

CONTROLE QUÍMICO

Seletividade Fisiológica de Inseticidas a Vespas Predadoras (Hymenoptera: Vespidae) de *Leucoptera coffeella* (Lepidoptera: Lyonetiidae)

LEANDRO BACCI¹, ELISEU J.G. PEREIRA, FLÁVIO L. FERNANDES, MARCELO C. PICANÇO², ANDRÉ L.B. CRESPO E MATEUS R. CAMPOS

Universidade Federal de Viçosa (UFV), Departamento de Biologia Animal, 36571-000, Viçosa, MG, Brazil,

¹E-mail: bacci@insecta.ufv.br

²E-mail: picanco@ufv.br

BioAssay 1:10 (2006)

Physiological Selectivity of Insecticides to Predator Wasps (Hymenoptera: Vespidae) of *Leucoptera coffeella* (Lepidoptera: Lyonetiidae)

ABSTRACT - Conservation of natural enemies is an important component of integrated pest management. In this work, the selectivity of 11 insecticides used for management of *Leucoptera coffeella* (Guérin-Ménéville) was studied to *Protonectarina sylveirae* (Saussure), *Polybia scutellaris* (White) and *Protopolybia exigua* (Saussure) (Hymenoptera: Vespidae). The insecticides were applied in concentrations corresponding to 50% and 100% of the field rates used for management of *L. coffeella*. The organophosphates (except to the 50% rate of ethion to *P. scutellaris*) were highly toxic to all three Vespidae species. Cartap was highly toxic to *P. escutellaris* and *P. exigua* but showed median selectivity to *P. sylveirae*. The pyrethroids cypermethrin, deltamethrin, betacyfluthrin, zetacypermethrin, and esfenvalerate were selective to at least one of wasp species. The mortality of *P. scutellaris* caused by ethion, cypermethrin, deltamethrin, betacyfluthrin and zetacypermethrin decreased when 50% of the recommended rates were used. This reduction was also observed for the mortality of *P. exigua* by permethrin and for the mortality of *P. sylveirae* by deltamethrin. *P. sylveirae* was the most tolerant species to cartap; *P. scutellaris* was the most tolerant to ethion, while *P. exigua* was more tolerant to pyrethroids than *P. scutellaris* and *P. sylveirae*. The results of this research indicate that pyrethroid insecticides are likely to be selective to predatory wasps in field settings given their overall selectivity in the conditions of extreme exposure of this study. The possible mechanisms underlying the selectivity of these compounds and the differential tolerance of the wasps are discussed.

KEY WORDS - Coffee leafminer, wasps, *Protonectarina sylveirae*, *Polybia scutellaris*, *Protopolybia exigua*.

RESUMO - A conservação de inimigos naturais é um componente importante no manejo integrado de pragas. Neste trabalho, estudou-se a seletividade de 11 inseticidas usados para manejar *Leucoptera coffeella* (Guérin-Ménéville) aos predadores *Protonectarina sylveirae* (Saussure), *Polybia scutellaris* (White) e *Protopolybia exigua* (Saussure) (Hymenoptera: Vespidae). Os inseticidas foram empregados em concentrações que correspondem a 50% e 100% da dosagem utilizada para o manejo de *L. coffeella*. Os organofosforados (exceto a subdose do etiom a *P. scutellaris*) foram altamente tóxicos aos três Vespidae estudados. Cartape não apresentou seletividade em favor de *P. escutellaris* e *P. exigua*, mas foi medianamente tóxico a *P. sylveirae*. Os piretróides cipermetrina, deltametrina, betaciflutrina, zetacipermetrina e esfenvalerato foram seletivos a pelo menos uma espécie de Vespidae estudada. As mortalidades causadas por etiom, cipermetrina, deltametrina, betaciflutrina e zetacipermetrina a *P. scutellaris* decresceram quando se utilizou metade das doses. Essa redução na mortalidade também foi observada para permetrina em *P. exigua* e para deltametrina em *P. sylveirae*. *P. sylveirae* foi mais tolerante ao cartape do que *P. scutellaris* e *P. exigua*. A vespa *P. scutellaris* foi mais tolerante ao etiom do que *P. sylveirae* e *P. exigua*. A espécie *P. exigua* foi a mais tolerante a piretróides. Os resultados dessa pesquisa foram obtidos em condições de exposição extrema e, portanto indicam que piretróides são possivelmente seletivos a vespas predadoras em condições de campo. Os possíveis mecanismos relacionados à seletividade e tolerância das vespas aos inseticidas são discutidos neste trabalho.

PALAVRAS-CHAVE - Bicho-mineiro do cafeeiro, vespas, *Protonectarina sylveirae*, *Polybia scutellaris*, *Protopolybia exigua*.

