

CROP PROTECTION

Impacto Causado por Deltametrina em Coleópteros de Superfície do Solo Associados à Cultura do Milho em Sistemas de Plantio Direto e Convencional

RÚBIA A. ARAÚJO, CÉSAR A. BADJI, ALBERTO S. CORRÊA, JAMILE A. LADEIRA E RAUL N.C. GUEDES

Depto. Biologia Animal, Universidade Federal de Viçosa, 36571-000, Viçosa, MG

Neotropical Entomology 33(3):379-385 (2004)

Deltamethrin Impact in Soil Surface Coleoptera Associated with Maize Crop in no Tillage and Conventional Plantation Systems

ABSTRACT - Deltamethrin is one of the most frequently used insecticide in Brazilian maize fields aiming to control the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* J.E. Smith (Lepidoptera: Noctuidae). Despite the fact that the toxicology of this insecticide is well known, there is little information about its impact on Neotropical Coleoptera. Therefore our objective was to evaluate the deltamethrin effect on the Coleoptera assemblage associated with maize crops. The treatments used were conventional and no tillage cultivation with or without deltamethrin sprays. There was significant effect of the cultivation system on the species assemblage selected for analysis. The effect of deltamethrin was only detected in the conventional cultivation system, while no significant effect of insecticide spraying was observed on the Coleoptera assemblage associated with the maize crop, suggesting a buffer effect provided by this cultivation system in the impact caused by the insecticide.

KEY WORDS: Insecticide impact, pyrethroid, *Zea mays*

RESUMO - A deltametrina é um dos inseticidas mais usados em cultivos de milho no Brasil visando o controle da lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda* J.E. Smith (Lepidoptera: Noctuidae). Apesar de esse inseticida ser muito bem conhecido sob o aspecto toxicológico, pouco se sabe sobre seu impacto em coleópteros neotropicais. Assim sendo, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do inseticida deltametrina na comunidade de coleópteros associados a cultivos de milho. Os tratamentos usados foram os sistemas de plantio convencional e plantio direto com a aplicação ou não de deltametrina. O sistema de plantio afetou o conjunto de espécies selecionadas para análise. Foi detectado efeito significativo da deltametrina apenas no sistema de plantio convencional enquanto que no sistema de plantio direto, a aplicação do inseticida não afetou de forma significativa a comunidade de coleópteros presentes no milho, sugerindo um efeito mitigador exercido por esse sistema de plantio no impacto causado pelo inseticida.

PALAVRAS-CHAVE: Impacto de inseticida, piretróide, *Zea mays*

A cultura do milho é de expressiva importância econômica e diversos problemas podem ocorrer durante o cultivo, dentre eles o aparecimento de insetos-praga. Entre as principais pragas do milho pode-se citar a lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda* J.E. Smith (Lepidoptera: Noctuidae) (Cruz *et al.* 1986). Como na maioria das culturas comerciais, é comum o uso de inseticidas para assegurar a boa produtividade na cultura do milho. Efeitos do uso de agrotóxicos de forma geral nos agroecossistemas vêm sendo objeto de estudos principalmente no que tange aos impactos sobre organismos não-alvos. No milho, Stinner *et al.* (1986) avaliaram o efeito de inseticidas utilizados no controle da *Diabrotica* sp. sob diferentes sistemas de manejo de solo em artrópodes não-alvos entre eles coleópteros predadores (Carabidae e Staphylinidae) e detritívoros (Nitidulidae). O

estudo, desenvolvido em área de clima temperado, mostrou mais efeito do sistema de manejo do solo sobre a comunidade de artrópodes do que dos inseticidas (organofosforados e carbamatos).

Outros estudos têm mostrado impacto significativo de inseticidas sobre componentes não-alvos do agroecossistema, como os inimigos naturais de pragas e os detritívoros, que são populações importantes na manutenção de sua estrutura (Longley & Sotherton 1997, Landis & Yu 1999, Holland *et al.* 2000, Margni *et al.* 2002). Em coleópteros, muitos estudos têm focado o efeito de pesticidas e de sistemas de manejo (sistemas de plantio, rotação de cultura, tipo de cultura) sobre predadores Carabidae (Ellsbury *et al.* 1998, Varchola & Dunn 1999, Irmiler 2003). Outros estudos como o de Perner & Malt (2003) mostraram que há um efeito

da forma de manejo do agroecossistema na composição dos coleópteros avaliados por armadilhas *pitfall*.

