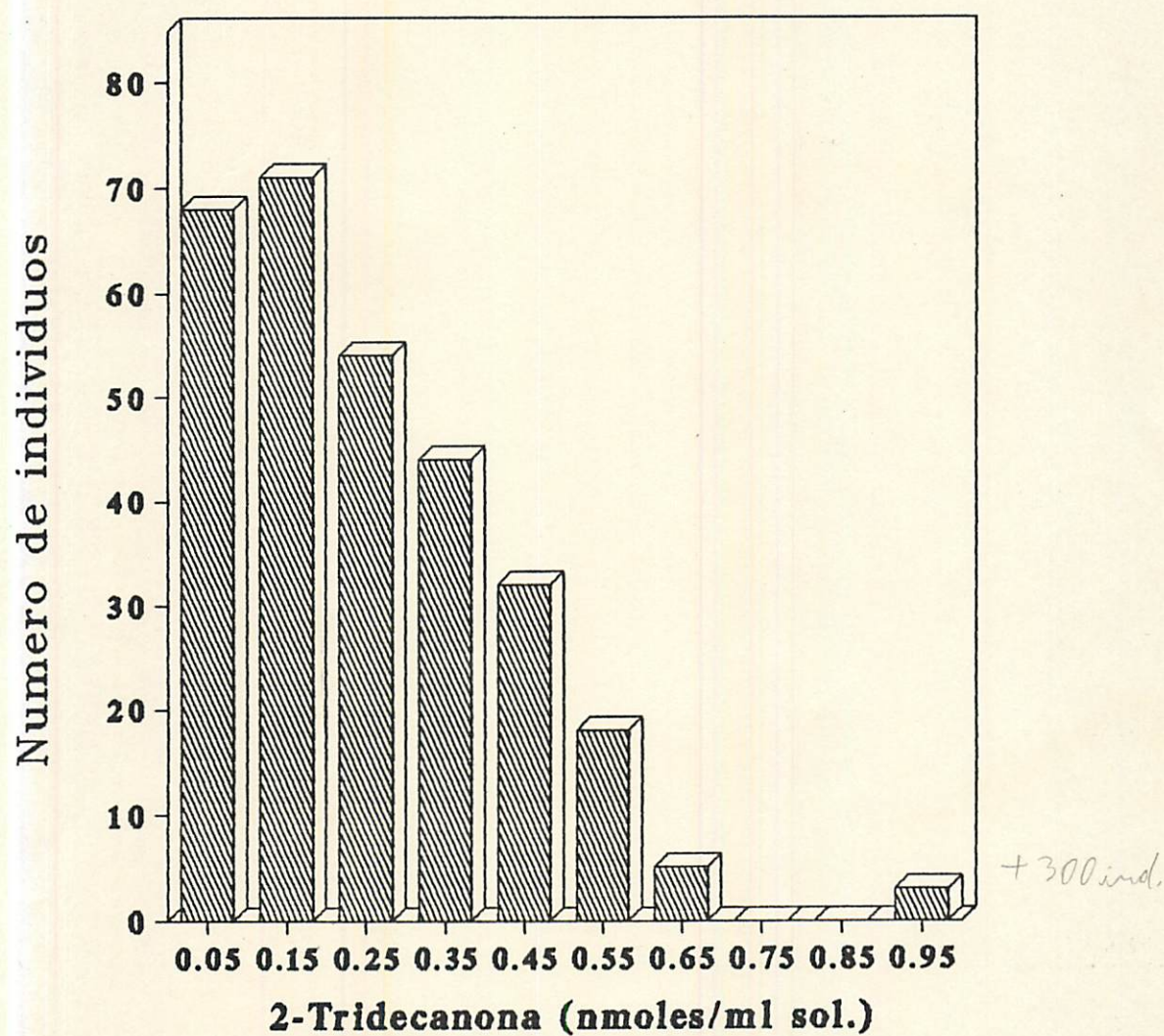


FIGURA 3- Distribuição dos teores de 2 - Tridecanona (2- TD) na geração F₂ derivada do cruzamento entre TSWV - 547 e PI 134417. ESAL, Lavras-MG. 1993.

4.4. Avaliação dos mecanismos de resistência de *Lycopersicon* spp. à traça-do-tomateiro

Os teores médios de 2 - TD nos clones de plantas com baixo teor de 2 - Tridecanona (2 - TD) (LO1 e LO2), nos clones de plantas com alto teor de 2 - TD (HI1 e HI2), bem como os materiais parentais e no híbrido interespecífico F_1 , estão apresentados na TABELA 4. Pode-se observar que em média, as plantas selecionadas para alto teor de 2 - TD, apresentaram teores de 2 - TD cerca de 5 a 6 vezes maiores que as plantas selecionadas para baixo teor de 2 - TD. Esses resultados são semelhantes aos apresentados na FIGURA 2, onde encontramos em PI 134417 um teor de 2 - TD cerca de 7 vezes mais abundante que TSWV - 547.

TABELA 4- Teores médios de 2 - Tridecanona (2 - TD) em genótipos selecionados da geração F₂ de *Lycopersicon* spp. ESAL, Lavras-MG. 1993.