O bicho-mineiro do cafeeiro, *Leucoptera coffeella* (Guérin-Méneville) (Lepidoptera: Lyonetiidae), é considerado praga-chave de *Coffea arabica* no Brasil e em alguns países da América Central e do Leste Africano por causar sérios prejuízos na produção e no rendimento do café produzido. Este inseto é favorecido por plantios mais espaçados e regiões de clima mais seco (Souza et al. 1998).

As larvas do bicho-mineiro se alimentam do parênquima foliar ocasionando queda precoce das folhas (Matiello 1991, Souza et al. 1998, Reis & Souza 1996). As injúrias provocadas por esta praga afetam também a longevidade do cafeeiro uma vez que a planta despenderá muito mais energia para recuperar o que foi perdido com as desfolhas. Têm-se verificado reduções de 30 a 80% na produtividade dos cafeeiros devido ao ataque desta praga (Souza et al. 1998, Gallo et al. 2002).

O controle químico de *L. coffeella* é o método mais empregado pelos produtores de café. Os principais inseticidas utilizados apresentam amplo espectro de ação e pertencem principalmente aos grupos dos organofosforados e piretróides (Guedes & Frago 1999). Estes inseticidas podem apresentar boa eficiência de controle, entretanto o uso de forma intensiva tem causado impactos negativos ao homem e ao meio ambiente (Kay & Collins 1987), como a intoxicação de aplicadores, resistência de populações da praga aos inseticidas e redução da população de inimigos naturais (Brattsten et al. 1986, Guedes 1999).

Várias espécies benéficas residentes no agroecossistema cafeeiro podem manter a população do bicho-mineiro abaixo do nível de dano econômico. Dentre os agentes de controle biológico de *L. coffeella*, os adultos de Vespidae predadores de lagartas se destacam (Campos et al. 1989). As espécies de Vespidae mais importantes são *Protonectarina sylveirae* (Saussure), *Polybia scutellaris* (White) e *Protopolybia exigua* (Saussure) (Parra et al. 1977). Segundo Tuelher et al. (2003), estes inimigos naturais podem reduzir o ataque do bicho mineiro em até 90%. Dessa forma, para a implementação do manejo integrado de pragas (MIP) na cultura do cafeeiro, há necessidade de preservar e incrementar a densidade populacional dessas espécies no agroecossistema. Para a preservação das vespas predadoras é indispensável à utilização de inseticidas seletivos a estas espécies.

A seletividade pode ser classificada em seletividade ecológica e fisiológica. A seletividade ecológica consiste na utilização dos inseticidas de forma seletiva, isto é, que minimize a exposição das vespas aos inseticidas. Esta seletividade é normalmente alcançada através de aplicações em horários do dia com temperaturas mais amenas. Nestes horários há uma menor movimentação das vespas. Já a seletividade fisiológica consiste no uso de inseticidas que apresentem baixa toxicidade às vespas ou que sejam mais tóxicos ao bicho mineiro do que a estes inimigos naturais (Pedigo 1999).

Apesar da importância da seletividade fisiológica dos inseticidas a vespas predadoras do bicho mineiro, os trabalhos são escassos e quando existem, envolvem

poucos inseticidas e poucas espécies de vespas. Assim, este trabalho teve por objetivo estudar a seletividade fisiológica de onze inseticidas utilizados no controle de *L. coffeella* às vespas predadoras *P. sylveirae*, *P. scutellaris* e *P. exigua*.

Material e Métodos

Insetos. Adultos das vespas predadoras *P. sylveirae*, *P. scutellaris* e *P. exigua* foram coletados em ninhos localizados no Campus da Universidade Federal de Viçosa (UFV). Utilizaram-se dois ninhos de *P. sylveirae*, três de *P. scutellaris* e cinco de *P. exigua* para a realização dos bioensaios. Os ninhos foram coletados em árvores e arbustos com o auxílio de podão e sacos plásticos de 1,0 × 1,0 m. Os ninhos foram mantidos em gaiolas de 50 × 50 × 50 cm, teladas com malha de aço. Exemplares das vespas estudadas foram coletadas, montadas e identificadas no Museu de Entomologia da UFV.

Determinação da Toxicidade dos Inseticidas aos Vespidae. Os bioensaios foram conduzidos no Laboratório de Manejo Integrado de Pragas da UFV. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial de 66 tratamentos (11 inseticidas, três vespas predadoras e duas doses de cada inseticida), com quatro repetições. A escolha dos inseticidas foi feita de forma a abranger os principais produtos recomendados no controle de *L. coffeella* no Brasil (Tabela 1).

Os inseticidas foram empregados em concentrações que correspondem a 50% e 100% da dosagem utilizada para o controle de *L. coffeella*. O uso de subconcentração teve como objetivo observar o impacto dos inseticidas sobre as vespas quando estes forem decompostos à metade de suas concentrações originais. Utilizou-se o espalhante adesivo polioxi-etileno alquil fenol éter (Haiten 200), na concentração de 15 mL p.c./100 L de calda, em todos os tratamentos (Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento 2006). Na testemunha foi utilizado somente água mais espalhante adesivo.

