

SHAIENE COSTA MORENO

**TOXICIDADE DE NOVOS PIRETRÓIDES A LEPIDÓPTEROS-PRAGA
DE HORTALIÇAS E HYMENÓPTEROS PREDADORES E
POLINIZADOR**

**Dissertação apresentada à
Universidade Federal de Viçosa,
como parte das exigências do
Programa de Pós-Graduação em
Entomologia, para obtenção do título
de *Magister Scientiae*.**

**VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2007**

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

Moreno, Shaiene Costa, 1982-
M843t Toxicidade de novos piretróides a lepidópteros-praga
2007 de hortaliças e hymenópteros predadores e polinizador
/ Shaiene Costa Moreno. – Viçosa : UFV, 2007.
xi, 42f. : il. ; 29cm.

Orientador: Marcelo Coutinho Picanço.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de
Viçosa.

Referências bibliográficas: f. 35-42.

1. Piretróides. 2. Pragas agrícolas - Controle. 3. Inseto
predador. 4. Polinização por inseto. 5. Inseticidas.
6. Lepidóptero. I. Universidade Federal de Viçosa.
II. Título.

CDD 22.ed. 668.651

SHAIENE COSTA MORENO

**TOXICIDADE DE NOVOS PIRETRÓIDES A LEPIDÓPTEROS-PRAGA
DE HORTALIÇAS E HYMENÓPTEROS PREDADORES E
POLINIZADOR**

**Dissertação apresentada à
Universidade Federal de Viçosa,
como parte das exigências do
Programa de Pós-Graduação em
Entomologia, para obtenção do título
de *Magister Scientiae*.**

APROVADA: 15 de fevereiro de 2007.

**Prof. Elson Santiago de Alvarenga
(Co-orientador)**

Prof. Dejair Message

**Prof^ª. Terezinha Maria Castro Della
Lucia**

Dr. Eliseu José Guedes Pereira

**Prof. Marcelo Coutinho Picanço
(Orientador)**

A Deus, a quem devo a vida, pelo amor e bênçãos concedidas.

Agradeço

Aos meus pais, Wagner e Maria Amélia, por me preparar para a vida;

Aos meus irmãos, Shenia, Sarah e Wagner, pela amizade;

Ao meu noivo e futuro esposo, Diogo, pelo amor e companheirismo;

Aos meus avós, pelo amor e carinho.

Dedico

Ao povo brasileiro e aos cientistas.

Ofereço

Ser feliz...

"Posso ter defeitos, viver ansioso e ficar irritado algumas vezes, mas não esqueço de que minha vida é a maior empresa do mundo.

E que posso evitar que ela vá à falência.

Ser feliz é reconhecer que vale a pena viver, apesar de todos os desafios, incompreensões e períodos de crise.

Ser feliz é deixar de ser vítima dos problemas e se tornar um autor da própria história.

É atravessar desertos fora de si, mas ser capaz de encontrar um oásis no recôndito da sua alma.

É agradecer a Deus a cada manhã pelo milagre da vida.

Ser feliz é não ter medo dos próprios sentimentos.

É saber falar de si mesmo.

É ter coragem para ouvir um "não".

É ter segurança para receber uma crítica, mesmo que injusta.

Pedras no caminho? "Guardo todas, um dia vou construir um castelo."

(Augusto Cury)

AGRADECIMENTOS

A DEUS, pela vida, saúde, amor e por me acompanhar todos os dias da minha vida.

À Universidade Federal de Viçosa e ao Departamento de Biologia Animal, pela oportunidade de realização deste curso.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), pela concessão da bolsa de estudo.

Ao orientador e amigo, professor Marcelo Coutinho Picanço, pela amizade, pelos ensinamentos e pelo estímulo ao longo desses anos. À sua esposa Kátia e aos seus filhos Mayara, Luíza e Marcelo Filho, pelo agradável convívio.

Aos professores Elson Santiago de Alvarenga e Raul Narciso Carvalho Guedes, pela co-orientação.

Aos professores Dejair Message e Terezinha Maria Castro Della Lucia, e ao Dr. Eliseu José Guedes Pereira, componentes da banca, pela cordialidade em aceitar o convite e pela forma como participaram.

Ao Ms. Flaviano Oliveira Silvério, pela valiosa ajuda e pelo fornecimento dos compostos, sem o qual seria impossível a realização desse trabalho.

Ao professor Lúcio Antônio de Oliveira Campos, pelo fornecimento de adultos da abelha jataí e ao Sr. Geraldo, funcionário do apiário da UFV, pela ajuda nas coletas.

Aos professores que me acompanharam e me incentivaram e que foram os responsáveis pela minha formação.

Aos amigos da pós-graduação do Laboratório de Manejo Integrado de Pragas: Altair Arlindo Semeão, Elisangela Gomes Fidelis, Emerson Cristi de Barros, Ézio Marques da Silva, Flávio Lemes Fernandes, Jardel Lopes Pereira e Júlio Cláudio Martins, pela grande amizade, convívio e companheirismo ao longo da minha vida acadêmica em Viçosa. Em especial, gostaria de expressar minha gratidão à Elisangela pela amizade, ao Emerson pela coleta das vespas e ao Ézio pela ajuda na condução dos experimentos.

Ao Dr. Leandro Bacci, pela valiosa ajuda na condução final e correção deste

trabalho.

A querida amiga Cléia Gomes Vieira e Silva, pelo companheirismo e ajuda na condução dos bioensaios e análise dos dados.

À secretária do Programa de Pós-graduação em Entomologia Sra. Maria Paula da Costa e à Míriam, pela amizade, seriedade e eficiência e ao funcionário Zé Evaristo pela amizade.

Aos estagiários do Laboratório de Manejo Integrado de Pragas, Darley, Elisa, Gerson, Hudson, Matheus Chediak, Mateus Campos, Nilson, Jander, Jorgiane, Pablo, Renan, Renata, Ricardo, Valquíria e Vânia pela amizade e valiosa ajuda durante a execução deste trabalho, sobretudo na condução e avaliação dos bioensaios. Ao Gerson, Pablo e Nilson, gostaria de agradecer pela ajuda na difícil tarefa de coletar vespas.

Ao meu noivo, Diogo Carvalho de Gouvêa, pelo amor, amizade, companheirismo, apoio, confiança e paciência demonstrada ao longo desses anos de convivência.

A todos os meus familiares, que diretamente ou indiretamente ofereceram condições para que eu progredisse na minha caminhada.

Em especial, aos meus pais Wagner da Silva Moreno e Maria Amélia de Silva Moreno, que me deram a vida e souberam me conduzir para que tivesse uma boa educação.

A todos os colegas dos cursos de Entomologia e Agronomia pelo agradável convívio durante as disciplinas cursadas e pela relação de amizade, entretenimento e divergência de idéias que fazem da Universidade um ambiente propício à formação profissional e intelectual.

E finalmente, a todos aqueles que, de alguma forma, contribuíram para a execução deste trabalho, os meus sinceros agradecimentos.

BIOGRAFIA

SHAIENE COSTA MORENO, filha de Wagner da Silva Moreno e Maria Amélia da Silva Costa, nasceu no Rio de Janeiro, em 14 de dezembro de 1982.

Em dezembro de 1999, concluiu o segundo grau no Colégio Módulo.

Em março de 2000, ingressou no curso de Agronomia pela Universidade Federal de Viçosa, graduando-se em janeiro de 2005. Durante a graduação, de agosto de 2000 a janeiro de 2005, foi estagiária no Laboratório de Manejo Integrado de Pragas do DBA/UFV sob orientação do Prof. Marcelo Coutinho Picanço, onde desenvolveu vários trabalhos com manejo integrado pragas de hortaliças, grandes culturas, fruteiras e ornamentais.

Ingressou no Programa de Pós-Graduação de Mestrado em Entomologia na Universidade Federal de Viçosa em março de 2005, sob a orientação do Prof. Marcelo Coutinho Picanço, defendendo tese em 15 de fevereiro de 2007.

Em março de 2007 ingressou no Programa de Pós-Graduação em Entomologia, em nível de Doutorado na Universidade Federal de Lavras, MG.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	viii
ABSTRACT	x
1. INTRODUÇÃO	1
2. MATERIAL E MÉTODOS	9
2.1. Síntese dos piretróides	9
2.2. Obtenção dos insetos	11
2.3. Toxicidade dos piretróides.....	12
2.4. Comparação entre isômeros.....	15
2.5. Análise dos dados	15
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	17
3.1. Toxicidade dos piretróides.....	17
3.2. Rapidez de ação dos compostos	26
3.3. Inclinação das curvas dose-mortalidade	27
3.4. Seletividade dos piretróides.....	27
3.5. Susceptibilidade das espécies aos piretróides.....	30
3.6. Atividade inseticida dos estereoisômeros.....	30
4. CONCLUSÕES.....	34
5. BIBLIOGRAFIA.....	35

RESUMO

MORENO, Shaiene Costa, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2007. **Toxicidade de novos piretróides a lepidópteros-praga de hortaliças e himenópteros predadores e polinizador.** Orientador: Marcelo Coutinho Picanço. Co-Orientadores: Elson Santiago de Alvarenga e Raul Narciso Carvalho Guedes.

A demanda por novos produtos para o manejo de pragas em hortaliças é crescente. Dentre essas pragas, a traça-do-tomateiro *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae), a broca-das-cucurbitáceas *Diaphania hyalinata* (L.) (Lepidoptera: Pyralidae) e o curuquerê-da-couve *Ascia monuste orseis* (Latreille) (Lepidoptera: Pieridae) são pragas-chave do tomateiro, cucurbitáceas e brássicas, respectivamente. Além da eficiência contra insetos-praga, novos inseticidas devem apresentar seletividade a inimigos naturais e polinizadores. Nos agroecossistemas formados por hortaliças frequentemente se observa a ação benéfica dos predadores *Solenopsis saevissima* (F. Smith) (Hymenoptera: Formicidae) e *Protonectarina sylveirae* (Saussure) (Hymenoptera: Vespidae); e do polinizador *Tetragonisca angustula* (Latreille) (Hymenoptera: Apidae: Meliponinae). Assim, neste trabalho objetivou-se avaliar a toxicidade de novos piretróides contendo modificações na parte de origem ácida, a fim de elucidar a atividade inseticida desses compostos aos lepidópteros-praga de hortaliças *T. absoluta*, *D. hyalinata* e *A. monuste orseis* e a seletividade aos predadores *S. saevissima* e *P. sylveirae* e ao polinizador *T. angustula*. Determinou-se, por análise de próbite, curvas dose-mortalidade dos piretróides para os insetos. Por meio dessas curvas, foram estimadas as doses letais para 50 e 90% das populações (DL₅₀ e DL₉₀). Foram calculados os índices de toxicidade relativa, de seletividade diferencial e de tolerância relativa. Os novos piretróides estudados apresentaram ação inseticida sobre os lepidópteros-praga *T. absoluta*, *D. hyalinata* e *A. monuste orseis*. As misturas dos isômeros *cis* e *trans* dos novos piretróides causaram altas mortalidades aos insetos-praga em doses ligeiramente maiores que as da permetrina. Os isômeros *cis* das misturas [10+11] e [16+17], e os isômeros *trans* da mistura [12+13] apresentaram maior eficiência. Os novos piretróides estudados causaram alta mortalidade a *T. absoluta*, *D.*

hyalinata e *A. monuste orseis* em tempo menor que 12 horas. As misturas dos isômeros [14+15] e [18+19] apresentaram seletividade em favor do predador *S. saevissima*. A determinação da dose correta dos piretróides estudados foi, de forma geral, mais importante no impacto destes sobre os predadores e polinizador do que nos lepidópteros-praga.

ABSTRACT

MORENO, Shaiene Costa, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, February 2007.
Toxicity of new pyrethroids to lepidopterous pests of vegetable and hymenopterous predators and polinizattor. Adviser: Marcelo Coutinho Picanço. Co-advisers: Elson Santiago de Alvarenga and Raul Narciso Carvalho Guedes.

The demand of new products for handling of pests on vegetables is growing. Among those pests, the tomato leafminer *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae), the melonworm *Diaphania hyalinata* (L.) (Lepidoptera: Pyralidae) and the kale leafworm *Ascia monuste orseis* (Latreille) (Lepidoptera: Pieridae) are key pests of tomato, curcubitaceas and brassicas crops, respectively. Besides the efficiency against insect, new insecticides should present selectivity to natural enemies and pollinator. In the ecosystems formed by vegetables frequently the beneficial action of the predators *Solenopsis saevissima* (F. Smith) (Hymenoptera: Formicidae); *Protonectarina sylveirae* (Saussure) (Hymenoptera: Vespidae); and the pollinator *Tetragonisca angustula* (Latreille) (Hymenoptera: Apidae: Meliponinae) is observed. So, in this work, it was to evaluate the toxicity of new pyrethroids containing modifications in the acid origin, in order to elucidate the insecticide activity of those compositions to the lepidopterous pests of vegetables *T. absoluta*, *D. hyalinata* and *A. monuste orseis* and the selectivity to the predators *S. saevissima* and *P. sylveirae* and to the polinizattor *T. angustula*. It was determined, for probit analysis, dose-mortality curves of the pyrethroids for the insects. Through those curves were dear the lethal doses for 50 and 90% of the populations (DL₅₀ e DL₉₀). Based on lethal doses the relative toxicity index, the differential selectivity index and relative tolerance index were calculated. The new studied pyrethroids presented insecticide action on the lepidopterous pets *T. absoluta*, *D. hyalinata* and *A. monuste orseis*. The mix of *cis* and *trans* isomers of the new pyrethroids caused high mortalities to the insect pests in doses lightly larger than the one of the permethrina. The *cis* isomer from mix [10+11] and [16+17], and the *trans* isomer from mix [12+13] were more presented larger efficiency. The new pyrethroids caused high mortality to *T. absoluta*,

D. hyalinata and *A. monuste orseis* in smaller time than 12 hours. The mix of the isomers [14+15] and [18+19] presented selectivity in favor of the predator *S. saevissima*. The determination of correct dose of the studied pyrethroids was, in a general way, more important in the impact of these on the predators and polinizator than in the lepidopterous pests.

1. INTRODUÇÃO

A produção vegetal está sujeita a uma miríade de fatores de perdas relacionados com a redução da produtividade dos cultivos. O ataque de insetos-praga é um dos principais fatores, comprometendo cerca de 30% da produção agrícola. Para evitar tais prejuízos, o produtor se depara com a necessidade de recorrer a métodos de controle como o comportamental, biológico, genético, cultural e químico. A utilização de inseticidas apresenta algumas vantagens, tais como: boa eficiência, baixo custo e facilidade de uso (Soderlund, 1995). Entretanto a utilização exagerada desses produtos vem afetando seriamente o ambiente. Além dos perigos aos seres humanos relativos aos aspectos ocupacionais, alimentares e de saúde pública, o uso indiscriminado de inseticidas pode causar a redução das populações de insetos benéficos, a ressurgência e erupção de pragas e a perda de eficácia de inseticidas em razão da seleção de populações resistentes a esses compostos (Merville, 1959; Kay & Collins, 1987; Campanhola, 1990; Guedes, 1999; Guedes & Fragoso, 1999).

O conhecimento dessa realidade promoveu a contínua busca por novas classes químicas que preenchessem os requisitos mínimos necessários para o controle efetivo de pragas: segurança, seletividade, biodegradabilidade, viabilidade econômica e aplicabilidade em programas de manejo integrado de pragas (Mariconi, 1981; Vieira *et al.*, 2001).

Um dos caminhos para a síntese de agroquímicos mais específicos e menos persistentes no ambiente é a utilização de moléculas-modelos advindas de inseticidas naturais. Como exemplo de inseticidas sintéticos produzidos a partir de um protótipo natural, destacam-se os piretróides, que foram introduzidos no mercado a partir da década de 70. Estes são análogos sintéticos das piretrinas, encontradas no piretro, pó obtido de flores de algumas espécies do gênero *Chrysanthemum* - Asteraceae (*C. cinerariaefolium* e *C. coccineum*) (Hirata, 1995).

As piretrinas naturais são caracterizadas como ésteres perfumados (Casida & Quistad, 1995), originários de dois ácidos (ácido crisantêmico e o ácido pirétrico) e três

álcoois (piretrolona, cinerolona e jasmolona). Os derivados do ácido crisantêmico são ésteres conhecidos como Piretrina I, Cinerina I e Jasmolina I. Já os derivados do ácido pirétrico são denominados Piretrina II, Cinerina II e Jasmolina II (Figura 1) (Kascheres & Cunha, 1989; Hirata, 1995). A observação da elevada atividade inseticida exibida por estas substâncias, aliada a uma baixa toxicidade a mamíferos, impulsionou as crescentes pesquisas das propriedades existentes na classe das piretrinas naturais, culminando com o advento dos piretróides (Zito, 1983).