Denominação dos genótipos	Descrição	Concentração de 2 - TD ± desvio padrão (nmoles/ml de solução)
LO1	Planta F ₂ individual com baixo teor de 2 - TD	0,1110 ± 0,0500
LO2	Planta F ₂ individual com baixo teor de 2 - TD	0,0500 ± 0,0300
HI1	Planta F ₂ individual com alto teor de 2 - TD	0,5810 ± 0,1700
HI2	Planta F ₂ individual com alto teor de 2 - TD	0,5210 ± 0,2200
Testemunhas:		
TSWV - 547		0,0967
PI 134417		0,6276
F ₁		0,2480

4.4.1. Teste para resistência tipo não-preferência para oviposição

O resumo da análise de variância para oviposição de traça-do-tomateiro em condições de livre escolha em relação a diferentes posições nos genótipos avaliados encontra-se na TABELA 5.

TABELA 5- Resumo da análise de variância para número médio de ovos da traça-do-tomateiro em condições de livre escolha para três posições na planta e número total de ovos, 10 dias após infestação. Temperatura de $25,0^{\circ} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e Umidade relativa (%) de 75 ± 10 . ESAL, Lavras-MG. 1993.

FV	GL	Quadrado Médio			
		Terço Inferior da planta	Terço Mediano da planta	Terço Superior da planta	Nº total de ovos na planta
Bloco	3	2,345**	0,155	6,025	4,880
Genótipo	6	1,683*	11,796**	39,016**	47,045**
Erro	18	0,512	1,388	1,980	1,551
CV %		24,15	27,83	24,93	16,05

*, ** significativo ao nível de 5% e 1% de probabilidade pelo teste F respectivamente.

Observa-se que a precisão dos experimentos avaliados pelo coeficiente de variação (CV) foi melhor para a variável número total de ovos do que para os números de ovos nas diferentes posições da planta, sugerindo que para a avaliação em

experimentos futuros, é adequado considerarmos somente a contagem do número total de ovos na planta, que além de apresentar um menor valor para o coeficiente de variação (TABELA 5), apresenta também uma discriminação nítida no teste de separação de médias (TABELA 6). Os valores de F para genótipos foram altamente significativos para cada variável avaliada.

Chama a atenção o resultado apresentado na TABELA 6, onde plantas com baixo teor de 2-TD apresentaram um maior número de ovos do que as demais. Para a avaliação de oviposição no terço inferior e mediano da planta, a discriminação do teste de separação de médias não foi nítida, embora as médias de ovos em plantas com baixo teor de 2-TD tenham sido superiores à média geral, enquanto que, plantas com alto teor de 2-TD apresentaram números médios de ovos inferiores à média geral.

Na avaliação de número de ovos no terço superior e número total de ovos, já começa a ser observada uma nítida discriminação entre os genótipos. Nestas avaliações, passam a se destacar como menos preferidos, os genótipos HI1, HI2, PI 134417, que apresentaram número de ovos por planta semelhantes entre si e significativamente menores que os demais e que a média geral. Verificou-se também que a correlação entre o teor de 2 - TD e o número total de ovos na planta foi elevada e negativa ($-0,88$), mostrando, como era esperado, que plantas que possuem alto teor de 2- TD são menos utilizadas pela traça-do-tomateiro para oviposição.

TABELA 6 - Preferência para oviposição de traça-do-tomateiro por diferentes genótipos de tomateiro. Temperatura de $25,0^{\circ} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e Umidade relativa (%) de 75 ± 10 . ESAL, Lavras-MG. 1993.

Genótipos	Número médio de ovos/parcela			
	Posição na planta			Nº total de ovos
	Inferior	Mediano	Superior	
LO1	3,886 a	5,715 ab	7,411 a	10,130 a
LO2	3,480 ab	6,990 a	10,390 a	13,000 a
HI1	2,650 ab	3,119 bc	3,435 b	5,320 b
HI2	1,869 b	3,033 bc	3,591 b	5,051 b
PI 134417	2,681 ab	2,660 c	2,863 b	4,747 b
F ₁	3,053 ab	2,899 c	3,092 b	5,300 b
TSWV - 547	3,114 ab	5,216 ab	8,731 a	10,770 a
Média Geral de Ovos	2,962	4,233	5,233	7,759

Médias seguidas da mesma letra não diferem pelo teste de Tuckey, ao nível de 5% de probabilidade.

Esses resultados permitem concluir que plantas com alto teor de 2-TD apresentaram resistência do tipo não-preferência para oviposição, uma vez que são menos utilizadas pelos insetos

comparados às outras, em igualdade de condições (GALLO et alii, 1990).

4.4.2. Teste para resistência tipo não-preferência para alimentação

4.4.2.1. Evolução de dano na planta e lesão nos folíolos

As avaliações para evolução de dano na planta e evolução de lesão nos folíolos foram realizadas nas semanas que se seguiram à avaliação de oviposição.

O resumo das análises de variância conjunta dos genótipos avaliados para evolução de dano na planta e lesão no folíolo, estão apresentados na TABELA 7.

Observa-se uma alta precisão experimental para ambas as variáveis, dado pelo coeficiente de variação (menor que 10%) (GOMES, 1990).

Os valores de F foram altamente significativos para a interação genótipo x épocas, mostrando que os níveis de dano para as plantas e lesão de folíolos não variaram igualmente com as épocas de avaliação em todos os genótipos.

TABELA 7- Resumo das análises de variância para diferentes genótipos, testados em relação à dano na planta e lesão nos folíolos. Temperatura de $22,0^{\circ} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e Umidade relativa (%) de 80 ± 10 . ESAL, Lavras-MG. 1993.