Para instalação dos bioensaios, folhas de café da cultivar Catuaí foram imersas em caldas inseticidas por cinco segundos (Bacci et al. 2001, Galvan et al. 2002). As folhas foram postas para secar à sombra em um varal por duas horas. Após a secagem, as folhas foram acondicionadas em placas de Petri de 9 cm de diâmetro por 2 cm de altura de forma a cobrir todo o fundo da placa. Adicionou-se uma solução de mel a 10% para alimentar as vespas durante o período experimental. As placas foram cobertas com organza e presas por elástico. Em cada placa, foram liberados 10-15 insetos adultos de cada espécie, com o auxílio de um sugador de mangueira plástica, constituindo-se assim a unidade experimental. As placas de Petri foram levadas para estufa incubadora à temperatura de 25 ± 0,5°C e umidade relativa de 75 ± 5%. Vinte e quatro horas depois foram realizadas avaliações do número de

insetos mortos por unidade experimental, sendo considerados como mortos os insetos que não eram capazes de voar.

Análise e Interpretação dos Dados. Os resultados de mortalidade obtidos para as três espécies de vespas foram corrigidos em relação à mortalidade ocorrida na testemunha usando-se a fórmula de Abbott (1925). Os resultados foram transformados em arco seno $(x/100)^{0.5}$ para realização de análise de variância (ANOVA) e comparação das médias pelo teste agrupamento de médias de Scott-Knott a 5% de significância (Scott & Knott 1974). O teste de agrupamento de médias de Scott-Knott é utilizado na comparação de um grande número de médias por facilitar a interpretação dos resultados se comparado a um teste de média.

Os inseticidas foram classificados em não seletivos ou altamente tóxicos (mortalidades entre 100-70%), medianamente seletivos ou medianamente tóxicos (mortalidades entre 69-30%) e seletivos ou pouco tóxicos (mortalidades entre 29-0%). Estes grupos foram definidos pelo teste de agrupamento de média de Scott-Knott. A redução da toxicidade dos inseticidas com a subdose e a tolerância das vespas foi determinada por comparação entre as médias através do teste de Scott-Knott.

Resultados

Foram detectadas diferenças significativas na mortalidade das vespas *P. sylveirae*, *P. scutellaris* e *P. exigua* em função dos inseticidas ($F = 176,92$; gl = 10, 218; $P < 0,001$), das espécies ($F = 24,18$; gl = 2, 218; $P < 0,001$), das dosagens ($F = 52,40$; gl = 1, 218; $P < 0,001$), interações entre inseticidas e espécies ($F = 17,56$; gl = 20, 218; $P < 0,001$), interações entre inseticidas e dosagens ($F = 3,35$; gl = 10, 218; $P < 0,001$) e interações entre dosagens e espécies ($F = 4,98$; gl = 2, 218; $P = 0,008$).

Seletividade dos Inseticidas (Tabela 2). Os inseticidas clorpirifós, fenitrotiom, fenpropratrina e permetrina não foram seletivos, nas respectivas dose e subdose, às três espécies de vespas predadoras. Também foi observada alta toxicidade do etiom a *P. sylveirae* e *P. exigua* e do cartape a *P. scutellaris* e *P. exigua*, nas duas doses testadas. Etiom não foi seletivo na dose, mas apresentou seletividade na subdose em favor de *P. scutellaris*. Cartape foi medianamente seletivo a *P. sylveirae* nas duas doses testadas e não seletivo para as demais espécies de vespas testadas.

Cipermetrina não foi seletiva a *P. sylveirae* (dose e subdose) e a *P. scutellaris* (dose), foi medianamente tóxica a *P. scutellaris* (subdose) e pouco tóxica a *P. exigua* (dose e subdose). Deltametrina foi altamente tóxica na dose e medianamente tóxica na subdose a *P. sylveirae* e *P. scutellaris*, sendo que para *P. exigua* este inseticida foi seletivo.

Betaciflutrina foi medianamente tóxica a *P. sylveirae* na dose e subdose, medianamente tóxica e seletiva a *P. scutellaris* na dose e subdose, e seletiva

nas duas dosagens a *P. exigua*. Zetacipermetrina foi seletiva a *P. sylveirae* e *P. exigua* nas duas dosagens e medianamente tóxica e seletiva a *P. scutellaris* na dose e subdose, respectivamente.

O inseticida esfenvalerato mostrou-se seletivo em favor dos predadores *P. sylveirae*, *P. exigua* e *P. scutellaris* mesmo quando estes foram expostos à dose e à metade da dose.

Redução da Toxicidade com a Subdose (Tabela 2).

