EFEITO DE GENÓTIPOS DE *Lycopersicon* spp. SOBRE *Phthorimaea*
operculella (Zeller, 1873) E TOXICIDADE DOS ALELOQUÍMICOS
2-TRIDECANONA E 2-UNDECANONA

Maurício Ursi Ventura
Engenheiro Agrônomo

Orientador: Prof. Dr. José Djair Vendramim

Dissertação apresentada à Escola
Superior de Agricultura "Luiz de
Queiroz", da Universidade de São
para obtenção do título de
Mestre em Ciências, Área de
Concentração: Entomologia.

PIRACICABA
Estado de São Paulo - Brasil
Julho - 1992

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Livros da
Divisão de Biblioteca e Documentação - PCAP/USP

Ventura, Maurício Ursi

v468e Efeito de genótipos de Lycopersicon spp. sobre Phthorimaea operculella (Zeller, 1873) e toxicidade dos aleloquímicos 2-tridecanona e 2-undecanona. Piracicaba, 1992.
82p.

Diss. (Mestre) - ESALQ

Bibliografia

1. Aleloquímico em traça-do-tomateiro - Toxicologia 2. Tomate - Genótipo - Resistência à praga 3. Traça-do-tomateiro - Manejo integrado I. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba

CDD 635.642

632.78

EFEITO DE GENÓTIPOS DE *Lycopersicon* spp. SOBRE *Phthorimaea*
operculella (Zeller, 1873) E TOXICIDADE DOS ALELOQUÍMICOS
2-TRIDECANONA E 2-UNDECANONA

Maurício Ursi Ventura

Aprovada em 11.09.1992.

Comissão julgadora:

Prof. Dr. José Djair Vendramim

ESALQ/USP

Prof. Dr. José Roberto P. Parra

ESALQ/USP

Prof. Dr. Wilson Badiali Crocomo

UNESP/BOTUCATU

Prof. Dr. José Djair Vendramim
Orientador

Aos meus pais, Neide e Joaquim,
minha avó Angela (*in memorium*),
e meus irmãos,

D

E

D

I

C

O

AGRADECIMENTOS

O autor apresenta seus agradecimentos a todos que direta ou indiretamente colaboraram na realização deste trabalho, em especial atenção às seguintes pessoas e instituições:

- Ao Dr. José Djair Vendramim, Professor Associado do Departamento de Entomologia da ESALQ/USP, pela valiosa orientação, incentivo e amizade durante a realização do curso e deste trabalho;

- Aos professores do Departamento de Entomologia da ESALQ/USP, pelos ensinamentos transmitidos durante o curso de Pós-graduação;

- A Universidade Estadual de Londrina, Departamento de Agronomia, especialmente aos colegas da Entomologia e aos colegas Regina, Osmar e Osvaldo que possibilitaram a realização do curso;

- A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa de estudos concedida para realização do curso;

- Ao Professor Murilo de Melo, do Centro de Biotecnologia Agrícola (CEBTEC), da ESALQ/USP, pela orientação nas análises colorimétricas;

- A Dra. Marinéia de Lara Haddad, do Departamento de Entomologia da ESALQ/USP pela orientação no planejamento dos experimentos e análise estatística;

- Ao Dr. Evôneo Berti Filho, do Departamento de Entomologia da ESALQ/USP, pela revisão do "Summary";

- Aos funcionários da ESALQ/USP, especialmente: Solange, Neide, Cibele, Regina, Cícera, Edson, Marcelo, Negri, João, José, Leonardo, Carlos, Manuel, Francisco, Tutu e Augusto do Departamento de Entomologia; Kátia e Eliana da Biblioteca Central; e Amaral

do CEBTEC, pelo apoio e amizade durante a realização do curso;

- Aos colegas do curso de pós-graduação em Entomologia, pelo incentivo e amizade e especialmente, ao Bráulio, João, Neliton e Terezinha, pelo apoio na realização do trabalho.

SUMARIO

	Página
LISTA DE TABELAS	ix
LISTA DE FIGURAS	xii
RESUMO	xv
SUMMARY	xvii
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO BIBLIOGRAFICA.	3
2.1 - Estudos com <i>Phthorimaea operculella</i>	
(Zeller, 1873)	3
2.1.1 - Plantas hospedeiras	3
2.1.2 - Danos	4
2.1.3 - Aspectos bioecológicos	5
2.2 - Resistência a pragas em <i>Lycopersicon</i> spp. . .	10
2.2.1 - Resistência em <i>Lycopersicon</i>	
<i>hirsutum</i> Humb. e Bonpl. e <i>L.</i>	
<i>hirsutum</i> f. <i>glabratum</i> C.H.Mull	10
2.2.2 - Aleloquímicos associados à resis-	
tência de <i>Lycopersicon</i> spp. a	
insetos	15
2.2.2.1 - α -tomatina e fenóis.	16
2.2.2.2 - 2-tridecanona e	
2-undecanona	19
2.3 - Análise quantitativa dos aleloquímicos	
2-tridecanona + 2-undecanona	23
3. MATERIAL E MÉTODOS	27
3.1 - Material vegetal utilizado	27
3.2 - Manutenção da criação estoque de	
<i>Phthorimaea operculella</i> (Zeller, 1873)	28
3.3 - Toxicidade dos exsudatos dos pêlos	
glandulares de <i>L. hirsutum</i> f. <i>glabratum</i>	
para lagartas de primeiro instar de	

	Página
<i>P. operculella</i>	28
3.4 - Toxicidade do 2-tridecanona e 2-undecanona para lagartas de primeiro instar de <i>P.</i> <i>operculella</i>	29
3.4.1 - Determinação da concentração letal (CL_{50})	29
3.4.2 - Determinação da dose letal (DL_{50})	30
3.5 - Análise quantitativa do teor dos aleloquímicos 2-tridecanona + 2-undecanona em genótipos de tomateiro	30
3.6 - Biologia comparada de <i>P. operculella</i> em genótipos de tomateiro	31
3.7 - Avaliação do dano inicial (número de minas por folha) de <i>P. operculella</i> em genótipos de tomateiro	33
3.8 - Análise estatística	33
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
4.1 - Toxicidade dos exsudatos dos pêlos glandulares de <i>Lycopersicon hirsutum</i> f. <i>glabratum</i> PI 134417 para lagartas de primeiro instar de <i>Phthorimaea operculella</i> (Zeller, 1873)	34
4.2 - Toxicidade do 2-tridecanona e 2-undecanona para lagartas de primeiro instar de <i>P.</i> <i>operculella</i>	35
4.2.1 - Concentração letal (CL_{50})	35
4.2.2 - Dose letal (DL_{50})	36
4.3 - Análise quantitativa dos teores de 2-tridecanona e 2-undecanona em genótipos de tomateiro	37
4.4 - Biologia comparada de <i>P. operculella</i> em genótipos de tomateiro	41
4.4.1 - Mortalidade larval	41

	Página
4.4.2 - Peso de lagartas aos 12 dias	45
4.4.3 - Duração da fase larval	49
4.4.4 - Peso de pupas	52
4.4.5 - Duração da fase pupal	55
4.4.6 - Mortalidade da fase pupal	58
4.4.7 - Longevidade dos adultos	61
4.5 - Avaliação do dano inicial (número de minas por folha) de <i>P. operculella</i> em genótipos de tomateiro	66
5. CONCLUSÕES	69
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	71

LISTA DE TABELAS

TABELA N^o

Página

1	Toxicidade (DL_{50}) dos exsudatos glandulares de <i>L. hirsutum</i> f. <i>glabratum</i> PI 134417 e do 2-tridecanona para lagartas de primeiro instar de <i>P. operculella</i> , mantidas no escuro, 24 horas após a aplicação. Temp.: $26 \pm 1^{\circ} C$; UR $70 \pm 10\%$.	35
2	Toxicidade (CL_{50}) de 2-tridecanona e 2-undecanona, aplicados sobre papel-filtro, seis horas após o contacto de lagartas de primeiro instar de <i>P. operculella</i> , mantidas no escuro em duas temperaturas (UR: $70 \pm 10\%$).	37
3	Teores de 2-tridecanona + 2-undecanona em folhas de genótipos de tomateiro. Piracicaba, janeiro de 1992.	39
4	Mortalidade de lagartas de <i>P. operculella</i> criadas em diferentes genótipos de tomateiro aos 3, 7 e 11 dias de idade e ao final da fase larval. Temp.: $25 \pm 1^{\circ} C$; UR: $70 \pm 10\%$, Fotofase: 14 hs.	43

- 5 Peso de lagartas de *P. operculella*, com 12 dias de idade, criadas em folhas de diferentes genótipos de tomateiro. Temp.: $25 \pm 1^{\circ}$ C; UR: $70 \pm 10\%$; Fotofase: 14 h. 47
- 6 Duração do fase larval de *P. operculella* criada em folhas de diferentes genótipos de tomateiro. Temp.: $25 \pm 1^{\circ}$ C; UR: $70 \pm 10\%$; Fotofase: 14 h. 50
- 7 Peso de pupas de *P. operculella* provenientes de lagartas criadas em folhas de diferentes genótipos de tomateiro. Temp.: $25 \pm 1^{\circ}$ C; UR: $70 \pm 10\%$; Fotofase: 14 h. 53
- 8 Duração da fase pupal de *P. operculella* proveniente de lagartas criadas em folhas de diferentes genótipos de tomateiro. Temp.: $25 \pm 1^{\circ}$ C; UR: $70 \pm 10\%$; Fotofase: 14 horas. 56
- 9 Mortalidade de pupas de *P. operculella* provenientes de lagartas criadas em folhas de diferentes genótipos de tomateiro. Temp.: $25 \pm 1^{\circ}$ C; UR: $70 \pm 10\%$; Fotofase: 14 h. 59
- 10 Longevidade de fêmeas adultas de *P. operculella* provenientes de

lagartas criadas em folhas de diferentes genótipos de tomateiro. Temp.: $25 \pm 1^{\circ} \text{C}$; UR: $70 \pm 10\%$; Fotofase: 14 h.

62

11

Longevidade de machos adultos de *P. operculella* provenientes de lagartas criadas em folhas de diferentes genótipos de tomateiro. Temp.: $25 \pm 1^{\circ} \text{C}$; UR: $70 \pm 10\%$; Fotofase 14 h.

64

12

Número de minas por folha em genótipos de tomateiro, 24 horas após a infestação com quatro larvas de *P. operculella* por folha. Temp.: $25 \pm 1^{\circ} \text{C}$; UR: $70 \pm 10\%$; Fotofase: 14 h.

67

LISTA DE FIGURAS

FIGURA N^o

Página

1	Teores de 2-tridecanona + 2-undecanona em folhas de <i>L. esculentum</i> , <i>L. hirsutum</i> f. <i>glabratum</i> e nos híbridos que apresentaram os maiores e menores teores, e média entre os 20 híbridos analisados. Piracicaba, janeiro de 1992.	40
2	Mortalidade de lagartas de <i>P. operculella</i> criadas em folhas de diferentes genótipos de tomateiro aos 3, 7 e 11 dias e ao final da fase larval. Temp. $25 \pm 1^{\circ}$ C; UR: $70 \pm 10\%$; Fotofase: 14 h.	44
3	Peso de lagartas de <i>P. operculella</i> , com 12 dias de idade, criadas em folhas de diferentes genótipos de tomateiro. Temp. $25 \pm 1^{\circ}$ C; UR: $70 \pm 10\%$; Fotofase: 14 h.	48
4	Duração da fase larval de <i>P. operculella</i> criada em folhas de diferentes genótipos de tomateiro. Temp. $25 \pm 1^{\circ}$ C; UR: $70 \pm 10\%$; Fotofase: 14 h.	51
5	Peso de pupas de <i>P. operculella</i>	

- provenientes de lagartas criadas em folhas de diferentes genótipos de tomateiro. Temp. $25 \pm 1^{\circ} \text{C}$; UR: $70 \pm 10\%$; Fotofase: 14 h. 54
- 6 Duração da fase pupal de *P. operculella* proveniente de lagartas criadas em folhas de diferentes genótipos de tomateiro. Temp.: $25 \pm 1^{\circ} \text{C}$; UR: $70 \pm 10\%$; Fotofase: 14 h. 57
- 7 Mortalidade de pupas de *P. operculella* provenientes de lagartas criadas em diferentes genótipos de tomateiro. Temp.: $25 \pm 1^{\circ} \text{C}$; UR: $70 \pm 10\%$; Fotofase: 14 h. 60
- 8 Longevidade de fêmeas adultas de *P. operculella* provenientes de lagartas criadas em folhas de diferentes genótipos de tomateiro. Temp. $25 \pm 1^{\circ} \text{C}$; UR: $70 \pm 10\%$; Fotofase: 14 h. 63
- 9 Longevidade de machos adultos de *P. operculella* provenientes de lagartas criadas em folhas de diferentes genótipos de tomateiro. Temp. $25 \pm 1^{\circ} \text{C}$; UR: $70 \pm 10\%$; Fotofase: 14 h. 65
- 10 Número de minas por folha, 24 h após a infestação com quatro lagartas de *P. operculella* por folha, em diferentes genótipos de tomateiro. Temp.: $25 \pm 1^{\circ} \text{C}$; UR: $70 \pm 10\%$;

Fotofase: 14 h.

EFEITO DE GENÓTIPOS DE *Lycopersicon* spp. SOBRE *P. operculella* E TOXICIDADE DOS ALELOQUÍMICOS 2-TRIDECANONA E 2-UNDECANONA

Autor: Maurício Ursi Ventura

Orientador: Dr. José Djair Vendramim

RESUMO

Estudou-se o efeito de genótipos de *Lycopersicon* spp. sobre a traça *P. operculella* e a toxicidade do 2-tridecanona e 2-undecanona, visando avaliar o potencial desses aleloquímicos como fator de resistência a esta praga em tomateiro.

Inicialmente avaliou-se a toxicidade dos exsudatos glandulares de *L. hirsutum* f. *glabratum* C. H. Mull PI 134417 (DL_{50}), do 2-tridecanona (DL_{50} e CL_{50}) e do 2-undecanona (CL_{50}) para lagartas de primeiro instar de *P. operculella*. A DL_{50} foi de 5,54 glândulas e 775,53 ng por lagarta, respectivamente. Em relação à concentração letal, o 2-tridecanona foi mais tóxico do que o 2-undecanona. A toxicidade (CL_{50}) do 2-tridecanona aumentou com a elevação da temperatura de 27 para 32°C, já para o 2-undecanona ocorreu o contrário. Foram analisados, através de colorimetria, os teores dos aleloquímicos 2-tridecanona + 2-undecanona em folhas de *Lycopersicon esculentum* Mill, *L. hirsutum* f. *glabratum* e 20 híbridos [(*L. esculentum* X *L. hirsutum* f. *glabratum*) X *L. hirsutum* f. *glabratum*]. *L. hirsutum* f. *glabratum* apresentou os maiores teores. Além desse genótipo, apenas um híbrido, RC₁20, apresentou teores relativamente elevados (37 % do teor em *L. hirsutum* f. *glabratum*). Com estes mesmos genótipos, além de *L. hirsutum*

f. *glabratum* com os tricomas removidos, estudou-se a biologia comparada e o número de minas por folha 24 h após a infestação com quatro lagartas de *P. operculella* por folha. Em *L. hirsutum* f. *glabratum* foi observada mortalidade larval acentuada, chegando a 100% no final desta fase; peso larval reduzido e pequeno número de minas por folha. A remoção dos tricomas de *L. hirsutum* f. *glabratum* reduziu a mortalidade larval e aumentou o número de minas por folha nesse genótipo. Nos insetos criados em *L. hirsutum* f. *glabratum* sem tricomas glandulares foi observado peso larval reduzido e baixa longevidade de adultos machos. No híbrido RC₁20 observou-se pesos larval e pupal, e longevidade de machos adultos reduzidos.

EFFECT OF GENOTYPES OF *Lycopersicon* spp. ON *Phthorimaea operculella* (Zeller, 1873) AND TOXICITY OF ALLELOCHEMICALS
2-TRICANONE AND 2-UNDECANONE

Author: Maurício Ursi Ventura

Adviser: Dr. José Djair Vendramim

SUMMARY

This research deals with the effects of different genotypes of *Lycopersicon* spp. on the leafminer *P. operculella*. The toxicity of 2-tridecanone and 2-undecanone was studied in order to evaluate the potential of these allelochemicals as a factor of resistance of tomato plants to the pest.

This research deals with the study of the toxicity of the glandular exudates of *L. hirsutum* f. *glabratum* C. H. Mull PI 134417 (LD_{50}), 2-tridecanone (LD_{50} and LC_{50}) and 2-undecanone (LC_{50}) to first instar larvae of *P. operculella* (Zeller, 1873). The LD_{50} value was 5.54 glands and 775.53 ng per larvae, respectively. As to the lethal concentration, the 2-tridecanone was more toxic than the 2-undecanone. The toxicity (CL_{50}) of the 2-tridecanone increased with the elevation of the temperature from 27 to 32° C, but decreased with the 2-undecanone. Leaves of *Lycopersicon esculentum* Mill, *L. hirsutum* f. *glabratum* e 20 hybrids [(*L. esculentum* X *L. hirsutum* f. *glabratum*) X *L. hirsutum* f. *glabratum*] were evaluated colorimetrically for 2-tridecanone + 2-undecanone concentrations. Only one hybrid, BC₄ 20, had relatively high amounts of these

compounds (37% of the amount found in *L. hirsutum* f. *glabratum*). Using the same plants, plus *L. hirsutum* f. *glabratum* with trichomes removed, the comparative biology and the number of miners per leave 24 hours after the infestation with four larvae of *P. operculella* per leave were studied. For *L. hirsutum* f. *glabratum* it was observed a high larval mortality (up to 100%). The remotion of the trichomes of *L. hirsutum* f. *glabratum* decreased the larval mortality and increased the number of miners per leaf in this plant. Insects reared on *L. hirsutum* f. *glabratum* without glandular trichomes, it was observed low larval weight and low longevity of males adults. Low larval and pupal weights and males adults longevity was detected for insects reared on hybrid BC₁20.