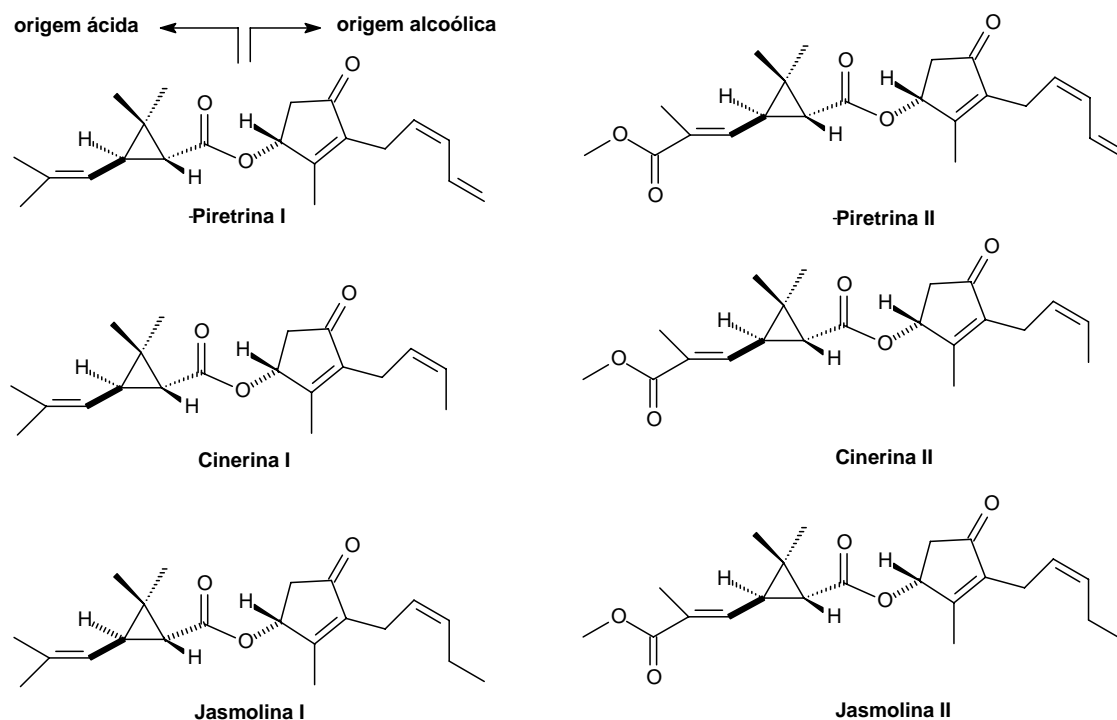


Figura 1. Estruturas das piretrinas naturais.

No vegetal, as piretrinas são estabilizadas por antioxidantes naturais, como o ácido tânico e a hidroquinona (Galeffi & Marini-Bettolo, 1988). Porém, a grande desvantagem da utilização das piretrinas naturais está na facilidade de degradação quando expostas ao ar e à luz solar, o que limita a sua eficiência e utilização para o controle de pragas domissanitárias (Reigart & Roberts, 1999). Assim, a elaboração de análogos sintéticos das piretrinas deveria relacionar a atividade inseticida com o crescente aumento da estabilidade, mantendo baixa toxicidade a espécies não-alvo (Coats, 1994).

A química sintética dos piretróides figura-se como uma das principais histórias de êxito no uso de produtos naturais para obtenção de análogos sintéticos, conduzindo à

uma série de derivados não tóxicos ao homem. A estratégia clássica utilizada no desenvolvimento de piretróides consistiu primeiramente na observação da atividade do extrato natural, seguida do isolamento e identificação dos compostos ativos. Posteriormente, foram sintetizados análogos em que se buscou, através de modificações estruturais, direcionar o aumento de atividade inseticida aliada a maior estabilidade (Elliott & Janes, 1978).

Em 1945 foi descrita a primeira síntese do ácido crisantêmico (Campbell & Harper, 1945). Contudo, o grande avanço na síntese de piretróides foi a obtenção de várias ciclopentenonas em 1949 e a síntese da aletrina (Figura 2), primeiro piretróide sintético comercialmente importante (Schechter *et al.*, 1949). A aletrina é uma mistura de oito estereoisômeros, cada um apresentando diferentes graus de atividade, o que indica a relevância da estereoquímica nessa classe de inseticidas (Hirata, 1995). A aletrina, ainda que instável ao ar e à luz, apresenta maior estabilidade quando comparada às piretrinas naturais.

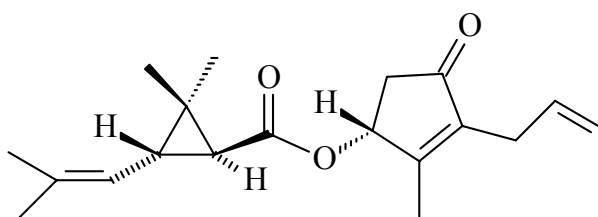


Figura 2. Estrutura da aletrina.

A bioresmetrina (Figura 3), outro importante exemplo da classe dos piretróides, teve a sua síntese descrita por Elliott *et al.* (1967) e representou um grande avanço na área, haja vista a substituição da subunidade ciclopentenolona pelo grupo 5-benzil-3-furanilmetil. Porém, a resmetrina apresentou-se ainda pouco estável à luz e ao ar, limitando as possibilidades de sua aplicação no campo.

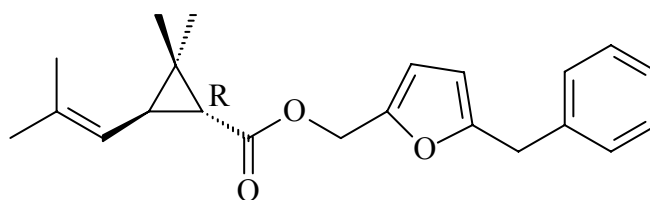


Figura 3. Estrutura das bioresmetrina - isômero mais potente da resmetrina.

Buscando aliar a otimização da atividade inseticida com a simplificação estrutural, foi descrita em 1969 a síntese da fenotrina (Figura 4), composto mais resistente à luz que a piretrina I, aletrina e resmetrina. Atribui-se a maior estabilidade à introdução do grupo 3-fenoxibenzílico na molécula. A síntese da fenotrina representou um grande passo no desenvolvimento da química dos piretróides, contribuindo para o início da era dos piretróides fotoestáveis. Contudo, apesar da maior estabilidade desta molécula em relação aos antecessores, ela ainda não era adequada para aplicação na agricultura (Hirata, 1995).

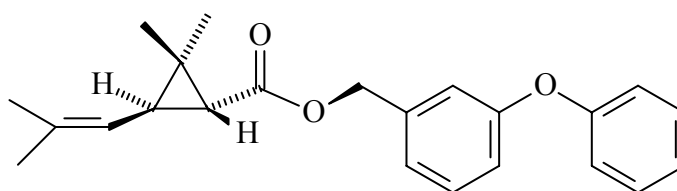


Figura 4. Estrutura da fenotriner.

A permetrina (Figura 5) foi a primeira substância sintetizada dessa família a apresentar estabilidade para uso no campo (Elliott *et al.*, 1973). A introdução de átomos de halogênio em posição vinílica teve um importante efeito sobre a fotoestabilidade da molécula. As modificações estruturais geraram análogos mais estáveis, preservando, ou potencializando a atividade inseticida. Isso é comprovado quando se compara a atividade da resmetrina e da permetrina no besouro-da-mostarda *Phaedon cochleariae* (F.) (Coleoptera: Chrysomelidae) e a persistência destas substâncias no campo. A persistência da permetrina é maior do que dois dias e a DL_{50} é de $0,1\text{mg Kg}^{-1}$, enquanto a persistência da resmetrina é menor do que um dia e a DL_{50} é de $0,5\text{mg Kg}^{-1}$ (Hirata, 1995).

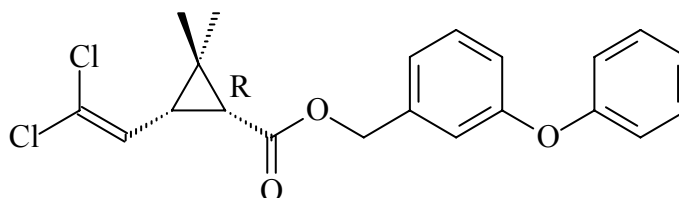


Figura 5. Estrutura da permetrina.

Um avanço notável na química dos piretróides fotoestáveis foi a preparação da deltametrina (Figura 6) (Elliott *et al.*, 1974). Uma diferença marcante na estrutura da

deltametrina é a presença do grupo ciano, na subunidade 3-fenoxibenzil, bem como a substituição dos átomos de cloro por bromo no grupo vinila. Estudos mostram que a deltametrina é cerca de dez vezes mais potente que a permetrina, e mil vezes mais potente que a Piretrina I (o protótipo natural), ante diversas espécies de lepidópteros (Elliott & Janes, 1978).

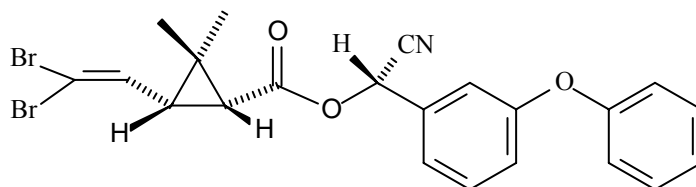


Figura 6. Estrutura da deltametrina.

Em 1976, foi sintetizado o racemato do fenvalerato (Figura 7) (Ohno *et al.*, 1976), outro marco no desenvolvimento da química dos piretróides. Até então se pensava que a presença do grupo ciclopropanocarboxilato nessas moléculas era um fator estrutural essencial à atividade biológica. Com a síntese do fenvalerato, notou-se que a presença do anel ciclopropano na estrutura dessa classe de inseticida não é indispensável, já que esse composto não possui o anel e apresenta expressiva atividade biológica.

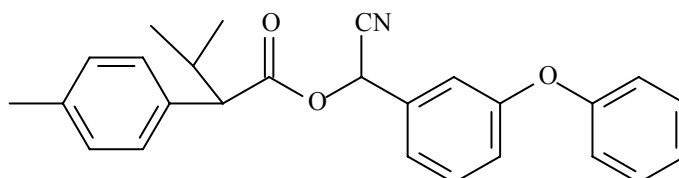


Figura 7. Estrutura do fenvalerato.

A seletividade a inimigos naturais, baixo risco aos usuários, fotoestabilidade, baixa volatilidade e uso em pequenas doses, devido à alta atividade inseticida, têm permitido o aparecimento de novos piretróides sintéticos com uso domissanitário e na agricultura (Soderlund *et al.*, 2002). Segundo Jeanmart (2003) os piretróides persistem nas plantações por até 30 dias e, como os resíduos são degradados a produtos normalmente polares (solúveis em água), eles não se acumulam na cadeia alimentar, como ocorre com outros compostos.

Ensaio realizados com piretróides mostram que a atividade inseticida depende não apenas dos elementos químicos presentes, mas principalmente da geometria (forma tridimensional) das moléculas (Jeanmart, 2003). De acordo com Soderlund *et al.* (2002)

a presença de anel aromático na parte de origem alcoólica de um piretróide aumenta significativamente a estabilidade dessa classe de compostos. Entretanto, a literatura é carente em relatos de piretróides contendo o anel aromático na parte de origem ácida. Por outro lado, a presença de halogênios na parte ácida além de aumentar a estabilidade na presença de ar e luz, diminui a toxicidade a mamíferos (Kascheres e Cunha, 1989).

Os piretróides são venenos axônicos. Os venenos axônicos são aqueles que de alguma maneira afetam a transmissão de impulsos elétricos ao longo dos axônios. Os piretróides afetam tanto o sistema nervoso central como o sistema nervoso periférico dos insetos. Os sintomas de intoxicação de insetos por piretróides desenvolvem-se rapidamente, resultando em transmissão de impulsos repetitivos e descontrolados, hiperexcitabilidade, perda de postura locomotora ("knockdown") e, eventualmente, paralisia e morte. Tais efeitos são causados por sua ação sobre os canais de sódio distribuídos ao longo do axônio. Os piretróides atuam prolongando ou impedindo o fechamento normal dos canais de sódio após a transmissão do impulso nervoso e, desta forma, permitindo um fluxo excessivo de íons Na^{++} para o interior da célula nervosa (Soderlund *et al.*, 2002).

Existem dois tipos de piretróides. Os piretróides do tipo I, caracterizados pela ausência do grupo ciano na parte alcoólica da molécula, entre outras respostas fisiológicas, apresentam um coeficiente de temperatura negativo, ou seja, a atividade inseticida destes produtos aumenta à medida que a temperatura diminui. Ao contrário, os piretróides do tipo II, caracterizados pela presença do grupo ciano na parte alcoólica da molécula, possuem um coeficiente de temperatura positivo, onde há um aumento da mortalidade com o incremento da temperatura. A diferença entre os piretróides do tipo I e II com relação à interferência no funcionamento dos canais de sódio está na intensidade do efeito. Os piretróides do tipo I prolongam moderadamente a abertura dos canais, resultando em descargas repetidas, enquanto os do tipo II promovem um prolongamento maior da abertura dos canais de sódio, levando à despolarização da membrana e bloqueio do potencial de ação, sem causar disparos repetitivos (Barlow *et al.*, 2001; Soderlund *et al.*, 2002).

A demanda por novos produtos para o manejo de pragas em hortaliças é especialmente importante devido a essas culturas serem frequentemente atacadas por diversas pragas em densidades que causam danos econômicos. Dentre essas pragas, a traça-do-tomateiro *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae), a broca-das-cucurbitáceas *Diaphania hyalinata* (L.) (Lepidoptera: Pyralidae) e o curuquerê-da-

couve *Ascia monuste orseis* (Latreille) (Lepidoptera: Pieridae) são pragas-chave do tomateiro, cucurbitáceas e brássicas, respectivamente.

Tuta absoluta é a principal praga do tomate *Lycopersicon esculentum* Mill. na América do Sul (Michereff Filho *et al.*, 2000; Leite *et al.*, 2001). Suas lagartas afetam a produção por reduzir a área foliar ao alimentar-se do mesófilo foliar (Coelho & França, 1987; Souza & Reis, 2000; Borgoni *et al.*, 2003), afetar o crescimento vertical ao broquear o ponteiro e broquear os botões florais, as flores e principalmente os frutos (Coelho & França, 1987; Miranda, 1997; Paula, 1997; Picanço *et al.*, 1997; Souza & Reis, 2000).

Diaphania hyalinata é uma praga de grande importância para culturas como abóbora (*Curcubita pepo*), pepino (*Cucumis sativus*) e melão (*Cucumis melo*). Suas larvas atacam os frutos, brotos novos, ramos e principalmente as folhas. Os brotos novos atacados secam e os ramos ficam com as folhas secas. Nos frutos abrem galerias e destroem a polpa, trazendo como consequência o apodrecimento dos mesmos (Picanço & Marquini, 1999; Picanço *et al.*, 2000).

Ascia monuste orseis constitui uma das pragas-chave de brássicas (crucíferas). Ela ocorre em diversas culturas, tais como couve (*Brassica oleracea* var. *acephala*), repolho (*Brassica oleracea* var. *botrytis*), brócolis (*B. oleracea* var. *italica*), agrião (*Lepidium ruderale* L.) e mostarda (*Sinapis arvensis* L.), podendo ocasionar prejuízos de até 100% na produção em função da desfolha (Nomura & Yamashita 1975, Vendramim & Martins 1982, Picanço & Marquini, 1999; Picanço *et al.*, 2000).

Dada à potencialidade de uso dos piretróides no controle de insetos-praga, a síntese e o estudo da toxicidade de novos compostos pertencentes a essa classe apresentam grande relevância no manejo desses insetos em hortaliças.

Além da eficiência contra insetos-praga, novos compostos devem apresentar seletividade a inimigos naturais e polinizadores. Nos agroecossistemas formados por hortaliças freqüentemente se observa a ação benéfica dos predadores *Solenopsis saevissima* (F. Smith) (Hymenoptera: Formicidae) e *Protonectarina sylveirae* (Saussure) (Hymenoptera: Vespidae); e do polinizador *Tetragonisca angustula* (Latreille) (Hymenoptera: Apidae: Meliponinae).

As formigas, devido à sua alta diversidade e abundância, exercem papel fundamental em vários ecossistemas. Muitos têm sido os estudos sobre a importância desse grupo de insetos em ecossistemas tropicais e subtropicais, principalmente em monoculturas onde atuam como agentes de controle natural de insetos pragas, sendo sua

manutenção fundamental em programas de manejo integrado de pragas (Risch & Carrol, 1982; Fernandes *et al.*, 1994, 2000). Várias espécies de formigas possuem hábito predador, podendo usar uma grande variedade de artrópodes como fontes de alimento (Fowler *et al.*, 1991). Way & Khoo (1992) citaram as espécies do gênero *Solenopsis* como importantes agentes de controle biológico nos trópicos e subtropicais.

A vespa predadora *P. sylveirae* tem grande importância no controle de lagartas. (Picanço *et al.*, 1998). Sua ocorrência e relevância como agente de controle biológico é relatada para diversas culturas e pragas. Bueno & Souza (1993) observaram a presença de *P. sylveirae* em campos de couve, sugerindo sua importância no controle de *A. monuste orseis*. Já Bacci (2006) constatou que *P. sylveirae* é fator chave de mortalidade de *T. absoluta* na cultura do tomateiro.