As mortalidades causadas por clorpirifós, fenitrotiom, fenpropratrina cartape e esfenvalerato aos três predadores, mantiveram-se as mesmas quando se utilizou a metade das doses. Etiom, cipermetrina, betaciflutrina e zetacipermetrina também mantiveram as mesmas mortalidades à *P. sylveirae* e *P. exigua* com a redução das doses pela metade. Da mesma forma, deltametrina apresentou o mesmo impacto a *P. exigua* mesmo com a metade de seu princípio ativo.

As mortalidades causadas por etiom, cipermetrina, deltametrina, betaciflutrina e zetacipermetrina a *P. scutellaris*, deltametrina a *P. sylveirae* e permetrina a *P. exigua* decresceram quando se utilizou metade das doses.

Tolerância aos Inseticidas (Tabela 2). As espécies *P. sylveirae*, *P. scutellaris* e *P. exigua* foram igualmente tolerantes as doses e subdoses de clorpirifós, fenitrotiom, fenpropratrina e esfenvalerato, a dose de permetrina, e subdose de zetacipermetrina.

P. sylveirae e *P. exigua* foram mais tolerantes a dose de zetacipermetrina do que *P. scutellaris*. *P. sylveirae* foi mais tolerante as doses e subdoses de cartape do que *P. scutellaris* e *P. exigua*. A vespa *P. scutellaris* foi mais tolerante a dose e subdose de etiom do que *P. sylveirae* e *P. exigua*. A espécie *P. exigua* foi mais tolerante as doses e subdoses de deltametrina e betaciflutrina, subdose de permetrina, e dose de cipermetrina do que *P. sylveirae* e *P. scutellaris*. *P. exigua* foi a espécie mais tolerante a subdose de cipermetrina, enquanto *P. sylveirae* foi a mais susceptível, ficando *P. scutellaris* em situação intermediária.

Discussão

A seletividade dos piretróides foi variável entre as espécies de vespas e inseticidas. De uma forma geral, o grupo foi seletivo com exceção da fenpropratrina e permetrina. Estudos têm demonstrado a seletividade de piretróides em favor de Vespidae predadores. Gonring *et al.* (1999) observaram baixa toxicidade de piretróides a *P. sylveirae*, *P. exigua* e *Polistes versicolor versicolor* (Olivier). Moura *et al.* (2000) estudando a seletividade de inseticidas a Vespidae predadores de *Dione juno juno* (Cramer) (Lepidoptera: Heliconidae) no maracujazeiro, verificaram alta seletividade da deltametrina a *P. scutellaris*, *P. sylveirae* e *Polybia fastidiosuscula* (Saussure).

Tabela 1. Inseticidas utilizados nos bioensaios de toxicidade com adultos das vespas predadoras *P. sylveirae*, *P. scutellaris* e *P. exigua* (Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento 2006).

Inseticida ¹	Nome comercial	Grupo químico	Empresa	Dosagens (mg de i.a./mL calda)	
				Dose	Subdose
Betaciflutrina 50 CE	Turbo	Piretróide	Bayer Crop Science	0,009	0,005
Cartape 500 PS	Cartap BR 500	Nereistoxina	Iharabras S.A.	1,500	0,750
Cipermetrina 200 CE	Arrivo 200 CE	Piretróide	FMC Química do Brasil	0,040	0,020
Clorpirifós 480 CE	Lorsban 480 BR	Organofosforado	Dow Agrosciences	3,000	1,500
Deltametrina 25 CE	Decis 25 CE	Piretróide	Bayer Crop Science	0,013	0,006
Esfenvalerato 25 CE	Sumidan 25 CE	Piretróide	Sumitomo Chemical do Brasil	0,003	0,002
Etiom 500 CE	Ethiom 500	Organofosforado	Bayer Crop Science	1,563	0,781
Fenitrotiom 500 CE	Sumithion 500 CE	Organofosforado	Sumitomo Chemical do Brasil	2,500	1,250
Fenpropratrina 300 CE	Danimen 300 CE	Piretróide	Sumitomo Chemical do Brasil	0,244	0,122
Permetrina 500 CE	Ambush 500 CE	Piretróide	Syngenta Proteção de Cultivos	0,156	0,078
Zetacipermetrina 400 CE	Fury 400 CE	Piretróide	FMC Química do Brasil	0,006	0,003

¹ Ingrediente ativo/ concentração (g do i.a./ L ou Kg do p.c.)/ formulação (SC- suspensão concentrada, CE – concentrado emulsionável, PS – pó solúvel).

Tabela 2. Mortalidade (%) de adultos das vespas predadoras *P. sylveirae*, *P. scutellaris* e *P. exigua* em função de duas doses de onze inseticidas utilizados no controle de *L. coffeella*.