I - INTRODUÇÃO

O tomateiro é uma das hortaliças mais cultivadas no mundo. No Brasil, no ano de 1990, ocupou o terceiro lugar em área cultivada e o primeiro em termos de produção total com 2.268.490,6 toneladas em 61.160 ha (RAMALHO SOBRINHO et alii, 1991).

Um dos principais problemas dos tomaticultores é o controle de pragas e doenças durante todo o ciclo da cultura. No que se refere às pragas, o ataque inicia-se já nos primeiros dias após a emergência, estendendo-se até a fase de maturação e colheita dos frutos. Esta grande suscetibilidade às pragas faz com que os produtores utilizem massivamente produtos fitossanitários para controlá-las. Consequentemente, vários problemas tais como o desequilíbrio biológico, resistência aos inseticidas, resíduos nos frutos e intoxicação de trabalhadores podem ocorrer. Além disso, o controle químico onera sensivelmente o custo de produção, que, no caso das hortaliças, pode ultrapassar 10% do custo total (CASTOR, 1983).

Dentre as diversas pragas que atacam o tomateiro, destaca-se a traça *Phthorimaea operculella* (Zeller, 1873) que danifica a área foliar e os frutos de tomate. Nos últimos anos, tem crescido sua importância principalmente em lavouras destinadas a produção de tomate rasteiro para processamento industrial. Na região norte do Estado de São Paulo, os tomaticultores têm tido sérias dificuldades para controlá-la.

Considerando os aspectos negativos da

utilização exclusiva do método químico, muitos pesquisadores têm se preocupado com o estudo de outros métodos para controlar as pragas. Dentro da filosofia de manejo integrado, a resistência de plantas a insetos é uma opção efetiva de controle e tem merecido uma atenção crescente dos entomologistas.

Lycopersicon hirsutum f. *glabratum* C.H. Mull, principalmente a linhagem PI 134417, é um genótipo selvagem de tomateiro que tem apresentado resistência a muitas pragas da cultura (GENTILE & STONER, 1968; WEBB et alii, 1971; FERY & CUTHBERT JUNIOR, 1975; SCHALK & STONER, 1976; KENNEDY & HENDERSON, 1978; SCHUSTER et alii, 1979; JUVIK et alii, 1982a; FRANÇA et alii, 1984; GIUSTOLIN, 1991), várias delas consideradas chaves nas condições brasileiras. No que se refere a *P. operculella*, no entanto, não existem informações a respeito da resistência da PI 134417 de *L. hirsutum* f. *glabratum* e pouco se conhece a respeito do efeito causado pelos aleloquímicos 2-tridecanona e 2-undecanona, presentes nessa linhagem, no comportamento e biologia desse inseto.

Assim, esse trabalho foi realizado com o objetivo de determinar a possível resistência de *L. hirsutum* f. *glabratum* PI 134417 a *P. operculella*, bem como avaliar os efeitos dos aleloquímicos 2-tridecanona e 2-undecanona sobre esta praga, tentando estabelecer as características determinantes da resistência.

II - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 - Estudos com *Phthorimaea operculella* (Zeller, 1873)

2.1.1 - Plantas hospedeiras

Todos os hospedeiros de *P. operculella* (Zeller, 1873), sejam silvestres ou cultivados, pertencem à família Solanaceae sendo a maioria incluída no gênero *Solanum*. Entre as plantas cultivadas, a referida espécie é citada como praga do fumo, batata, tomate, groselha, berinjela e pimenta. Como hospedeiros selvagens já foram relatadas: *Solanum carolinense*, *S. nigrum*, *S. paniculatum*, *S. torvum*, *S. verbascifolium*, *Datura stramonium* e *Physalodes physalodes* nos EUA; *Solanum commersoni*, *S. dulcamara*, *S. maglia*, *S. mimatum*, *Nicotiana sylvestris*, *Fabina imbricata*, *Hyoscyamus albus* e *Lycium europeum* na Europa; *Datura stramonium* na África do Sul; *Solanum nigrum*, *S. torvum*, *Datura stramonium*, *D. suaveolens* e *Physales angulata* na Índia; *Datura metel*, *D. stramonium*, *Nicanda physalodes*, *Nicotiana amplexicaulis*, *N. debneyi*, *N. glauca*, *N. goodspeedii*, *N. megalosiphon*, *N. suaveolens*, *Physales* sp., *Solanum aculeatissimum*, *S. mauritianum*, *S. mammosum*, *S. nigrum*, *S. torvum* e *S. verbascifolium* na Austrália; e *Nicotiana glauca*, *N. glutinosa*, *N. langsdorffii*, *N. nudicaulis*, *N. paniculata*, *N. rustica*, *N. rustica* var. *amarella*, *N. rustica* var. *brasilia*, *N. rustica* var. *humilis*, *N. sylvestris* e *Solanum melongena* no Brasil (Estado de São Paulo) (CUNNINGHAM, 1969).

TRAYNIER (1975) levantou a hipótese de que

populações de *P. operculella* que infestam lavouras de batata podem ser diferentes no aspecto comportamental daquelas que infestam lavouras de tomate. Para fundamentar esta possibilidade o autor citou Bartolini¹ que relatou que somente após o período de alguns anos depois de sua introdução na Ilha de Elba a praga infestou a cultura da batata mas não danificou lavouras de tomate e berinjela. Também citou Pescott² que observou que os danos extensivos na cultura do tomate na Austrália só foram constatados muitos anos após a introdução da praga naquele país.

Por outro lado, NAKANO (1980) citou que, apesar de ter sido constatado pela primeira vez na década de vinte no Brasil (FONSECA & AMARAL, 1937), esse inseto não provocou danos importantes até 1977, quando então começaram a ser observados grandes surtos.

Também segundo ZIMMERMAN-GRIES (1983), apesar deste inseto ter sido introduzido em Israel na década de vinte, somente em 1965 foi constatado dano na cultura do tomate naquele país e somente a partir de 1977 o inseto veio a se estabelecer como praga em lavouras destinadas a processamento industrial.

2.1.2 - Danos

Os danos mais importantes ocorrem quando as lagartas atacam o parênquima foliar provocando a formação de minas que aumentam de tamanho com o desenvolvimento do inseto, podendo verificar-se, sob ataques intensos, a morte

¹BARTOLINI, P. *La Phthorimaea operculella* Zeller (Lep. Gelechiidae) in Italia (Note sulla morfologia, biologia e mezzi di lotta). *Redia* 36: 301-379, 1951.

²PESCOTT, R.T.M. The potato moth attacks tomatoes. *J. Dep. Agric. Vict.* 38: 236, 1940.

da planta. Pode ocorrer ainda ataque às brotações, o que ocasiona desenvolvimento anormal ou mesmo morte da planta. Na fase de frutificação, as lagartas perfuram os frutos geralmente na região de inserção destes com os ramos, alimentando-se superficialmente da polpa ou mais profundamente, situação em que podem atacar as sementes. Em consequência, tanto os frutos verdes como os maduros apresentam podridões nos locais das perfurações, o que leva à depreciação comercial do produto (SALAS & FERNANDEZ, 1985).

MAYEREGGER PRIETO (1980), utilizando infestação artificial com lagartas de *P. operculella* em plantas de tomate da cultivar CICA-5, obtiveram reduções significativas da produção de frutos com o aumento do número de lagartas por planta, havendo uma correlação negativa altamente significativa entre o número de lagartas e a produção do tomateiro.

2.1.3 - Aspectos Bioecológicos

LANGFORD & CORY (1932) estudaram a influência da temperatura no desenvolvimento embrionário, larval e pupal e na atividade de adultos de *P. operculella*. Concluíram que o inseto apresenta grande capacidade de se manter vivo, e às vezes ativo, numa grande amplitude de temperatura. Também correlacionaram as temperaturas e precipitações com surtos severos nos campos de cultivo de batata, evidenciando que, em condições de seca e temperatura elevada, as populações deste inseto aumentaram significativamente.

DORESTE & NIEVES (1968) estudaram comparativamente a biologia de *P. operculella* em folhas de batata, fumo e tomate. Após observarem todas as fases do ciclo biológico do inseto, concluíram que a batata e o fumo constituíram-se, em princípio, em hospedeiros mais adequados do que o tomate, cultura em que ocorreu alta

mortalidade larval e redução na longevidade de adultos. Apesar disso, o número de ovos por fêmea por dia foi 27,9 em tomateiro contra 4,7 e 5,7 na batata e fumo, respectivamente, o que levou os autores a inferirem que esta característica pode favorecer ataques violentos e intensos da praga em cultivos de tomate.

BROODRYK (1971) estudou a influência de alguns fatores na biologia de *P. operculella*. O desenvolvimento embrionário e eclosão das lagartas, bem como o desenvolvimento pupal, não foram influenciados pela umidade relativa. Altas intensidades luminosas inibiram a postura, sendo que a temperatura ótima para oviposição esteve entre 20 e 30° C.

SANTORINI (1971) criou *P. operculella* em tubérculos de batata a temperatura de $27 \pm 1^\circ \text{C}$ e umidade relativa de 60 a 65%, obtendo 23,5 dias como período de duração do ciclo (ovo até adulto). As fêmeas adultas, alimentadas com Biopol (composto utilizado para alimentação de abelhas), colocaram, em média, 196 ovos.

TOMOHIRO & SAITO (1973) observaram que, sob condições naturais de temperatura e luz, a cópula ocorre numa longa faixa de tempo entre a meia noite e o amanhecer. Já, em condições de laboratório, foi possível observar a 25° C a existência de três períodos: um anterior à cópula que dura aproximadamente dez horas; o período de cópula com duração de dez a trinta horas que ocorre somente no escuro; e um período de trinta horas ou mais após a emergência em que a cópula ocorre mesmo na ausência de escuridão.

Utilizando armadilhas contendo fêmeas virgens de *P. operculella*, KRAMBIAS (1976) verificou que as capturas de machos da espécie ocorreram principalmente antes ou uma a duas horas após o pôr do sol. Elas aumentaram com a velocidade do vento na faixa de 0,1 a 4,7 m/s; decresceram com altas umidades relativas na faixa de 69 a 92% e não foram afetadas pela temperatura.

FENEMORE (1977), estudando a fecundidade de

P. operculella, constatou que determinadas fêmeas não realizaram postura e o número máximo de ovos por fêmea foi 336. O número de ovos não foi correlacionado com o peso pupal das fêmeas, mas o peso pupal destas e o número de ovos maduros nos ovários após a emergência foram positivamente correlacionados. Fêmeas virgens colocaram um pequeno número de ovos (média de 7,7) não viáveis e tiveram a mesma longevidade das fêmeas fecundadas. Os machos viveram mais que as fêmeas virgens e fecundadas. O pico de oviposição ocorreu de dois a cinco dias após a emergência e declinou após os sete dias. O número de ovos por fêmea não foi afetado pelo número de vezes que as fêmeas copularam.

NEUPANE (1977) observou, em condições naturais, no Nepal, que a longevidade de adultos de *P. operculella* no verão foi de 5,3 e 6,0 dias para machos e fêmeas, respectivamente. A cópula durou 114 minutos, sendo que a oviposição iniciou-se 24 horas após. O número de ovos por fêmea foi de 52,6. Os períodos de incubação, larval, pré-pupal e pupal foram, respectivamente, 3-4, 11-12, 2-3 e 5-8 dias. A proporção entre os sexos foi de 1:1. *Solanum tuberosum* (batata) foi o hospedeiro preferido em relação a *S. melongena* (berinjela), *S. nigrum* (erva moura), *Lycopersicon esculentum* (tomateiro) e *Capsicum annuum* (pimentão).

O efeito do alimento das lagartas no desenvolvimento de *P. operculella* foi estudado por GOMAA et alii (1978). Os menores períodos de desenvolvimento larval e pupal, bem como os seus maiores pesos e mais altas taxas de emergência de adultos ocorreram quando tubérculos de batata foram oferecidos como dieta. Com este alimento, os adultos viveram mais e houve uma maior produção de ovos por fêmea, quando comparados com folhas de tomate e batata.

SINGH & CHARLES (1978) criaram *P. operculella* em dieta artificial por três gerações. A duração do ciclo de vida foi de 23 dias nessa dieta e 18,5

dias em tubérculos de batata, a $30 \pm 2^{\circ} \text{C}$ com 16 horas de fotofase. A duração das fases larval e pupal, a viabilidade das fases larval mais pupal, a fecundidade e o peso pupal na dieta e nos tubérculos foram, respectivamente, 13 e 11,8 dias; 5,5 e 4,5 dias; 76,1 e 100%; 102 e 169 ovos por fêmea; 8,3 e 11,4 mg (fêmeas) e 7,7 e 9,1 mg (machos).

EL-SHERIF *et alii* (1979) compararam o efeito de diferentes concentrações de açúcar oferecidas aos adultos de *P. operculella* sobre a longevidade e fertilidade. Concentrações de 5 a 20% de sacarose proporcionaram aumento no número de ovos por fêmea, bem como na sua longevidade, sendo que a concentração em que se obtiveram os melhores resultados foi 5%. Tanto para machos quanto para fêmeas, os insetos acasalados viveram mais do que os não acasalados.

GOMAA *et alii* (1979) estudaram o efeito do fotoperíodo no desenvolvimento de *P. operculella*. O período de incubação foi significativamente afetado pelas mudanças nos períodos de luz e escuridão, sendo mais baixo com fotofase de doze horas. Com mais ou menos de doze horas de luz, houve um aumento gradual do período de incubação. Também a capacidade de postura, bem como a longevidade dos adultos, tiveram valores máximos com doze horas de luz, decrescendo gradualmente até atingir o mínimo em condições de completa escuridão ou luz contínua. O mesmo foi observado em relação aos pesos larval e pupal; a duração destas fases, por outro lado, não foi afetada pelo regime de luz.

MAYEREGGER PRIETO (1980) estudou o desenvolvimento de *P. operculella* em folhas de tomateiro em condições de laboratório com temperatura de $25 \pm 2^{\circ} \text{C}$ e umidade relativa de $70 \pm 10\%$. Foram obtidos 262 ovos por fêmea e uma proporção sexual de 1:1. O autor ainda testou diferentes estimulantes para oviposição de *P. operculella* sendo que as folhas de batata cv. Radosa seguidas pela de tomateiro cv. CICA-5 foram as preferidas.

Estudando o ciclo biológico de *P. operculella*, em condições de laboratório, KWANG-RYUL et alii (1980) constataram sete gerações por ano. O desenvolvimento de ovo até emergência do adulto na primavera, a temperatura de $18,2^{\circ}\text{C}$, foi de 49,4 dias; no verão, a $26,8^{\circ}\text{C}$, 21 dias; e no outono, a $19,6^{\circ}\text{C}$, 26,1 dias. Uma média de 101 ovos por fêmea, com um máximo de 242, foi obtida. A longevidade dos adultos foi 17,6; 8,1; e 13,3 dias na primavera ($15,1^{\circ}\text{C}$), verão ($25,3^{\circ}\text{C}$) e outono ($16,8^{\circ}\text{C}$), respectivamente.

CARNEIRO & ALMEIDA (1984) estudaram comparativamente o desenvolvimento de *P. operculella* em folhas de batata ' Bintje ' e de fumo ' Burley ' e ' Amarelinho '. A cultivar Burley proporcionou menor fecundidade, menor percentagem de ovos férteis e maior longevidade de adultos.

Segundo YATHOM (1986), que trabalhou com a praga em Israel, *P. operculella* é favorecida por altas temperaturas e seca. Nestas condições, o período de desenvolvimento é reduzido. Populações mais elevadas ocorrem nas regiões semi-áridas, atacando principalmente a batata e o tomate rasteiro.

BRIESE (1986) comparou em condições de laboratório, diversos parâmetros biológicos da referida espécie coletada em diversas localidades da Austrália. Fecundidade, peso das fêmeas e duração do período de desenvolvimento, em condições de baixa temperatura ($12,5^{\circ}\text{C}$) foram os parâmetros em que as populações apresentaram maiores diferenças. O autor interpretou o maior peso e fecundidade das fêmeas provenientes das regiões quentes como sendo uma adaptação ao alto índice de parasitismo nestas condições. Também observou menor tempo de desenvolvimento das populações provenientes das regiões mais frias em condições de temperaturas mais reduzidas, o que seria resultado de uma seleção para limites inferiores de temperatura nestas áreas. O autor comentou ainda que a

fácil adaptação de *P. operculella* a diferentes condições de clima é devida às flutuações diárias e sazonais que esta espécie esteve submetida no seu habitat natural no leste andino.