F.V.	GL	Quadrados Médios	
		Dano na planta	Lesão no folíolo
Genótipo(G)	6	1,3210**	1,1060**
Erro a	18	0,0710	0,0600
Época (E)	2	0,9330**	0,9380**
Erro b	6	0,0160	0,0090
G x E	12	0,0360**	0,0470**
Erro c	36	0,0120	0,0090
CV %		6,7	5,8

** significativo ao nível de 1% de probabilidade

Observou-se que os genótipos LO1, LO2 e TSWV - 547 apresentaram um comportamento semelhante entre si em relação a dano na planta e lesão nos folíolos, com um rápido aumento na área foliar consumida em função da época de avaliação (FIGURAS 4 e 5). A avaliação nesses genótipos foi realizada a intervalos semanais, consistindo em 3 avaliações. Já na primeira avaliação, os genótipos LO1, LO2 e TSWV - 547 (baixo teor de 2-TD) foram os que apresentaram um maior nível de dano nas plantas e lesão de

folíolos enquanto que os genótipos HI1, HI2 e PI 134417 (alto teor de 2-TD), apresentaram uma evolução mais lenta de dano e lesão de folíolos. Na segunda semana, observou-se um aumento considerável no nível de dano e de lesão para os genótipos com baixo teor de 2-TD, apresentando níveis entre 50 a 60% para dano nas plantas e folíolos altamente danificados. De forma semelhante à avaliação anterior, os genótipos HI1, HI2 e PI 134417 continuaram a apresentar um nível mínimo de dano nas plantas e lesão nos folíolos, ou seja, para esses genótipos elas podem ser consideradas insignificantes, quando comparadas com os genótipos que apresentaram baixo teor de 2-TD. Na última avaliação, os genótipos com baixo teor de 2-TD apresentaram-se completamente danificados, com folíolos totalmente deformados e até plantas mortas. Para os genótipos com alto teor de 2-TD, semelhante as avaliações anteriores, o nível de dano nas plantas ficou em torno de 20%, apresentando lesões pequenas e pouco numerosas.

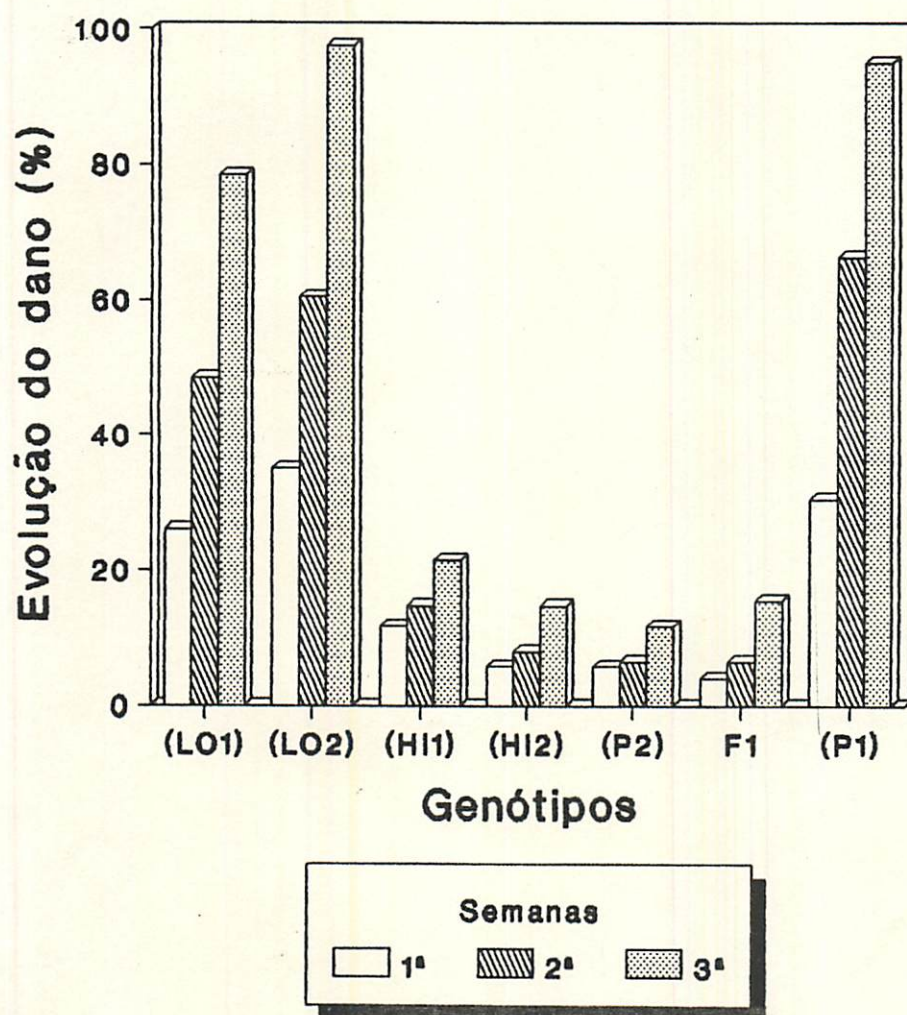


FIGURA 4- Percentagem média de dano da traça-do-tomateiro em diferentes genótipos de tomateiro, TSWV - 547 (P1), PI 134417 (P2), plantas F2 com baixo teor de 2 - TD (LO1 e LO2), plantas F2 com alto teor de 2 - TD (HI1 e HI2) e na geração F1, em três épocas. Temperatura de $22,0^{\circ} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e Umidade relativa (%) de 80 ± 10 . ESAL, Lavras-MG. 1993.