A abelha sem ferrão *T. angustula* é um importante agente polinizador de cucurbitáceas (Malerbo-Souza *et al.*, 1999). Estima-se que os polinizadores sejam responsáveis pela formação de frutos e sementes em um terço das culturas atuais, sendo de extrema importância sua manutenção em áreas agrícolas. *Tetragonisca angustula* pode ser utilizada com sucesso como polinizador em estufas. Macias *et al.* (2004) relataram a importância de abelhas sem ferrão para polinização em tomateiro cultivado em ambiente protegido. Essas espécies se adaptam ao forrageamento em áreas fechadas, contribuindo para a produção de frutos e percentagem de frutos bem formados.

Assim, neste trabalho objetivou-se avaliar a toxicidade de novos piretróides contendo modificações na parte de origem ácida, a fim de elucidar a atividade inseticida desses compostos aos lepidópteros-praga de hortaliças *T. absoluta*, *D. hyalinata* e *A. monuste orseis* e a seletividade aos predadores *S. saevissima* e *P. sylveirae* e ao polinizador *T. angustula*.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Síntese dos piretróides

A síntese dos piretróides foi realizada no Departamento de Química da UFV. Onze piretróides foram sintetizados segundo a rota sintética mostrada na Figura 7 (Alvarenga *et al.*, 2006). Primeiramente, o D-manitol [1], comercialmente disponível, foi acetalado resultando no composto [2]. Este foi submetido à clivagem oxidativa, resultando no aldeído [3]. Por fim, os ésteres [4] e [5] foram preparados por reação de Wittig.

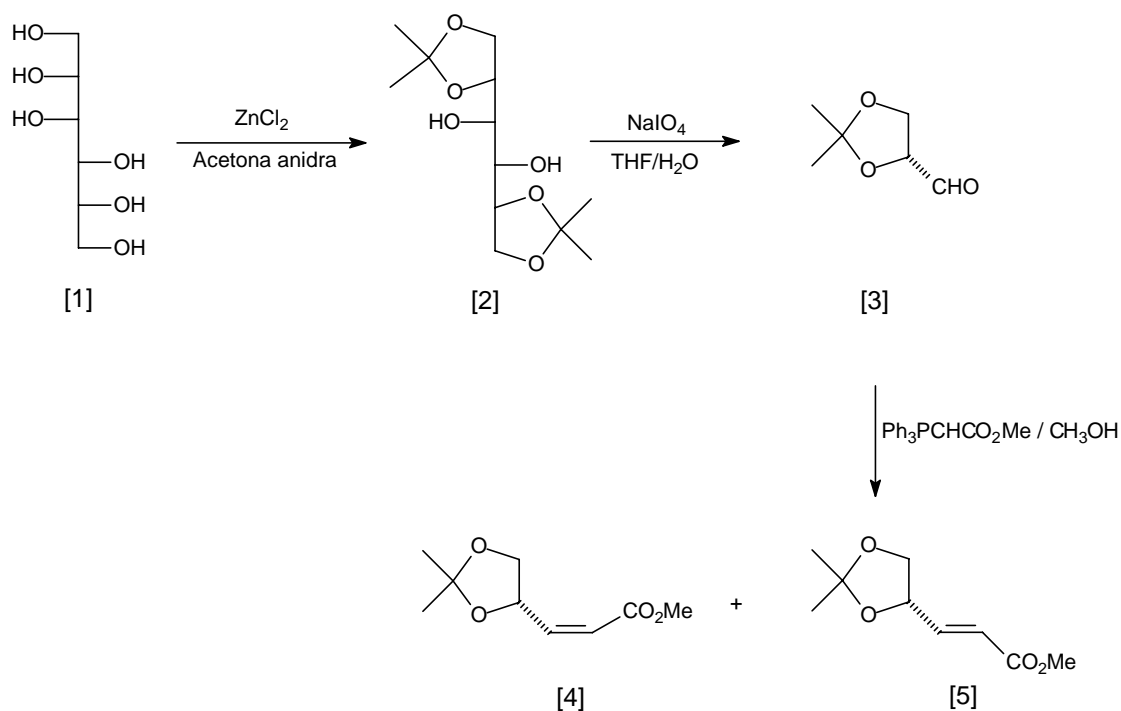


Figura 7. Intermediário-chave para o preparo dos piretróides.

Em seguida, o éster [4] foi submetido à reação de formação do anel de três membros (ciclopropano), característico dos piretróides. Por hidrólise foi obtido o diol [7], que foi submetido a uma nova clivagem oxidativa, formando o aldeído [8].

Finalmente, o aldeído [8] foi utilizado para a síntese dos piretróides [9] a [19], por uma reação de Wittig (Figura 8) (Silvério, 2004).

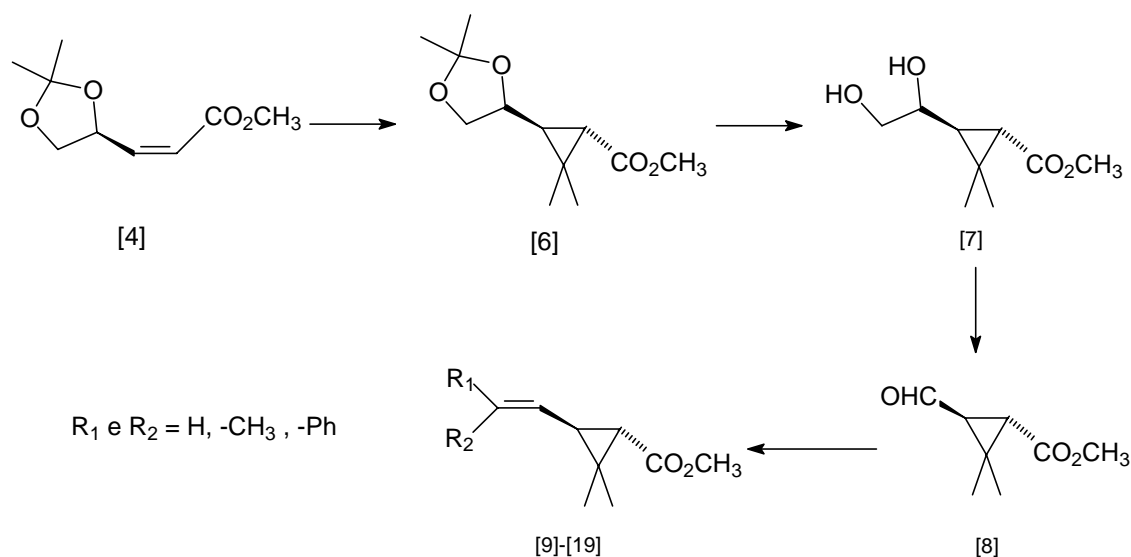


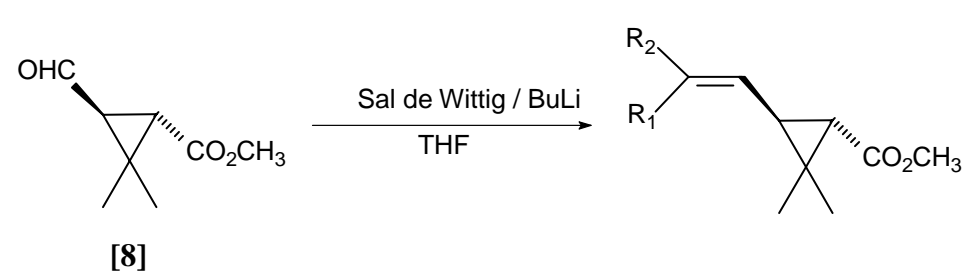
Figura 8. Rota sintética para o preparo dos piretróides.

Os compostos foram obtidos como misturas de isômeros, não sendo totalmente separados devido à semelhança dos fatores de retenção. Por isso, não foram determinados os rendimentos de cada isômero isoladamente, mas da mistura dos isômeros. A Tabela 1 apresenta os compostos sintetizados e os rendimentos das misturas de isômeros.

Os compostos obtidos foram purificados e caracterizados por espectroscopias no infravermelho, ressonância magnética nuclear (RMN de ^1H e ^{13}C) e espectrometria de massas. As reações apresentaram bons rendimentos, tornando esta rota sintética uma alternativa para o preparo de piretróides.

Dos piretróides obtidos somente o [9] não apresenta anel aromático, sendo este o único que não foi obtido como mistura de isômeros. O composto [9] não foi submetido a ensaios biológicos, visto que é um composto amplamente estudado. Os demais compostos foram submetidos aos ensaios biológicos na forma de mistura de isômeros, já que não foi possível a obtenção de compostos puros em quantidade suficiente para realização dos testes. Os isômeros puros foram utilizados apenas para testes de comparação da atividade inseticida em função da estereoquímica dos compostos.

Tabela 1. Rendimento e estrutura dos compostos produzidos a partir do methyl 3-formil-2,2-dimethylciclopropane-1-carboxylate [8].

			
Piretróides	R ₁	R ₂	Rendimento (%)
[9]	-CH ₃	-CH ₃	23
[10]	<i>p</i> -ArNO ₂	-H	80
[11]	-H	<i>p</i> -ArNO ₂	
[12]	<i>p</i> -ArBr	-H	83
[13]	-H	<i>p</i> -ArBr	
[14]	<i>p</i> -ArCl	-H	95
[15]	-H	<i>p</i> -ArCl	
[16]	<i>p</i> -ArF	-H	66
[17]	-H	<i>p</i> -ArF	
[18]	-Ar	-H	60
[19]	-H	-Ar	

2.2. Obtenção dos insetos

Nos bioensaios foram usadas lagartas de segundo ínstar de *T. absoluta*, *D. hyalinata* e *A. monuste orseis* e adultos de *S. saevissima*, *P. sylveirae* e *T. angustula*.

As lagartas de *T. absoluta* e *D. nitidalis* foram obtidas de criações em laboratório conforme Miranda *et al.* (1998) e Mendes & Berti Filho (1981), respectivamente. As

lagartas de *A. monuste orseis* provieram de uma criação massal de rotina do Laboratório de Manejo Integrado de Pragas da UFV.

Na realização dos bioensaios com *S. saevissima*, adultos foram coletados em ninhos localizados no Campus da UFV. Com o auxílio de uma pá-de-corte, parte do formigueiro juntamente com o solo foi retirado e transportado para o laboratório em potes plásticos de volume aproximado de 5000 mL, onde foram mantidas até a realização dos ensaios.

Os adultos da vespa predadora *P. sylveirae* foram obtidos de ninhos localizados nas proximidades da Mata do Paraíso, em Viçosa-MG. Utilizaram-se dois ninhos para a realização dos bioensaios. Os ninhos foram coletados em árvores com o auxílio de podão e sacos plásticos de 1,0 × 1,0 m. Foram utilizadas nas coletas roupas de proteção e fumigador. Os ninhos foram mantidos em gaiolas de 50 × 50 × 50 cm, teladas com malha de aço.

Os adultos de *T. angustula* foram coletados em ninhos mantidos no Apiário da UFV. As coletas foram realizadas com o auxílio de um frasco plástico, de boca larga, posicionado em frente à entrada da colméia de modo que as operárias que saíram da colônia passaram diretamente para o referido frasco.

2.3. Toxicidade dos piretróides

Os bioensaios de determinação de toxicidade dos piretróides foram conduzidos no Laboratório de Manejo Integrado de Pragas do Departamento de Biologia Animal da UFV. Além dos novos piretróides, foi avaliada a toxicidade da permetrina, utilizada como padrão de toxicidade.

Inicialmente foram feitos bioensaios para determinação do tempo de exposição e obtenção de faixas de resposta dos piretróides para cada espécie de inseto estudada. O tempo de exposição foi determinado pelo tempo de sobrevivência da testemunha exposta apenas ao solvente acetona. Foram avaliados os intervalos de tempos de exposição de 12, 24, 48, 72 e 96 horas. Observou-se que, para *T. absoluta*, *D. nitidalis* e *A. monuste orseis* os níveis de mortalidade na testemunha permaneceram baixos (em torno de 3%) até 72 horas após a aplicação do solvente. Já para *S. saevissima*, *P. sylveirae* e *T. angustula* a mortalidade na testemunha permaneceu baixa (em torno de 5%) até 48 horas após a aplicação do solvente. Assim, na avaliação dos bioensaios definitivos utilizou-se os intervalos de tempo de 12, 24, 48 e 72 horas após a aplicação para *T. absoluta*, *D. nitidalis* e *A. monuste orseis* e de 12, 24 e 48 horas para *S. saevissima*, *P. sylveirae* e *T. angustula*.

A faixa de resposta, obtida com o objetivo de determinar as doses a serem usadas nos testes definitivos, foi definida como sendo o intervalo entre a menor dose, que não causa mortalidade, e a maior dose, que proporciona uma mortalidade superior a 90%. Para a determinação das faixas de resposta, foram preparadas soluções que correspondiam às doses de 0,01; 0,1; 1,0; 10 e 50 µg/mg peso vivo. A partir desta ampla faixa testada nos bioensaios iniciais, foram obtidas faixas mais estreitas de resposta. Dentro desta faixa foram estabelecidas entre cinco a dez doses que foram usadas na realização dos bioensaios para determinação de curvas de dose-mortalidade (Tabela 2).

Os bioensaios foram realizados por meio de aplicações tópicas. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com quatro repetições. Cada parcela experimental foi constituída de placa de Petri (9 cm de diâmetro por 2 cm de altura) contendo dez insetos. Os insetos foram pesados e tratados topicamente com as soluções dos piretróides diluídos em acetona usando-se uma microseringa Hamilton de 10 µL. Foi aplicado 0,5 µL de solução/ inseto. Na testemunha os insetos foram tratados topicamente com igual volume da acetona pura. Antes da aplicação dos tratamentos, os adultos de *P. sylveirae* e *T. angustula* foram mantidos sob refrigeração por aproximadamente um minuto, tempo suficiente para anestesiá-los a fim de facilitar a aplicação tópica.

Após a aplicação dos tratamentos os insetos foram mantidos em placas de Petri contendo alimento. Os alimentos usados foram: folíolos de tomate cultivar Santa Clara para *T. absoluta*, discos de folha de pepino (híbrido Sprint 440 II) para *D. hyalinata*, discos de folhas de couve-manteiga para *A. monuste orseis* e cãndi (85% de açúcar e 15% de mel) para *S. saevissima*, *P. sylveirae* e *T. angustula*. O cãndi foi oferecido em recipientes plásticos de 1,5 cm de diâmetro por 1,0 cm de altura. Nas placas dos bioensaios com *S. saevissima*, *P. sylveirae* e *T. angustula* foram adicionados também recipientes contendo água, o que se mostrou indispensável para a sobrevivência dos insetos.

As placas de Petri com os insetos foram acondicionadas em estufa incubadora a $25 \pm 0,5$ °C, U.R.= $75 \pm 5\%$ e fotofase de 12 horas. Os insetos vivos e mortos foram contados 12, 24, 48 e 72 horas após o tratamento para os ensaios com *T. absoluta*, *D. hyalinata* e *A. monuste orseis*, e 12, 24 e 48 horas após o tratamento para os ensaios com *S. saevissima*, *P. sylveirae* e *T. angustula*. Em todas as avaliações os insetos foram considerados mortos quando se apresentaram imóveis.

Tabela 2. Doses (μg da substância/ mg de inseto) usadas em aplicação tópica para obtenção das curvas dose-mortalidade de seis piretróides para lagartas de *Tuta absoluta*, *Diaphania hyalinata* e *Ascia monuste orseis* e adultos de *Solenopsis saevissima*, *Protonectarina sylveirae* e *Tetragonisca angustula*.