AZIZA & SALEH (1987) estudaram a biologia de *P. operculella* utilizando como alimento uma dieta semi-artificial constituída de folhas secas de batata, ácido ascórbico, glicose, sais de Wesson, colesterol, mistura vitamínica (Vanderzant), ágar e água. Período larval mais reduzido, maior peso pupal e maior percentagem de emergência foram conseguidos em comparação com insetos criados em tubérculos de batata, e nesta mesma dieta, quando substituíram-se as folhas secas de batata por folhas secas de tomate e berinjela.

2.2 - Resistência a pragas em *Lycopersicon* spp.

2.2.1 - Resistência em *Lycopersicon hirsutum* Humb. e Bonpl. e *Lycopersicon hirsutum* f. *glabratum* C.H. Mull

GENTILE & STONER (1968) constataram a resistência de *L. hirsutum* e *L. hirsutum* f. *glabratum* para adultos do besouro *Epitrix hirtipennis* (Nelsh). Foi verificado que estes genótipos repeliram os insetos em testes de livre escolha e confinamento. Entretanto, nas folhas destas plantas que tiveram seus tricomas glandulares removidos através de solução de etanol 75%, bem como suas folhas senescentes, não repeliram os besouros.

GENTILE et alii (1968) avaliaram introduções de *Lycopersicon* e *Solanum* em relação ao ataque da mosca branca *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood). Os exsudatos dos pêlos glandulares adesivos nas folhas de *S. pennelli* Correl e *L. hirsutum* se constituíram numa "armadilha" para adultos desta espécie que ficaram aprisionados nestas glândulas. Entretanto, quando os exsudatos foliares foram

removidos com etanol 75%, a oviposição ocorreu normalmente bem como o desenvolvimento de ninfas até adultos. As diferentes introduções de *L. hirsutum* apresentaram uma grande variabilidade de exsudatos glandulares.

WEBB et alii (1971) verificaram, em testes de casa de vegetação e em campo, o alto nível de resistência de *L. hirsutum* f. *glabratum* e outras introduções de *L. hirsutum* a *Liriomyza munda* (Frick).

FERY & CUTHBERT JUNIOR (1975) constataram a resistência e a presença de um fator antibiótico para *Heliothis zea* (Boddie)¹ extraível com etanol, em folhas de *L. hirsutum* f. *glabratum*. Como este inseto alimenta-se de folhas antes de penetrar nos frutos, os autores sugeriram a utilização deste genótipo em cruzamentos com *Lycopersicon esculentum* Mill nos programas de melhoramento genético visando resistência a esta praga.

SCHALK & STONER (1976) constataram que as linhagens PI 134417 e PI 134418 de *L. hirsutum* f. *glabratum* mostraram-se resistentes a *Leptinotarsa decemlineata* (Say). A idade das plantas, a idade e o sexo dos insetos influenciaram a manifestação da resistência. A variação da temperatura alterou a resposta à alimentação de adultos jovens, mas não de larvas e de adultos velhos.

A resistência de *L. hirsutum* f. *glabratum* PI 134417 e LA 407 a *Manduca sexta* (L.) foi constatada por KENNEDY & HENDERSON (1978). A manifestação da resistência deveu-se principalmente à elevada mortalidade larval até as 72 horas e à redução do peso das lagartas sobreviventes tanto em plantas cultivadas em casa de vegetação como no campo.

A existência de um composto tóxico em *L. hirsutum* f. *glabratum* PI 134417 foi verificada por KENNEDY & YAMAMOTO (1979) que trabalharam com extrato clorofórmico

¹Atualmente denominada *Helicoverpa zea* (Boddie).

que apresentou ação inseticida de contato e fumigação para *M. sexta*, *Myzus persicae* (Sulzer), *Keiferia lycopersicella* (Walsingham) e *H. zea*. Verificaram ainda a importância dos pêlos glandulares na resistência a *M. sexta*, cujas lagartas apresentaram 93% de mortalidade quando alimentadas em folhas com tricomas intactos, 29% em folhas com tricomas removidos (com algodão embebido em solução de etanol 95%) e 20% de mortalidade em folhas da cultivar comercial Stakeless.

SCHUSTER et alii (1979) avaliaram a resistência de introduções de *Lycopersicon* spp., linhagens melhoradas e cultivares de tomate comercial a *K. lycopersicella* e *Liriomyza sativae* Blanchard. *L. hirsutum* PI 126445 e PI 127826 e *L. hirsutum* f. *glabratum* PI 126449 apresentaram o maior nível de resistência aos dois insetos. Para avaliação dos danos foram contadas as minas causadas por *L. sativae* e atribuídas notas e contadas as lagartas de *K. lycopersicella*.

COSENZA & GREEN (1981) estudaram a preferência de *H. zea* em tomate rasteiro, cultivar Chico III, e na linhagem ENTRY-38. O tipo da resistência constatado em 'ENTRY-38' foi antixenose e foi devida, provavelmente, aos pêlos glandulares e sua exsudação na casca e sépalas dos frutos verdes. Para a confirmação desta hipótese, os autores realizaram testes de preferência utilizando frutos normais e frutos que tiveram os tricomas retirados através de algodão embebido em etanol 75%.

JUVIK et alii (1982a) trabalharam com introduções do gênero *Lycopersicon* e de *S. pennelli*, e constataram que *L. hirsutum* LA 1777 e *L. hirsutum* f. *glabratum* LA 407 mostraram-se altamente resistentes a *Spodoptera littoralis* (Boisd), *Plusia chalcites* (Esp.), *Heliothis armigera* (Hbn.) e *P. operculella*. Os autores realizaram estudos em laboratório utilizando folhas das plantas introduzidas para alimentação dos insetos e ensaios de campo observando os danos causados nas diferentes

introduções. No laboratório, a mortalidade larval nos dois genótipos considerados resistentes foi bastante significativa, sendo que no campo estes mesmos genótipos receberam notas baixas de dano.

FRANÇA *et alii* (1984) trabalharam com espécies de *Lycopersicon* e cultivares de *L. esculentum* constatando alto nível de resistência a *Scrobipalpula absoluta* (Meyrick)¹ em *L. hirsutum* var. *typicum* Mull. (PI 127826, PI 127827, PI 126445), *L. hirsutum* f. *glabratum* (PI 126449, PI 134417, PI 134418) e *L. pennelli* Correl (LA 716) em testes realizados em casa de vegetação. Foram feitas avaliações do número de ovos, número de minas e número de lagartas vivas por planta, e atribuídas notas de dano na planta e nota de lesão na folha.

SNYDER & CARTER (1985) caracterizaram os tricomas glandulares de *L. hirsutum*, *L. esculentum* e híbridos destas duas espécies. Observaram que sua densidade está diretamente relacionada com o desenvolvimento das folhas. Houve pouca diferença na densidade dos tricomas tipo VI na geração F_2 . Esses tricomas caracterizam-se por apresentar um exsudato na extremidade do pêlo glandular, sendo que em *L. esculentum* apresentam-se de forma circular com quatro lóbulos, e em *L. hirsutum* são circulares, porém, sem os lóbulos. A aparência, a coloração na presença de lípídeos e fenóis e a fluorescência (sob luz ultravioleta) dos tricomas tipo VI diferiram em folhas de *L. hirsutum* e *L. esculentum*. Híbridos F_1 apresentaram características intermediárias nestes parâmetros, segregando na geração F_2 .

A relação existente entre a presença de diversos tipos de tricomas e a resistência a *Tetranychus urticae* (Koch) foi estudada por CARTER & SNYDER (1985) em híbridos F_2 de *L. esculentum* x *L. hirsutum* através de

¹Atualmente denominada *Scrobipalpuloides absoluta* (Meyrick)

bioensaios onde foram avaliadas a sobrevivência e a fecundidade desse ácaro. O desenvolvimento populacional dos ácaros foi negativamente correlacionado com a densidade de tricomas tipo IV e também com a densidade dos tricomas tipo I, V e VI, quando a densidade do tipo IV foi baixa. Os tricomas do tipo I são glandulares, unicelulares, abundantes em *L. esculentum* e *L. hirsutum*; já os do tipo IV são glandulares, unicelulares, ausentes em *L. esculentum* e abundantes em *L. hirsutum*; e os do tipo V são unicelulares, abundantes em *L. esculentum*, ausentes em *L. hirsutum* e não são glandulares.

LIN & TRUMBLE (1986) demonstraram que, na presença de tricomas glandulares em folhas de *L. hirsutum* f. *glabratum*, ocorre 95 a 97,5% de mortalidade de lagartas de primeiro instar de *K. lycopersicella* contra 5,6 a 38% de mortalidade quando estes foram removidos através de solução de etanol 70%. Foi verificado também que as células paliçádicas e epidérmicas não foram consumidas pelas lagartas, aparentemente devido à presença de substâncias deterrentes.

Para estudar os mecanismos de resistência de *L. hirsutum* f. *glabratum* a *H. zea*, FARRAR JUNIOR & KENNEDY (1987b) avaliaram índices nutricionais, mortalidade e crescimento larval de *H. zea* em folhas deste genótipo, com e sem tricomas (remoção feita com Triton X-155 0,1%, um agente emulsificante não fitotóxico), e também em *L. esculentum*. Os autores concluíram que, tanto nos tricomas como na lamela foliar, existiam fatores que provocaram mortalidade, diminuição do peso, redução do consumo alimentar e, exceto no segundo instar, redução na conversão alimentar das lagartas.

Para verificar a resistência de *L. hirsutum* f. *glabratum* a populações de *L. decemlineata* resistentes a inseticidas, KENNEDY & FARRAR JUNIOR (1987) testaram tais populações, juntamente com populações suscetíveis provenientes de várias localidades. Para confirmar a

resistência aos inseticidas, bioensaios preliminares foram realizados com o inseticida fenvalerate. Não foram encontradas evidências que os insetos provenientes de populações resistentes apresentassem desenvolvimento diferenciado daqueles provenientes de populações suscetíveis em *L. hirsutum* f. *glabratum*.

BARONA et alii (1989) realizaram avaliações de campo para determinação da resistência a *Scrobipalpula absoluta* utilizando 32 introduções selvagens de tomateiro. Todas as introduções de *L. hirsutum* e *L. peruvianum* Mill bem como as PIs 1406 e 1407 de *Lycopersicon pimpinellifolium* (Iwsl.) mostraram-se altamente resistentes à praga.

Para verificar se os mecanismos existentes na lamela foliar que condicionam resistência a *H. zea* e *L. decemlineata* em *L. hirsutum* f. *glabratum* são os mesmos, FARRAR JUNIOR & KENNEDY (1991b) estudaram a resistência a estes dois insetos em folhas desta espécie, com tricomas intactos ou removidos, em *L. esculentum* (cv. Walter) e híbridos F₁ destas duas espécies. Para *H. zea* foram calculados vários índices nutricionais e para *L. decemlineata* foi avaliada a sobrevivência diariamente. Os resultados obtidos evidenciaram que os mecanismos de resistência na lamela foliar para as duas espécies não são os mesmos e estão sob controle genético separado.

GIUSTOLIN (1991) estudou a biologia de *Scrobipalpuloides absoluta* (Meyrick) na PI 134417 de *L. hirsutum* f. *glabratum* em comparação com *L. esculentum* cv. Santa Cruz Kada AG 373, observando, no genótipo selvagem, aumento do período de desenvolvimento e redução da viabilidade larval, do peso das pupas, da fecundidade e da longevidade das fêmeas.

2.2.2 - Aleloquímicos associados à resistência de *Lycopersicon* spp. a insetos

2.2.2.1 - α -tomatina e fenóis

BECKMAN *et alii* (1972) estudaram a estrutura e a presença de fenóis nos pêlos glandulares de 43 espécies vegetais. Entre estas espécies, detalharam mais seus estudos em determinados pêlos glandulares de *L. esculentum*, sugerindo que estes pêlos, além de servirem como "órgãos sensoriais", atuam como estruturas defensivas podendo armazenar substâncias, liberando-as quando as plantas sofrem injúrias.

SINDEN *et alii* (1978) constataram que plantas jovens de *L. hirsutum* PI 134417 e *L. esculentum* (cv. C28) apresentaram-se mais susceptíveis a *L. decemlineata* do que plantas mais velhas. Após a realização de análises dos teores de α -tomatina nas folhas destas plantas, concluíram que o aumento do nível de resistência em plantas mais velhas é devido ao aumento nas quantidades desse aleloquímico. Outro fator que influenciou as quantidades de α -tomatina foi o comprimento do dia; enquanto que em *L. esculentum* os teores de α -tomatina aumentaram com o aumento da fotofase, o oposto ocorreu com *L. hirsutum*. As quantidades de α -tomatina tiveram uma relação inversa com a alimentação dos insetos em folhas das duas espécies de tomate. Quando infiltrou-se este aleloquímico em quantidades de 65 e 165 mg/100 g de peso seco em discos de folhas de tomate houve inibição da alimentação do inseto.

CAMPBELL & DUFFEY (1979) demonstraram que a adição de β -colesterol em dieta artificial utilizada para criação de *H. zea* reduziu a toxicidade da α -tomatina para *Hyposoter exiguae* (Viereck), um parasitóide deste lepidóptero. Também foi possível constatar que a compatibilidade entre a resistência conferida pela α -tomatina e o controle biológico pelo parasitóide pode ser questionada, pois a presença deste alcalóide na dieta de *H.*

zea determinou aumento dos períodos larval e pupal, redução do número, peso e longevidade dos adultos de *H. exiguae*.

DUFFEY & ISMAN (1981) verificaram que a remoção dos tricomas com "tetraedros" (quatro lóbulos) de *L. esculentum* conferem um grande incremento no crescimento larval de *H. zea*. Os autores atribuíram este maior desenvolvimento às substâncias fenólicas, principalmente rutina, presentes nos tricomas. A adição deste aleloquímico em dieta artificial também provocou redução no desenvolvimento larval.

Em outro trabalho, CAMPBELL & DUFFEY (1981) observaram aumento do período de desenvolvimento larval, diminuição da emergência de adultos, deformação de estruturas genitais, abdominais e das antenas de *H. exiguae* criados em lagartas de *H. zea* alimentadas com dietas artificiais contendo α -tomatina. A adição de 3- β -hidroxiesteróis na dieta atenuou consideravelmente os efeitos deletérios desse aleloquímico. Extratos foliares de várias cultivares de tomate foram adicionados à dieta artificial de *H. zea* observando-se que aquelas que apresentavam uma baixa relação esterol-tomatina foram mais tóxicas para *H. exiguae*.

Segundo DUFFEY et alii (1986), da mesma forma que acontece para *H. exiguae*, a presença de 3- β -hidroxiesteróis (livres e esterificados) em dietas artificiais eliminaram totalmente a toxicidade da α -tomatina para lagartas de *H. zea*. Como a folhagem do tomateiro tem níveis suficientemente elevados desses esteróis, este alcalóide torna-se sem efeito como determinante de antibiose especificamente para este inseto.

ELLIGER et alii (1981), trabalhando com *L. esculentum* cultivares Ace e Campbell 29, e *L. hirsutum* f. *glabratum*, verificaram que os teores de α -tomatina são bem maiores na segunda espécie; entretanto, o ácido clorogênico e a rutina estão presentes em maiores quantidades nas duas cultivares da primeira espécie. A dose efetiva para reduzir

o crescimento larval a 50% do crescimento em dieta artificial foi seis vezes maior para a rutina e o ácido clorogênico em relação à α -tomatina.

ISMAN & DUFFEY (1982a) verificaram que a α -tomatina inibiu mais fortemente o crescimento larval de *H. zea*, quando adicionada à dieta artificial, do que os fenóis ácido clorogênico e rutina, tendo os dois últimos um comportamento inibidor equivalente.

Para avaliar o efeito inibidor da adição de fenóis em dieta artificial no crescimento larval de *H. zea*, ISMAN & DUFFEY (1982b) utilizaram métodos de extração para obtenção de extratos semipurificados de várias cultivares de tomate. O grau de inibição foi correlacionado com a quantidade total de compostos fenólicos dos extratos. Quantidades equivalentes dos compostos fenólicos das cinco diferentes cultivares inibiram igualmente o crescimento larval quando adicionados às dietas. Os resultados evidenciaram que os fenóis contribuíram para a ocorrência de antibiose para *H. zea*.

JUVIK & STEVENS (1982a) analisaram os teores de α -tomatina em *L. esculentum* var. *cerasiforme* LA 310; *L. pimpinellifolium* LA 1335; *L. esculentum* 'VF 145B-7879' e 'ACE 55' e híbridos F_1 , F_2 e retrocruzados destas plantas. Os resultados obtidos indicaram que a variação de α -tomatina é controlada pela segregação de dois genes codominantes em um único locus.

Foi verificado por JUVIK & STEVENS (1982b) que os frutos que apresentavam resistência mecânica para penetração das lagartas e altos teores de α -tomatina apresentaram resistência para *H. zea* e *Spodoptera exigua* (Huebner). Estas características estão presentes em *L. esculentum* var. *cerasiforme* e *L. pimpinellifolium*.

JUVIK et alii (1982b) analisaram 27 introduções de seis espécies do gênero *Lycopersicon* e uma de *Solanum pennellii* em relação às quantidades de α -tomatina. *L. esculentum* var. *cerasiforme*, *L.*

pimpinellifolium e *L. peruvianum* LA 462 apresentaram teores muito mais elevados do que variedades de *L. esculentum*.