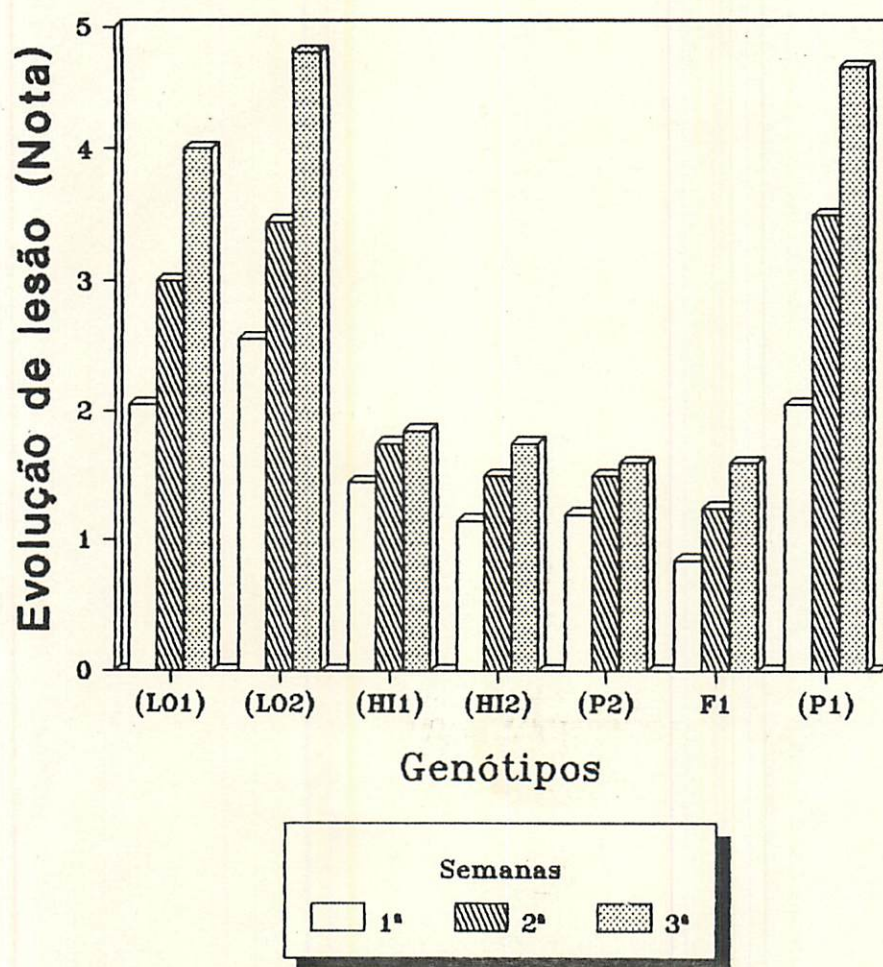


FIGURA 5- Nível médio de lesão nos folíolos da traça-do-tomateiro em diferentes genótipos de tomateiro, TSWV - 547 (P1), PI 134417 (P2), plantas F2 com baixo teor de 2 - TD (LO1 e LO2), plantas F2 com alto teor de 2 - TD (HI1 e HI2) e na geração F1, em três épocas. Temperatura de $22,0^{\circ} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e Umidade relativa (%) de 80 ± 10 . ESAL, Lavras-MG. 1993.

Numa interpretação envolvendo todos os genótipos e épocas de avaliação, pode-se verificar que os genótipos que apresentaram baixo teor de 2-TD foram os mais susceptíveis ao ataque de traça-do-tomateiro, em qualquer época de avaliação. Os genótipos que possuem alto teor de 2-TD foram os que apresentaram um nível de resistência ao ataque da traça-do-tomateiro, também em qualquer época de avaliação, tanto para evolução do dano como para lesão de folíolo. Por essa análise, pode-se concluir que plantas com alto teor de 2-TD apresentam resistência do tipo não-preferência para alimentação, uma vez que foi observada uma menor proporção de dano na planta e lesão de folíolos. Esses materiais presumivelmente também apresentam resistência tipo antibiose, evidenciada pela avaliação da evolução de lesão no folíolo. Deve-se ressaltar que isso consiste apenas em uma suposição, havendo a necessidade de novos ensaios e um estudo mais aprofundado sobre os efeitos adversos sobre a biologia do inseto (como por exemplo mortalidade na fase larva ou pupal, mortalidade durante a transformação para a fase adulta, prolongamento das fases de desenvolvimento do inseto, redução do tamanho e peso dos indivíduos, redução de fecundidade e da longevidade dos adultos e alteração da proporção sexual), quando em contato com genótipos que possuem um alto teor de 2-TD. No entanto, essa suposição é apoiada pelos resultados de GIUSTOLIN (1991), que comprovou a antibiose da 2 - TD à traça-do-tomateiro em experimentos com dietas artificiais.

Em síntese, considerando os resultados obtidos nas três avaliações, tanto para evolução de dano e lesão no folíolo, pode-se concluir que os genótipos com alto teor de 2 - TD, HI1, HI2 e PI 134417 foram os que se mostraram menos danificados pela traça-do-tomateiro, ou seja, para esses genótipos o mecanismo de resistência tipo não-preferência para alimentação está presente e presumivelmente, resistência tipo antibiose.

4.4.2.2. Percentagem de folíolos atacados

Por ocasião da última época de avaliação, aos 31 dias após a infestação, avaliou-se também a percentagem de folíolos atacados. Nessa avaliação não se considerou número e tamanho de lesões no folíolo, e sim se o folíolo apresentava ou não qualquer tipo de lesão causada por traça-do-tomateiro.

O resumo da análise de variância dos genótipos avaliados para nível de ataque nos folíolos está apresentada na TABELA 8.