Permetrina	Piretróides				
	Piretróides [10] e [11]	Piretróides [12] e [13]	Piretróides [14] e [15]	Piretróides [16] e [17]	Piretróides [18] e [19]
<i>Tuta absoluta</i>					
0,50	0,50	0,50	1,00	1,00	1,00
0,80	1,00	1,00	1,50	1,50	2,00
1,50	1,50	3,00	2,00	2,50	3,00
2,00	2,00	4,00	2,50	3,50	4,00
2,50	2,50	5,50	3,00	4,50	5,00
3,00	3,50	7,00	3,50	5,00	7,00
4,00	4,50	9,00	4,00	7,00	9,00
-	5,00	-	4,50	10,00	10,00
-	7,00	-	5,00	-	12,00
-	9,00	-	-	-	-
<i>Diaphania hyalinata</i>					
0,10	1,00	0,50	1,00	3,00	5,00
0,50	2,00	1,50	3,00	5,00	7,00
1,00	3,00	2,50	4,50	7,00	9,00
1,50	4,50	4,00	6,00	10,00	10,00
2,00	5,50	6,00	7,50	11,00	12,00
3,00	6,50	8,00	9,00	13,00	14,00
-	8,00	-	10,00	-	-
-	10,00	-	12,00	-	-
<i>Ascia monuste orseis</i>					
0,05	1,00	0,50	0,50	1,00	1,00
0,10	2,00	1,00	1,00	1,50	2,00
0,50	3,00	3,00	2,00	2,50	5,00
1,00	4,00	5,00	3,00	3,50	9,00
1,50	5,00	7,00	5,00	4,50	10,00
2,00	7,00	10,00	6,00	5,00	12,00
3,00	-	-	7,00	7,00	-
-	-	-	-	10,00	-
<i>Solenopsis saevissima</i>					
0,001	0,50	0,50	1,00	0,50	4,00
0,005	1,80	1,00	1,50	1,00	6,48
0,01	2,70	1,50	2,00	2,00	9,00
0,05	3,10	2,30	2,90	3,96	15,00
0,10	3,50	2,85	5,00	6,00	21,00
0,50	4,00	4,00	7,00	-	-
1,00	-	-	-	-	-
<i>Protonectarina sylveirae</i>					
0,008	0,10	0,01	0,07	0,04	1,20
0,012	0,50	0,06	0,15	0,10	1,80
0,034	1,20	0,12	0,45	0,40	2,40
0,08	1,70	0,3	0,9	1,20	2,80
0,12	2,30	0,6	1,4	1,60	3,20
0,80	2,70	1,2	-	-	5,00
1,20	-	-	-	-	-
<i>Tetragonisca angustula</i>					
0,00003	0,90	0,81	0,40	0,70	1,00
0,00005	1,80	1,20	0,80	1,50	2,00
0,0001	2,77	1,72	1,60	2,00	3,00
0,0005	3,65	2,85	2,40	2,40	4,00
0,001	4,20	3,90	3,20	3,20	5,00
0,005	5,00	-	-	4,00	7,00
0,01	-	-	-	-	-

2.4. Comparação entre isômeros

Como mencionado anteriormente, nos testes de toxicidade foram usadas cinco misturas de piretróides. Cada mistura é composta por dois isômeros, um isômero *cis* e um isômero *trans*. Para comparação entre os isômeros *trans* e *cis* foram realizados bioensaios de aplicação tópica utilizando a mesma metodologia descrita no item 2.3. Os tratamentos foram avaliados 48 horas após a aplicação tópica.

Os testes foram realizados com os compostos [10] versus [11], [12] versus [13], [14] versus [15] e [16] versus [17]. Não foram realizados testes para os piretróides [18] e [19], pois o tempo de retenção desses compostos foi semelhante, o que não permitiu a separação cromatográfica. A dose dos compostos puros usada nos testes correspondeu a DL_{50} obtida para a mistura de piretróides no tempo de 48 horas após aplicação. Por exemplo, os piretróides [10] e [11] foram aplicados na dose correspondente a DL_{50} obtida para a mistura dos piretróides [10] e [11], 48 horas após aplicação tópica. O tempo de 48 horas foi utilizado por representar o maior tempo de avaliação comum a todas as espécies de insetos.

2.5. Análise dos dados

Os dados de mortalidade obtidos dos bioensaios de dose-resposta foram submetidos à análise de próbite, segundo Finney (1971), utilizando-se o procedimento PROC PROBIT do SAS (SAS INSTITUTE, 1997). Foram aceitas curvas cuja probabilidade de aceitação da hipótese de nulidade (de que os dados possuem distribuição de próbite) pelo teste χ^2 fosse maior que 0,05 (Young & Young, 1998). Por meio destas curvas, foram estimadas as doses letais para 50% (DL_{50}) e para 90% das populações (DL_{90}). A DL_{50} foi estimada por proporcionar alta confiabilidade nas comparações, e a DL_{90} por representar uma dose próxima da dose comercial.

A partir das doses letais estimadas foram calculados os índices de toxicidade relativa (ITR_{50} e ITR_{90}) dos piretróides para cada espécie estudada. Esses índices foram obtidos através das equações 1 e 2.

$$ITR_{50} = \frac{\text{maior } DL_{50} \text{ para a espécie}}{DL_{50} \text{ do inseticida para a espécie}} \quad (1)$$

$$ITR_{90} = \frac{\text{maior } DL_{90} \text{ para a espécie}}{DL_{90} \text{ do inseticida para a espécie}} \quad (2)$$

Para todos os piretróides, foram calculados também os índices de seletividade diferencial (ISD₅₀ e ISD₉₀) dos predadores e do polinizador em relação às pragas e os índices de tolerância relativa (ITRe₅₀ e ITRe₉₀) de *T. absoluta* e *D. nitidalis* em relação a *A. monuste orseis* (inseto mais sensível dentre as pragas) e de *S. saevissima*, *T. angustula* em relação a *P. sylveirae* (inseto mais sensível dentre os não-alvo). Os índices de seletividade diferencial foram obtidos de acordo com as equações 3 e 4 e os índices de tolerância relativa conforme as equações 5 e 6.

Todos os índices foram calculados utilizando-se as doses letais para o tempo de 48 horas após a aplicação dos tratamentos.

$$ISD_{50} = \frac{DL_{50} \text{ do inseticida para o predador ou polinizador}}{DL_{50} \text{ do inseticida para a praga}} \quad (3)$$

$$ISD_{90} = \frac{DL_{90} \text{ do inseticida para o predador ou polinizador}}{DL_{90} \text{ do inseticida para a praga}} \quad (4)$$

$$ITRe_{50} = \frac{DL_{50} \text{ do inseticida para a espécie}}{DL_{50} \text{ do inseticida para a espécie mais sensível}} \quad (5)$$

$$ITRe_{90} = \frac{DL_{90} \text{ do inseticida para a espécie}}{DL_{90} \text{ do inseticida para a espécie mais sensível}} \quad (6)$$

Os dados de mortalidade referentes aos testes de comparação dos isômeros foram corrigidos em relação à mortalidade ocorrida na testemunha usando-se a fórmula de Abbott (1925). Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) ao nível de 5% de probabilidade, utilizando-se o programa estatístico SAEG (UFV, 1999).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Toxicidade dos piretróides

Entre os inseticidas estudados, a mistura dos piretróides [18+19] apresentou a menor potência às seis espécies de insetos, possuindo a maior DL_{50} e a maior DL_{90} (Tabelas 3 a 9). Seus índices de toxicidade relativa (ITR_{50} e ITR_{90}) foram então utilizados como referencial nas comparações, indicando quantas vezes um inseticida é mais potente que o outro. A permetrina foi o inseticida mais potente, ficando os demais inseticidas em situação intermediária (Tabela 9). A baixa potência da mistura dos piretróides [18+19] pode estar associada à ausência de halogênios na parte ácida da molécula, visto que é o único composto em que não houve adição de halogênio na cadeia aromática lateral. Segundo Kascheres & Cunha (1989) a presença de halogênios na porção ácida torna os compostos mais tóxicos a insetos, aumentando a estabilidade da molécula na presença de ar e luz.

Considerando a ITR_{50} , a permetrina foi cerca de cinco, 17, 11, 72, 153, e 9367 vezes mais potente que a mistura dos piretróides [18+19] para *T. absoluta*, *D. hyalinata*, *A. monuste orseis*, *P. sylveirae*, *S. saevissima* e *T. angustula*, respectivamente. Os demais inseticidas tiveram índices que variaram de 1,32 (mistura dos piretróides [16+17] para *T. angustula*) a 12,36 (mistura dos piretróides [12+13] para *P. sylveirae*) (Tabela 9).

De acordo com a ITR_{90} , a permetrina foi cerca de sete, oito, cinco, oito, 18 e 4100 vezes mais potente que a mistura dos piretróides [18+19] para *T. absoluta*, *D. hyalinata*, *A. monuste orseis*, *P. sylveirae*, *S. saevissima* e *T. angustula*, respectivamente. Os demais inseticidas apresentaram índices que variaram de 1,08 (mistura dos piretróides [16+17] para *D. hyalinata*) a 8,62 (mistura dos piretróides [12+13] para *S. saevissima*) (Tabela 9).

Tabela 3. Equações, DL₅₀ e DL₉₀, qui - quadrado (χ^2), graus de liberdade (GL) e probabilidade das curvas de dose-mortalidade em 12, 24, 48 e 72 horas após a aplicação tópica de piretróides em lagartas de *Tuta absoluta*. 25 ± 0,5 °C, U.R.= 75 ± 5% e fotofase de 12 horas.

Piretróides	N ⁽¹⁾	Equações ⁽²⁾		DL ₅₀ (µg/g) ⁽³⁾	DL ₉₀ (µg/g) ⁽³⁾	χ^2	GL	Probabilidade
		a	b (Média ± EPM)					
(12 horas após aplicação tópica)								
Permetrina	280	0,339	1,004 ± 0,062	1,530 (1,329 - 1,736)	3,765 (3,146 - 4,869)	4,50	5	0,480
Piretróides [10+11]	400	0,258	0,512 ± 0,041	3,134 (2,495 - 3,942)	23,059 (14,236 - 52,869)	1,06	8	0,998
Piretróides [12+13]	280	0,191	0,637 ± 0,039	3,437 (2,801 - 4,136)	13,533 (10,015 - 21,723)	3,30	5	0,654
Piretróides [14+15]	360	-0,028	1,046 ± 0,076	3,324 (3,016 - 3,696)	7,675 (6,278 - 10,592)	4,04	7	0,775
Piretróides [16+17]	320	0,043	0,714 ± 0,035	4,600 (3,862 - 5,564)	17,488 (12,385 - 31,196)	0,81	6	0,992
Piretróides [18+19]	360	-0,080	0,704 ± 0,050	6,974 (6,100 - 8,104)	21,394 (16,132 - 33,324)	2,17	7	0,950
(24 horas após aplicação tópica)								
Permetrina	280	0,412	0,975 ± 0,057	1,259 (1,074 - 1,442)	3,248 (2,71728 - 4,171)	1,15	5	0,950
Piretróides [10+11]	400	0,258	0,555 ± 0,039	2,878 (2,321 - 3,531)	17,670 (11,797 - 34,394)	1,15	8	0,997
Piretróides [12+13]	280	0,235	0,613 ± 0,038	2,971 (2,371 - 3,638)	13,342 (9,979 - 21,964)	5,39	5	0,370
Piretróides [14+15]	360	-0,002	1,064 ± 0,074	3,096 (2,800 - 3,435)	7,356 (6,046 - 10,013)	3,98	7	0,783
Piretróides [16+17]	320	0,078	0,727 ± 0,048	4,000 (3,309 - 4,745)	15,182 (10,981 - 25,868)	1,17	6	0,978
Piretróides [18+19]	360	-0,070	0,706 ± 0,047	6,759 (5,897 - 7,863)	21,329 (16,124 - 33,334)	1,72	7	0,974
(48 horas após aplicação tópica)								
Permetrina	280	0,434	0,976 ± 0,064	1,185 (1,008 - 1,358)	3,014 (2,536 - 3,826)	1,73	5	0,885
Piretróides [10+11]	400	0,267	0,551 ± 0,033	2,770 (2,226 - 3,399)	17,213 (11,497 - 33,320)	2,36	8	0,968
Piretróides [12+13]	280	0,242	0,620 ± 0,040	2,845 (2,269 - 3,478)	13,041 (9,493 - 21,194)	7,63	5	0,178
Piretróides [14+15]	360	-0,001	1,113 ± 0,082	2,948 (2,671 - 3,250)	6,758 (5,65673 - 8,880)	5,36	7	0,617
Piretróides [16+17]	320	0,057	0,756 ± 0,059	3,963 (3,372 - 4,743)	14,056 (10,431 - 22,734)	3,09	6	0,797
Piretróides [18+19]	360	-0,061	0,713 ± 0,046	6,482 (5,647 - 7,530)	20,869 (15,821 - 32,291)	2,12	7	0,953
(72 horas após aplicação tópica)								
Permetrina	280	0,445	0,978 ± 0,066	1,149 (0,977 - 1,317)	2,888 (2,438 - 3,643)	3,20	5	0,669
Piretróides [10+11]	400	0,267	0,551 ± 0,033	2,770 (2,226 - 3,399)	17,213 (11,497 - 33,320)	2,36	8	0,968
Piretróides [12+13]	280	0,258	0,623 ± 0,039	2,637 (2,090 - 3,231)	12,241 (8,962 - 19,608)	7,68	5	0,175
Piretróides [14+15]	360	0,025	1,124 ± 0,072	2,759 (2,049 - 3,040)	6,413 (5,400 - 8,310)	4,71	7	0,696
Piretróides [16+17]	320	0,030	0,781 ± 0,072	3,696 (3,128 - 4,322)	13,337 (10,108 - 20,760)	5,40	6	0,494
Piretróides [18+19]	360	-0,051	0,714 ± 0,043	6,272 (5,451 - 7,290)	20,762 (15,718 - 32,091)	2,26	7	0,944

⁽¹⁾ N = número de insetos usados no testes. ⁽²⁾ Y = mortalidade (proporção), X = logaritmo da dose (µg de substância/ mg de massa do inseto), EPM = erro padrão da média. ⁽³⁾ Os valores entre parênteses correspondem aos intervalos de confiança a 95% de probabilidade.

Tabela 4. Equações, DL₅₀ e DL₉₀, qui - quadrado (χ^2), graus de liberdade (GL) e probabilidade das curvas de dose-mortalidade em 12, 24, 48 e 72 horas após a aplicação tópica de piretróides em lagartas de *Diaphania hyalinata*. 25 ± 0,5 °C, U.R.= 75 ± 5% e fotofase de 12 horas.

Piretróides	N ⁽¹⁾	Equações ⁽²⁾		DL ₅₀ (µg/g) ⁽³⁾	DL ₉₀ (µg/g) ⁽³⁾	χ^2	GL	Probabilidade
		a	b (Média ± EPM)					
(12 horas após aplicação tópica)								
Permetrina	240	0,600	0,654 ± 0,052	0,806 (0,463 - 1,175)	2,656 (1,710 - 7,353)	8,58	4	0,072
Piretróides [10+11]	320	0,040	0,758 ± 0,062	4,303 (3,664 - 5,012)	15,154 (11,501 - 23,441)	3,10	6	0,796
Piretróides [12+13]	240	0,117	0,821 ± 0,079	3,433 (2,996 - 3,883)	7,143 (6,047 - 9,1332)	1,46	4	0,834
Piretróides [14+15]	320	-0,024	0,750 ± 0,052	5,563 (4,712 - 6,372)	16,733 (13,142 - 25,242)	3,04	6	0,804
Piretróides [16+17]	240	-0,402	1,064 ± 0,092	7,293 (6,337 - 8,311)	18,647 (14,852 - 27,391)	4,69	4	0,321
Piretróides [18+19]	240	-0,966	0,758 ± 0,062	10,869 (9,914 - 12,20)	20,875 (17,009 - 31,055)	4,75	4	0,314
(24 horas após aplicação tópica)								
Permetrina	240	0,625	0,646 ± 0,052	0,711 (0,380 - 1,079)	2,574 (1,596 - 7,698)	9,17	4	0,057
Piretróides [10+11]	320	0,016	0,833 ± 0,056	4,067 (3,500 - 4,659)	12,254 (9,789 - 17,227)	2,87	6	0,825
Piretróides [12+13]	240	0,142	0,821 ± 0,070	3,433 (2,996 - 3,883)	7,037 (5,888 - 9,183)	0,27	4	0,992
Piretróides [14+15]	320	-0,022	0,787 ± 0,053	5,180 (4,366 - 5,917)	14,747 (11,899 - 21,020)	3,01	6	0,808
Piretróides [16+17]	240	-0,407	1,080 ± 0,066	7,174 (6,236 - 8,155)	18,082 (14,521 - 26,078)	1,12	4	0,890
Piretróides [18+19]	240	-1,016	1,484 ± 0,171	10,704 (9,831 - 11,862)	19,562 (16,367 - 26,994)	4,91	4	0,296
(48 horas após aplicação tópica)								
Permetrina	240	0,649	0,632 ± 0,047	0,625 (0,324 - 0,963)	2,465 (1,505 - 7,260)	8,80	4	0,066
Piretróides [10+11]	320	0,039	0,825 ± 0,054	3,828 (3,273 - 4,400)	11,908 (9,499 - 16,743)	4,43	6	0,619
Piretróides [12+13]	240	0,177	0,776 ± 0,073	3,014 (2,478 - 3,490)	7,402 (5,991 - 10,730)	5,69	4	0,224
Piretróides [14+15]	320	0,008	0,757 ± 0,055	4,927 (4,114 - 5,690)	15,629 (12,377 - 22,791)	4,95	6	0,550
Piretróides [16+17]	240	-0,335	1,020 ± 0,082	6,774 (5,797 - 7,767)	18,067 (14,558 - 27,757)	5,16	4	0,272
Piretróides [18+19]	240	-1,049	1,540 ± 0,148	10,377 (9,540 - 11,404)	18,804 (15,953 - 25,009)	2,60	4	0,626
(72 horas após aplicação tópica)								
Permetrina	240	0,652	0,628 ± 0,045	0,611 (0,474 - 0,755)	2,454 (1,879 - 3,573)	7,70	4	0,103
Piretróides [10+11]	320	0,036	0,845 ± 0,052	3,740 (3,204 - 4,284)	11,185 (9,035 - 15,371)	4,79	6	0,572
Piretróides [12+13]	240	0,201	0,750 ± 0,074	2,814 (2,271 - 3,317)	7,982 (6,276 - 12,063)	7,10	4	0,131
Piretróides [14+15]	320	0,016	0,769 ± 0,058	4,709 (3,920 - 5,442)	14,784 (11,828 - 21,049)	5,44	6	0,489
Piretróides [16+17]	240	-0,337	1,042 ± 0,087	6,524 (5,579 - 7,458)	17,343 (13,865 - 25,260)	6,88	4	0,143
Piretróides [18+19]	240	-1,051	1,543 ± 0,157	10,360 (9,533 - 11,387)	18,675 (15,824 - 24,994)	3,06	4	0,548

⁽¹⁾ N = número de insetos usados no testes. ⁽²⁾ Y = mortalidade (proporção), X = logaritmo da dose (µg de substância/ mg de massa do inseto), EPM = erro padrão da média. ⁽³⁾ Os valores entre parênteses correspondem aos intervalos de confiança a 95% de probabilidade.