FARRAR JUNIOR & KENNEDY (1991a) avaliaram o efeito da adição dos aleloquímicos α -tomatina, ácido clorogênico, β -cariofileno e α -humuleno, que estão presentes naturalmente nas folhas de *L. hirsutum* f. *glabratum* PI 134417, em dieta artificial para larvas de *H. zea*. Foi constatado que todas as substâncias provocaram pequenos acréscimos no período larval e, exceto o ácido clorogênico, também no período pupal, entretanto, estes acréscimos, pela sua pequena magnitude, foram considerados sem importância para a resistência.

2.2.2.2 - 2-tridecanona e 2-undecanona

WILLIAMS et alii (1980) constataram que o 2-tridecanona apresentou toxicidade para *M. sexta*, *H. zea*, e *Aphis gossypii* Glover quando os insetos foram colocados sobre papel-filtro tratado com esta substância.

O efeito do comprimento do dia sobre a manifestação da resistência de *L. hirsutum* f. *glabratum* PI 134417 para *M. sexta* foi demonstrado por KENNEDY et alii (1981). Utilizando iluminação artificial, verificaram que os períodos maiores de fotofase determinam maiores teores de 2-tridecanona nas folhas e consequentemente maior nível de resistência para este inseto.

DIMOCK et alii (1982) determinaram a toxicidade do 2-tridecanona e de vários análogos deste composto para lagartas de primeiro instar de *H. zea* através de bioensaios utilizando placas de Petri onde foi colocado 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 seis

horas a 27° C, no escuro, avaliando-se então a mortalidade.

Para detectar diferenças na resistência entre cultivares suscetíveis e resistentes de tomate a *M. sexta*, SCHUARZ & SNYDER (1983) realizaram bioensaio utilizando folíolos das plantas. A mortalidade do inseto e a redução do peso dos sobreviventes foi maior em *L. hirsutum* f. *glabratum* PI 134417. Numa mesma planta, o local de coleta da folha, bem como sua superfície (superior ou inferior) influenciaram a resistência. Tricomas do tipo VI apresentaram uma ação antagonista na resistência e a quantidade de 2-tridecanona pode ser considerada um fator para se prever a resistência.

BENDAVID & RUDICH (1983), trabalhando com a geração F_2 (*L. esculentum* X *L. hirsutum* f. *glabratum* LA 407), observaram redução no peso larval de *S. littoralis* e *P. operculella* alimentadas com folhas dos híbridos que apresentavam os maiores teores de 2-tridecanona. Em razão dos resultados obtidos, os autores sugeriram o melhoramento de variedades com maiores teores de este aleloquímico com o objetivo de se obter variedades resistentes a estas pragas.

KENNEDY (1984) demonstrou, através da realização de bioensaios, que a exposição de lagartas de *H. zea* a doses subletais de 2-tridecanona pode induzir resistência ao inseticida carbamato carbaril. Segundo o autor, a explicação teórica para isto está na propriedade de determinados produtos naturais induzirem a formação de enzimas desintoxicantes (oxidases de função mista e transferases glutationa).

KENNEDY & SORENSON (1985) estudaram a importância dos tricomas glandulares do tipo VI, onde ocorrem as substâncias 2-tridecanona e 2-undecanona, na resistência de *L. hirsutum* f. *glabratum* PI 134417 a *L. decemlineata*. Em ensaios de campo, constataram que houve maior postura em plantas de *L. hirsutum* f. *glabratum* do que em *L. esculentum*, cv. Walter, ocorrendo, no entanto,

mortalidade larval acentuada naquele genótipo. Em laboratório, a remoção dos tricomas glandulares, utilizando-se algodão embebido em etanol 70%, reduziu significativamente a resistência a *L. decemlineata*, não atingindo, entretanto, o nível de suscetibilidade de *L. esculentum* cv. Walter. Os autores também determinaram a CL_{50} do 2-tridecanona utilizando a metodologia proposta por DIMOCK et alii (1982), diferindo apenas no tempo de exposição ao aleloquímico, que neste caso foi de 24 horas.

LIN et alii (1987) quantificaram os teores de 2-tridecanona e 2-undecanona em folhas de tomate *L. hirsutum* f. *glabratum* PI 134417. Os autores constataram que a quantidade do aleloquímico varia com a idade da planta e com a posição das folhas na planta. Também realizaram bioensaios com lagartas de *K. lycopersicella* e *S. exiguae* onde foi determinada a DL_{50} através da aplicação de glândulas e extratos glandulares dos tricomas do tipo VI, 2-tridecanona e 2-undecanona (compostos puros). Estes aleloquímicos foram testados isoladamente e misturados na proporção de 3 para 1 (que foi a encontrada na planta). Foi verificada a ocorrência de efeito sinérgico pela mistura dos dois aleloquímicos.

FARRAR JUNIOR & KENNEDY (1987a) verificaram que a adição de 2-undecanona em dieta artificial provoca aumento da mortalidade larval de *H. zea* nas primeiras 48 horas apenas se combinado com 2-tridecanona, apresentando, portanto, efeito sinergizante. Também causa deformação e mortalidade em pupas se for adicionado sozinho ou combinado com o 2-tridecanona. Em um outro trabalho, FARRAR JUNIOR & KENNEDY (1988) observaram que para a adição do 2-undecanona provocar mortalidade pupal é necessário que o inseto faça a ingestão deste aleloquímico no quinto instar. Utilizando folhas de *L. hirsutum* f. *glabratum* PI 134417 com os tricomas intactos e com os tricomas removidos (utilizando algodão saturado com solução de Triton X-155) na alimentação das lagartas de *H. zea*, o desenvolvimento

foi semelhante ao obtido em dieta artificial. Pelos resultados obtidos, os autores concluíram que a importância do 2-undecanona na resistência a *H. zea* é restrita ao fato deste aleloquímico sinergizar a ação do 2-tridecanona nos primeiros instares, pois no quinto instar, o inseto alimenta-se internamente no fruto, que não contém este aleloquímico.

Foi verificado por KENNEDY *et alii* (1987) que quando os ovos de *H. zea* passaram pelo período de incubação nas folhas de *L. hirsutum* f. *glabratum* PI 134417, as lagartas apresentaram-se mais resistentes ao 2-tridecanona e ao inseticida carbaril. Também a incubação dos ovos em ambiente com 2-tridecanona induziu uma posterior resistência larval a este aleloquímico. Análises feitas com os tecidos do intestino desse inseto demonstraram que a exposição ao 2-tridecanona aumenta significativamente os níveis do citocromo P-450, podendo este citocromo estar envolvido na tolerância ao inseticida.

FERY & KENNEDY (1987) utilizaram *L. hirsutum* f. *glabratum* (resistente), *L. hirsutum* cv. Walter (suscetível) e híbridos F_1 , F_2 e F_1RC resistente para a verificação dos mecanismos genéticos que controlam a resistência a *M. sexta*. A distribuição da frequência da progênie indicou que pelo menos três genes estão envolvidos na determinação das quantidades de 2-tridecanona e, em consequência, na resistência a *M. sexta*.

SORENSEN *et alii* (1989) trabalharam com populações híbridas segregantes de *L. hirsutum* f. *glabratum* PI 134417 X *L. esculentum* para estudar os mecanismos de resistência da primeira espécie a *M. sexta* e *L. decemlineata* e constatou que, para os dois insetos, a resistência está relacionada aos teores de 2-tridecanona nos pêlos glandulares do tipo VI. Para *L. decemlineata*, além da resistência conferida pelo 2-tridecanona, fatores presentes na lamela foliar contribuem para a resistência; esses fatores, entretanto, estão sob controle genético

diferenciado.

KAUFFMAN & KENNEDY (1989) verificaram que o parasitismo de ovos de *H. zea* por *Trichogramma pretiosum* Riley e *T. exiguum* (Pinto e Platner) foi bastante superior em *L. esculentum* do que em *L. hirsutum* f. *glabratum* e híbridos destas duas espécies. Na espécie selvagem e nos híbridos, a maior densidade de pêlos glandulares diminuiu o parasitismo dos tricogramatídeos. Os autores atribuíram ainda aos aleloquímicos 2-tridecanona e 2-undecanona um possível efeito negativo no parasitismo.

BARBOUR et alii (1991) verificaram que acréscimos nas quantidades de NPK, de 1,8 a 19,6 g/planta/semana, reduziram a resistência de *L. hirsutum* f. *glabratum* PI 134417 a *M. sexta* e *L. decemlineata*. Esta redução ocorreu em decorrência da diminuição da densidade dos tricomas do tipo VI e dos teores de 2-tridecanona nas folhas. Também a resistência conferida por fatores presentes na lamela foliar para *H. zea* e *L. decemlineata* sofreu reduções significativas.

GIUSTOLIN (1991) utilizou o 2-tridecanona e o 2-undecanona em dietas artificiais para estudar seu efeito sobre a biologia de *Scrobipalpuloides absoluta*. Nas concentrações de 0,15 e 0,30% de 2-tridecanona ocorreu 100% de mortalidade larval; já, o 2-undecanona a 0,03% estimulou o desenvolvimento do inseto e a 0,06% provocou alta mortalidade larval.

2.3 - Análise quantitativa dos aleloquímicos 2-tridecanona + 2-undecanona

WILLIAMS et alii (1980) isolaram e identificaram da espécie selvagem de tomateiro *L. hirsutum* f. *glabratum* PI 134417, a metil-cetona 2-tridecanona, que foi verificado estar em concentrações 75 vezes maiores nesta espécie selvagem do que no tomate comercial *L. esculentum*. Os autores isolaram o aleloquímico com

clorofórmio e o extrato obtido foi evaporado à vácuo adicionando-se etanol para se obter uma solução com 10% (peso / volume). Essa solução foi decantada e seca e ao resíduo foi adicionada uma pequena quantidade de clorofórmio e heptano (1:3). A solução obtida foi submetida à análise cromatográfica em coluna de sílica ácida, sendo dividida em duas porções. Uma das amostras foi submetida à cromatografia gasosa produzindo um único e ativo pico a 20,4 minutos. A outra amostra foi analisada através de cromatografia líquida de alta performance (HPLC). A combinação dos resultados caracterizou a presença de um composto puro. Através de espectroscopia de massa caracterizou-se um íon de peso molecular 198 e a ressonância magnética nuclear indicou uma metil-cetona com cadeia longa. Finalmente, através de comparações com o composto puro comercial, concluiu-se ser a substância o 2-tridecanona.

Para a determinação quantitativa do 2-tridecanona em folhas de *L. hirsutum* f. *glabratum*, KENNEDY et alii (1981), após a coleta e pesagem das folhas, realizaram extração com 2 ml de clorofórmio e em seguida foi adicionado Na_2SO_4 para remoção da água. Utilizou-se cromatógrafo a gás com temperatura da coluna de 195° C com detector de ionização de chama, sendo o detector e o injetor operados a 250° C. Os resultados foram expressos em percentagem de 2-tridecanona por peso seco de folha.

ZAMIR et alii (1984) determinaram os teores de 2-tridecanona em genótipos de tomateiro utilizando cromatografia de gás com um detector de ionização de chama. O extrato clorofórmico foi filtrado e armazenado a 0° C para posterior utilização. A temperatura linear foi programada de 100 a 200° C aumentando 20° C por minuto. O tempo de retenção foi de 3,5 minutos. Os resultados foram expressos em mg de 2-tridecanona por g de peso seco de folha.

NIENHUIS et alii (1985) propuseram um método

de determinação quantitativa de 2-tridecanona em folhas de tomate utilizando colorimetria. Como o 2-tridecanona é uma metil-cetona, caracterizada pela presença de um grupo carbonila, a reação deste aleloquímico com 2,4-dinitrofenilhidrazina produz o 2,4-dinitrofenilhidrazona que apresenta uma coloração intensa na presença de uma base.

Para tentar estabelecer um critério indireto de seleção RFLP ("Restriction Fragment Length Polymorphism") de plantas de tomate com altos teores de 2-tridecanona, NIENHUIS *et alii* (1987) utilizaram a colorimetria como metodologia para avaliação quantitativa do 2-tridecanona. Os valores de absorbância correlacionaram-se com os parâmetros avaliados pelos autores.

Também KAUFFMAN & KENNEDY (1991) utilizaram a cromatografia para determinação do 2-tridecanona em folhas de *L. hirsutum* f. *glabratum* e seus híbridos com *L. esculentum*. Foram coletados tricomas glandulares do tipo VI através de tubos microcapilares e dissolvidos em metanol. As quantidades foram determinadas utilizando um detector de ionização de chama. A temperatura utilizada foi de 100 a 275° C aumentando a 5° C por minuto. Os autores fizeram as determinações por tricoma, expressando os resultados em ng de 2-tridecanona por tricoma e mm² de área foliar.

GIUSTOLIN (1991) empregou cromatografia de fase gasosa para determinar a concentração de 2-tridecanona e 2-undecanona em folhas de *L. hirsutum* f. *glabratum*, *L. esculentum* e em genótipos F₁ (RC₁) resultantes do cruzamento entre estas espécies. Após extração, utilizando clorofórmio por 24 horas, o material foi tratado com Na₂SO₄ por seis horas. As amostras foram então passadas em coluna cromatográfica para retirar as impurezas e evaporadas. O cromatógrafo a gás foi utilizado com as temperaturas de 152, 200 e 185° C para a coluna, detector e vaporizador, respectivamente. Os resultados foram expressos em ppm e em

g dos referidos compostos por 100 g de folhas (peso fresco).

III - MATERIAL E METODOS

O presente trabalho foi desenvolvido no Departamento de Entomologia da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", ESALQ/USP, em Piracicaba, SP. O cultivo das plantas utilizadas no trabalho foi feito em casa-de-vegetação modelo PAD-FAN equipada com ventilador, bomba d'água e aquecedor para manutenção da temperatura dentro de uma faixa aceitável, evitando-se condições extremas. No Laboratório de Resistência de Plantas a Insetos, do referido Departamento, foram realizados os bioensaios e a manutenção da criação estoque dos insetos utilizados. A análise quantitativa do 2-tridecanona + 2-undecanona foi feita no Centro de Biotecnologia (CEBTEC) da ESALQ/USP.

3.1 - Material vegetal utilizado

A semeadura foi realizada em 15/10/91 em bandejas de isopor contendo como substrato terra e esterco de galinha curtido autoclavados e fertilizante mineral 04-14-08. As sementes utilizadas foram obtidas junto a empresa BIOPLANTA de Paulínia-SP. Os genótipos cultivados foram o tomateiro comercial *Lycopersicon esculentum* Mill cv. AG 373 Santa Cruz Kada, o selvagem *Lycopersicon hirsutum* f. *glabratum* PI 134417 C. H. Mull e 20 híbridos destas duas espécies [(*L. esculentum* x *L. hirsutum* f. *glabratum*) x *L. hirsutum* f. *glabratum*]. Quando as mudas estavam com quatro folhas definitivas foram transplantadas para vasos contendo terra e esterco de galinha curtido

submetidos a tratamento através de solarização, mais fertilizante mineral 04-14-08. As plantas foram irrigadas diariamente.

3.2 - Manutenção da criação estoque de *Phthorimaea operculella* (Zeller, 1873).

A criação de *P. operculella* foi iniciada através de ovos fornecidos pelo laboratório de Entomologia da UNESP de Ilha Solteira-SP, provenientes da criação de insetos coletados em lavouras de tomate. Quando os ovos estavam escuros, próximos ao momento de eclosão das lagartas, foram colocados sobre tubérculos de batata perfurados com pinça para facilitar a penetração dos insetos. As lagartas alimentaram-se dos tubérculos durante todo o período larval sendo mantidas a temperatura de $25 \pm 1^\circ \text{C}$. A bandeja plástica que continha os tubérculos foi forrada com areia de rio autoclavada para servir de substrato na fase de pupa. A cada dois dias a areia foi peneirada para retirada das pupas que foram sexadas e transferidas em grupos de cinco casais para gaiolas feitas de tubos de PVC de 10 cm de diâmetro e 20 cm de comprimento. A extremidade superior do tubo foi fechada com um pedaço de tecido (filó) de malha fina, afixado com elástico. Sobre o tecido foi colocado papel-filtro onde os insetos fizeram a postura. A extremidade inferior foi fechada com um pedaço de papelão furado no centro por onde foi introduzido um frasco contendo solução de sacarose a 5%. Para que os insetos pudessem se alimentar da solução, introduziu-se um rolo dental no frasco, ficando este embebido na solução.

3.3 - Toxicidade dos exsudatos dos pêlos glandulares de *L. hirsutum* f. *glabratum* PI 134417 para lagartas de primeiro instar de *P. operculella*

Esta avaliação foi feita através da metodologia utilizada por LIN *et alii* (1987) para *Keiferia lycopersicella* (Walsingham) e *Spodoptera exigua* (Huebner). Tal metodologia consiste em se colocar diretamente a lagarta recém-eclodida em contacto com o exsudato dos pêlos de folhas retiradas da planta. Quando as lagartas são expostas aos tricomas, a glândula rompe-se, ficando aderida ao corpo desta. No presente trabalho, foram utilizadas as doses de 2, 4, 6, 8 e 10 glândulas de *L. hirsutum* f. *glabratum* por inseto, as quais foram estabelecidas em testes preliminares, além da testemunha. Para cada dose foram utilizados 60 insetos. Após o contacto, as lagartas eram transferidas para placas de Petri de 5,5 cm de diâmetro vedadas com filme de PVC transparente, mantidas numa câmara incubadora do tipo B.O.D. regulada a $26 \pm 1^{\circ}$ C, no escuro. Após 24 horas foi feita a avaliação do número de insetos mortos. Era considerada morta a lagarta que não apresentava movimentos após ter sido tocada três vezes por um pincel fino.