Nesse estudo, foi também observado que os genótipos de baixo teor de 2 - TD (LO1, LO2 e TSWV - 547) foram os que apresentaram uma maior percentagem de folíolos atacados, em torno de 90%. Desses 3 genótipos, o genótipo LO2 foi o que apresentou uma maior percentagem de folíolos atacados, atingindo o nível de 100% (FIGURA 6). Situação diversa foi a observada para os genótipos com alto teor de 2 - TD (HI1, HI2 e PI 134417), onde a percentagem de folíolos atacados foi em torno de 20%. Entre esses

genótipos, o genótipo HI1 foi o que apresentou uma maior percentagem de ataque nos folíolos (cerca de 20%), e o genótipo PI 134417 foi o que apresentou menor percentagem de folíolos atacados (cerca de 15%).

TABELA 8- Resumo da análise de variância para diferentes genótipos de tomateiro testados em relação à nível de ataque nos folíolos. Temperatura de $23,0^{\circ} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e Umidade relativa (%) de 70 ± 10 . ESAL, Lavras-MG. 1993.

F.V.	G.L.	Q.M.
Bloco	3	0,012
Genótipos	6	0,706**
Resíduo	18	0,033
CV %		10,03

** F significativo ao nível de 1% de probabilidade

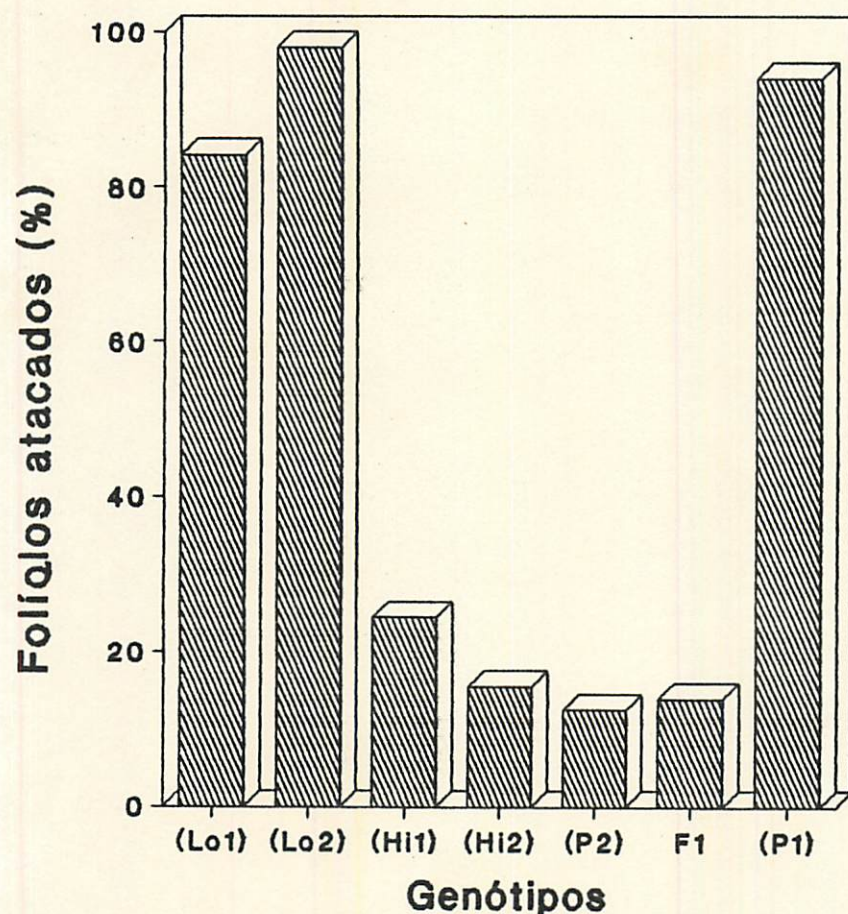


FIGURA 6- Percentagem de folíolos atacados pela traça-do-tomateiro em diferentes genótipos de tomateiro, TSWV - 547 (P1), PI 134417 (P2), plantas F2 com baixo teor de 2 - TD (LO1 e LO2), plantas F2 com alto teor de 2 - TD (HI1 e HI2) e na geração F1. Temperatura de $23,0^{\circ} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e Umidade relativa (%) de 70 ± 10 . ESAL, Lavras-MG. 1993.

Esse resultado confirma as observações feitas durante as avaliações anteriores, de que plantas com alto teor de 2-TD apresentam mecanismos de resistência à traça-do-tomateiro como a não-preferência para oviposição e alimentação e provavelmente, resistência tipo antibiose.

A necessidade de estudos mais aprofundados fica evidente principalmente quando analisamos o comportamento do híbrido interespecífico (F_1). Esse genótipo apresenta um teor médio de 2-TD cerca de 2 vezes mais abundante que TSWV - 547 porém bem inferior à PI 134417. O comportamento desse genótipo nos estudos dos mecanismos de resistência, foi semelhante aos apresentados pelos genótipos com alto teor de 2-TD (HI1, HI2 e PI 134417). Dessa forma, provavelmente devem existir aí presentes outros mecanismos de resistência além da 2 - TD, (os quais não foram identificados através desse estudo). Uma explicação alternativa seria que a concentração mínima de 2-TD suficiente para condicionar esses tipos de resistência às plantas, é a apresentada pelo híbrido interespecífico.

5. CONCLUSÕES

1- A técnica colorimétrica de quantificação da 2 - Tridecanona (2 - TD) demonstra potencial para o aproveitamento no melhoramento genético do tomateiro, devido ao baixo custo e à facilidade de seleção não destrutiva de plantas individuais em gerações segregantes.