Tabela 5. Equações, DL₅₀ e DL₉₀, qui - quadrado (χ^2), graus de liberdade (GL) e probabilidade das curvas de dose-mortalidade em 12, 24, 48 e 72 horas após a aplicação tópica de piretróides em lagartas de *Ascia monuste orseis*. 25 ± 0,5°C, U.R.= 75 ± 5% e fotofase de 12 horas.

Piretróides	N ⁽¹⁾	Equações ⁽²⁾		DL ₅₀ (µg/g) ⁽³⁾	DL ₉₀ (µg/g) ⁽³⁾	χ^2	GL	Probabilidade
		a	b (Média ± EPM)					
(12 horas após aplicação tópica)								
Permetrina	280	0,652	0,450 ± 0,025	0,519 (0,379 - 0,688)	4,299 (2,827 - 7,921)	5,58	5	0,349
Piretróides [10+11]	240	0,049	0,960 ± 0,080	3,100 (2,665 - 3,559)	8,103 (6,489 - 11,565)	4,14	4	0,387
Piretróides [12+13]	280	0,206	0,746 ± 0,042	2,667 (2,232 - 3,136)	8,205 (6,545 - 11,281)	1,80	5	0,876
Piretróides [14+15]	280	0,216	0,762 ± 0,060	2,611 (2,186 - 3,060)	8,100 (6,436 - 11,329)	2,75	5	0,739
Piretróides [16+17]	320	0,059	0,675 ± 0,043	4,672 (3,889 - 5,736)	19,246 (13,186 - 36,925)	0,88	6	0,990
Piretróides [18+19]	320	-0,032	0,641 ± 0,046	7,152 (6,076 - 8,609)	26,606 (18,933 - 46,763)	3,42	6	0,755
(24 horas após aplicação tópica)								
Permetrina	280	0,666	0,449 ± 0,022	0,475 (0,343 - 0,632)	4,057 (2,669 - 7,453)	3,73	5	0,589
Piretróides [10+11]	240	0,066	0,959 ± 0,075	2,961 (2,535 - 3,404)	7,836 (6,287 - 11,122)	4,63	4	0,327
Piretróides [12+13]	280	0,233	0,751 ± 0,041	2,395 (1,997 - 2,819)	7,307 (5,863 - 9,932)	2,93	5	0,710
Piretróides [14+15]	280	0,231	0,772 ± 0,056	2,454 (2,052 - 2,876)	7,576 (6,057 - 10,445)	3,10	5	0,685
Piretróides [16+17]	320	0,069	0,722 ± 0,045	4,106 (3,436 - 4,922)	15,590 (11,240 - 26,764)	1,57	6	0,955
Piretróides [18+19]	320	-0,027	0,679 ± 0,051	6,409 (5,459 - 7,588)	22,960 (16,866 - 37,798)	5,22	6	0,515
(48 horas após aplicação tópica)								
Permetrina	280	0,671	0,452 ± 0,024	0,467 (0,338 - 0,620)	3,898 (2,583 - 7,062)	4,03	5	0,545
Piretróides [10+11]	240	0,052	0,987 ± 0,078	2,946 (2,563 - 3,403)	7,512 (6,105 - 10,407)	4,97	4	0,290
Piretróides [12+13]	280	0,242	0,754 ± 0,044	2,306 (1,922 - 2,715)	7,018 (5,647 - 9,478)	3,44	5	0,633
Piretróides [14+15]	280	0,324	0,699 ± 0,059	1,868 (1,502 - 2,250)	7,248 (5,604 - 10,500)	2,56	5	0,767
Piretróides [16+17]	320	0,068	0,751 ± 0,048	3,916 (3,287 - 4,653)	14,190 (10,472 - 23,190)	1,74	6	0,942
Piretróides [18+19]	320	0,004	0,702 ± 0,049	5,470 (4,625 - 6,447)	20,363 (15,219 - 32,042)	4,78	6	0,573
(72 horas após aplicação tópica)								
Permetrina	280	0,681	0,465 ± 0,024	0,453 (0,330 - 0,597)	3,452 (2,343 - 5,991)	4,04	5	0,544
Piretróides [10+11]	240	0,058	0,997 ± 0,071	2,891 (2,488 - 3,301)	7,152 (5,872 - 9,678)	5,36	4	0,252
Piretróides [12+13]	280	0,266	0,741 ± 0,041	2,140 (1,774 - 2,528)	6,702 (5,372 - 9,094)	4,17	5	0,525
Piretróides [14+15]	280	0,351	0,685 ± 0,055	1,704 (1,357 - 2,063)	6,774 (5,236 - 9,803)	2,12	5	0,833
Piretróides [16+17]	320	0,054	0,792 ± 0,052	3,793 (3,214 - 4,448)	12,384 (9,472 - 18,865)	2,64	6	0,852
Piretróides [18+19]	320	0,006	0,723 ± 0,048	5,188 (4,391 - 6,083)	18,674 (14,205 - 28,376)	5,80	6	0,446

⁽¹⁾ N = número de insetos usados no testes. ⁽²⁾ Y = mortalidade (proporção), X = logaritmo da dose (µg de substância/ mg de massa do inseto), EPM = erro padrão da média. ⁽³⁾ Os valores entre parênteses correspondem aos intervalos de confiança a 95% de probabilidade.

Tabela 6. Equações, DL₅₀ e DL₉₀, qui - quadrado (χ^2), graus de liberdade (GL) e probabilidade das curvas de dose-mortalidade em 12, 24 e 48 horas após a aplicação tópica de piretróides em adultos de *Solenopsis saevissima*. 25± 0,5 °C, U.R.= 75 ± 5% e fotofase de 12 horas.

Piretróides	N ⁽¹⁾	Equações ⁽²⁾		DL ₅₀ (µg/g) ⁽³⁾	DL ₉₀ (µg/g) ⁽³⁾	χ^2	GL	Probabilidade
		a	b (Média ± EPM)					
(12 horas após aplicação tópica)								
Permetrina	280	0,860	0,274 ± 0,020	0,050 (0,031 - 0,080)	1,684 (0,770 - 5,377)	6,44	5	0,265
Piretróides [10+11]	240	0,344	0,659 ± 0,075	1,777 (1,361 - 2,191)	8,747 (5,992 - 17,527)	7,42	4	0,115
Piretróides [12+13]	240	0,358	1,005 ± 0,056	1,409 (1,217 - 1,604)	3,433 (2,862 - 4,458)	5,64	4	0,228
Piretróides [14+15]	240	0,195	0,847 ± 0,063	2,261 (1,897 - 2,660)	7,446 (5,673 - 11,502)	4,09	4	0,394
Piretróides [16+17]	200	0,316	0,651 ± 0,062	1,927 (1,510 - 2,463)	9,350 (6,238 - 18,320)	3,80	3	0,284
Piretróides [18+19]	200	-0,165	0,760 ± 0,059	7,426 (5,732 - 9,092)	30,375 (21,094 - 62,333)	0,22	3	0,974
(24 horas após aplicação tópica)								
Permetrina	280	0,875	0,278 ± 0,017	0,046 (0,029 - 0,073)	1,458 (0,682 - 4,453)	4,69	5	0,455
Piretróides [10+11]	240	0,356	0,685 ± 0,066	1,668 (1,275 - 2,047)	7,696 (5,460 - 14,142)	6,54	4	0,162
Piretróides [12+13]	240	0,363	1,040 ± 0,053	1,373 (1,194 - 1,556)	3,153 (2,665 - 3,999)	6,54	4	0,163
Piretróides [14+15]	240	0,229	0,794 ± 0,058	2,158 (1,778 - 2,567)	7,817 (5,813 - 12,759)	2,75	4	0,600
Piretróides [16+17]	200	0,331	0,633 ± 0,058	1,850 (1,434 - 2,380)	9,560 (6,274 - 19,456)	3,77	3	0,287
Piretróides [18+19]	200	-0,173	0,789 ± 0,057	7,051 (5,466 - 8,557)	26,672 (19,219 - 49,596)	0,30	3	0,960
(48 horas após aplicação tópica)								
Permetrina	280	0,875	0,278 ± 0,017	0,046 (0,029 - 0,073)	1,458 (0,682 - 4,453)	4,69	5	0,455
Piretróides [10+11]	240	0,357	0,697 ± 0,068	1,712 (1,313 - 2,094)	7,271 (5,248 - 13,052)	7,77	4	0,101
Piretróides [12+13]	240	0,370	1,045 ± 0,045	1,373 (1,194 - 1,556)	3,065 (2,602 - 3,870)	5,20	4	0,268
Piretróides [14+15]	240	0,229	0,794 ± 0,058	2,158 (1,778 - 2,567)	7,817 (5,813 - 12,759)	2,75	4	0,600
Piretróides [16+17]	200	0,331	0,633 ± 0,058	1,850 (1,434 - 2,380)	9,560 (6,274 - 19,456)	3,77	3	0,287
Piretróides [18+19]	200	-0,166	0,787 ± 0,061	7,051 (5,466 - 8,557)	26,406 (19,081 - 48,887)	0,68	3	0,878

⁽¹⁾ N = número de insetos usados no testes. ⁽²⁾ Y = mortalidade (proporção), X = logaritmo da dose (µg de substância/ mg de massa do inseto), EPM = erro padrão da média. ⁽³⁾ Os valores entre parênteses correspondem aos intervalos de confiança a 95% de probabilidade.

Tabela 7. Equações, DL₅₀ e DL₉₀, qui - quadrado (χ^2), graus de liberdade (GL) e probabilidade das curvas de dose-mortalidade em 12, 24 e 48 horas após a aplicação tópica de piretróides em adultos de *Protonectarina sylveirae*. 25± 0,5 °C, U.R.= 75 ± 5% e fotofase de 12 horas.

Piretróides	N ⁽¹⁾	Equações ⁽²⁾		DL ₅₀ (µg/g) ⁽³⁾	DL ₉₀ (µg/g) ⁽³⁾	χ^2	GL	Probabilidade
		a	b (Média ± EPM)					
(12 horas após aplicação tópica)								
Permetrina	280	0,960	0,305 ± 0,023	0,031 (0,019 - 0,046)	0,611 (0,338 - 1,512)	5,93	5	0,314
Piretróides [10+11]	240	0,997	1,158 ± 0,768	0,744 (0,544 - 0,953)	3,850 (2,710 - 6,771)	5,29	4	0,259
Piretróides [12+13]	240	0,848	0,439 ± 0,030	0,190 (0,138 - 0,252)	1,187 (0,775 - 2,346)	2,65	4	0,618
Piretróides [14+15]	200	0,820	0,505 ± 0,041	0,237 (0,164 - 0,322)	1,770 (1,114 - 3,805)	2,04	3	0,565
Piretróides [16+17]	200	0,730	0,447 ± 0,026	0,331 (0,230 - 0,472)	3,029 (1,757 - 7,206)	1,57	3	0,666
Piretróides [18+19]	240	0,097	1,254 ± 0,075	2,121 (1,874 - 2,356)	4,485 (3,807 - 5,833)	1,13	4	0,890
(24 horas após aplicação tópica)								
Permetrina	280	0,969	0,304 ± 0,023	0,029 (0,018 - 0,043)	0,533 (0,299 - 1,286)	5,93	5	0,314
Piretróides [10+11]	240	0,622	0,548 ± 0,046	0,668 (0,483 - 0,859)	3,607 (2,567 - 6,116)	7,49	4	0,112
Piretróides [12+13]	240	0,860	0,439 ± 0,033	0,176 (0,126 - 0,234)	1,124 (0,733 - 2,241)	6,02	4	0,198
Piretróides [14+15]	200	0,827	0,498 ± 0,033	0,224 (0,153 - 0,305)	1,709 (1,075 - 3,688)	1,17	3	0,760
Piretróides [16+17]	200	0,749	0,466 ± 0,030	0,313 (0,219 - 0,438)	2,531 (1,532 - 5,518)	3,69	3	0,297
Piretróides [18+19]	240	0,116	1,250 ± 0,090	2,054 (1,811 - 2,280)	4,290 (3,661 - 5,522)	1,68	4	0,794
(48 horas após aplicação tópica)								
Permetrina	280	0,976	0,307 ± 0,023	0,028 (0,018 - 0,042)	0,495 (0,282 - 1,163)	6,01	5	0,305
Piretróides [10+11]	240	0,631	0,552 ± 0,044	0,644 (0,464 - 0,829)	3,445 (2,469 - 5,745)	6,06	4	0,195
Piretróides [12+13]	240	0,872	0,438 ± 0,035	0,163 (0,064 - 0,306)	1,072 (0,500 - 4,818)	8,61	4	0,076
Piretróides [14+15]	200	0,846	0,520 ± 0,032	0,217 (0,151 - 0,291)	1,460 (0,954 - 2,890)	1,04	3	0,792
Piretróides [16+17]	200	0,761	0,450 ± 0,025	0,277 (0,190 - 0,392)	2,508 (1,485 - 5,708)	3,25	3	0,355
Piretróides [18+19]	240	0,120	1,260 ± 0,081	2,026 (1,788 - 2,247)	4,174 (3,581 - 5,318)	1,30	4	0,862

⁽¹⁾ N = número de insetos usados no testes. ⁽²⁾ Y = mortalidade (proporção), X = logaritmo da dose (µg de substância/ mg de massa do inseto), EPM = erro padrão da média. ⁽³⁾ Os valores entre parênteses correspondem aos intervalos de confiança a 95% de probabilidade.

Tabela 8. Equações, DL₅₀ e DL₉₀, qui - quadrado (χ^2), graus de liberdade (GL) e probabilidade das curvas de dose-mortalidade em 12, 24 e 48 horas após a aplicação tópica de piretróides em adultos de *Tetragonisca angustula*, 25± 0,5 °C, U.R.= 75 ± 5% e fotofase de 12 horas.

Piretróides	N ⁽¹⁾	Equações ⁽²⁾		DL ₅₀ (µg/g) ⁽³⁾	DL ₉₀ (µg/g) ⁽³⁾	χ^2	GL	Probabilidade
		a	b (Média ± EPM)					
(12 horas após aplicação tópica)								
Permetrina	280	1,891	0,406 ± 0,021	0,0003 (0,0002 - 0,0005)	0,002 (0,001 - 0,004)	4,95	5	0,422
Piretróides [10+11]	240	0,036	1,276 ± 0,091	2,529 (2,187 - 2,801)	4,592 (4,057 - 5,607)	3,97	4	0,411
Piretróides [12+13]	200	0,195	1,298 ± 0,070	1,734 (1,538 - 1,947)	3,441 (2,924 - 4,377)	4,21	3	0,240
Piretróides [14+15]	200	0,304	0,895 ± 0,084	1,831 (1,560 - 2,118)	4,137 (3,298 - 6,262)	2,41	3	0,492
Piretróides [16+17]	240	0,099	1,246 ± 0,100	2,282 (2,083 - 2,478)	3,847 (3,400 - 4,681)	0,53	4	0,971
Piretróides [18+19]	240	0,060	0,935 ± 0,051	3,105 (2,663 - 3,579)	8,434 (6,690 - 12,243)	0,49	4	0,974
(24 horas após aplicação tópica)								
Permetrina	280	1,891	0,406 ± 0,021	0,0003 (0,0002 - 0,0005)	0,002 (0,001 - 0,004)	4,95	5	0,422
Piretróides [10+11]	240	0,050	1,272 ± 0,100	2,454 (2,095 - 2,731)	4,495 (3,966 - 5,520)	7,56	4	0,109
Piretróides [12+13]	200	0,202	1,311 ± 0,072	1,485 (1,301 - 1,664)	3,301 (2,818 - 4,164)	5,48	3	0,140
Piretróides [14+15]	200	0,315	0,929 ± 0,091	1,763 (1,501 - 2,0270)	3,849 (3,121 - 5,605)	2,42	3	0,490
Piretróides [16+17]	240	0,106	1,263 ± 0,096	2,232 (2,036 - 2,422)	3,741 (3,319 - 4,528)	0,11	4	0,998
Piretróides [18+19]	240	0,0718	0,930 ± 0,055	3,029 (2,588 - 3,497)	8,361 (6,617 - 12,191)	0,49	4	0,975
(48 horas após aplicação tópica)								
Permetrina	280	1,886	0,402 ± 0,023	0,0003 (0,0002 - 0,0004)	0,002 (0,001 - 0,004)	4,35	5	0,500
Piretróides [10+11]	240	0,087	1,243 ± 0,090	2,268 (1,964 - 2,535)	4,432 (3,882 - 5,381)	7,47	4	0,112
Piretróides [12+13]	200	0,262	1,212 ± 0,058	1,562 (1,370 - 1,766)	3,290 (2,766 - 4,271)	3,23	3	0,358
Piretróides [14+15]	200	0,368	0,901 ± 0,077	1,510 (1,268 - 1,777)	3,981 (3,124 - 5,892)	4,67	3	0,197
Piretróides [16+17]	240	0,140	1,234 ± 0,087	2,129 (1,903 - 2,327)	3,762 (3,289 - 4,738)	1,69	4	0,792
Piretróides [18+19]	240	0,109	0,904 ± 0,055	2,810 (2,371 - 3,264)	8,200 (6,439 - 12,120)	1,35	4	0,853

⁽¹⁾ N = número de insetos usados no testes. ⁽²⁾ Y = mortalidade (proporção), X = logaritmo da dose (µg de substância/ mg de massa do inseto), EPM = erro padrão da média. ⁽³⁾ Os valores entre parênteses correspondem aos intervalos de confiança a 95% de probabilidade.