A deltametrina é um inseticida de amplo espectro recomendado para o controle da lagarta-do-cartucho (Andrei 1999). É de uso freqüente na Zona da Mata Mineira e sua aplicação é feita no período crítico que ocorre do 25º até o 60º dia após a emergência (Zucchi *et al.* 1993). No entanto, poucos estudos foram realizados para avaliar o impacto causado por esse inseticida sobre artrópodes não-alvos, como os coleópteros da superfície do solo, principalmente em condições tropicais. Da mesma forma que os inseticidas, o sistema de plantio pode também afetar a comunidade de artrópodes associados ao cultivo agrícola (Guedes & Guedes 2001). Essa prática propicia a manutenção de resíduos na superfície do solo e, assim, controla a erosão, reduz a degradação do solo e do meio ambiente (Lal 2000). Como o sistema de plantio influencia a composição da comunidade de plantas presentes no agroecossistema (van Emden & Williams 1974), ele pode afetar indiretamente os coleópteros do solo, predadores e detritívoros, pela qualidade e quantidade de refúgio ou fonte de alimento presente (Southwood *et al.* 1979, Guedes & Guedes 2001). Coleópteros do solo, por sua vez, são importantes na regulação de população de artrópodes fitófagos e podem afetar a taxa de decomposição da matéria orgânica do solo e absorção de nutrientes pelas plantas (Guedes & Guedes 2001). Portanto, o objetivo deste trabalho foi determinar o efeito da deltametrina e do sistema de plantio (direto e convencional) na fauna de coleópteros de superfície do solo não-alvos da aplicação do inseticida, na cultura de milho.

Material e Métodos

O estudo foi realizado no município do Coimbra, MG (20° 51' 24"S, 42° 48' 10"W) em solo classificado como "podzólico vermelho-amarelo distrófico fase terraço" (Resende *et al.* 1988). O experimento foi realizado na época da safra. O milho (híbrido AG 1051) foi semeado no dia 26 de janeiro de 2001 no espaçamento 0,9 x 0,2 m (i.e., 55.000 plantas/ha). As parcelas contendo os tratamentos tinham 40 x 15 m e eram separadas entre elas por bordas de 5 m. Os tratamentos foram estabelecidos em arranjo fatorial 2 x 2 [dois sistemas de plantio: direto e convencional; dois níveis de deltametrina: zero e 5 g i.a./ha (200 ml de Decis 25 CE)]. As duas áreas contíguas dos dois sistemas de plantio tinham recebido por oito anos as mesmas culturas nas mesmas épocas. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com três repetições. Práticas recomendadas em culturas comerciais foram seguidas para se ter uma idéia mais precisa do que poderia acontecer com a comunidade de coleópteros na região. Assim, o inseticida foi aplicado mediante monitoramento prévio até que fosse atingido o nível de ação para controle da lagarta-do-cartucho. A aplicação foi feita com 40% das plantas apresentando folhas com danos causados pela lagarta sendo o nível de controle fixado em 20% (Nakano *et al.* 1981). Nas parcelas que recebiam a aplicação inseticida, as duas primeiras linhas da borda não eram tratadas.

A deltametrina foi aplicada uma única vez, 27 dias após a semeadura, para controlar *S. frugiperda*. A pulverização foi

realizada com um trator na velocidade 6 km/h e com pressão de 3 bar numa barra de 10 bicos de jato cônicos (XR80015 Teejet; Teejet South America, SP) para a obtenção de uma calda de 150 l/ha. A disposição dos bicos de jato cônico de pulverização na barra foi feita para que eles ficassem em cima dos cartuchos do milho em cada fileira de plantio. Esse procedimento foi feito para que a aplicação atingisse apenas o alvo da aplicação inseticida, no caso a lagarta-do-cartucho, e minimizar os efeitos adversos da deltametrina.

O impacto do inseticida nas comunidades de coleópteros da superfície do solo presentes nos dois sistemas de plantio foi avaliado pelo número de insetos capturados nas armadilhas do tipo *pitfall* dispostas no meio das parcelas experimentais. Oito amostragens foram realizadas para a avaliação dos coleópteros em cada parcela: duas antes da aplicação do inseticida (oito e três dias antes) e seis depois (1, 5, 17, 34, 54 e 74 dias depois). Os coleópteros da superfície do solo foram amostrados utilizando-se três armadilhas do tipo *pitfall* em cada parcela (Frampton & Çilgi 1996). As armadilhas de 32 cm de diâmetro permaneciam por 48h no campo antes da coleta dos insetos. Os coleópteros foram identificados até o nível de família e, quando possível, nível de sub-família, gênero ou espécie usando-se chaves taxonômicas e a coleção do museu de entomologia da Universidade Federal de Viçosa.