Inseticidas	Mortalidade (%) ¹					
	<i>P. sylveirae</i>		<i>P. scutellaris</i>		<i>P. exigua</i>	
	Dose	Subdose	Dose	Subdose	Dose	Subdose
Clorpirifós	100,00 ± 0,00 aAa	100,00 ± 0,00 aAa	100,00 ± 0,00 aAa	100,00 ± 0,00 aAa	100,00 ± 0,00 aAa	100,00 ± 0,00 aAa
Fenitrotiom	100,00 ± 0,00 aAa	100,00 ± 0,00 aAa	100,00 ± 0,00 aAa	100,00 ± 0,00 aAa	100,00 ± 0,00 aAa	100,00 ± 0,00 aAa
Fenpropratrina	100,00 ± 0,00 aAa	100,00 ± 0,00 aAa	100,00 ± 0,00 aAa	100,00 ± 0,00 aAa	95,76 ± 4,24 aAa	81,99 ± 12,99 aBa
Permetrina	100,00 ± 0,00 aAa	100,00 ± 0,00 aAa	100,00 ± 0,00 aAa	95,29 ± 2,74 aAa	98,03 ± 1,97 aAa	66,77 ± 4,70 bBb
Etiom	100,00 ± 0,00 aAa	98,02 ± 1,98 aAa	73,13 ± 20,75 aBb	13,38 ± 10,57 bCb	100,00 ± 0,00 aAa	94,99 ± 2,89 aAa
Cartape	65,53 ± 9,16 aBb	48,03 ± 6,34 aCb	100,00 ± 0,00 aAa	100,00 ± 0,00 aAa	100,00 ± 0,00 aAa	95,74 ± 2,48 aAa
Cipermetrina	89,45 ± 1,17 aAa	74,11 ± 2,23 aBa	100,00 ± 0,00 aAa	47,98 ± 9,51 bBb	5,86 ± 4,74 aBb	6,63 ± 6,63 aCc
Deltametrina	90,18 ± 3,74 aAa	43,75 ± 15,84 bCa	80,00 ± 7,07 aBa	47,14 ± 10,33 bBa	24,17 ± 7,54 aBb	9,59 ± 6,30 aCb
Betaciflutrina	37,16 ± 14,26 aCa	31,04 ± 9,79 aCa	45,19 ± 8,03 aCa	25,16 ± 19,69 bCa	14,63 ± 9,17 aBb	0,89 ± 0,89 aCb
Zetacipermetrina	4,77 ± 2,76 aDb	0,00 ± 0,00 aDa	47,18 ± 2,73 aCa	0,00 ± 0,00 bDa	0,00 ± 0,00 aBb	0,00 ± 0,00 aCa
Esfenvalerato	1,58 ± 0,91 aDa	2,87 ± 1,69 aDa	0,00 ± 0,00 aDa	0,00 ± 0,00 aDa	12,62 ± 4,63 aBa	0,00 ± 0,00 aCa

¹ As médias seguidas pela mesma letra minúsculas na linha (para comparação entre dose e subdose de cada inseticida para cada espécie), maiúsculas na coluna (para comparação entre inseticidas) ou minúsculas e itálico na linha (para comparação entre tolerância das espécies a uma mesma concentração de cada inseticida), não diferem, entre si, pelo teste de Scott - Knott a $P < 0,05$.

Os possíveis mecanismos de seletividade fisiológica desses inseticidas não se encontram devidamente esclarecidos devido à falta de estudos bioquímicos e fisiológicos que possam elucidar tais mecanismos. A seletividade dos piretróides aos Vespidae pode estar associada à baixa taxa de penetração no integumento (Guedes 1999), alterações no sítio de ação destes compostos e/ou a alta taxa de metabolização do inseticida (Yu 1988). A taxa de penetração do inseticida no integumento da vespa é resultante da relação entre a afinidade do inseticida com a espessura e composição química da cutícula. Assim, considerando que a lipofilicidade é inversamente proporcional à solubilidade do inseticida na água, compostos lipofílicos geralmente penetram em maiores taxas no corpo do inseto, dada a semelhança com sua cutícula (Leite *et al.* 1998). Alterações nos canais de sódio mudando a sensibilidade das enzimas (Na-K)-ATPase e Mg₂-ATPase podem também ser responsáveis pela redução da ação neurotóxica desses inseticidas (Zhao *et al.* 1992, Leng & Xiao 1995). Da mesma forma, a metabolização dos piretróides por oxidases microsossomais e esterases pode acarretar maior destoxificação destes inseticidas no corpo das vespas (Yu 1988).

A diferença na sensibilidade dos Vespidae predadores encontradas neste trabalho entre a fenpropatrina e permetrina (não seletivos) em relação a cipermetrina, esfenvalerato, betaciflutrina, zetacipermetrina e deltametrina (seletivos), possivelmente está relacionada aos pesos moleculares destes compostos. Substâncias com pesos moleculares menores possuem maior capacidade de penetração na cutícula do inseto (Stock & Holloway 1993). Suportando esta hipótese podemos observar os menores pesos moleculares da fenpropatrina (349,0) e permetrina (391,3) em relação aos pesos moleculares da cipermetrina (416,3), esfenvalerato (419,91), betaciflutrina (453,3), zetacipermetrina (459,9) e deltametrina (505,2) (Berg *et al.* 2003).