2- A estimativa dos parâmetros genéticos envolvidos no modelo mostram a ocorrência de efeitos aditivos e de dominância no valor fenotípico médio das populações, mas a existência de epistasia não foi descartada.

3- A alta estimativa da herdabilidade no sentido amplo para a característica avaliada (60,58%), mostra que a seleção com base nessa característica pode ser eficiente no melhoramento visando resistência à artrópodes.

4- Plantas com alto teor de 2 - TD apresentam resistência à traça-do-tomateiro do tipo não-preferência para oviposição e alimentação.

5- Plantas com alto teor de 2 - TD presumivelmente apresentam também resistência do tipo antibiose em relação à traça-do-tomateiro.

6. RESUMO

Os objetivos desse trabalho foram: a) Padronizar um método colorimétrico para quantificação dos teores médios do inseticida natural 2 - tridecanona (2 - TD) em *Lycopersicon hirsutum* var. *glabratum* PI 134417, *L. esculentum* TSWV - 547 e nas gerações F_1 e F_2 ; b) estudar o controle genético dessa característica e, c) determinar os mecanismos de resistência dessas populações em relação à Traça-do-tomateiro, *Scrobypalpuloides absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera - Gelechiidae). Os experimentos foram realizados na ESAL, Lavras, MG. Verificou-se que PI 134417 apresenta um teor médio de 2 - TD cerca de 7 vezes maior que TSWV - 547, e que as gerações F_1 e F_2 , teores semelhantes entre si e cerca de 2 vezes mais abundantes que em TSWV - 547. Foram realizadas análises com a finalidade de obter informações sobre o modelo genético do controle dessa característica. Conclui-se pela existência de efeitos aditivos e de dominância na expressão do teor de 2 - TD em folíolos de *Lycopersicon* spp., mas a existência de epistasia não foi descartada. A herdabilidade no sentido amplo do teor de 2 - TD foi de 60,58%.

Foram selecionadas plantas da geração F_2 apresentando alto e baixo teor de 2 - TD. Esses genótipos, juntamente com PI 134417, TSWV - 547 e a geração F_1 foram clonados e avaliados com relação à oviposição da traça-do-tomateiro, evolução de dano na planta, evolução de lesão na folha e porcentagem de folíolos atacados, num experimento em blocos casualizados com 4 repetições em gaiolas teladas, sendo uma gaiola para cada repetição. Aos 40 dias após clonagem, foram liberados dentro dessas gaiolas adultos da traça-do-tomateiro provenientes de pupas pré-sexadas na proporção de 1,0 macho: 1,32 fêmeas. Após 10 dias, avaliou-se a oviposição, evolução de dano na planta e lesão de folhas e porcentagem de folíolos atacados. As avaliações para oviposição foram baseadas na contagem do número de ovos em cada parcela. Para a avaliação de dano na planta, lesão de folha e percentagem de folíolos atacados, esta baseou-se em uma escala visual de notas, variando de 0 (= dano mínimo) a 5 (= dano máximo) durante 3 avaliações distintas num intervalo de 7 dias. Pode-se observar que plantas com alto teor de 2 - TD possuem resistência tipo não preferência para oviposição e alimentação. Através da análise da evolução de lesão de folíolos, presume-se que plantas com alto teor de 2 - TD apresentem também resistência tipo antibiose, evidenciada pela pequena magnitude de evolução de lesão dano apresentado. A avaliação da percentagem de folíolos atacados foi realizada aos 31 dias após infestação, onde também se

observou que plantas com alto teor de 2 - TD são menos atacadas pelo inseto.

7. SUMMARY

GENETIC CONTROL AND MECHANISMS OF RESISTANCE IN *Lycopersicon* spp. TO "THE TOMATO PINWORM" [*Scrobipalpuloides absoluta* (MEYRICK, 1917) (LEPIDOPTERA - GELECHIIDAE)]

The objective of this work was: a) To standardize a colorimetric assay for detection of the natural insecticide 2-Tridecanone (2-TD) in *Lycopersicon hirsutum* f. *glabratum* PI 134417, *L. esculentum* TSWV-547, generations F_1 and F_2 ; b) to study the genetic control of this trait and, c) to determine the mechanisms of the resistance of these populations to "the tomato pinworm" *Scrobipalpuloides absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera-Gelechiidae). The experiments were carried out at ESAL, Lavras-MG. PI 134417 had 7 times as much 2 - TD as TSWV-547, and generations F_1 and F_2 , both had twice as much 2 - TD as TSWV - 547.

Generation mean analysis showed both additive and dominance effects in the expression of 2 - TD content in leaflets of *Lycopersicon* spp., but the existence of the epistasis was not ruled out. The broad sense heritability estimate was 60,58%.

F_2 plants were selected with both high and low levels of

2 - TD. These genotypes, along with PI 134417, TSWV 547 and the F₁ generation were cloned via cuttings and evaluated with regard to oviposition of the tomato pinworm, evolution of damage on the plant, evolution of the leaflet damage and percentage of leaflets attacked by the tomato pinworm. The experiment was a randomized block design with 4 replications in hard texture cages, each cage comprising one block. Forty days after cloning, *S. absoluta* adults were released in the cages in a proportion of 1,0 male : 1,32 females, thus identified through pupal morphology. After 10 days, oviposition, evolution of damage on the plant, evolution of the leaflet damage, and percentage of leaflets damaged were evaluated. The evaluation for oviposition were based in counting the number of the eggs in each plot. Evaluation of damage on the plant, leaflet damage and percentage of leaflets damaged, were based on scales from 0 (= minimum damage) to 5 (= maximum damage) during 3 distinct weekly evaluations. Plants with high levels of the 2 - TD showed a non-preference mechanism of resistance relative to oviposition and food.