3.4 - Toxicidade do 2-tridecanona e 2-undecanona para lagartas de primeiro instar de *P. operculella*

3.4.1 - Determinação da concentração letal (CL₅₀)

Para esta determinação, que foi feita com base na metodologia de DIMOCK *et alii* (1982), larvas recém-eclodidas foram colocadas em placas de Petri de 8,5 cm de diâmetro com papel-filtro tratado com 2-tridecanona ou 2-undecanona e vedadas com filme de PVC transparente. Para tratamento do papel, os alebquímicos (produto comercial) foram previamente diluídos em clorofórmio para então serem pipetados, aguardando-se alguns minutos (necessários para a evaporação do clorofórmio) antes de se colocarem as lagartas. As doses utilizadas foram 3, 6, 9, 12, 15 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ para o 2-tridecanona e 15, 30, 45, 60 e 75 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ para o

2-undecanona, as quais foram estabelecidas em testes preliminares, além das testemunhas, onde aplicou-se somente clorofórmio. Cada tratamento foi repetido quatro vezes com 15 lagartas por tratamento. Para se obter as diferentes doses utilizadas, inicialmente foi feita a pesagem e diluição em clorofórmio da dose mais concentrada e, através de sucessivas diluições, foram obtidas as demais. Estes testes foram repetidos duas vezes, utilizando temperaturas de 27 e 32° C, sendo que os insetos permaneceram nas placas em B.O.D. durante seis horas, no escuro. Após este período foi contado o número de insetos mortos, conforme critério descrito no item 3.3.

3.4.2. - Determinação da dose letal (DL₅₀)

Também utilizando metodologia proposta por LIN *et alii* (1987), foram feitas aplicações tópicas do 2-tridecanona dissolvido em isooctano em lagartas recém eclodidas utilizando uma seringa de Hamilton de 10 µl, aplicando-se 0,05 µl por lagarta. Foram utilizadas doses de 300, 400, 500, 600, 700, 800 e 1000 ng/lagarta em 60 lagartas por tratamento, além de uma testemunha (0,05 µl de isooctano/lagarta). Os insetos foram mantidos em placas de Petri de 5,5 cm de diâmetro e vedadas com filme de PVC transparente em B.O.D. regulada a 27 ± 1° C, no escuro. Vinte e quatro horas após a aplicação foi feita a avaliação da mortalidade, conforme critério descrito no item 3.3.

3.5 - Análise quantitativa do teor dos aleloquímicos 2-tridecanona + 2-undecanona em genótipos de tomateiro

Esta determinação foi feita para todas as plantas utilizadas para a biologia do inseto (item 3.6) através de colorimetria conforme metodologia desenvolvida por NIENHUIS *et alii* (1985). Inicialmente foi elaborada uma

curva padrão utilizando-se soluções de 2-tridecanona, equivalentes a 0, 20, 30, 50 e 100 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$, obtidas através da diluição do composto comercial em 1 ml de cloreto de metileno. Para se fazer a análise colorimétrica agitaram-se as soluções por 15 segundos e adicionaram-se 4 ml de 2,4-dinitrofenilhidrazina 0,01% por tubo, agitando-se por dois segundos. Após uma hora, foi adicionado 0,5 ml de NaOH 5N e foi feita nova agitação por dois segundos. Quinze minutos depois pôde-se fazer a leitura no espectrofotômetro (Perkin-Elmer Coleman 250) em 480, 510 e 540 nm. Com os valores obtidos nas três leituras, fez-se uma média aritmética para cada solução analisada, obtendo-se a curva padrão.

Para a análise dos teores dos aleloquímicos nas plantas (com idade de 45 dias), foram retirados discos com 3/8" de diâmetro de folhas próximas ao ponteiro da planta. Para evitar a destruição dos tricomas, na retirada dos discos, adaptou-se um vazador constituído por dois canos de cobre de 2 cm de comprimento afixados em dois pedaços de madeira (10 X 10 X 3 cm) perfurados no centro para colocação dos canos e unidos por uma braçadeira. Quando se pressionava um pedaço de madeira contra o outro, os dois canos ficavam unidos nas extremidades, sendo possível o corte e retirada dos discos de folha sem destruição dos tricomas.

3.6 - Biologia comparada de *P. operculella* em genótipos de tomateiro

Neste experimento os tratamentos utilizados foram folhas de:

- *Lycopersicon esculentum* Mill. cv. Santa Cruz Kada AG 373;
- *Lycopersicon hirsutum* f. *glabratum* C. H. Mull. PI 134417;
- *L. hirsutum* f. *glabratum* PI 134417 com os tricomas

removidos;

- Vinte híbridos $F_1 RC_1$ (F_1 *L. esculentum* x *L. hirsutum* f. *glabratum* retrocruzados com *L. hirsutum* f. *glabratum*).

Para remoção dos tricomas da PI 134417 utilizou-se algodão embebido em etanol 75% conforme preconizado por GENTILE & STONER (1968). Foram utilizadas 40 lagartas por tratamento criadas em folhas destacadas da planta, tendo algodão umedecido no pecíolo foliar para evitar dessecação e acondicionadas em copos plásticos de 300 ml (altura: 100 mm; base: 50 mm; abertura: 75 mm) tapados com placas de Petri (8,5 cm de diâmetro). Inicialmente foram colocadas quatro lagartas por folha, sendo que três dias depois estas foram individualizadas.

No início da biologia as plantas estavam com 45 dias após o transplante. As folhas eram trocadas a cada três dias. Quando os insetos estavam próximos de passar à fase de pupa, foi colocado um pouco de areia de rio autoclavada no fundo do copo para servir de substrato. Após a pupação, os insetos foram transferidos para tubos de vidro (8,5 x 2,5 cm) onde ocorreu a emergência dos adultos que foram mantidos sem alimento, avaliando-se diariamente a sobrevivência.

Foram feitas as seguintes avaliações:

- mortalidade larval aos 3, 7 e 11 dias e ao final da fase;
- peso larval aos 12 dias;
- duração da fase larval;
- peso das pupas 24 horas após a pupação;
- mortalidade pupal;
- duração da fase pupal;
- longevidade de adultos (machos e fêmeas) não alimentados.

Na avaliação da duração da fase larval foi incluída também a fase de pré-pupa que não foi avaliada separadamente para se evitar mortalidade de insetos devido a manipulação.

3.7 - Avaliação do dano inicial (número de minas por folha) de *P. operculella* em genótipos de tomateiro

Em todos os tratamentos da biologia comparada foi feita a contagem do número de minas por folha 24 horas após a infestação das folhas com quatro lagartas por folha.

3.8 - Análise estatística

Para a análise dos experimentos de determinação de toxicidade dos aleloquímicos foi feita análise de "probit" determinando-se a DL_{50} e a CL_{50} bem como os respectivos intervalos de confiança.

No experimento de biologia comparada em folhas de tomateiro e avaliação do dano inicial, utilizou-se delineamento inteiramente casualizado. Foi feita análise de variância e teste de Tukey a 5% para comparação de médias. Para análise dos dados de mortalidade larval e pupal utilizou-se a transformação $\arcsin \sqrt{x/100}$ e para número de minas por folha, peso larval aos 12 dias, peso pupal e longevidade de adultos utilizou-se $\log x + 1$. Os demais parâmetros foram analisados sem transformações.

IV - RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 - Toxicidade dos exsudatos dos pêlos glandulares de *Lycopersicon hirsutum* f. *glabratum* PI 134417 para lagartas de primeiro instar de *Phthorimaea operculella* (Zeller, 1873).

A dose letal dos exsudatos glandulares de *L. hirsutum* f. *glabratum* PI 134417 para 50% da população foi de 5,54 glândulas por lagarta (Tabela 1).

Esse resultado evidencia que *P. operculella* é bem mais tolerante à exposição aos exsudatos do que *Keiferia lycopersicella* (Walsingham), para a qual apenas um exsudato por lagarta provoca mortalidade superior a 50%. Já em comparação à *Spodoptera exigua* (Huebner), *P. operculella* foi bem mais sensível. A variação na toxicidade dos exsudatos pode ser devida, ao menos em parte, à diferença de tamanho desses insetos, conforme sugeriram LIN et alii, 1987.

Foi observado também que o efeito do exsudato é principalmente de natureza química e não mecânica pois, após o contacto com o corpo da lagarta a glândula se rompe e a lagarta inicialmente "se contorce", mas após alguns segundos consegue se movimentar, não ficando presa no pêlo glandular, cessando seus movimentos somente se o número de exsudatos for suficiente para matá-la.

TABELA 1. Toxicidade (DL_{50}) dos exsudatos glandulares de *L. hirsutum* f. *glabratum* PI 134417 e do 2-tridecanona para lagartas de primeiro instar de *P. operculella*, mantidas no escuro 24 horas após a aplicação. Temp.: $26 \pm 1^\circ \text{C}$; UR $70 \pm 10\%$.

Parâmetros	DL_{50}	I.C. ¹
Exsudatos glandulares (Glândulas/lagarta)	5,54	(4,31; 7,13)
2-tridecanona (ng/lagarta)	775,53	(667,59; 855,06)

¹Intervalo de confiança ao nível de 95% de probabilidade.

4.2 - Toxicidade do 2-tridecanona e 2-undecanona para lagartas de primeiro instar de *P. operculella*

4.2.1 - Concentração letal (CL_{50})

A toxicidade do 2-tridecanona para lagartas de primeiro instar de *P. operculella*, expressa em concentração letal (μg de produto por cm^2 de papel-filtro), foi bastante superior à constatada para o 2-undecanona tanto a 27°C (8,63 e 38,76 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$, respectivamente), como a 32°C (5,19 e 45,48 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$, respectivamente) (Tabela 2).

Essa maior toxicidade do 2-tridecanona também foi observada por DIMOCK et alii (1982) para *Heliothis zea* (Boddie)¹, que obtiveram a concentração letal de 17,05 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ para o 2-tridecanona e 64,19 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ para o 2-undecanona. Observa-se que os valores obtidos para

¹Atualmente denominada *Helicoverpa zea* (Boddie)

H. zea por estes autores foram maiores do que os observados para *P. operculella* no presente trabalho, caracterizando-se dessa forma uma maior toxicidade destes compostos para lagartas de *P. operculella* do que para *H. zea*. Já para *Leptinotarsa decemlineata* (Say), KENNEDY & SORENSON (1985) obtiveram CL_{50} de $26,94 \mu\text{g}/\text{cm}^2$, valor também maior do que o conseguido para *P. operculella*.

Em relação às temperaturas, observou-se um comportamento diferenciado dos dois aleloquímicos. Enquanto que para o 2-tridecanona houve aumento na toxicidade com a elevação da temperatura de 27 para 32°C , com o 2-undecanona ocorreu o inverso.

A diminuição da toxicidade do 2-undecanona com o aumento da temperatura pode estar relacionada com a alta volatilização deste composto que, segundo LIN et alii (1987), é bem superior à apresentada pelo 2-tridecanona. Com essa alta volatilização, o produto teria se concentrado na parte superior da placa, diminuindo o contacto da substância com as lagartas, já que, conforme foi observado, as lagartas tendiam a se locomover para a parte inferior da placa, mantendo-se sob o papel-filtro. O que pode ser devido ao hábito minador do inseto. A variação na toxicidade desse aleloquímico em função da temperatura permite inferir que na planta o grau de resistência mediado por estes compostos seria influenciado pelas condições de temperatura ambiente, o que já foi citado em vários casos de resistência de plantas a insetos (LARA, 1991).

4.2.2 - Dose letal (DL_{50})

O valor obtido para a DL_{50} para lagartas de primeiro instar de *P. operculella* de $775,53 \text{ ng/lagarta}$ (Tabela 1) foi bastante superior ao estabelecido por LIN et alii (1987) para *K. lycopersicella* ($51,00 \text{ ng/larva}$) e inferior ao valor obtido por estes mesmos autores para *S. exigua* (3440 ng/lagarta). O resultado obtido justifica a

menor toxicidade dos exsudatos glandulares para *P. operculella* em relação a *K. lycopersicella*, bem como a maior toxicidade quando a comparação é feita em relação a *S. exigua*.

TABELA 2. Toxicidade (CL_{50}) de 2-tridecanona e 2-undecanona, aplicados sobre papel-filtro, seis horas após o contacto de lagartas de primeiro instar de *P. operculella* mantidas no escuro em duas temperaturas (UR: $70 \pm 10\%$).

Aleloquímicos	CL_{50} ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$ de papel filtro) (I.C. ¹)	
	27° C	32° C
2-tridecanona	8,63 (6,29; 11,84)	5,19 (3,34; 8,07)
2-undecanona	38,76 (28,06; 53,33)	45,48 (25,81; 80,12)

¹Intervalo de confiança ao nível de 95% de probabilidade.

4.3 - Análise quantitativa dos teores de 2-tridecanona e 2-undecanona em genótipos de tomateiro

Os teores dos aleloquímicos 2-tridecanona e 2-undecanona, analisados em conjunto, através de colorimetria, foram muito maiores em *L. hirsutum* f. *glabratum* ($66,70 \mu\text{g}/\text{cm}^2$) que nos outros materiais, com exceção do híbrido RC₁20, no qual ainda se obteve um valor relativamente elevado ($24,71 \mu\text{g}/\text{cm}^2$). Os demais híbridos apresentaram valores variáveis entre $1,25$ e $6,03 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ e, desse modo, em relação ao teor dos referidos aleloquímicos, se aproximaram mais do material comercial ($3,31 \mu\text{g}/\text{cm}^2$) do que do material selvagem (Tabela 3 e Figura 1).

A ocorrência de apenas um híbrido com teores

relativamente elevados desses aleloquímicos coincide com os resultados observados por GIUSTOLIN (1991) que, avaliando materiais obtidos pelo mesmo tipo de cruzamento (F_1 *L. esculentum* X *L. hirsutum* f. *glabratum* retrocruzados com *L. hirsutum* f. *glabratum*), analisados através de cromatografia de fase gasosa, verificou que apenas um, entre 24 híbridos analisados, apresentou teores maiores que 10% em relação aos valores obtidos na PI 134417. Já FERY & KENNEDY (1987), também trabalhando com híbridos $F_1(RC_1)$ de *L. esculentum* e *L. hirsutum* f. *glabratum*, observaram uma relação de sete plantas com baixos teores para cada uma com teores elevados.

No presente trabalho, os teores observados para *L. hirsutum* f. *glabratum* aproximaram-se bastante dos encontrados por KAUFFMAN & KENNEDY (1989) de $44,91 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ e dos citados por KENNEDY (1986) de $52,39 \mu\text{g}/\text{cm}^2$. As diferenças verificadas podem ser atribuídas a vários fatores, pois sabe-se que as concentrações são influenciadas por muitas variáveis, por exemplo, pelo fotoperíodo (KENNEDY et alii, 1981), idade das plantas e folhas e posição das folhas na planta (LIN et alii, 1987) e os níveis de nutrientes no solo (BARBOUR et alii, 1991).

TABELA 3. Teores de 2-tridecanona + 2-undecanona em folhas de genótipos de tomateiro. Piracicaba, janeiro de 1992.

Genótipos	Teores de 2-tridecanona + 2-undecanona ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$) ¹
<i>Lycopersicon esculentum</i>	3,31
<i>L. hirsutum</i> f. <i>glabratum</i> PI 134417	66,70
RC ₁	4,10
RC ₂	5,10
RC ₃	4,12
RC ₄	2,59
RC ₅	5,77
RC ₆	2,10
RC ₇	2,55
RC ₈	2,01
RC ₉	2,15
RC ₁₀	2,06
RC ₁₁	1,92
RC ₁₂	2,24
RC ₁₃	6,03
RC ₁₄	2,59
RC ₁₅	4,65
RC ₁₆	4,79
RC ₁₇	3,98
RC ₁₈	1,25
RC ₁₉	5,28
RC ₂₀	24,71

¹ $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ de superfície foliar.

FIGURA 1. Teores¹ de 2-tridecanona + 2-undecanona em folhas de *L. esculentum*, *L. hirsutum* f. *glabratum* e nos híbridos que apresentaram os maiores e menores teores, e média entre os 20 híbridos analisados. Piracicaba, janeiro de 1992.

I- *L. hirsutum* f. *glabratum* PI 134417.

II- *L. esculentum*

III- Híbrido RC 11

IV- Híbrido RC 18

V- Híbrido RC 2

VI- Híbrido RC 19

VII- Híbrido RC 20

VIII- Média entre os 20 híbridos analisados.

¹ µg/cm² de superfície foliar.

4.4 - Biologia comparada de *P. operculella* em genótipos de tomateiro

4.4.1 - Mortalidade larval

Já na primeira avaliação de mortalidade, feita três dias após a infestação das lagartas, observou-se diferença significativa entre *L. hirsutum* f. *glabratum* e *L. esculentum* (70 e 20%, respectivamente). Para os híbridos a mortalidade no terceiro dia variou entre 40 e 55%. A diferença na mortalidade das lagartas criadas nas duas espécies vegetais manteve-se nas demais avaliações até o final da fase larval, quando a mortalidade chegou a 100% em *L. hirsutum* f. *glabratum* e a 35% em *L. esculentum*. A remoção dos tricomas reduziu sensivelmente a mortalidade em *L. hirsutum* f. *glabratum*, entretanto, ainda neste caso, bem como em vários híbridos, ocorreu uma mortalidade superior a 60% ao final da fase larval (Tabela 4 e Figura 2).