Os organofosforados, exceto o etiom na subdose em relação a *P. scutellaris*, não foram seletivos em favor dos Vespidae predadores nas duas doses testadas. A utilização de inseticidas organofosforados em cafezais para o controle de *L. coffeella* reduz o número de minas predadas por Vespidae (Carvalho *et al.* 2004). Gusmão *et al.* (2000) estudando a seletividade de inseticidas a vespas predadoras de *L. coffeella* verificaram elevada toxicidade de organofosforados à *P. versicolor versicolor*, *Apoica pallens* (Fabricius) e *Brachygastra lecheguana* (Latreille). Frago *et al.* (2001) observaram elevada mortalidade dos Vespidae *B. lecheguana*, *P. exigua* e *Polybia paulista* (Ihering) quando expostos ao clorpirifós nas concentrações obtidas a partir da estimativa das CL₅₀ para *L. coffeella*.

A alta toxicidade dos organofosforados às vespas predadoras pode estar relacionada à atividade pró-

inseticida deste grupo. Ao penetrar no organismo estes compostos sofrem reações e passam a formas mais tóxicas. Outro fator possivelmente relacionado à toxicidade dos organofosforados está no caráter lipofílico de alguns inseticidas associado à espessura e composição lipídica da cutícula dos insetos. Esta relação é responsável pela penetração do produto na cutícula e translocação até o alvo de ação (Leite *et al.* 1998). Os compostos lipofílicos apresentam maior afinidade com a cutícula do inseto e são mais facilmente absorvidos e translocados até o sítio de ação. Esta hipótese se baseia na baixa solubilidade em água dos inseticidas etiom (0,6 ppm), clorpirifós (2 ppm) e fenitrotion (21 ppm) (Kidd & James 1991, Berg *et al.* 2003).

As elevadas mortalidades causadas por clorpirifós, fenitrotion e fenpropatrina aos três predadores, mantiveram-se as mesmas quando se utilizou a metade das doses. Dessa forma, infere-se que além do alto impacto desses inseticidas no momento da aplicação, este efeito persiste mesmo após a decomposição de metade dos princípios ativos. Galvan *et al.* (2002) verificaram resultados semelhantes em relação às vespas *P. sylveirae*, *B. lecheguana* e *P. exigua* para os inseticidas fenitrotion e fenpropatrina. Gusmão *et al.* (2000) também verificaram a manutenção de elevadas mortalidades às vespas *B. lecheguana*, *A. pallens* e *P. versicolor versicolor* com a redução pela metade da concentração do clorpirifós.

As altas mortalidades causadas por etiom, cipermetrina e deltametrina a *P. scutellaris*; deltametrina a *P. sylveirae* e permetrina a *P. exigua* decresceram quando se utilizou metade das doses. Portanto, estes inseticidas apresentam alto impacto aos Vespidae no momento da aplicação e seus efeitos são reduzidos com a decomposição de metade da concentração dos princípios ativos. Gusmão *et al.* (2000) verificaram redução das mortalidades de *A. pallens* e *P. versicolor versicolor* com a decomposição destes princípios ativos pela metade. Galvan *et al.* (2002) verificaram redução da toxicidade da deltametrina a *P. sylveirae* com a metade do princípio ativo deste composto.

P. exigua foi mais tolerante aos piretróides fenpropatrina, permetrina, cipermetrina, deltametrina e betaciflutrina; *P. scutellaris* ao organofosforado etiom e *P. sylveirae* a nereistoxina cartape. Moura *et al.* (2000) trabalhando com seletividade de inseticidas a vespas predadoras, verificaram que *P. scutellaris* é mais tolerante ao organofosforado fenitrotion do que *P. sylveirae*, sendo esta última espécie cerca de duas vezes mais tolerantes ao cartape do que *P. scutellaris*. Galvan *et al.* (2002) verificaram que *P. exigua* é mais tolerante a deltametrina do que *P. sylveirae*.

Semelhantemente aos mecanismos que conferem seletividade aos inseticidas, a tolerância dos Vespidae predadores pode estar associada à menor taxa de penetração no integumento, maior taxa de metabolização do composto e/ou a alterações no sítio

de ação dos inseticidas. Assim, as enzimas oxidases microsossomais e esterases, e alterações nos canais de sódio de *P. exigua* podem estar relacionadas com sua maior tolerância aos piretróides (Yu 1988, Leng & Xiao 1995). A metabolização do etiom por enzimas monooxigenases dependentes de citocromo P450 presentes em *P. scutellaris* pode estar associado à tolerância desse Vespidae. Essas enzimas normalmente detoxificam compostos lipofílicos, transformando-os em metabólitos polares, possibilitando sua excreção (Brattsten et al. 1986). Alterações na enzima acetilcolinesterase no corpo de *P. scutellaris* e/ou à alta velocidade com que a enzima catalisa a hidrólise do neurotransmissor acetilcolina podem também ser responsáveis pela tolerância desse Vespidae ao etiom (Silver et al. 1995).