Based on evolution of leaflet damage, it is presumed that plants with high levels of 2 - TD show up resistance type antibiosis, demonstrated by the small magnitude of the evolution of leaflet damage. The evaluation of the percentage of leaflets damaged made 31 days after infestation, also supported the hypothesis that plants with high levels of 2 - TD showed lower insect damage.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 01- BAHAMONDES, L. A. & MALLEA, A.R. Biologia em Mendoza de *Scrobipalpula absoluta* (Meyrick) Povolny (Lepidoptera - Gelechiidae), espécie nova para la República Argentina. Revista Faculdade de Ciências Agrárias, Buenos Aires, 15(1):96-104, 1969.
- 02- BARBOSA, V. & NETO, J. M. S. Controle químico de *Scrobipalpula absoluta* (Meyrick) em tomateiro destinado ao processamento industrial em São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 8, Brasília, 1984. Resumos... Brasília, SEB, 1983. p. 125.
- 03- BARONA, H. G.; PARRA, A. S. & VALLEJO, C. F. C. Evaluacion de espécies silvestres de *Lycopersicon* sp., como fonte de resistência a *Scrobipalpula absoluta* (Meyrick) y su intento de transferência a *Lycopersicon esculentum* Mill. Acta Agronômica, Palmira, 39(1/2):34-45, 1989.

- 04- CARBALLO, R.; BASSO, C.; SCATONI, I. & COMOTTO, F. Ensayo para el control de *Scrobipalpula absoluta* (Meyrick) temporada 1980-81. Revista Técnica, Montevideo, 50:41-6, 1981.
- 05- CARTER, C. D.; GIANFAGNA, T. J. & SACAUS, J. N. Sesquiterpenes in glandular trichomes of a wild tomato species and toxicity to the Colorado Potato Beetle. Journal of Agricultural and Food Chemistry, Washington, 37:1425-8, 1989.
- 06- CASTELO BRANCO, M.; FRANÇA, F. H.; RESENDE, A. M. & MALUF, W. R. Seleção em F₂ (*L. esculentum* x *L. pennelli*) visando resistência à traça-do-tomateiro. Horticultura Brasileira, Brasília, 3(1): 65, 1985.
- 07- COELHO, M. C. F. & FRANÇA, F. H. Biologia e quetotaxia da larva e descrição da pupa e adulto da traça-do-tomateiro. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, 22(2):129-35, 1987.
- 08- EIGENBRODE, S. D. & TRUMBLE, J. T. Antibiosis to Beet Armyworm (*Spodoptera exigua*) in *Lycopersicon* accessions. Horticultural Science, Alexandria, 28(9):932-4, 1993.

- 09- 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 Societe for Horticultural Science, Mount, 112(5):886-91, 1987.
- 10- FRANÇA, F. H. & CASTELO BRANCO, M. Resistência varietal a insetos e ácaros em hortaliças. Horticultura Brasileira, Brasília, 5 (1):8-11, 1987.
- 11- _____; _____; RESENDE, A. M. & MALUF, W. R. Avaliação e seleção de progenies F₂ RC1 [(Calipso x *L. hirsutum* typicum) x Calypso] visando resistência à traça-do-tomateiro. Horticultura Brasileira, Brasília, 3(1): p. 57, 1985. Resumos.
- 12- _____; MALUF, W. R.; ROSSI, P. E. F. & COELHO, M. C. F. Resistência em tomate à traça-do-tomateiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 9, Londrina, 1984. Resumos... Londrina, SEB, 1984. p. 124.

- 13- FRANÇA, F.H., MALUF, W.R.; ROSSI, P.E.F; MIRANDA, J. E. C. & COELHO, M. C. F. Avaliação e seleção em tomate visando resistência à traça-do-tomateiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 24, Jaboticabal, 1984 Resumos... Jaboticabal, SEB, 1984b. p. 143.
- 14- GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R. P. L.; BATISTA, G. C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R.A.; ALVES, S.B. & VENDRAMIN, J.D. Manual de entomologia agrícola. 2. ed. São Paulo, Agronômica Ceres, 1990. 649p.
- 15- 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.
- 16- GIUSTOLIN, T. A. Efeito dos aleloquímicos 2 - tridecanona e 2 - undecanona, presentes em hycopersicon spp., sobre a biologia da traça-do-tomateiro, Scrobipalpuloides absoluta (MEYRICK, 1917) Lep. Gelechiidae. Piracicaba, ESALQ, 1991. 155P. (Tese de Mestrado).
- 17- GOMES, F.P. Curso de estatística experimental. 13 ed. Piracicaba, EPU/USP, 1990. 469p.

- 18- GONÇALVES, C. R.; OLIVEIRA, A. & LIMA, A. F. de.

Scrobipalpula absoluta (Meyrick) (Lep. Gelechiidae), uma nova broca do tomateiro no Estado do Rio de Janeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 8, Brasília, 1983. Resumos... Brasília, SEB, 1983. p.73

- 19- HAJI, F. N. P.; PARRA, J. R. P.; SILVA, J. P. & BATISTA, J. G. S. Biologia da traça-do-tomateiro sob condições de laboratório. Pesquisa agropecuária brasileira, Brasília, 23(2):107-110, 1988.