Esses resultados foram semelhantes aos obtidos por JUVICK et alii (1982a) que obtiveram 72 e 88% de mortalidade larval em *L. hirsutum* f. *glabratum* (LA 407) aos três e 14 dias, respectivamente. Também para *Spodoptera littoralis* (Hbn.), *Plusia chalcites* (Esp.) e *Heliothis armigera* (Hbn.) esses autores constataram alta mortalidade em LA 407.

Para *K. lycopersicella* (também pertencente à família Gelechiidae como *P. operculella*), em trabalho realizado por LIN & TRUMBLE (1986), houve 95 a 97,5% de mortalidade já no primeiro instar, reduzindo-se para 5,6 a 30% com a remoção dos tricomas. Esta maior mortalidade inicial de *K. lycopersicella* em relação a *P. operculella* pode ser explicada pela maior toxicidade dos exsudatos glandulares dos tricomas tipo VI para lagartas de primeiro instar da primeira espécie (item 4.1) bem como pela maior toxicidade dérmica do 2-tridecanona (item 4.2.2).

Dessa forma, observa-se que para *P. operculella* a mortalidade provocada pela ação das metil-cetonas na planta é através de contacto e fumigação de maneira diferenciada do que ocorre com *K. lycopersicella*, cuja ação por contacto provoca mortalidade quase total das lagartas (LIN et alii, 1987). Esta hipótese é justificada pela mortalidade gradativa na PI 134417 com os tricomas intactos, além dos resultados obtidos nos testes relativos à toxicidade dos pêlos glandulares e aleloquímicos (itens 4.1 e 4.2).

Já GIUSTOLIN (1991), trabalhando com o também Gelechiidae *Scrobipalpuloides absoluta* (Meyrick), constatou redução na viabilidade larval em folhas de *L. hirsutum* f. *glabratum* PI 134417 (42,22%) em comparação à cultivar comercial Santa Cruz Kada - AG 373 (81,11%) de *L. esculentum*.

Também para *Manduca sexta* (L.), a remoção dos tricomas das folhas da PI 134417 reduziu a mortalidade larval inicial (72 horas) de 100 para 10% (KENNEDY, 1986).

Para *Leptinotarsa decemlineata* (Say) a presença dos tricomas glandulares tipo VI acentuou consideravelmente a mortalidade larval, entretanto, também na lamela foliar foram observados mecanismos que reduziram a sobrevivência do inseto (SORENSEN et alii, 1989 e KENNEDY & SORENSON, 1985). Já em relação a *H. zea*, é atribuída uma maior importância na resistência a fatores presentes na lamela foliar que determinam mortalidade, apesar de que com os tricomas glandulares presentes, esta é um pouco acentuada (FARRAR JUNIOR & KENNEDY, 1987).

TABELA 4. Mortalidade de lagartas de *P. operculella* criadas em diferentes genótipos de tomateiro aos 3, 7 e 11 dias de idade e ao final da fase larval. Temp.: $25 \pm 1^\circ \text{C}$; UR: $70 \pm 10\%$, Fotofase: 14 hs.

Genótipos	Mortalidade (%) ¹			
	Dias após a infestação - Final da			
	3	7	11- fase	larval
<i>L. hirsutum</i> f. <i>glabratum</i>	70 a	80 a	93 a	100 a
RC 11 ₁	50 ab	68 ab	75 ab	75 b
<i>L. hirsutum</i> f. <i>glabratum</i> ²	40 ab	50 ab	53 ab	75 b
RC 15 ₁	53 ab	53 ab	55 b	75 b
RC 1 ₁	38 ab	55 ab	55 b	65 b
RC 14 ₁	55 ab	55 ab	60 ab	63 b
RC 7 ₁	30 ab	35 b	55 b	63 b
RC 3 ₁	35 ab	40 ab	60 ab	60 b
RC 16 ₁	50 ab	55 ab	60 ab	60 b
RC 10 ₁	40 ab	53 ab	60 ab	60 b
RC 9 ₁	35 ab	40 b	60 ab	60 b
RC 2 ₁	33 ab	58 ab	58 b	58 b
RC 20 ₁	48 ab	50 ab	58 b	58 b
RC 5 ₁	28 ab	40 ab	50 b	53 b
RC 4 ₁	48 ab	50 ab	53 b	53 b
RC 12 ₁	38 ab	43 ab	50 b	50 b
RC 18 ₁	25 ab	30 b	38 b	48 b
RC 17 ₁	35 ab	35 b	45 b	48 b
RC 6 ₁	38 ab	48 ab	48 b	48 b
RC 19 ₁	40 ab	45 ab	45 b	45 b
RC 8 ₁	35 ab	43 ab	43 b	43 b
RC 13 ₁	40 ab	40 b	40 b	40 b
<i>L. esculentum</i>	20 b	35 ab	35 b	35 b

¹Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

²Sem tricomas glandulares.

FIGURA 2. Mortalidade de lagartas (*) de *P. operculella* criadas em folhas de diferentes genótipos de tomateiro aos 3, 7, e 11 dias e ao final da fase larval. Temp. $25 \pm 1^\circ \text{C}$; UR: $70 \pm 10\%$; Fotofase: 14 h.

- I- *L. hirsutum* f. *glabratum* PI 134417
- II- Híbrido RC 11 (maior valor entre os híbridos)
- III- *L. hirsutum* f. *glabratum* PI 134417 sem tricomas glandulares
- IV- Híbrido RC 13 (menor valor entre os híbridos)
- V - *L. esculentum*
- VI - Média entre os 20 híbridos analisados

(*) as médias não apresentam, necessariamente, diferenças estatísticas.

4.4.2 - Peso de lagartas aos 12 dias

O peso de lagartas aos 12 dias evidenciou diferenças entre os diversos tratamentos. Os insetos criados no híbrido RC₁20 apresentaram peso larval significativamente menor (21,1 mg) que aqueles obtidos para os insetos criados em *L. esculentum* (68,3 mg) e em quatro outros híbridos para os quais a média variou de 66,9 a 84,5 mg. O híbrido RC₁20 foi justamente aquele que, entre todos os híbridos, apresentou o maior teor de metil-cetonas na análise colorimétrica (item 4.3). Em *L. hirsutum* f. *glabratum* foi constatado um peso larval bastante próximo daquele observado em RC₁20. Na maioria dos híbridos os valores obtidos foram intermediários entre *L. esculentum* e *L. hirsutum* f. *glabratum*. Para este último genótipo, a remoção dos tricomas das folhas, fez com que houvesse uma tendência de aumento de peso das lagartas (Tabela 5 e Figura 3).

Esses resultados estiveram próximos dos obtidos por BENDAVID & RUDICH (1983) que, trabalhando com a introdução LA 407 de *L. hirsutum* f. *glabratum* e híbridos desta espécie com *L. esculentum*, observaram uma redução de 68% no peso larval de *P. operculella* nos materiais com teores elevados de 2-tridecanona.

Também LIN & TRUMBLE (1986), trabalhando com *K. lycopersicella*, observaram redução do peso larval em *L. hirsutum* f. *glabratum* PI 134417 comparativamente a *L. esculentum*. Resultados semelhantes foram obtidos por FARRAR JUNIOR & KENNEDY (1986) com *H. zea*, sendo que, nesse caso, a remoção dos tricomas da PI 134417 permitiu a obtenção de lagartas um pouco mais pesadas, entretanto, os pesos obtidos foram ainda muito inferiores àqueles obtidos em *L. esculentum*.

Para *M. sexta* também foi observada grande redução do peso das lagartas alimentadas em folhas de *L.*

hirsutum f. *glabratum* PI 134417 em comparação com *L.*
esculentum.

TABELA 5. Peso de lagartas de *P. operculella*, com 12 dias de idade, criadas em folhas de diferentes genótipos de tomateiro. Temp.: $25 \pm 1^{\circ}$ C; UR: $70 \pm 10\%$; Fotofase: 14 h.

Genótipos	Peso larval (mg) ¹	I.V. ³
RC ₁ 6	84,5 a	64-98
RC ₁ 5	74,7 a	46-122
RC ₁ 3	71,2 ab	46-101
<i>L. esculentum</i>	68,3 ab	49-110
RC ₁ 1	66,9 ab	47-93
RC ₁ 7	60,2 abc	39-84
RC ₁ 18	56,9 abc	30-88
RC ₁ 9	52,8 abc	10-98
RC ₁ 2	51,1 abc	42-73
RC ₁ 13	50,8 abc	34-87
RC ₁ 19	44,5 abc	15-81
RC ₁ 17	42,0 abc	30-62
RC ₁ 11	40,8 abc	27-48
RC ₁ 15	40,2 abc	29-56
RC ₁ 12	37,9 abc	10-72
RC ₁ 4	37,7 abc	16-75
RC ₁ 10	34,7 abc	21-46
RC ₁ 8	34,3 abc	18-102
<i>L. hirsutum</i> f. <i>glabratum</i> ²	32,5 abc	17-58
RC ₁ 14	31,4 abc	8-67
RC ₁ 16	29,6 abc	23-33
<i>L. hirsutum</i> f. <i>glabratum</i>	22,1 bc	11-32
RC ₁ 20	21,2 c	19-27

¹Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

²Sem tricomas glandulares.

³Intervalo de variação.

FIGURA 3. Peso de lagartas (*) de *P. operculella*, com 12 dias de idade, criadas em folhas de diferentes genótipos de tomateiro. Temp. $25 \pm 1^\circ \text{C}$; UR: $70 \pm 10\%$; Fotofase: 14 h.

I- Híbrido RC₁6 (maior valor entre os híbridos)

II- *L. esculentum*

III- *L. hirsutum* f. *glabratum* sem tricomas glandulares

IV- *L. hirsutum* f. *glabratum* PI 134417

V- Híbrido RC₁20 (menor valor entre os híbridos)

VI- Média entre os 20 híbridos analisados

(*) As médias não apresentam, necessariamente, diferenças estatísticas.

4.4.3 - Duração da fase larval

Embora no híbrido RC₂₀ os insetos tenham apresentado uma fase larval aparentemente superior (19,0 dias) em relação àqueles criados em *L. esculentum* (16,3 dias) e em vários outros híbridos, não foi registrada diferença estatística entre as médias (Tabela 6 e Figura 4). Em *L. hirsutum* f. *glabratum* não foi possível avaliar-se a duração desta fase devido à morte de todas as lagartas utilizadas neste tratamento.

LIN & TRUMBLE (1986) constataram aumento desta fase para lagartas de *K. lycopersicella* criadas em *L. hirsutum* f. *glabratum* PI 134417 comparadas àqueles criadas em *L. esculentum* cv. VFN 7718. KENNEDY & SORENSON (1985) também verificaram aumento significativo da duração do período larval de *H. zea* em *L. hirsutum* f. *glabratum* PI 134417 em comparação com *L. esculentum* cv. Walter. O mesmo efeito foi observado por GIUSTOLIN (1991), criando lagartas de *S. absoluta* em folhas da PI 134417 e da cultivar Santa Cruz Kada - AG 373 de *L. esculentum*.

Em relação ao tempo de desenvolvimento larval obtido em *L. esculentum*, o valor obtido (15,7 dias) esteve bem próximo daquele constatado por MAYEREGGER PRIETO (1980), para a espécie em questão (15,1 dias), na cultivar CICA-5 e nas mesmas condições de temperatura e umidade relativa.

TABELA 6. Duração do fase larval de *P. operculella* criada em folhas de diferentes genótipos de tomateiro. Temp.: $25 \pm 1^\circ \text{C}$; UR: $70 \pm 10\%$; Fotofase: 14 h.

Genótipos	Duração (Dias) ¹	I.V. ³
RC ₁ 20	19,0 a	18-20
RC ₁ 16	18,5 a	17-20
RC ₁ 4	18,2 a	15-24
RC ₁ 8	18,0 a	15-20
RC ₁ 18	17,6 a	17-18
RC ₁ 17	17,6 a	15-19
RC ₁ 2	17,5 a	16-20
RC ₁ 13	17,4 a	16-19
RC ₁ 12	17,2 a	16-19
<i>L. hirsutum</i> f. <i>glabratum</i> ²	17,1 a	16-19
RC ₁ 19	17,1 a	13-21
RC ₁ 11	17,0 a	16-18
RC ₁ 1	16,8 a	15-18
RC ₁ 14	16,7 a	16-17
RC ₁ 10	16,7 a	15-19
RC ₁ 15	16,5 a	15-18
RC ₁ 3	16,4 a	15-18
RC ₁ 6	16,3 a	15-20
RC ₁ 5	16,3 a	15-18
<i>L. esculentum</i>	16,3 a	14-20
RC ₁ 9	16,2 a	14-17
RC ₁ 7	15,7 a	14-17

¹Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

²Sem tricomas glandulares.

³Intervalo de variação.

FIGURA 4. Duração da fase larval (*) de *P. operculella* criada em folhas de diferentes genótipos de tomateiro. Temp. $25 \pm 1^\circ \text{C}$; UR: $70 \pm 10\%$; Fotofase: 14 h.

I- Híbrido RC₁20 (maior valor entre os híbridos)

II- *L. hirsutum* f. *glabratum* sem tricomas glandulares

III- *L. esculentum*

IV- Híbrido RC₁7 (menor valor entre os híbridos)

V- Média entre os 20 híbridos analisados

(*) As médias não apresentam, necessariamente, diferenças estatísticas.

4.4.4 - Peso de pupas

Os tratamentos apresentaram diferenças significativas em relação ao peso de pupas. Assim como foi observado para a fase larval, também na fase pupal, os insetos criados no híbrido RC₁20 apresentaram peso bastante reduzido (45,8 mg) e significativamente inferior que aqueles criados em *L. esculentum* (71,2 mg) e no híbrido RC₁9 (75,4 mg). O valor médio obtido para os insetos criados em *L. hirsutum* f. *glabratum* com os tricomas removidos (41,6 mg) foi também bastante reduzido (Tabela 7 e Figura 5).

Nas avaliações anteriores, os insetos criados em *L. hirsutum* f. *glabratum* com tricomas removidos apresentaram um desempenho intermediário entre *L. esculentum* e *L. hirsutum* f. *glabratum* com os tricomas intactos. A ocorrência de peso pupal bastante reduzido, diferindo estatisticamente de *L. esculentum*, caracterizou de forma mais evidente a presença de mecanismos condicionadores da resistência também na lamela foliar de *L. hirsutum* f. *glabratum*.

GIUSTOLIN (1991) também obteve pupas fêmeas de *S. absoluta* mais pesadas em *L. esculentum* (Santa Cruz Kada - AG 373) do que em *L. hirsutum* f. *glabratum* PI 134417.

TABELA 7. Peso de pupas de *P. operculella* provenientes de lagartas criadas em folhas de diferentes genótipos de tomateiro. Temp.: $25 \pm 1^{\circ}$ C; UR: $70 \pm 10\%$; Fotofase: 14 h.

Genótipos	Peso (mg) ¹	I.V. ³
RC 9 ₁	75,4 a	65-92
<i>L. esculentum</i>	71,2 ab	55-81
RC 11 ₁	62,4 abc	49-63
RC 2 ₁	62,2 abc	53-73
RC 1 ₁	61,0 abc	53-77
RC 3 ₁	58,1 abcd	41-66
RC 5 ₁	58,1 abcd	48-63
RC 14 ₁	56,8 abcd	41-70
RC 6 ₁	56,2 bcd	51-69
RC 8 ₁	56,0 bcd	51-63
RC 19 ₁	54,3 cd	42-63
RC 4 ₁	53,7 cd	46-64
RC 16 ₁	53,4 cd	47-57
RC 13 ₁	52,6 cd	43-65
RC 7 ₁	51,2 cd	38-67
RC 12 ₁	51,1 cd	45-60
RC 17 ₁	50,8 cd	41-64
RC 15 ₁	49,2 cd	43-52
RC 10 ₁	49,2 cd	43-52
RC 18 ₁	47,0 cd	37-54
RC 20 ₁	45,8 cd	36-54
<i>L. hirsutum</i> f. <i>glabratum</i> ²	41,6 d	36-60

¹Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

²Sem tricomas glandulares.

³Intervalo de variação.

FIGURA 5. Peso de pupas (*) de *P. operculella* provenientes de lagartas criadas em folhas de diferentes genótipos de tomateiro. Temp. $25 \pm 1^\circ \text{C}$; UR: $70 \pm 10\%$; Fotofase: 14 h.

I- Híbrido RC₁ 9 (maior valor entre os híbridos)

II- *L. esculentum*

III-Híbrido RC₁ 20 (menor valor entre os híbridos)

IV- *L. hirsutum* f. *glabratum* PI 134417 sem tricomas glandulares.

V- Média entre os 20 híbridos analisados

(*) As médias não apresentam, necessariamente, diferenças estatísticas.

4.4.5 - Duração da fase pupal

Na avaliação deste parâmetro biológico, embora os valores médios tenham variado entre 8,0 e 10,5 dias, não foram observadas diferenças significativas entre os vários tratamentos (Tabela 8 e Figura 6).