Tabela 9. Índices de toxicidade relativa (ITR₅₀ e ITR₉₀) de seis piretróides para larvas de *Tuta absoluta*, *Diaphania hyalinata* e *Ascia monuste orseis* e adultos de *Solenopsis saevissima*, *Protonectarina sylveirae* e *Tetragonisca angustula*.

Piretróides	Índices de toxicidade relativa					
	<i>T. absoluta</i>	<i>D. hyalinata</i>	<i>A. monuste orseis</i>	<i>S. saevissima</i>	<i>P. sylveirae</i>	<i>T. angustula</i>
	ITR ₅₀ ⁽¹⁾					
Permetrina	5,46 (4,76 - 6,42)	16,96 (13,72 - 21,86)	11,45 (8,69 - 15,72)	153,28 (100,71 - 235,00)	72,36 (48,24 - 112,56)	9366,7 (5065,0 - 10130,0)
Piretróides [10+11]	2,26 (1,85 - 2,82)	2,77 (2,42 - 3,23)	1,79 (1,57 - 2,09)	4,12 (3,37 - 5,38)	3,15 (2,44 - 4,37)	1,24 (1,11 - 1,43)
Piretróides [12+13]	2,38 (1,94 - 3,00)	3,68 (3,12 - 4,56)	2,42 (2,05 - 2,92)	5,14 (4,52 - 5,92)	12,43 (6,62 - 31,66)	1,80 (1,59 - 2,05)
Piretróides [14+15]	2,27 (2,06 - 3,06)	2,20 (1,90 - 2,64)	3,04 (2,51 - 3,82)	3,27 (2,74 - 3,96)	9,34 (6,96 - 13,42)	1,86 (1,58 - 2,22)
Piretróides [16+17]	1,70 (1,45 - 2,01)	1,59 (1,39 - 1,86)	1,37 (1,17 - 1,61)	3,81 (2,96 - 4,93)	7,31 (5,17 - 10,66)	1,32 (1,21 - 1,48)
Piretróides [18+19]	1,00 (0,86 - 1,15)	1,00 (0,91 - 1,09)	1,00 (0,85 - 1,18)	1,00 (0,82 - 1,29)	1,00 (0,90 - 1,13)	1,00 (0,86 - 1,19)
	ITR ₉₀ ⁽²⁾					
Permetrina	7,19 (5,70 - 8,52)	7,61 (5,23 - 9,94)	5,41 (3,12 - 7,97)	18,11 (5,93 - 38,84)	8,43 (3,59 - 14,8)	4100,0 (2050,0 - 8200,0)
Piretróides [10+11]	1,21 (0,62 - 1,81)	1,67 (1,21 - 2,07)	2,61 (1,93 - 3,18)	3,63 (2,02 - 5,03)	1,21 (0,73 - 1,69)	1,85 (1,52 - 2,11)
Piretróides [12+13]	1,70 (1,06 - 2,32)	2,34 (1,55 - 2,98)	2,79 (2,05 - 3,48)	8,62 (6,82 - 10,16)	3,89 (0,87 - 8,35)	2,49 (1,92 - 2,96)
Piretróides [14+15]	3,24 (2,50 - 3,84)	1,26 (0,89 - 1,53)	2,76 (1,90 - 3,57)	3,38 (2,07 - 4,55)	2,86 (1,44 - 4,38)	2,06 (1,39 - 2,62)
Piretróides [16+17]	1,56 (1,00 - 2,05)	1,08 (0,74 - 1,35)	1,51 (0,99 - 1,97)	2,76 (1,36 - 4,21)	1,66 (0,73 - 2,81)	2,18 (1,73 - 2,49)
Piretróides [18+19]	1,00 (0,65 - 1,32)	1,00 (0,75 - 1,18)	1,00 (0,66 - 1,31)	1,00 (0,54 - 1,38)	1,00 (0,78 - 1,17)	1,00 (0,68 - 1,27)

⁽¹⁾ ITR₅₀ = Maior DL₅₀ dos inseticidas para espécie/ DL₅₀ do inseticida para a espécie. ⁽²⁾ ITR₉₀ = Maior DL₉₀ do inseticida para a espécie/ DL₉₀ do inseticida para a espécie. Os valores entre parênteses correspondem aos intervalos de confiança a 95% de probabilidade.

Em comparação com a permetrina, os novos piretróides estudados foram menos potentes aos lepidópteros-praga. Considerando a dose necessária para matar 50% das populações, observou-se que, de forma geral, eles foram cerca de duas a cinco vezes menos potentes que a permetrina para *T. absoluta*, cinco a 17 vezes menos potentes que a permetrina para *D. hyalinata* e quatro a onze vezes menos potentes que a permetrina para *A. monuste orseis*. Já de acordo com a dose necessária para matar 90% das populações, observou-se que eles foram cerca de duas a sete vezes menos potentes que a permetrina para *T. absoluta*, três a oito vezes menos potentes que a permetrina para *D. hyalinata* e duas a cinco vezes menos potentes que a permetrina para *A. monuste orseis* (Tabela 9).

Os novos piretróides também foram menos potentes que a permetrina para os predadores e para o polinizador, o que seria benéfico. A baixa eficiência dos novos piretróides pode estar relacionada à menor penetração dos compostos através da cutícula dos insetos, à maior taxa de metabolização dessas substâncias e à menor capacidade de interagir com o sítio de ação (Georghiou & Saito, 1983; Guedes *et al.*, 1992; Stock & Holloway, 1993).

A taxa de penetração das substâncias através da cutícula dos insetos está relacionada à espessura da cutícula, à massa molecular do composto e às semelhanças de polaridade do composto e da cutícula dos insetos (Gerolt, 1970; Yu, 1987, 1988). A espessura da cutícula dos insetos pode explicar a variação na toxicidade de um inseticida a diferentes espécies de insetos, porém não explica a diferença na toxicidade de inseticidas distintos a uma mesma espécie.

A menor potência dos piretróides estudados poderia estar relacionada à massa molecular dos compostos. Segundo Stock & Holloway (1993) substâncias com maiores massas moleculares possuem menor taxa de penetração na cutícula dos insetos. Galvan *et al.* (2002) sugerem que a diferença na atividade dos piretróides deltametrina e fenpropatrina a *Protopolybia exigua* (Saussure) (Hymenoptera: Vespidae), esteja relacionada às diferenças em suas massas moleculares. Entretanto, esse fator não deve estar influenciando os resultados obtidos neste trabalho, já que a permetrina apresentou maior toxicidade e possui maior massa molecular (391,3 g/mol) que os novos piretróides ([10] e [11] = 275 g/mol, [12] e [13] = 309 g/mol, [14] e [15] = 264,5 g/mol, [16] e [17] = 248 g/mol e [18] e [19] = 230 g/mol).

As semelhanças de polaridade dos piretróides com as substâncias que compõem a cutícula das espécies pode também ser umas das causas da menor eficiência dos novos piretróides em relação à permetrina. A lipofilia das substâncias é inversamente proporcional à solubilidade do inseticida em água, sendo que compostos lipofílicos,

devido a sua semelhança com a cutícula, geralmente penetram em maiores taxas no corpo do inseto. Apesar dos novos piretróides estudados serem praticamente insolúveis em água, indicando alta lipofilia, não se conhece a relação da solubilidade dessas substâncias com a solubilidade da permetrina. A maior lipofilia da permetrina poderia então explicar sua maior potência quando comparada aos novos piretróides.

A decomposição e excreção das substâncias pelas espécies também podem ter contribuído para a menor potência dos novos piretróides às espécies de insetos estudadas. Os piretróides sintéticos são ésteres passíveis de hidrólise do grupo éster, produzindo metabólitos ácidos e alcoólicos, sendo que estes metabólitos são de fácil eliminação pelos insetos. A hidrólise dos piretróides está ligada à facilidade das enzimas esterases atuarem sobre essas moléculas inseticidas. Outras enzimas podem atuar nesses compostos inserindo grupos hidroxilas, de modo a tornarem-nas mais solúveis. (Soderlund *et al.*, 2002; Ribeiro *et al.*, 2003). A geometria da molécula pode influenciar a interação com os sítios ativos das enzimas destoxicativas, e também pode estar contribuindo para a decomposição dos piretróides (Soderlund *et al.*, 2002).

A viabilidade comercial de um inseticida depende de diversos fatores, tais como: custo de síntese, potência do composto, seletividade em favor de organismos não-alvo, toxicidade à mamíferos e estabilidade. Assim, apesar da menor potência dos novos piretróides estudados em relação à permetrina, sua síntese comercial pode ser viável, já que compostos até dez vezes menos potentes que a permetrina apresentam viabilidade econômica. A fenpropatrina e cipermetrina, por exemplo, são menos potentes aos lepidópteros-praga estudados que a permetrina e estão no mercado (Agrofit, 2007). Portanto, é necessário um estudo mais detalhado sobre as características gerais dos novos piretróides estudados, como custo de síntese, meia-vida no solo, toxicidade a mamíferos e seletividade, já que essas características poderiam evidenciar o caráter promissor dos novos compostos.

3.2. Rapidez de ação dos compostos

Não se observou diferenças na toxicidade dos compostos em função dos tempos de avaliação, o que indica que a mortalidade ocorreu até 12 horas após a aplicação dos compostos (Tabelas 3 a 8). Portanto, a toxicidade dos piretróides ocorreu em um período relativamente curto após a aplicação. Outros autores também relatam que piretróides como a ciflutrina (El Hamaky *et al.*, 1990), a deltametrina, a permetrina (Picanço *et al.*, 2003) e a fenpropatrina (Galvan *et al.*, 2002) exercem sua ação tóxica em poucas horas.

3.3. Inclinação das curvas dose-mortalidade

Verificou-se que as curvas de dose-mortalidade das misturas dos piretróides [10+11] (para *T. angustula*), [12+13] (para *S. saevissima* e *T. angustula*) e [16+17] (para *T. angustula*) apresentaram maiores inclinações do que as curvas dos mesmos piretróides para *T. absoluta*, *D. hyalinata* e *A. monuste orseis*. As curvas de dose-mortalidade da mistura dos piretróides [14+15] para *S. saevissima* e *T. angustula* tiveram maiores inclinações do que as curvas dos mesmos piretróides para *D. hyalinata* e *A. monuste orseis* (Tabelas 3 a 8).

As inclinações das curvas de dose-mortalidade da mistura dos piretróides [18+19] para *P. sylveirae*, *S. saevissima* e *T. angustula* foram maiores que as curvas dos mesmos piretróides para *T. absoluta* e *A. monuste orseis*. A curva da mistura dos piretróides [10+11] para *S. saevissima* teve maior inclinação que a curva do mesmo inseticida para *T. absoluta* (Tabelas 3 a 8).

As maiores inclinações apresentadas pelas curvas para os predadores e polinizador do que para *T. absoluta*, *D. hyalinata* e *A. monuste orseis* indicam que pequenas variações nas doses desses piretróides ocasionam maiores variações nas mortalidades dos predadores e polinizador do que das pragas (Moura *et al.*, 2000). Assim, seria de extrema importância a calibração correta das doses desses piretróides para se evitar efeitos nocivos sobre os predadores e polinizador. Resultados semelhantes foram obtidos por Crespo *et al.* (2002) para a deltametrina e permetrina. Esses autores observaram maiores inclinações nas curvas desses inseticidas para o predador *Brachygastra lecheguana* Latreille (Hymenoptera: Vespidae) que para *A. monuste orseis*. Bacci *et al.* (2002), estudando a seletividade de inseticidas a *Doru luteipes* (Scudder) (Dermaptera: Forficulidae) em relação a *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae) também observaram maior inclinação na curva da deltametrina para o predador do que para a praga.

3.4. Seletividade dos piretróides

De acordo com o ISD_{50} , verificou-se que para todos os inseticidas estudados a dose que ocasionou 50% de mortalidade a lagartas de *T. absoluta*, *D. hyalinata* e *A. monuste orseis* foi maior ou semelhante às concentrações que ocasionaram a mesma mortalidade em adultos de *P. sylveirae* e *T. angustula*. O mesmo foi observado considerando o ISD_{90} (Tabela 10). Portanto, os piretróides estudados não apresentam seletividade em favor de adultos de *P. sylveirae* e *T. angustula*. Estudos sugerem que a permetrina, como outros piretróides, seja altamente tóxica a Vespidae predadores.

Crespo *et al.* (2002) observaram que a permetrina não apresentou seletividade em favor do predador *B. lecheguana* em relação a *A. monuste orseis*. Gusmão *et al.* (2000) verificaram que a permetrina é altamente tóxica às vespas predadoras *Apoica Pallens* Fab., *Polistes versicolor* Oliver e *B. lecheguana*. Galvan *et al.* (2002) constataram que o piretróide fenpropratrina não foi seletivo em favor de *B. lecheguana* e *P. exigua* em relação à lagartas pragas de citrus.

A permetrina e a mistura dos piretróides [10+11], [12+13], [14+15] e [16+17] não apresentaram seletividade em favor do predador *S. saevissima* em relação à *T. absoluta* e *D. hyalinata*, apresentando índices de seletividade diferencial (ISD) inferiores a 1,0 (Tabela 10).

A mistura dos piretróides [14+15] foi seletiva em favor do predador *S. saevissima* em relação a *A. monuste orseis*, sendo cerca de 30% (ISD₅₀) e 20% (ISD₉₀) mais tóxica às lagartas de *A. monuste orseis* que ao predador. A mistura dos piretróides [18+19] foi seletiva em favor do predador *S. saevissima*. As doses que ocasionaram 90% de mortalidade a lagartas de *T. absoluta*, *D. hyalinata* e *A. monuste orseis* foram 27, 41 e 41% (ISD₉₀) menores que as doses que ocasionaram a mesma mortalidade ao predador. Já de acordo com o ISD₅₀, a mistura dos piretróides [18+19] foi seletiva em favor de *S. saevissima* apenas em relação a *A. monuste orseis*, sendo cerca de 40% mais tóxica às lagartas de *A. monuste orseis* que aos adultos de *S. saevissima* (Tabela 10).

A seletividade das misturas dos piretróides [14+15] e [18+19] pode estar associada à menor penetração desses inseticidas na cutícula. O caráter lipofílico dos inseticidas, assim como a espessura e composição lipídica da cutícula dos insetos estão relacionados com a taxa de penetração na cutícula e sua translocação até o seu sítio de ação, influenciando diretamente na toxicidade e seletividade do composto (Hoy, 1990; Guedes *et al.*; 1992; Leite *et al.*; 1998). Crespo *et al.* (2002) estudando a seletividade da permetrina ao predador *B. lecheguana* em relação a *A. monuste orseis* sugeriram que a elevada lipofilia da permetrina (1 ppm de solubilidade em água) (Farm Chemicals Handbook, 2001) associada à espessura e composição lipídica da cutícula dos insetos possa estar relacionada com a seletividade apresentada por esse composto.

Outro fator que pode estar contribuindo para a seletividade verificada neste trabalho é a maior taxa de metabolização desses piretróides no predador do que nas pragas. Yu (1987, 1988) relata que a metabolização dos piretróides por oxidases microsossomais e esterases acarreta maior destoxificação desses inseticidas no percevejo predador *Podisus maculiventris* (Say) (Heteroptera: Pentatomidae) do que em suas presas.

Tabela 10. Índices de seletividade diferencial (ISD₅₀ e ISD₉₀) de seis piretróides a *Solenopsis saevissima*, *Protonectarina sylveirae* e *Tetragonisca angustula* em relação a lagartas de *Tuta absoluta*, *Diaphania hyalinata* e *Ascia monuste orseis*.