- 20- HARRIS, M.K. Allopatric resistance: searching for source of insect resistance for use in agriculture. Enviroment Entomology, Maryland, 4:73-85. 1975.

- 21- HERRERA, A. Insetos de la papa en Cañete. Revista Peruana de Entomologia, Lima, 6(1):5-7, 1963.

- 22- 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, 78:547-55, 1985.

- 23- LARA, F.M. **Princípios de resistência de plantas a insetos.**
Piracicaba, Livroceres, S.P., 1979. 207p.
- 24- LOURENÇÃO, A. L. & NAGAI, H.. Fontes de resistência a
Scrobipalpula absoluta (Meyrick, 1977) em tomateiro. In:
CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 23, Rio de Janeiro,
1983. Anais... Rio de Janeiro , SEB, 1983. p. 53.
(Resumo).
- 25- _____; _____; ZULLO, M. A. T. Fontes de resistência a
Scrobipalpula absoluta (Meyrick, 1917) em tomateiro.
Bragantia, Campinas, 43(2):569-77, 1984.
- 26- MORAES, G. J. de & NORMANHA FILHO, J. A. Surto de
Scrobipalpula absoluta (Meyrick) em tomateiro no trópico
semi-árido. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília,
17(3):503-4, 1982.
- 27- MOREIRA, J. O. T.; LARA, F. M. & CHURATA - MASCA, M. G. C.
Ocorrência de **Scrobipalpula absoluta** (Meyrick) (Lepidoptera
- Gelechiidae) danificando tomate rasteiro em jaboticabal
SP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 7, Fortaleza,
1981. Resumos... Fortaleza, SEB, 1981. p. 58

- 28- NAKANO, O. & PAULO, A. D. As traças do tomateiro. Revista Agropecuária Giba Geigy, São Paulo, 20:10-12, 1983.
- 29- NIENHUIS, J.; HELENTJARIS, T.; LOCY, R.; BUTZ, A. & BALANDRIN, M. Colorimetric assay for 2 - tridecanone mediated insect resistance in *Lycopersicon* species. Horticultural Science, Alexandria, 20(3):590, abst. 490, June 1985. 14750
- 30- _____; _____; SLOCUM, M.; RUGGERO, B. & SCHAEFER, A. Restriction fragment length polymorphism analysis of Loci associated with insect resistance in tomato. Crop Science, Madison, 27:797-803, 1987.
- 31- PAINTER, R.H. Insect resistance in crop plants. New York, The MacMillan Company, 1951. 520p.
- 32- POVOLNY, D. On three Neotropical species of *Gnorimoschemini* (Lepidoptera - Gelechiidae) mining Solanacea. Acta Universitatis Agriculturae Facultas Agronomica, Brno, 2:379-93, 1975.

- 33- RAMALHO, M. A. P.; dos SANTOS, J. B. & PINTO, C. A. B. P.
Genética na Agropecuária. São Paulo, Ed. Globo, Lavras,
Fundação de Apoio ao Ensino, Pesquisa e Extensão, 1990.
359P.
- 34- RAMALHO, M. A. P.; dos SANTOS, J.B. & ZIMMERMANN, M. J. O.
Genética quantitativa em plantas autógamas - Aplicações no
melhoramento do feijoeiro. Goiânia, Universidade Federal
de Goiás, 1994. p.279.
- 35- RICK, C. M. El tomate. Investigacion y Ciencia, Santo
Domingo, 25:45-55, 1978.
- 36- ROWE, K.E. & ALEXANDER, W.L. Computations for estimating the
genetic parameters in joint-scaling test. Crop Science,
Madison, 20:109-10, 1980.
- 37- SANCHEZ, R. H. A. & VIANA, G. B. Ciclo biológico del gusano
minador de la papa Scrobipalpus absoluta (Meyrick) en el
Departamento de Narino, 1977. Narino, Universidad de
Narino, 1977. 51 p. (Tese de Mestrado).

- 38- SCARDINI, D. M. B.; FERREIRA, L. R. & GALVEAS, P. A. O.
Ocorrência da traça-do-tomateiro *Scrobipalpula absoluta*
(Meyr.) no Estado do Espírito Santo. In: CONGRESSO
BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 8, Brasília, 1983. Resumos...
Brasília, SEB, 1983. p.72.
- 39- SOUZA, J.C. de & REIS, P.R. Traça-do-tomateiro: histórico,
reconhecimento, biologia, prejuízos e controle. EPAMIG,
Belo Horizonte, Julho, 1992. 20p. (Boletim Técnico, 38).
- 40- TOLEDO, J.F.F. de & KIIHL, R.A. de. Análise do modelo
genético envolvido no controle de dias para florescimento
em soja. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, 17
(4):623-631, 1982.
- 41- VARGAS, H. C. Observaciones sobre la biologia y enemigs
naturals de la polilla del tomate, *Gnorinoschema absoluta*
(Meyrick) (Lep - Gelechiidae) Idesia, Arica, 1:75-110,
1970.

- 42- VENDRAMIN, F. D. & GIUSTOLIN, T. A. Efeito dos aleloquímicos 2 - tridecanona e 2 - undecanona, incorporados em dieta artificial, sobre a biologia de *Scrobipalpuloides absoluta* (Meyrick, 1917). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 14, Piracicaba, 1993. Anais... Piracicaba, SEB, 1993. p. 377.
- 43- 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.
- 44- ZAMIR, D; TANKSLEY, S.D. & JONES, R.A. Haploid selection for low temperature tolerance of tomato pollen. Genetics, Madison, 101:129-137, 1982.