Os mecanismos envolvidos na tolerância de insetos a inseticidas derivados da neirestoxina são menos estudados. Entretanto, por estes compostos agirem com antagonistas da acetilcolina competindo com ela por seus receptores (Eto 1990), mudanças nos receptores deste neurotransmissor podem estar associadas à tolerância de *P. sylveirae* ao cartape. Siqueira et al. (2000) sugerem o envolvimento de monooxigenases dependentes de citocromo P450 na resistência de *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) ao cartape. Segundo estes autores as enzimas glutationa-S-transferases e esterases apresentam um papel secundário na resistência de *T. absoluta* a este inseticida.

Uma vez determinada a necessidade de controle *L. coffeella* através da amostragem, a escolha do produto deve levar em consideração a eficácia no controle de *L. coffeella* e a seletividade aos Vespidae predadores, uma vez que estes são os principais agentes controladores da densidade populacional desta praga. As diferenças na tolerância das espécies de vespas aos inseticidas mostram a importância da correta identificação dos Vespidae encontrados no agroecossistema cafeeiro. De uma forma geral, os piretróides foram seletivos a *P. sylveirae*, *P. scutellaris* e *P. exigua*; etiom a *P. scutellaris* e cartape a *P. sylveirae*. Espera-se que a seletividade destes inseticidas seja maior no campo, haja visto que a exposição das vespas aos inseticidas em condições naturais é menor. Assim, com intuito de preservar os Vespidae estudados, pode-se, uma vez detectada a necessidade de controle, utilizar os produtos etiom, cartape e piretróides (cipermetrina, deltametrina, betaciflutrina, zetacipermetrina e esfenvalerato) em rotação.

Agradecimentos

Ao Prof. Paulo Sérgio Fiuza Ferreira pela ajuda na identificação das espécies. Agradecemos também ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível

Superior (CAPES) e ao PNP&D/Café pelo financiamento do projeto e pelas bolsas concedidas.

Literatura Citada

- Abbott, W.S. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. J. Econ. Entomol. 18: 265-267.
- Bacci, L., M.C. Picanço, M.R. Gusmão, A.L.B. Crespo & E.J.G. Pereira. 2001. Seletividade de inseticidas a *Brevicoryne brassicae* (L.) (Hemiptera: Aphididae) e ao predador *Doru luteipes* (Scudder) (Dermaptera: Forficulidae). Neotrop. Entomol. 30: 707-713.
- Berg, G.L., C. Sine, R.T. Meister & J. Poplyk. 2003. Farm Chemicals Handbook. Willoughby, Meister, 1000p.
- Brattsten, L.B., C.W. Jr. Holyoke, J.R.L. Per & K.F. Raffa. 1986. Insecticide resistance: challenge to pest management and basic research. Science 231: 1255-1260.
- Campos, O., G.B. Decazy & E. Carrillo. 1989. Dinámica poblacional del minador de la hoja del caféto *Leucoptera coffeella* y sus enemigos naturales en la Zona de Nuevo San Carlos, Retalhuleu, Guatemala. Turrialba 39: 393-399.
- Carvalho, G.A., J.C. Miranda, F.Z. Vilela, A.P. Moura & J.C. Moraes. 2004. Impacto de inseticidas sobre vespas predadoras e parasitóides e sua eficiência no controle de *Leucoptera coffeella* (Guérin-Mèneville & Perrottet, 1842) (Lepidoptera: Lyonetiidae) Arq. Inst. Biol. 71: 63-70.
- Eto, M. 1990. Biochemical mechanisms of insecticidal activities, p.41-66. In W.S. Bowers, W. Ebing & D. Martin (eds.), Chemistry of Plant Protection. Berlin, Spring-Verlag.
- Fragoso, D.B., P.F. Jusselino, R.N.C. Guedes & R. Proque. 2001. Seletividade de inseticidas a vespas predadoras de *Leucoptera coffeella* (Guér.-Mènev) (Lepidoptera: Lyonetiidae). Neotrop. Entomol. 30: 139-143.
- Gallo, D., O. Nakano, S. Silveira-Neto, R.P.L. Carvalho, G.C. Baptista, E. Berti-Filho, J.R.P. Parra, S.B. Alves, J.D. Vendramin, L.C. Marchini, J.R.S. Lopes & C. Omoto. 2002. Manual de Entomologia Agrícola. Piracicaba, FEALQ, 649p.
- Galvan, T.L., M.C. Picanço, L. Bacci, E.J.G. Pereira & A.L.B. Crespo. 2002. Seletividade de oito inseticidas a predadores de lagartas em citros. Pesqu. Agropecu. Bras. 37: 117-122.
- Gonring, A.H.R., M.C. Picanço, M.F. Moura & L. Bacci. 1999. Seletividade de inseticidas, utilizados no controle de *Grapholita molesta* (Busch) (Lepidoptera: Olethreutidae) em pêssego a Vespidae predadores. An. Soc. Entomol. Bras. 28: 301-306.
- Guedes, R.N.C. 1999. Resistência de insetos a inseticidas, p.101-107. In L. Zambolim (ed.), I Encontro sobre manejo de doenças e pragas. Viçosa, UFV, 146p.