Piretróides	Índices de seletividade diferencial					
	ISD ₅₀ ⁽¹⁾			ISD ₉₀ ⁽²⁾		
	<i>S. saevissima</i>	<i>P. sylveirae</i>	<i>T. angustula</i>	<i>S. saevissima</i>	<i>P. sylveirae</i>	<i>T. angustula</i>
	<i>T. absoluta</i>					
Permetrina	0,04 (0,03 - 0,06)	0,02 (0,01 - 0,03)	0,0003 (0,0002 - 0,0004)	0,50 (0,28 - 1,22)	0,17 (0,12 - 0,32)	0,0007 (0,0004 - 0,0011)
Piretróides [10+11]	0,62 (0,59 - 0,62)	0,23 (0,21 - 0,24)	0,82 (0,75 - 0,88)	0,42 (0,39 - 0,46)	0,20 (0,17 - 0,21)	0,26 (0,16 - 0,34)
Piretróides [12+13]	0,52 (0,48 - 0,57)	0,06 (0,03 - 0,09)	0,59 (0,55 - 0,66)	0,25 (0,20 - 0,29)	0,09 (0,06 - 0,25)	0,27 (0,22 - 0,31)
Piretróides [14+15]	0,78 (0,72 - 0,84)	0,08 (0,07 - 0,10)	0,55 (0,52 - 0,61)	1,22 (1,08 - 1,54)	0,23 (0,18 - 0,35)	0,63 (0,58 - 0,71)
Piretróides [16+17]	0,50 (0,46 - 0,55)	0,07 (0,06 - 0,09)	0,58 (0,54 - 0,61)	0,72 (0,62 - 0,94)	0,19 (0,15 - 0,27)	0,29 (0,23 - 0,33)
Piretróides [18+19]	1,12 (1,00 - 1,17)	0,32 (0,31 - 0,33)	0,45 (0,43 - 0,47)	1,27 (1,21 - 1,52)	0,20 (0,17 - 0,23)	0,39 (0,38 - 0,41)
	<i>D. hyalinata</i>					
Permetrina	0,08 (0,06 - 0,10)	0,05 (0,04 - 0,06)	0,0005 (0,0004 - 0,0005)	0,59 (0,36 - 1,25)	0,20 (0,15 - 0,33)	0,0008 (0,0005 - 0,0011)
Piretróides [10+11]	0,46 (0,41 - 0,49)	0,17 (0,14 - 0,19)	0,61 (0,59 - 0,63)	0,65 (0,58 - 0,85)	0,31 (0,27 - 0,37)	0,40 (0,35 - 0,43)
Piretróides [12+13]	0,49 (0,47 - 0,53)	0,06 (0,03 - 0,09)	0,56 (0,53 - 0,60)	0,38 (0,32 - 0,41)	0,13 (0,08 - 0,40)	0,41 (0,35 - 0,44)
Piretróides [14+15]	0,46 (0,45 - 0,47)	0,05 (0,04 - 0,06)	0,32 (0,31 - 0,33)	0,53 (0,49 - 0,61)	0,10 (0,08 - 0,14)	0,27 (0,26 - 0,28)
Piretróides [16+17]	0,28 (0,26 - 0,32)	0,04 (0,03 - 0,05)	0,33 (0,31 - 0,34)	0,55 (0,45 - 0,77)	0,14 (0,11 - 0,23)	0,22 (0,19 - 0,24)
Piretróides [18+19]	0,68 (0,57 - 0,75)	0,20 (0,19 - 0,21)	0,27 (0,25 - 0,29)	1,41 (1,21 - 1,96)	0,22 (0,21 - 0,23)	0,44 (0,41 - 0,48)
	<i>A. monuste orseis</i>					
Permetrina	0,10 (0,09 - 0,12)	0,06 (0,05 - 0,07)	0,0007 (0,0006 - 0,0007)	0,42 (0,29 - 0,74)	0,14 (0,12 - 0,19)	0,0006 (0,0004 - 0,0007)
Piretróides [10+11]	0,59 (0,53 - 0,63)	0,22 (0,19 - 0,25)	0,78 (0,77 - 0,79)	1,02 (0,89 - 1,35)	0,48 (0,42 - 0,59)	0,62 (0,56 - 0,66)
Piretróides [12+13]	0,64 (0,62 - 0,67)	0,08 (0,04 - 0,12)	0,73 (0,70 - 0,77)	0,46 (0,43 - 0,48)	0,16 (0,09 - 0,53)	0,49 (0,47 - 0,51)
Piretróides [14+15]	1,27 (1,24 - 1,31)	0,13 (0,11 - 0,14)	0,89 (0,86 - 0,93)	1,15 (1,11 - 1,30)	0,22 (0,18 - 0,29)	0,59 (0,58 - 0,61)
Piretróides [16+17]	0,49 (0,45 - 0,54)	0,07 (0,06 - 0,09)	0,56 (0,52 - 0,59)	0,77 (0,66 - 1,03)	0,20 (0,16 - 0,30)	0,30 (0,25 - 0,35)
Piretróides [18+19]	1,36 (1,24 - 1,41)	0,39 (0,37 - 0,41)	0,54 (0,53 - 0,56)	1,41 (1,34 - 1,72)	0,22 (0,19 - 0,25)	0,44 (0,43 - 0,45)

⁽¹⁾ ISD₅₀ = DL₅₀ do inseticida para o predador ou polinizador/ DL₅₀ do inseticida para a praga. ⁽²⁾ ISD₉₀ = DL₉₀ do inseticida para o para o predador ou polinizador/ DL₉₀ do inseticida para a praga. Os valores entre parênteses correspondem aos intervalos de confiança a 95% de probabilidade.

3.5. Susceptibilidade das espécies aos piretróides

Ascia monuste orseis foi, de forma geral, o inseto mais sensível aos piretróides estudados dentre os lepidópteros-praga, e *P. sylveirae* o mais sensível dentre as espécies não-alvo. Assim, essas espécies foram utilizadas como referencial nas comparações de susceptibilidade.

De acordo com a ITR_{e50} , *A. monuste orseis* foi mais susceptível à permetrina e às misturas dos piretróides [12+13], [14+15] e [18+19] do que *T. absoluta* e *D. hyalinata*. *Ascia monuste orseis* foi mais susceptível às misturas dos piretróides [10+11] e [16+17] do que *D. hyalinata*. *Tuta absoluta* e *A. monuste orseis* apresentaram tolerâncias semelhantes às misturas dos piretróides [10+11] e [16+17]. Já considerando a ITR_{e90} , *A. monuste orseis* foi mais susceptível às misturas dos piretróides [10+11], [12+13] e [16+17] do que *T. absoluta* e *D. hyalinata*. *Ascia monuste orseis* foi mais susceptível às misturas dos piretróides [18+19] e [14+15] do que *T. absoluta* e *D. hyalinata*, respectivamente. *T. absoluta* e *A. monuste orseis* apresentaram tolerâncias semelhantes à permetrina e à mistura dos piretróides [14+15]. *Diaphania hyalinata* e *A. monuste orseis* apresentaram tolerâncias semelhantes à mistura dos piretróides [18+19] (Tabela 11).

A tolerância dos insetos benéficos não variou entre a ITR_{e50} e ITR_{e90} . *Solenopsis saevissima* e *T. angustula* foram mais tolerantes às misturas dos piretróides [10+11], [12+13], [14+15], [16+17] e [18+19] do que *P. sylveirae*, respectivamente. *Solenopsis saevissima* foi mais tolerante à permetrina do que *P. sylveirae*. Esta espécie foi mais tolerante à permetrina que *T. angustula* (Tabela 11).

Os mecanismos que explicam as diferenças de tolerância aos inseticidas são semelhantes aos mecanismos de seletividade já descritos (Yu, 1988; Soderlund & Bloomquist, 1990). Possivelmente, as diferenças de tolerância dos lepidópteros-praga, e dos predadores e polinizador aos piretróides estejam associados às diferenças na degradação desses por enzimas destoxicativas ou a diferenças na taxa de penetração desses compostos via cutícula dos insetos.

3.6. Atividade inseticida dos estereoisômeros

Para todos os insetos, o piretróide [11] foi mais eficiente que o piretróide [10], ou seja, o isômero *trans* foi mais eficiente que o *cis*. O mesmo foi observado para os piretróides [16] e [17], sendo o [17] mais eficaz que o [16] para todos os insetos. Já para os piretróides [12] e [13], observou-se que o isômero *cis* foi, de maneira geral, mais eficiente que o isômero *trans* (Tabela 12).

Tabela 11. Índices de tolerância relativa (ITRe₅₀ e ITRe₉₀) de *Tuta absoluta* e *Diaphania hyalinata* em relação a *Ascia monuste orseis* (espécie mais sensível entre as pragas) e de *Solenopsis saevissima* e *Tetragonisca angustula* em relação a *Protonectarina sylveirae* (espécie mais sensível entre as não-alvo) para seis piretróides.

Piretróides	Índices de tolerância relativa			
	<i>T. absoluta</i> / <i>A. monuste orseis</i>	<i>D. hyalinata</i> / <i>A. monuste orseis</i>	<i>S. saevissima</i> / <i>P. sylveirae</i>	<i>T. angustula</i> / <i>P. sylveirae</i>
	ITRe ₅₀ ⁽¹⁾			
Permetrina	2,54 (2,21 - 2,96)	1,35 (1,26 - 1,44)	1,64 (1,61 - 1,74)	0,010 (0,0095 - 0,0111)
Piretróides [10+11]	0,96 (0,89 - 1,03)	1,29 (1,27 - 1,30)	2,66 (2,53 - 2,83)	3,52 (3,06 - 4,23)
Piretróides [12+13]	1,23 (1,18 - 1,28)	1,31 (1,28 - 1,32)	8,42 (5,08 - 18,66)	9,58 (5,77 - 21,41)
Piretróides [14+15]	1,62 (1,47 - 1,71)	2,76 (2,64 - 2,89)	9,94 (8,82 - 11,77)	6,96 (6,11 - 8,40)
Piretróides [16+17]	0,97 (0,96 - 0,98)	1,72 (1,68 - 1,74)	6,68 (6,07 - 7,55)	7,69 (5,94 - 10,02)
Piretróides [18+19]	1,21 (1,20 - 1,24)	2,00 (1,87 - 2,17)	3,48 (3,06 - 3,81)	1,39 (1,33 - 1,45)
	ITRe ₉₀ ⁽²⁾			
Permetrina	0,84 (0,61 - 1,04)	0,71 (0,60 - 0,80)	2,95 (2,42 - 3,83)	0,0040 (0,0034 - 0,0045)
Piretróides [10+11]	2,41 (1,96 - 3,44)	1,56 (1,54 - 1,59)	2,11 (2,13 - 2,27)	1,29 (0,94 - 1,57)
Piretróides [12+13]	1,83 (1,67 - 2,16)	1,19 (1,17 - 1,33)	2,86 (0,80 - 5,20)	3,07 (0,89 - 5,53)
Piretróides [14+15]	0,95 (0,85 - 1,03)	2,18 (2,15 - 2,26)	5,35 (4,41 - 6,09)	2,73 (2,04 - 3,27)
Piretróides [16+17]	1,08 (1,07 - 1,10)	1,40 (1,34 - 1,46)	3,81 (3,41 - 4,22)	1,50 (0,83 - 2,21)
Piretróides [18+19]	1,11 (1,10 - 1,13)	1,00 (0,88 - 1,11)	6,33 (5,33 - 9,19)	1,96 (1,8 - 2,28)

⁽¹⁾ ITRe₅₀ = DL₅₀ do inseticida para a espécie/ DL₅₀ do inseticida para a espécie mais sensível. ⁽²⁾ ITRe₉₀ = DL₉₀ do inseticida para a espécie / DL₉₀ do inseticida para a espécie mais sensível. Os valores entre parênteses correspondem aos intervalos de confiança a 95% de probabilidade.

Tabela 12. Mortalidade (média \pm erro padrão) de lagartas de *Tuta absoluta*, *Diaphania hyalinata* e *Ascia monuste orseis* e adultos de *Solenopsis saevissima*, *Protonectarina sylveirae* e *Tetragonisca angustula* 48 horas após aplicação tópica de oito piretróides (isômeros provenientes de quatro misturas de piretróides). $25 \pm 0,5^\circ\text{C}$, U.R.= $75 \pm 5\%$ e fotofase de 12 horas.

Espécies de insetos	Mortalidade (%) ¹	
	Isômero <i>cis</i>	Isômero <i>trans</i>
	Piretróide [10]	Piretróide [11]
<i>Tuta absoluta</i>	22,50 \pm 2,50 b	70,00 \pm 4,08 a
<i>Diaphania hyalinata</i>	17,50 \pm 6,29 b	85,00 \pm 2,89 a
<i>Ascia monuste orseis</i>	40,00 \pm 4,08 b	72,50 \pm 4,79 a
<i>Solenopsis saevissima</i>	37,50 \pm 4,79 b	57,50 \pm 2,50 a
<i>Protonectarina sylveirae</i>	45,00 \pm 2,89 b	72,50 \pm 2,50 a
<i>Tetragonisca angustula</i>	40,00 \pm 4,08 b	60,00 \pm 7,07 a
	Piretróide [12]	Piretróide [13]
<i>Tuta absoluta</i>	75,00 \pm 2,88 a	27,50 \pm 4,79 b
<i>Diaphania hyalinata</i>	82,50 \pm 4,79 a	10,00 \pm 4,08 b
<i>Ascia monuste orseis</i>	52,50 \pm 4,79 a	35,00 \pm 6,45 a
<i>Solenopsis saevissima</i>	72,50 \pm 4,08 a	32,50 \pm 2,50 b
<i>Protonectarina sylveirae</i>	65,00 \pm 2,89 a	42,50 \pm 2,50 b
<i>Tetragonisca angustula</i>	60,00 \pm 4,08 a	37,50 \pm 2,50 b
	Piretróide [14]	Piretróide [15]
<i>Tuta absoluta</i>	47,50 \pm 2,50 a	55,00 \pm 2,89 a
<i>Diaphania hyalinata</i>	45,00 \pm 2,89 b	55,00 \pm 2,89 a
<i>Ascia monuste orseis</i>	57,50 \pm 8,54 a	52,50 \pm 4,79 a
<i>Solenopsis saevissima</i>	52,50 \pm 2,50 a	55,00 \pm 2,89 a
<i>Protonectarina sylveirae</i>	52,50 \pm 4,79 a	60,00 \pm 4,08 a
<i>Tetragonisca angustula</i>	47,50 \pm 4,79 a	60,00 \pm 5,77 a
	Piretróide [16]	Piretróide [17]
<i>Tuta absoluta</i>	32,50 \pm 4,79 b	72,50 \pm 4,79 a
<i>Diaphania hyalinata</i>	20,00 \pm 4,08 b	72,50 \pm 4,08 a
<i>Ascia monuste orseis</i>	45,00 \pm 6,45 b	87,50 \pm 2,24 a
<i>Solenopsis saevissima</i>	30,00 \pm 4,08 b	67,50 \pm 2,50 a
<i>Protonectarina sylveirae</i>	37,50 \pm 2,50 b	65,00 \pm 2,89 a
<i>Tetragonisca angustula</i>	42,50 \pm 2,50 b	62,50 \pm 6,29 a

¹ As médias seguidas pela mesma letra minúsculas na linha não diferem, entre si, pelo teste F a $p < 0,05$.

Esses resultados confirmam a importância da estereoquímica para a atividade inseticida dos piretróides. Segundo Soderlund *et al.* (2002) os estereoisômeros de um piretróide possuem atividades biológicas diferentes. Esse fato já foi constatado em diversos compostos, como por exemplo: a permetrina, a resmetrina e a fenotrina. Entretanto, tal explanação torna-se mais evidente quando a aplicamos à aletrina, uma mistura de isômeros em que existe diferença de até cem vezes na atividade biológica dos isômeros.

Essa diferença de atividade entre isômeros de um piretróide não foi observada para os piretróides [14] e [15], que mesmo sendo isômeros, causaram mortalidades semelhantes para cinco dentre os seis insetos utilizados (Tabela 12).

4. CONCLUSÕES

- Os novos piretróides estudados apresentam ação inseticida sobre os lepidópteros-praga *Tuta absoluta*, *Diaphania hyalinata* e *Ascia monuste orseis*.
- As misturas dos isômeros *cis* e *trans* dos novos piretróides causam altas mortalidades a *T. absoluta*, *D. hyalinata* e *A. monuste orseis* em doses ligeiramente maiores que as da permetrina.
- Os isômeros *trans* das misturas [10+11] e [16+17] foram mais potentes que os isômeros *cis*, e o isômero *cis* da mistura [12+13] foi mais potente que o isômero *trans*.
- Os novos piretróides estudados causaram alta mortalidade a *T. absoluta*, *D. hyalinata* e *A. monuste orseis* em tempo menor que 12 horas.
- As misturas dos isômeros [14+15] e [18+19] apresentaram seletividade em favor do predador *Solenopsis saevissima*.
- A determinação da dose correta dos piretróides estudados é mais importante no impacto desses aos predadores e ao polinizador do que aos lepidópteros-praga.