O período de 8,6 dias observado em *L. esculentum* aproximou-se ao de 8 dias obtido, para *P. operculella*, por MAYEREGGER PRIETO (1980) com a cultivar CICA-5.

GIUSTOLIN (1991) observou que em *L. hirsutum* f. *glabratum* a duração da fase pupal da espécie *S. absoluta* foi significativamente maior do que em *L. esculentum*.

TABELA 8. Duração da fase pupal de *P. operculella* proveniente de lagartas criadas em folhas de diferentes genótipos de tomateiro. Temp.: $25 \pm 1^\circ \text{C}$; UR: $70 \pm 10\%$; Fotofase: 14 horas.

Genótipos	Duração (dias) ¹	I.V. ³
RC ₁ 11	10,5 a	10-11
RC ₁ 13	10,0 a	9-11
RC ₁ 19	9,7 a	9-11
<i>L. hirsutum</i> f. <i>glabratum</i> ²	9,6 a	8-12
RC ₁ 12	9,4 a	9-11
RC ₁ 4	9,2 a	8-11
RC ₁ 20	9,2 a	9-10
RC ₁ 10	9,0 a	7-10
RC ₁ 7	9,0 a	7-10
RC ₁ 3	8,8 a	8-10
RC ₁ 6	8,8 a	8-11
RC ₁ 18	8,7 a	7-10
RC ₁ 15	8,7 a	8-9
RC ₁ 16	8,7 a	8-9
<i>L. esculentum</i>	8,6 a	6-11
RC ₁ 14	8,5 a	8-9
RC ₁ 2	8,5 a	8-9
RC ₁ 5	8,5 a	7-10
RC ₁ 17	8,4 a	7-10
RC ₁ 1	8,2 a	7-9
RC ₁ 9	8,0 a	7-9
RC ₁ 18	8,0 a	7-9

¹Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

²Sem tricomas glandulares.

³Intervalo de variação.

FIGURA 6. Duração da fase pupal (*) de *P. operculella* proveniente de lagartas criadas em folhas de diferentes genótipos de tomateiro. Temp.: $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$; UR: $70 \pm 10\%$; Fotofase: 14 h.

- I- Híbrido RC₁₁ (maior valor entre os híbridos)
- II -*L. hirsutum* f. *glabratum* sem tricomas glandulares
- III-*L. esculentum*
- IV -Híbrido RC₉ (menor valor entre os híbridos)
- V- Média entre os 20 híbridos analisados

(*) As médias não apresentam, necessariamente, diferenças estatísticas.

4.4.6 - Mortalidade da fase pupal

Não foram observadas diferenças estatísticas entre os tratamentos em relação à mortalidade pupal, a qual variou de 5 a 14% (Tabela 9 e Figura 7). A mortalidade larval relativamente elevada observada na maioria dos genótipos e a consequente redução do número de insetos avaliados na fase pupal pode ter contribuído para a ausência de diferença estatística.

Também GIUSTOLIN (1991) não observou diferenças neste parâmetro biológico para *S. absoluta* entre insetos criados em *L. esculentum* e *L. hirsutum* f. *glabratum*.

Já FARRAR JUNIOR & KENNEDY (1987a e 1988) verificaram maior mortalidade pupal de *H. zea* em dietas contendo altos teores de 2-undecanona o que também ocorreu com insetos desta espécie criados em folhas de *L. hirsutum* f. *glabratum*.

TABELA 9. Mortalidade de pupas de *P. operculella* provenientes de lagartas criadas em folhas de diferentes genótipos de tomateiro. Temp.: $25 \pm 1^\circ \text{C}$; UR: $70 \pm 10\%$; Fotofase: 14 h.

Genótipos	Mortalidade (%) ¹
RC 1 ₁	14 a
RC 14 ₁	13 a
RC 3 ₁	12 a
RC 10 ₁	12 a
RC 20 ₁	12 a
RC 13 ₁	12 a
<i>L. esculentum</i>	11 a
RC 11 ₁	10 a
<i>L. hirsutum</i> f. <i>glabratum</i> ²	10 a
RC 4 ₁	10 a
RC 12 ₁	10 a
RC 18 ₁	10 a
RC 6 ₁	10 a
RC 19 ₁	9 a
RC 8 ₁	9 a
RC 7 ₁	8 a
RC 16 ₁	6 a
RC 9 ₁	6 a
RC 2 ₁	6 a
RC 5 ₁	5 a
RC 17 ₁	5 a

¹Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

²Sem tricomas glandulares.

FIGURA 7. Mortalidade de pupas (*) de *P. operculella* provenientes de lagartas criadas em diferentes genótipos de tomateiro. Temp.: $25 \pm 1^\circ \text{C}$; UR: $70 \pm 10\%$; Fotofase: 14 h.

I- Híbrido RC_1 (maior valor entre os híbridos)

II- *L. esculentum*

III- *L. hirsutum* f. *glabratum* sem tricomas glandulares

IV- Híbrido RC_{17} (menor valor entre os híbridos)

V- Média entre os 20 híbridos analisados

(*) As médias não apresentam, necessariamente, diferenças estatísticas.

4.4.7 - Longevidade dos adultos

Observando-se a longevidade das fêmeas criadas em *L. esculentum* (17,7 dias), constata-se uma redução significativa nesse parâmetro em vários híbridos, havendo diferença estatística em relação à média registrada em quatro desses materiais para os quais os valores variaram de 6 a 6,6 dias (Tabela 10 e Figura 8).

Assim como para as fêmeas, também para os machos houve variação significativa na longevidade. O valor médio obtido para insetos criados em folhas de *L. esculentum* (13,1 dias) diferiu significativamente daqueles obtidos em oito híbridos (para os quais as médias variaram entre 4,0 e 6,0 dias) bem como em *L. hirsutum* f. *glabratum* sem tricomas (5,2 dias) (Tabela 11 e Figura 9).

Um parâmetro que poderia confirmar a influência dos genótipos na fase adulta seria a fecundidade, entretanto, a mortalidade acumulada nas fases larval e pupal impossibilitou essa avaliação.

Foi observado em *L. esculentum* que as fêmeas viveram mais do que os machos, o que também foi constatado por MAYEREGGER PRIETO (1980) e NEUPANE (1977). Enquanto que no presente trabalho as longevidades das fêmeas e machos mantidos isolados foram respectivamente de 17,7 e 13,1 dias na cv. cultivar Santa Cruz Kada AG 373, MAYEREGGER PRIETO (1980) obteve os períodos de 12 e 11 dias, respectivamente, para fêmeas e machos acasalados, provenientes de lagartas criadas em folhas do tomateiro CICA-5.

TABELA 10. Longevidade de fêmeas adultas de *P. operculella* provenientes de lagartas criadas em folhas de diferentes genótipos de tomateiro. Temp.: $25 \pm 1^{\circ}$ C; UR: $70 \pm 10\%$; Fotofase: 14 h.

GENÓTIPOS	Longevidade (dias) ¹	I.V. ³
<i>L. esculentum</i>	17,7 a	16-20
RC 9 ₁	15,7 ab	14-18
RC 8 ₁	12,5 ab	12-13
RC 2 ₁	12,4 ab	11-14
RC 1 ₁	12,4 ab	10-15
RC 19 ₁	9,8 ab	7-12
RC 15 ₁	9,7 ab	9-10
RC 7 ₁	8,7 ab	4-12
RC 16 ₁	8,5 ab	5-14
RC 5 ₁	8,3 ab	6-10
RC 20 ₁	8,3 ab	5-12
<i>L. hirsutum</i> f. <i>glabratum</i> ²	8,1 ab	4-11
RC 10 ₁	8,0 ab	7-8
RC 13 ₁	8,0 ab	5-10
RC 4 ₁	7,5 ab	4-12
RC 17 ₁	7,0 ab	4-12
RC 4 ₁	6,9 ab	4-12
RC 3 ₁	6,7 ab	6-13
RC 6 ₁	6,6 b	4-10
RC 11 ₁	6,4 b	4-13
RC 18 ₁	6,4 b	5-8
RC 12 ₁	6,0 b	5-8

¹Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

²Sem tricomas glandulares.

³Intervalo de variação.

FIGURA 8. Longevidade de fêmeas (*) adultas de *P. operculella* provenientes de lagartas criadas em folhas de diferentes genótipos de tomateiro. Temp. $25 \pm 1^\circ \text{C}$; UR: $70 \pm 10\%$; Fotofase: 14 h.

I- *L. esculentum*

II- Híbrido RC₉ (maior valor entre os híbridos)

III- *L. hirsutum* f. *glabratum* sem tricomas glandulares

IV- Híbrido RC₁₂ (menor valor entre os híbridos)

V- Média entre os 20 híbridos analisados

(*) As médias não apresentam, necessariamente, diferenças estatísticas.

TABELA 11. Longevidade de machos adultos de *P. operculella* provenientes de lagartas criadas em folhas de diferentes genótipos de tomateiro. Temp.: 25 $\pm$ 1° C; UR: 70 $\pm$ 10%; Fotofase 14 h.

Genótipos	Longevidade (dias)	I.V. ³
<i>L. esculentum</i>	13,1 a	8-20
RC 9 ₁	10,3 ab	8-13
RC 13 ₁	7,9 abc	7-10
RC 4 ₁	7,7 abc	7-8
RC 17 ₁	7,6 abc	4-11
RC 2 ₁	7,3 abc	5-10
RC 15 ₁	7,1 abc	4-10
RC 1 ₁	7,1 abc	4-11
RC 7 ₁	7,0 abc	6-8
RC 3 ₁	6,7 abc	5-8
RC 16 ₁	6,5 abc	6-7
RC 6 ₁	6,4 abc	5-8
RC 14 ₁	6,4 abc	5-9
RC 11 ₁	6,0 bc	5-8
RC 5 ₁	6,0 bc	5-7
RC 8 ₁	5,7 bc	5-6
RC 12 ₁	5,4 bc	4-8
RC 18 ₁	5,4 bc	4-7
RC 19 ₁	5,2 bc	3-9
<i>L. hirsutum</i> f. <i>glabratum</i> ²	5,2 bc	1-10
RC 10 ₁	4,9 bc	4-6
RC 20 ₁	4,0 c	3-5

¹Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

²Sem tricomas glandulares.

³Intervalo de variação.

FIGURA 9. Longevidade de machos adultos (*) de *P. operculella* provenientes de lagartas criadas em folhas de diferentes genótipos de tomateiro. Temp. $25 \pm 1^\circ \text{C}$; UR: $70 \pm 10\%$; Fotofase: 14 h.

I- *L. esculentum*

II- Híbrido RC₁ 9 (maior valor entre os híbridos)

III- *L. hirsutum* f. *glabratum* sem tricomas glandulares

IV- Híbrido RC₁ 20 (menor valor entre os híbridos)

V- Média entre os 20 híbridos analisados

(*) As médias não apresentam, necessariamente, diferenças estatísticas.

5. Avaliação do dano inicial (número de minas por folha) de *P. operculella* em genótipos de tomateiro

Na avaliação do dano inicial causado por *P. operculella* foi constatada diferença estatística entre tratamentos, observando-se em *L. hirsutum* f. *glabratum* PI 134417 um número de minas por folha menor que aqueles registrados em *L. esculentum*, *L. hirsutum* f. *glabratum* com tricomas removidos e vários híbridos (Tabela 12 e Figura 10).

A remoção dos tricomas de *L. hirsutum* f. *glabratum* fez com que o número de minas fosse aumentado em cerca de 1,5 vezes, evidenciando dessa forma a ação antagônica das substâncias 2-tridecanona e 2-undecanona, presentes nos pêlos glandulares, no estabelecimento inicial do inseto. O híbrido RC₁20 que apresentou os maiores teores das metil-cetonas entre todos os híbridos analisados, não apresentou diferença estatística de *L. hirsutum* f. *glabratum*, mas também não diferiu de *L. esculentum* e dos outros híbridos. Os híbridos apresentaram, de modo geral, valores intermediários entre aqueles obtidos para *L. hirsutum* f. *glabratum* e *L. esculentum*.

TABELA 12. Número de minas por folha em genótipos de tomateiro, 24 horas após a infestação com quatro lagartas de *P. operculella* por folha. Temp.: $25 \pm 1^\circ \text{C}$; UR: $70 \pm 10\%$; Fotofase: 14 h.

Genótipos	Nº minas/folha ¹	I.V. ³
<i>Lycopersicon esculentum</i>	3,1 a	(1-4)
RC 18 ₁	3,0 a	(1-4)
RC 7 ₁	2,9 a	(2-4)
RC 2 ₁	2,8 a	(1-4)
RC 5 ₁	2,8 a	(2-4)
<i>L. hirsutum</i> f. <i>glabratum</i> ²	2,8 a	(2-4)
RC 9 ₁	2,8 a	(2-4)
RC 17 ₁	2,7 ab	(1-4)
RC 10 ₁	2,7 ab	(1-4)
RC 12 ₁	2,4 ab	(1-4)
RC 19 ₁	2,4 ab	(1-4)
RC 8 ₁	2,4 ab	(0-4)
RC 1 ₁	2,4 ab	(1-4)
RC 6 ₁	2,4 ab	(1-4)
RC 3 ₁	2,4 ab	(1-4)
RC 16 ₁	2,2 ab	(1-3)
RC 11 ₁	2,1 ab	(1-3)
RC 4 ₁	2,0 ab	(0-4)
RC 13 ₁	2,0 ab	(0-4)
RC 20 ₁	1,7 ab	(0-4)
RC 14 ₁	1,7 ab	(0-3)
RC 15 ₁	1,7 ab	(1-3)
<i>L. hirsutum</i> f. <i>glabratum</i>	1,1 b	(1-3)

¹Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

²Sem tricomas glandulares.

³Intervalo de variação.

FIGURA 10. Número de minas por folha (*), 24 horas após a infestação com quatro lagartas de *P. operculella* por folha, em diferentes genótipos de tomateiro. Temp.: $25 \pm 1^\circ \text{C}$; UR: $70 \pm 10\%$; Fotofase: 14 h.

I- *L. esculentum*

II- Híbrido RC₁18 (maior valor entre os híbridos)

III- *L. hirsutum* f. *glabratum* sem tricomas glandulares

IV- Híbrido RC₁15 (menor valor entre os híbridos)

V- *L. hirsutum* f. *glabratum* PI 134417

VI- Média entre os 20 híbridos analisados

(*) As médias não apresentam, necessariamente, diferenças estatísticas.

V - CONCLUSÕES.

Com base nos resultados obtidos com *Phthorimaea operculella* (Zeller, 1873) (Lepidoptera, Gelechiidae) em *Lycopersicon* spp., nas condições em que foram realizados os ensaios, podem ser estabelecidas as seguintes conclusões:

- Os exsudatos glandulares de *Lycopersicon hirsutum* f. *glabratum* C.H. Mull PI 134417 e o 2-tridecanona, em aplicação tópica, são tóxicos para lagartas de primeiro instar, sendo necessários 5,54 glândulas e 775,35 ng por lagarta, respectivamente, para provocar a mortalidade de 50% da população.

- Em testes de concentração letal, o 2-tridecanona e o 2-undecanona são tóxicos para lagartas de primeiro instar, sendo que o 2-tridecanona apresenta maior toxicidade do que o 2-undecanona.

- A elevação da temperatura, de 27 para 32° C, aumenta a toxicidade (CL_{50}) do 2-tridecanona e reduz a do 2-undecanona para lagartas de primeiro instar.

- Os híbridos $F_1(RC_1)$ [*L. esculentum* X *L. hirsutum* f. *glabratum*) X *L. hirsutum* f. *glabratum*] apresentaram, de modo geral, teores dos aleloquímicos 2-tridecanona + 2-undecanona bastante inferiores aos apresentados por *L. hirsutum* f. *glabratum*.

- Nos insetos criados em *L. hirsutum* f. *glabratum* a mortalidade de lagartas é superior àquela constatada em *L. esculentum*, bem como em vários dos híbridos estudados.

- A remoção dos tricomas glandulares de *L.*

hirsutum f. *glabratum* reduz a mortalidade de lagartas de *P. operculella*.

- Nos insetos criados em *L. hirsutum* f. *glabratum* e no híbrido RC₁20 (material com maior teor de 2-tridecanona e 2-undecanona entre os 20 híbridos analisados) há redução no peso larval em comparação com insetos criados em *L. esculentum* e em vários híbridos apresentando baixos teores de 2-tridecanona + 2-undecanona.

- Nos insetos criados em *L. hirsutum* f. *glabratum* sem tricomas glandulares e em vários híbridos ocorre redução no peso pupal e na longevidade dos adultos quando comparados aos insetos criados em *L. esculentum*.

- Os insetos criados no híbrido RC₁20 apresentam redução dos pesos larval, pupal e da longevidade dos machos adultos em relação a vários outros híbridos.

- O número de minas produzidos por lagartas de *P. operculella* em folhas de *L. hirsutum* f. *glabratum* é significativamente menor do que em *L. esculentum* e em vários híbridos.