- Guedes, R.N.C. & D.B. Fragoso. 1999. Resistência a inseticidas: Bases gerais, situação e reflexões sobre o fenômeno em insetos-praga do cafeeiro, p.99-120. In L. Zambolim (ed.), I Encontro sobre produção de café com qualidade. Viçosa, UFV, 259p.
- Gusmão, M.R., M.C. Picanço, A.H.R. Gonring & M.F. Moura. 2000. Seletividade fisiológica de inseticidas a Vespidae predadores do bicho mineiro do cafeeiro. *Pesqu. Agropecu. Bras.* 35: 681-686.
- Kay, I.R. & P.J. Collins. 1987. The problem of resistance to insecticides in tropical insect pests. *Insect Sci. Appl.* 8: 715-721.
- Kidd, H. & D.R. James. 1991. (eds.) *The Agrochemicals Handbook*. Cambridge, Royal Society of Chemistry Information Services.
- Leite, G.L.D., M.C. Picanço, R.N.C. Guedes & M.R. Gusmão. 1998. Selectivity of insecticides with and without mineral oil to *Brachygastra lecheguana* (Hymenoptera: Vespidae): a predator of *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). *Ceiba* 39: 3-6.
- Leng, X.F. & D.Q. Xiao. 1995. Effect of deltamethrin on protein phosphorylation of housefly brain synaptosomes. *Pestic. Sci.* 44: 88-89.
- Matiello, J.B. 1991. *O café: do cultivo ao consumo*. São Paulo, Globo, 320p.
- Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 2006. *Agrofit*. Brasília. Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>.
- Moura, M.F., M.C. Picanço, A.H.R. Gonring & C.H. Bruckner. 2000. Seletividade de inseticidas a três Vespidae predadores de *Dione juno juno* (Lepidoptera: Heliconidae). *Pesqu. Agropecu. Bras.* 35: 251-257.
- Parra, J.R.P., W. Gonçalves, S. Gravena & A.R. Marconato. 1977. Parasitos e predadores do bicho mineiro do cafeeiro *Perileucoptera coffeella* (Guérin-Méneville, 1842). *An. Soc. Entomol. Bras.* 6: 138-143.
- Pedigo, L.P. 1999. *Entomology and pest management*. New York, Macmillan, 691p.
- Reis, P.R. & J.C. Souza. 1996. Manejo integrado do bicho-mineiro *Perileucoptera coffeella* (Guérin-Méneville) (Lepidoptera: Lyonetiidae) e seu reflexo na produção de café. *An. Soc. Entomol. Bras.* 25: 77-82.
- Scott, A.J. & M.A. Knott. 1974. A cluster analyses method for grouping means in the analyses of variance. *Biometrics* 30: 507-512.
- Silver, A.R.J., H.F. Van Emden & M. Battersby. 1995. A biochemical mechanism of resistance to pirimicarb in two glasshouse clones of *Aphis gossypii*. *Pestic. Sci.* 43: p.21-29.
- Siqueira, H.A.A., R.N.C. Guedes & M.C. Picanço. 2000. Cartap resistance and synergism in populations of *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). *J. Appl. Entomol.* 124: 233-238.
- Souza, J.C., P.R. Reis & R.L.O. Rigitano. 1998. Bicho-mineiro-do-cafeeiro: Biologia, danos e manejo integrado. Belo Horizonte, Epamig, 48p.
- Stock, D., P.J. Holloway. 1993. Possible mechanisms for surfactant-induced foliar uptake of agrochemicals. *Pestic. Sci.* 38: 165-177.
- Tuelher, E.S., E.E. Oliveira, R.N.C. Guedes & L.C. Magalhães. 2003. Ocorrência de bicho-mineiro do cafeeiro (*Leucoptera coffeella*) influenciada pelo período estacional e pela altitude. *Acta Sci.* 25: 119-124.
- Yu, S.J. 1988. Selectivity of insecticides to the spined bug (Heteroptera: Pentatomidae) and its lepidopterous prey. *J. Econ. Entomol.* 81: 119-122.
- Zhao, W.Q., G.L. Feng, Y.Q. Sun & Y.S. Shao. 1992. An important resistance mechanism of housefly to DDT and pyrethroids-CSN insensitivity. *Acta Entomol.* 35: 393-398.