5. BIBLIOGRAFIA

- ABBOTT, W. S. A method of computing the effectiveness of an insecticide. **Journal of Economic Entomology**, v.18, p.265-266, 1925.
- AGROFIT. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/agrofit>> Acesso em: 10 de janeiro de 2007.
- ALVARENGA, E.S.; CARNEIRO, V.M.T.; SILVERIO, F.O. A High yield synthesis of 1,2:5,6-di-o-isopropylidene-d-mannitol. **Journal of the Chilean Chemical Society**, v.51, n.3, p.986-988, 2006.
- BACCI, L. **Fatores determinantes do ataque de Tuta absoluta ao tomateiro**. Viçosa, MG, 2006, 123p. Tese (Doutorado em Entomologia) – Universidade Federal de Viçosa, 2006.
- BACCI, L.; PICANÇO, M.C.; GUSMÃO, M.R.; BARRETO, R.W.; GALVAN, T.L. Inseticidas seletivos à tesourinha *Doru luteipes* (Scudder) utilizados no controle do pulgão verde em brássicas. **Horticultura Brasileira**, v.20, n.2, p. 174 -179, 2002.
- BARLOW, S. M.; SULLIVAN, F. M.; LINES, J. Risk assesment of the use of deltamethrin on bednets for the prevention of malaria. **Food and Chemical Toxicology**, v. 39, p. 407-447, 2001.
- BORGONI, C.P.; SILVA, R.A.; CARVALHO, G.S. Consumo de mesofilo foliar por *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae) por três cultivares de *Lycopersicon esculentum* Mill. **Ciência Rural**, v.33, n.1, p.7-11, 2003.
- BUENO V.H.P., SOUZA, B.M. Ocorrência e diversidade de insetos predadores e parasitóides na cultura da couve *Brassica oleraceae* var. *acephala* em Lavras MG – Brasil. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, 1993, v.22, p.5-18.

- CAMPANHOLA, C. **Resistência de insetos a inseticidas: importância, características e manejo.** Jaguariúna: EMBRAPA-CNPDA, 1990. 45p.
- CAMPBELL, I.G.M.; HARPER, S. H. Experiments on the synthesis of the pyrethrins I synthesis of chrysanthemum monocarboxylic. **Journal of the Chemical Society**, v.49, p.283-286, 1945.
- CASIDA, J.E.; QUISTAD, G.B. Pyrethrum - a benefit to human welfare. In: CASIDA, J.E.; QUISTAD G.B. (Eds.). **Pyrethrum Flowers: Production, chemistry, toxicology and uses.** Oxford: Oxford University Press. 1995. p:345-356.
- COATS, J.R. Risks from natural versus synthetic insecticides, **Annual Review of Entomology**, v.39, p.489-515, 1994.
- COELHO, M.C.F.; FRANÇA, F.H. Biologia, quetotaxia da larva e descrição da pupa e adulto da traça do tomateiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.22, n.2, p.129-135, 1987.
- CRESPO, A.L.B.; PICANÇO, M.C.; BACCI, L.; PEREIRA, E.J.G.; GONRING, A.H. Seletividade fisiológica de inseticidas a Vespidae predadores de *Ascia monuste orseis*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.7, n.3, p.237-242, 2002.
- EL HAMAKY, M.A.; REFAEI, A.F.; HEGAZY, M.A.; HUSSEIN, N.M. Knock-down and residual activity of certain insecticides, *Bacillus thuringiensis* and their binary mixtures against the cotton leafworm, *Spodoptera littoralis* (Boisd.) in cotton fields. **Mededelingen van de Faculteit Landbouwwetenschappen Rijksuniversiteit Gent**, v.55, p.593-599, 1990.
- ELLIOTT, M.; JANES, N.F. Synthetic pyrethroids - a new class of insecticide. **Chemical Society Reviews**, v.7, p.473-505, 1978.
- ELLIOTT, M.; FARNHAM, A.W.; JANES, N.F.; NEEDHAM, P. H.; PEARSON, B.C. 5-Benzil-3-Furylmethyl Chrysanthemate - a new potent insecticide. **Nature**, v.213, p.493-494, 1967.
- ELLIOTT, M.; FARNHAM, A. W.; JANES, N. F.; NEEDHAM, P. H.; PULMAN, D. A.; STEVENSON, J. H. Photostable pyrethroid. **Nature**, v.246, p.169-170, 1973.

- ELLIOTT, M.; FARNHAM, A. W.; JANES, N. F.; NEEDHAM, P. H.; PULMAN, D. A. Synthetic insecticide with a new order of activity. **Nature**, v.248, p.710-711, 1974.
- FARM CHEMICALS HANDBOOK. **Pesticide dictionary**. Willoughby: Meister, 2001. 1000p.
- FERNANDES, W.D., OLIVEIRA, P.S., CARVALHO, S.L.; HABIB, M.E.M.. Pheidole ants as potential biological control agents of the boll weevil, *Anthonomus grandis* (Coleoptera: Curculionidae), in Southeast Brazil. **Journal of Applied Ecology**, v.18, n.4/5, p.437-441, 1994.
- FERNANDES, W. D.; CRUZ, M. C. A.; FACCENDA, O.; VALENTE, T. O. Impacto de herbicidas em uma guilda de formigas predadoras. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.1, n.3, p.225-231, 2000.
- FINNEY, D.J. **Probit analysis**. 3ed. London, Cambridge University, 1971. 333p.
- FOWLER, H. G.; FORTI, L.C., BRANDÃO, C.R.F.; DELABIE, J.H.C.; VASCONCELOS, H.L. Ecologia nutricional de formigas. In: PANIZZI, A.R.; PARRA, J.R.P. (Eds.). **Ecologia Nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas**. São Paulo: Manole, 1991. p. 131-223.
- GALEFFI, C.; MARINI-BETTOLO, G.B. New approaches to the utilization of plants in the preparation of pharmaceuticals and insecticides. **Fitoterapia**, v.59, n.3, p.179-205, 1988.
- GALVAN T.L.; PICANÇO, M.C.; BACCIL,.; PEREIRA, E.J.G.; CRESPO, A.L.B. Seletividade de oito inseticidas a predadores de lagartas em citros. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, n.2, p.117-122, 2002.
- GEORGHIOU, G.P.; SAITO, T. **Pest resistance to pesticides: challenges and prospects**. New York: Plenum Press, 1983.
- GEROLT, P. The mode of entry of contact insecticides. **Pesticide Science**, v.1, p.209-212, 1970.
- GUEDES, R.N.C. Resistência de insetos a inseticidas. In: ZAMBOLIM, L. **I Encontro sobre manejo de doenças e pragas**. Viçosa: UFV, 1999. p.101-107.

- GUEDES, R.N.C.; FRAGOSO, D.B. Resistência a inseticidas: Bases gerais, situação e reflexões sobre o fenômeno em insetos-praga do cafeeiro. In: ZAMBOLIM, L. **I Encontro sobre produção de café com qualidade**. Viçosa: UFV, 1999. p.99-120.
- GUEDES, R.N.C.; LIMA, J.O.G.; & J.C. ZANUNCIO. Seletividade dos inseticidas deltametrina, fenvalerato e fenitrothion para *Podisus connexivus* (Heteroptera: Pentatomidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.21, p.339-346, 1992.
- GUSMÃO, M.R.; PICANÇO, M.; GONRING, A.H.R.; MOURA, M.F. Seletividade fisiológica de inseticidas a Vespidae predadores do bicho-mineiro-do-cafeeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, n.4, p.681-686, 2000.
- HIRATA, R. Piretróides: estrutura química - atividade biológica. **Química Nova**, v.18, n.4, p.368-373, 1995.
- HOY, M.A. Pesticide resistance in arthropod natural enemies: variability and selection responses. In: ROUSH, R.T.; TABASHNIK, B.E. (Eds.). **Pesticide Resistance in Arthropods**. New York: Chapman and Hall, 1990, p. 203–236, 1990.
- JEANMART, S. Trends in chrysanthemic acid chemistry: a survey of recent pyrethrum syntheses. **Australian Journal of Chemistry**, v.56, p.559-566, 2003.
- KASCHERES, C.; CUNHA, I.B.S. Piretróides como uma classe de inseticidas. Aplicações, desenvolvimento químico e perspectivas. **Química Nova**, v.12, n.8, p.272-281, 1989.
- KAY, I.R.; COLLINS, P.J. The problem of resistance to insecticides in tropical insect pests. **Insect Science and its Applications**, v.8, p.715-721, 1987.
- LEITE, G.L.D.; PICANÇO, M.; GUEDES, R.N.C.; GUSMÃO, M.R. Selectivity of insecticides with and without mineral oil to *Brachygastra lecheguana* a predator of *Tuta absoluta*. **Ceiba**, v.39, n.1, p.3-6, 1998.
- LEITE, G.L.D.; PICANÇO, M.; GUEDES, R.N.C.; ZANUNCIO, J.C. Role of plant age in the resistance of *Lycopersicon hirsutum* f. *glabratum* to the tomato leafminer *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). **Scientia Horticulturae**, v.89, p.103-113, 2001.

- MACIAS, M.J.O; QUEZADA-EUAN, J.J.G. Comportamiento y eficiencia de polinización de las abejas sin aguijón (*Nannotrigona perilampoides*) en el cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum*) bajo condiciones de invernadero en Yucatán, México. In: Seminario Mexicano Sobre Abejas Sin Aguijón, **Memories...** México. 2004. p.119-124.
- MALERBO-SOUZA, D.T. TADEU, A.M.; BETTINI, P.C.; TOLEDO, V.A.A. Importância dos insetos na produção de melancia (*Citrullus lanatus* Thunb.) – Cucurbitaceae. **Acta Scientiarum**, v.21, n.3, p.579-583, 1999.
- MARICONI, F.A.M. **Inseticidas e seu emprego no combate às pragas**. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 1981. 607 p.
- MENDES, A.C.B.; BERTI FILHO, E. Biologia da broca das cucurbitáceas *Diaphania nitidalis* (Cramer, 1781) (Lepidoptera: Pyralidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.10, p.141-146, 1981.
- MERVILLE, A.R. The place of biological control in the modern science of Entomology. **Kenya Coffee**, v.24, p.81-84, 1959.
- MICHEREFF FILHO, M.; VILELA, E.F.; ATTYGALLE, A.B.; MEINWALD, J.; SVATOS, A.; JHAM, G.N. Field trapping of Tomato moth, *Tuta absoluta* with pheromone traps. **Journal of Chemical Ecology**, v.4, n.26, p.875-881, 2000.
- MIRANDA, M.M.M. **Impacto do manejo integrado na predação e no parasitismo das pragas do tomateiro**. Viçosa, MG, 1997, 105p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Universidade Federal de Viçosa, 1997.
- MIRANDA, M.M.M.; PICANÇO, M.C.; ZANUNCIO, J.C.; GUEDES, R.N.C. Ecological life table of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) **Biocontrol Science and Technology**, v.8, p.597-606, 1998.
- MOURA, M.F.; PICANÇO, M.; GONRING, A.H.R.; BRUCKNER, C.H. Seletividade de inseticidas a três Vespidae predadores de *Dione juno juno* (Lepidoptera: Heliconidae). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, n.2, p.251-257, 2000.
- NOMURA, H.; YAMASHITA, I. Desenvolvimento do curuquerê da couve, *Ascia monuste orseis* (Lepidoptera: Pyralidae), em laboratório. **Revista Brasileira de Biologia**, v.35, p.799-803, 1975.

- OHNO, N.; FUJIMOTO, K.; OKUNO, Y.; MIZUTANI, T.; HIRANO, M.; ITAYA, N.; HONDA, T.; YOSHIOKA, H. 2-Arylalkanoates, a New group of synthetic pyrethroid esters not containing cyclopropanecarboxylates. **Journal of Pesticide Science**, v.7, p.241-246, 1976.
- PAULA, S.V. **Incidência de pragas e reflexos na produção do tomateiro em função da adoção de nível de controle e de faixas circundantes**. Viçosa, MG, 1997. 90p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Universidade Federal de Viçosa, 1997.
- PICANÇO, M.C.; MARQUINI, F. Manejo integrado de pragas de hortaliças em ambiente protegido. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.20, n.200/201, p.126-133, 1999.
- PICANÇO, M.; FALEIRO, F.G.; PALLINI FILHO, A.; MATIOLI, A.L. Perdas na produtividade do tomateiro em sistemas alternativos de controle fitossanitário. **Horticultura Brasileira**, v.15, n.2, p.88-91, 1997.
- PICANÇO, M.; RIBEIRO, L.J.; LEITE, G.L.D.; GUSMÃO, M.R. Seletividade de inseticidas a *Polybia ignobilis* (Haliday) (Hymenoptera: Vespidae) predador de *Ascia monuste orseis* (Godart) (Lepidoptera: Pieridae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.27, n.1, p.85-90, 1998.
- PICANÇO, M.C.; GUSMÃO, M.R.; GALVAN, T.L. Manejo integrado de pragas de hortaliças. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.). **Manejo integrado de doenças, pragas e ervas daninhas**. Viçosa, MG: UFV, v.2, p.275-324, 2000.
- PICANÇO, M.C.; MOURA, M.F.; MIRANDA, M.M.M.; GONTIJO, L.M.; FERNANDES, F.L. Seletividade de inseticidas a *Doru luteipes* (Scudder, 1876) (Dermaptera: Forficulidae) e *Cotesia* sp. (Hymenoptera: Braconidae) inimigos naturais de *Ascia monuste orseis* (Godart, 1818) (Lepidoptera: Pieridae). **Ciência Rural**, v.33, n.2, p.183-188, 2003.
- REIGART, J.R.; ROBERTS, J.R. **Recognition and management of pesticide poisonings**. 5 ed. Washington: EPA, 1999. 92p.
- RIBEIRO, B.M.; GUEDES, R.N.C.; OLIVEIRA, E.E.; SANTOS, J.P. Insecticide resistance and synergism in Brazilian populations of *Sitophilus zeamais*

- (Coleoptera: Curculionidae). **Journal of Stored Products Research**, v.39, p.21-31, 2003.
- RISCH, S.J.; CARROLL, C.R., The ecological role of ants in two mexican agroecosystems. **Oecologia**, v.55, p.114-119, 1982.
- SAS INSTITUTE. **SAS/STAT software**: changes and enhancements through release 6.12. Cary: StatisticalAnalysis System Institute, 1997. 1167p.
- SCHECHTER, M.S.; GREEN, N.; LAFORGE, F.B. Constituents of pyrethrum flower cinerolone and the synthesis of related cyclopentenolones, **Journal of the American Chemical Society**, v.71, p.3165-3173, 1949.
- SILVÉRIO, F.O. **Síntese e avaliação da atividade inseticida de compostos análogos às piretrinas**. Viçosa, MG, 2004, 133p. Dissertação (Mestrado em Agroquímica). Universidade Federal de Viçosa, 2004.
- SODERLUND, D.M. Molecular neurobiology and insecticide discovery. In: **Eighth International Congress of Pesticide Chemistry: Options 2000**. Washington: American Chemical Society, p.309-319, 1995.
- SODERLUND, D.M.; BLOOMQUIST, J.R. Molecular mechanisms of insecticide resistance. In: ROUSH, R.T.; TABASHNIK, B.E. (Ed.). **Pesticide resistance in arthropods**. New York: Chapman and Hall, 1990. p.58-96.
- SODERLUND, D.M.; CLARK, J.M.; SHEETS, L.P.; MULLIN, L.S.; PICCIRILLO, V.J.; SARGENT, D.; STEVENS, J.T.; WEINER, M.L. Mechanisms of pyrethroid neurotoxicity: implications for cumulative risk assessment. **Toxicology**, v.171, p.3-59, 2002.
- SOUZA, J.C.; REIS, P.R. **Traça do tomateiro: histórico, reconhecimento, biologia, prejuízos e controle**. Belo Horizonte: EPAMIG, 2000. 32p. (Boletim Técnico, 57).
- STOCK, D.; HOLLOWAY, P.J. Possible mechanisms for surfactant-induced foliar uptake of agrochemicals. **Pesticide Science**, v.38, p.165-177, 1993.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. **Sistema de análises estatísticas e genéticas - SAEG**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1999. 138p. (Manual do usuário, versão 8.0).

VENDRAMIM, J.D; MARTINS; J.C. Aspectos biológicos de *Ascia monuste orseis* (Latreille: Pieridae) em couve (*Brassica oleracea* L. var. *acephala*). **Poliagro**, v.4: p.57-65, 1982.

VIEIRA, P.C.; MAFEZOLI, J.; BIAVATTI, M.W. Inseticidas de Origem Vegetal. In: FERREIRA, J.T.B.; CORRÊA, A.G.; VIEIRA, P.C. (Eds.). **Produtos naturais no controle de insetos**. São Carlos: Editora Universidade de São Carlos, 2001, p. 23-45.

WAY, M.J.; KHOO, K.C. Role of ants in pest management. **Annual review of entomology**, v.37, p.479-503, 1992.

YOUNG, L.J.; YOUNG, J.H. **Statistical ecology - A population perspective**. Boston: Kluwer, 1998. 565p.

YU, S.J. Biochemical defense capacity in the spined soldier bug (*Podisus maculiventris*) and its lepidopterous prey. **Pesticide Biochemical Physiology**, v.28, n.3, p.216-223, 1987.

YU, S.J. Selectivity of insecticides to the spined bug (Heteroptera: Pentatomidae) and its lepidopterous prey. **Journal of Economic Entomology**, v.81, n.1, p.119-122, 1988.

ZITO, S.W.; ZIEG, R.G.; STABA, E.J. Distribution of pyrethrins in oil glands and leaf tissue of *Chrysanthemum cinerariaefolium*. **Planta Médica**, v.47, p.205-207.