- A remoção dos tricomas das folhas de *L. hirsutum* f. *glabratum* aumenta significativamente o número de minas por folha.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AZIZA, S. & SALEH, M.R. On the biology of the potato tuber worm, *Phthorimaea operculella* Zeller, on semiartificial diets (Lepidoptera, Gelechiidae). *Bulletin de la Societe Entomologique d' Egypte*, Cairo, 0(65):345-50, 1987. Apud *Abstracts of Entomology*, Philadelphia, 19(4):29, Apr. 1988. (Resumo).
- BARBOUR, J.D.; FARRAR JR.; R.R.; KENNEDY, G.G. Interaction of fertilizer regime with host plant resistance in tomato. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, Amsterdam, 60:289-300, 1991.
- BARONA, H.G.; PARRA, A.S.; VALLEJO, F.A.C. Evaluation de especies silvestres de *Lycopersicon* sp., como fuente de resistencia a *Scrobipalpula absoluta* (Meyrick) y su intento de transferencia a *Lycopersicon esculentum* Mill. *Acta Agronomica*, Palmira, 39(1/2):34-45, 1989.
- BECKMAN, C.H.; MUELLER, W.C.; MCHARDY, W.E. The localization of stored phenols in plant hairs. *Physiological Plant Pathology*, London, 2:69-74, 1972.
- BENDAVID, T. & RUDICH, J. Secondary plant metabolites as mechanisms for host plant resistance insect pest in tomato. *Phytoparasitica*, Rehovot, 11(2):132, 1983.
- BRIESE, D.T. Geographic variability in demographic performance of the potato moth, *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae). *Bulletin of*

Entomological Research, Wellingford, 176:719-26, 1986.

BROODRYK, S.W. Ecological investigations on the potato tuber moth, *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera, Gelechiidae). *Phytophylactica*, Pretoria, 9(2):73-83, 1971.

CAMPBELL, B.C. & DUFFEY, S.S. Tomatine and parasite wasps: potencial incompatibility of plant antibiosis with biological control. *Science*, Washington, 205(17):700-2, 1979.

CAMPBELL, B.C. & DUFFEY, S.S. Alleviation of α -tomatine-induced toxicity to the parasitoid, *Hyposoter exiguae*, by phytosterols in the diet of the host *Heliothis zea*. *Journal of Chemical Ecology*, New York, 7(6): 927-46, 1981.

CARNEIRO, M.F. & ALMEIDA, A.A. Influência da planta hospedeira na fecundidade, fertilidade e longevidade da traça-da-batatinha. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 19(11):1313-7, 1984.

CARTER, C.D. & SNYDER, J.C. Mite responses in relation to trichomes of *Lycopersicon esculentum* X *L. hirsutum* F₂ hybrids. *Euphytica*, Basel, 34:177-85, 1985.

CASTOR, O.S. Variação e decomposição do custo de produção de um grupo de hortaliças no Distrito Federal. *Horticultura Brasileira*, Brasília, 1:37-9, 1983.

COSENZA, G.W. & GREEN, H.B. Basis for resistance to the tomato fruitworm, *Heliothis zea* (Boddie), in processing tomatoes *Lycopersicon esculentum* Mill. *Ciência e Cultura*, São Paulo, 33(3):424-7, 1981.

- CUNNINGHAM, I.C. Alternative host plants of tobacco leafminer (*Phthorimaea operculella* (Zell.). *Queensland Journal of Agricultural and Animal Sciences*, Brisbane, 26:107-11, 1969.
- 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.
- DORESTE, E.S. & NIEVES, M. Estudios de laboratorio sobre el ciclo del minador de la hoja del tabaco, papa y tomate, *Gnorimoschema operculella* (Zeller). *Agronomia Tropical*, Maracay, 18(4):461-74, 1968.
- DUFFEY, S.S. & ISMAN, M.B. Inhibition of insect larval growth by phenolics in glandular trichomes of tomato leaves. *Experientia*, Basel, 37:574-6, 1981.
- DUFFEY, S.S.; BLOEM, K.A.; CAMPBELL, B.C. Consequences of sequestration of plant natural products in plant-insect-parasitoid interactions. In: BOETHEL, D.J. & EIKENBARY, R.D., ed. *Interactions of plant resistance and parasitoids and predators of insects*. Chichester, Ellis Horwood, 1986. p. 31-60.
- ELLIGER, C.A.; WONG, Y.; CHAN, B.G.; WAISS JUNIOR, A.C. Growth inhibitors in tomato (*Lycopersicon*) to tomato fruitworm (*Heliothis zea*). *Journal of Chemical Ecology*, New York, 7(4):753-8, 1981.
- EL-SHERIF, S.; GOMAA, A.A.; HEMEIDA, I.A. Effect of adult diet and mating on egg laying capacity and longevity of potato tuber moth, *Phthorimaea operculella* Zeller. *Journal of Applied Entomology*, Hamburg, 87(2):170-4, 1979.

FARRAR JUNIOR, R.R. & KENNEDY, G.G. 2-undecanone, a constituent of the glandular trichomes of *Lycopersicon hirsutum* f. *glabratum*: effects on *Heliothis zea* and *Manduca sexta* growth and survival. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, Amsterdam, 43:17-23, 1987a.

FARRAR JUNIOR, R.R. & KENNEDY, G.G. Growth, food consumption and mortality in *Heliothis zea* larvae on foliage of the wild tomato *Lycopersicon hirsutum* f. *glabratum* and the cultivated tomato, *L. esculentum*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, Amsterdam, 44:213-9, 1987b.

FARRAR JUNIOR, R.R. & KENNEDY, G.G. 2-undecanone, a pupal mortality factor in *Heliothis zea*: sensitive larval stage and in plant activity in *Lycopersicon hirsutum* f. *glabratum*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, Amsterdam, 47:205-10, 1988.

FARRAR JUNIOR, R.R. & KENNEDY, G.G. Growth inhibitors in host plant resistance to insects: examples from a wild tomato with *Heliothis zea* (Lepidoptera: Noctuidae). *Journal of Entomological Science*, Tifton, 25(1):45-56, 1990. Apud *Review of Agricultural Entomology*, Wallingford, 79(3):329, Mar. 1991a (Resumo).

FARRAR JUNIOR, R.R. & KENNEDY, G.G. Relationship of lamellar-based resistance of *Leptinotarsa decemlineata* and *Heliothis zea* in a wild tomato, *Lycopersicon hirsutum* f. *glabratum*, PI 134417. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, Amsterdam, 58:61-7, 1991b.

FENEMORE, P.G. Oviposition of potato tuber moth, *Phthorimaea operculella* Zell. (Lepidoptera:

Gelechiidae); fecundity in relation to mated stage, age, and pupal weight. *New Zealand Journal of Zoology*, Wellington, 4:187-91, 1977.

FERY, R.L. & CUTHBERT JUNIOR, F.P. Antibiosis in *Lycopersicon* to tomato fruitworm (*Heliothis zea*). *Journal of the American Society for Horticultural Science*, Alexandria, 100(3):276-8, 1975.

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*, Alexandria, 112(5):886-91, 1987.

FONSECA, J.P. & AMARAL, J.F. A traça da batatinha e sua ocorrência no Brasil. *O Biológico*, São Paulo, 3(12):369-77, 1937.

FRANÇA, F.H.; MALUF, W.R.; ROSSI, P.E.F.; MIRANDA, J.E.C.; COELHO, M.C.F. Avaliação e seleção de tomate visando resistência a traça-do-tomateiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 24.; REUNIAO LATINO AMERICANA DE OLERICULTURA, 1., Jaboticabal, 1984. Resumos. Jaboticabal. FCAV, 1984. v.1, p. 143.

GENTILE, A.G. & STONER, A.K. Resistance in *Lycopersicon* spp. to the tobacco flea beetle. *Journal of Economic Entomology*, College Park, 61(5):1347-9, 1968.

GENTILE, A.G.; WEBB, R.E.; STONER, A.K. Resistance in *Lycopersicon* and *Solanum* to greenhouse whiteflies. *Journal of Economic Entomology*, College Park, 61(5):1355-7, 1968.

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) (Lep., Gelechiidae). Piracicaba, 1991. 155 p. (Mestrado-Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).

GOMAA, A.A.; EL-SHERIF, S.; HEMEIDA, I.A. On the biology of the potato tuber moth, *Phthorimaea operculella* Zeller (Lepidoptera: Gelechiidae). I. Effect of larval diet. *Journal of Applied Entomology*, Hamburg, 86(3):290-4, 1978.

GOMAA, A.A.; EL-SHERIF, S.; SALEM, A.A.; HEMEIDA, I.A. On the biology of potato tuber worm, *Phthorimaea operculella* Zeller (Lep., Gelechiidae): Reaction of photoperiodism. *Journal of Applied Entomology*, Hamburg, 87(4):430-5, 1979.

ISMAN, M.B. & DUFFEY, S.S. Phenolic compounds in foliage of commercial tomato cultivars as growth inhibitors to the fruitworm, *Heliothis zea*. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, Alexandria, 107(1):167-70, 1982a.

ISMAN, M.B. & DUFFEY, S.S. Toxicity of tomato phenolic compounds to the fruitworm, *Heliothis zea*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, Amsterdam, 31:370-6, 1982b.

JUVIK, J.A. & STEVENS, M.A. Inheritance of foliar α -tomatine content in tomatoes. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, Alexandria, 107(6):1061-5, 1982a.

JUVIK, J.A. & STEVENS, M.A. Physiological mechanisms of

host-plant resistance in the genus *Lycopersicon* to *Heliothis zea* and *Spodoptera exigua*, two insect pests of the cultivated tomato. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, Alexandria, 107(6):1065-9, 1982b.

JUVIK, J.A.; STEVENS, M.A.; RICK, C.M. Survey of the genus *Lycopersicon* for variability in α -tomatine content. *Horticultural Science*, Alexandria, 17(5):764-6, 1982b.

JUVIK, J.A.; BERLINGER, M.J.; BENDAVID, T.; RUDICH, J. Resistance among accessions of the genera *Lycopersicon* and *Solanum* to four of the main insect pest of tomato in Israel. *Phytoparasitica*, Rehovot, 10(3):145-56, 1982a.

KAUFFMAN, W.C. & KENNEDY, G.G. Relationship between trichome density in tomato and parasitism of *Heliothis* spp. (Lepidoptera: Noctuidae) eggs by *Trichogramma* spp. (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Environmental Entomology*, Lanham, 18(4):698-704, 1989.

KENNEDY, G.G. 2-tridecanone, tomatoes and *Heliothis zea*. Potential incompatibility of plant antibiosis with insecticidal control. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, Amsterdam, 35:305-11, 1984.

KENNEDY, G.G. Consequences of modifying biochemically mediated insect resistance in *Lycopersicon* species. In: GREEN, M.R. & HEDIN, P.A., ed. *Natural resistance of plants to pests; role of allelochemicals*. Washington, American Chemical Society, 1986. p. 130-41. (American Chemical Society Symposium Series, 296).

KENNEDY, G.G. & FARRAR JUNIOR, R.R. Response of

insecticide-resistant and susceptible Colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata* to 2-tridecanone and resistant tomato foliage: the absence of cross resistance. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, Amsterdam, 45:187-92, 1987.

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, 103(3):334-6, 1978.

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, 78:547-51, 1985.

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, 26:121-6, 1979.

KENNEDY, G.G.; FARRAR JUNIOR, R.R.; RISKALLAH, M.R. Induced tolerance of neonate *Heliothis zea* to host plant allelochemicals and carbaril following incubation of eggs on foliage of *Lycopersicon hirsutum* f. *glabratum*. *Oecologia*, Berlin, 73:615-20, 1987.

KENNEDY, G.G.; YAMAMOTO, R.T.; DIMOCK, M.B.; WILLIAMS, W.G., BORDNE, J. Effect of day length and light intensity on 2-tridecanone levels and resistance in *Lycopersicon hirsutum* f. *glabratum* to *Manduca sexta*. *Journal of Chemical Ecology*, New York, 7(4):707-16, 1981.

KRAMBIAS, A. Climatic factors affecting the catches of

potato tuber moth *Phthorimaea operculella* (Zell.) (Lepidoptera, Gelechiidae) at a pheromone trap. *Bulletin of Entomological Research*, London, 66:81-5, 1976.

KWANG-RYUL, C.; YOO, C.; CHANG, Y.D. Life history of potato tuber moth, *Phthorimaea operculella* (Lepidoptera; Gelechiidae). *Korean Journal of Plant Protection*, Swon, 19(2):97-102, 1980. Apud *Abstract of Entomology*, Philadelphia, 12(9):58, Sept., 1981. (Resumo).

LANGFORD, G.S. & CORY, E.N. Observations on the potato tuber moth. *Journal of Economic Entomology*, College Park, 25(6):625-34, 1932.

LARA, F.M. *Princípios de resistência de plantas a insetos*. 2.ed. São Paulo, Ícone, 1991. 336p.

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

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.

MAYEREGGER PRIETO, S.J. Avaliação de danos e controle químico da *Phthorimaea operculella* (Zeller) (1873) (Lep., Gelechiidae) em cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) Piracicaba, 1980. 73 p. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).

NAKANO, O. Pragas. In: MINAMI, K. & HAAG, H.P., ed. *O tomateiro*. Campinas, Fundação Cargill, 1980. p. 335-64.

- NEUPANE, F.P. Some observations on the biology of potato tuber moth. *Nepalese Journal of Agriculture*, Pulchak, 12:159-66, 1977. Apud *Abstracts of Entomology*, Philadelphia, 10(3):58, Mar. 1979.
- NIENHUIS, J.; HELENTJARIS, T.; 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.
- NIENHUIS, J.; KLOCKE, J.; LOCY, R.; BUTZ, A.; BALANDRIN, M. Colorimetric assay for 2-tridecanone mediated insect resistance in *Lycopersicon* species. *HortScience*, Alexandria, 20(3):590, 1985.
- RAMALHO SOBRINHO, R.; CORREIA, L.G.; SALGADO, J.R. Olericultura no Brasil: área (ha) e produção (t) por cultura e por estado no ano de 1990. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 31.; Belo Horizonte, Palestras. Belo Horizonte, EMATER, 1991. p. 174-83.
- SALAS, J. & FERNANDEZ, S. Los minadores de la hoja del tomate. *Fonaip Divulga*, Caracas, 2(18):21-2, 1985.
- SANTORINI, A.P. Observations on the raising of *Phthorimaea operculella* (Zeller) in the laboratory (Lepidoptera, Gelechiidae). *Annales de l'Institut Phytopathologique Benake*, Atenas, 10(2):141-7, 1971. Apud *Abstracts of Entomology*, Philadelphia, 4(4):390, Apr. 1973. (Resumo).
- 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.

- SCHUSTER, D.J.; WADDIL, V.H.; AUGUSTINE, J.J.; VOLIN, R.B. Field comparisons of *Lycopersicon* assessments for resistance to the tomato pinworm and vegetable leafminer. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, Alexandria, 104(2):170-2, 1979.
- SCHWARTZ, R.F. & SNYDER, J.C. Characterization of resistance to tobacco hornworm in *Lycopersicon* leaflets. *HortScience*, Alexandria, 18(2):170, 1983.
- SINDEN, S.L.; SCHALK, J.M.; STONER, A.K. Effect of daylength and maturity of tomato plants on tomatine content and resistance to Colorado potato beetle. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, Alexandria, 103(5):596-600, 1978.
- SINGH, P. & CHARLES, G. An artificial diet for larvae of the potato tuber moth. *New Zealand Journal of Zoology*, Wellington, 4(4):449-52, 1978.
- SNYDER, J.C. & CARTER, C.D. Trichomes on leaves of *Lycopersicon hirsutum*, *L. esculentum* and their hybrids. *Euphytica*, Basel, 34:53-64, 1985.
- SORENSEN, C.E.; FERY, R.L.; KENNEDY, G.G. Relationship between Colorado potato beetle (Coleoptera: Chrysomelidae) and tobacco hornworm (Lepidoptera: Sphingidae) resistance in *Lycopersicon hirsutum* f. *glabratum*. *Journal of Economic Entomology*, College Park, 82(6): 1743-8, 1989.
- TOMOHIRO, O. & SAITO, T. Mating time and effects of the light conditions on mating in the potato tuber moth, *Phthorimaea operculella* Zeller (Lepidoptera; Gelechiidae). *Japanese Journal of Applied Entomology and*

Zoology, Tokyo, 17(3):127-31, 1973. Apud Abstracts of Entomology, Philadelphia, 15(6):587, June 1984. (Resumo).

TRAYNIER, R.M.M. Field and laboratory experiments on site of oviposition by the potato moth *Phthorimaea operculella* (Zell.) (Lepidoptera, Gelechiidae). Bulletin of Entomological Research, London, 65:391-8, 1975.

WEBB, R.E.; STONER, A.K.; GENTILE, A.G. Resistance to leafminers in *Lycopersicon* accessions. Journal of the American Society for Horticultural Science, Alexandria, 96(1):65-7, 1971.

WILLIAMS, W.G.; KENNEDY, G.G.; YAMAMOTO, R.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.

YATHOM, S. Phenology of the tomato tuber moth (*Phthorimaea operculella*), a pest of potatoes and of processing tomatoes in Israel. Phytoparasitica, Rehovot, 14(4):313-8, 1986.

ZAMIR, D.; BENDAVID, T.S.; RUDICH, J.; JUVIK, J.A. Frequency distributions and linkage relationships of 2-tridecanone in interespecific segregating generations of tomato. Euphytica, Basel, 33:481-8, 1984.

ZIMMERMAN-GRIES, S. Host range of the tomato tuber moth, *Phthorimaea operculella*, in Israel. Phytoparasitica, Rehovot, 11(2):130, 1983.