Os dados obtidos foram transformados para log (x+1) visando a homogeneização das variâncias. A análise de variáveis canônicas foi usada para verificar o efeito dos sistemas de plantio e da aplicação de inseticida na estrutura das comunidades (PROC CANDISC; SAS Institute 2001). Como havia espécies presentes em pequeno número, foram incluídas nas análises estatísticas apenas aquelas selecionadas pelo procedimento STEPDISC do SAS Institute (2001). As espécies foram selecionadas de acordo com dois critérios coincidentes no presente caso: 1) o nível de significância do teste F na análise de covariância, onde as espécies escolhidas agem como covariáveis e os tratamentos são as variáveis dependentes; e 2) a correlação parcial quadrada para prever os tratamentos a partir das espécies, já controlando os efeitos das espécies selecionadas no modelo (SAS Institute 2001). As diferenças entre os tratamentos na abundância dos coleópteros selecionados foram determinadas pela análise de variância por medida repetida (PROC ANOVA com especificação PROFILE; SAS institute 2001) considerando a data de amostragem como a medida repetida. Esta foi usada porque os artrópodes eram amostrados várias vezes na mesma área (Green 1993, Paine 1996).

Resultados

O total de 22 espécies foi coletado (Tabela 1), sendo selecionadas as mais relevantes para explicar a variância. Dez espécies foram selecionadas para análise adicional (Tabela 2).

A análise das variáveis canônicas CVA para sistema de plantio (convencional e plantio direto) e aplicação de inseticida (com ou sem aplicação de deltametrina) indicou diferenças significativas entre os tratamentos, considerando a

Tabela 1. Coleópteros coletados em armadilhas *pitfall* em cultura milho. [Frequência (%) = (número de amostras com a espécie / número total de amostras) x 100]

Coleoptera	Guilda	Abundância (media ± EPM do numero de indivíduos / armadilha)				Frequência (%)
		Plantio convencional		Plantio direto		
		Sem inseticida	Com inseticida	Sem inseticida	Com inseticida	
Anthribidae	Fitófago	0,03 ± 0,03	0,03 ± 0,02	0	0,01 ± 0,01	2,10
Carabidae (espécie 1)	Predador	0	0,03 ± 0,03	0	0	0,42
<i>Galenta ruficollis</i> Dejean (Carabidae)	Predador	0,03 ± 0,02	0	0,03 ± 0,03	0	1,26
<i>Harpalus</i> spp. (Carabidae)	Predador	0,01 ± 0,01	0	0,03 ± 0,01	0	1,26
<i>Diabrotica</i> sp. (Chrysomelidae)	Fitófago	0	0	0,02 ± 0,02	0,01 ± 0,01	0,84
<i>Megacephala brasiliensis</i> Kirby (Cicindelidae)	Predador	0,08 ± 0,05	0,01 ± 0,01	0,03 ± 0,02	0	2,52
<i>Cryptolestes ferrugineus</i> (Stephens) (Cucujidae)	Fitófago	0,29 ± 0,06	0,35 ± 0,07	0,04 ± 0,02	0,04 ± 0,04	13,02
<i>Lagria villosa</i> Fabr. (Lagriidae)	Detritívoro	0,01 ± 0,01	0,01 ± 0,01	0,02 ± 0,02	0	1,26
Nitidulidae (espécie 1)	Detritívoro	3,64 ± 0,46	3,37 ± 0,29	0,98 ± 0,08	0,90 ± 0,14	65,12
Nitidulidae (espécie 2)	Detritívoro	0,87 ± 0,061	0,87 ± 0,17	0,26 ± 0,04	0,32 ± 0,07	35,71
Nitidulidae (espécie 3)	Detritívoro	0,11 ± 0,03	0,01 ± 0,01	0,02 ± 0,02	0	2,95
Nitidulidae (espécie 4)	Detritívoro	0,06 ± 0,04	0	0	0,02 ± 0,02	1,26
Nitidulidae (espécie 5)	Detritívoro	0,17 ± 0,14	0	0	0	2,10
Nitidulidae (espécie 6)	Detritívoro	0,26 ± 0,10	0,11 ± 0,05	0	0,01 ± 0,01	5,46
<i>Geniates dispar</i> (Scarabaeidae)	Fitófago	0,06 ± 0,06	0,18 ± 0,06	0	0,08 ± 0,03	5,04
<i>Neothyreus brasiliensis</i> Howden (Scarabaeidae)	Fitófago	0,01 ± 0,01	0	0	0	0,42
Rutelinae (Scarabaeidae)	Fitófago	0	0,10 ± 0,05	0,03 ± 0,02	0	2,52
<i>Xyleborus</i> sp. (Scolytidae)	Fitófago	2,76 ± 0,17	0,27 ± 0,38	2,15 ± 0,17	2,17 ± 0,26	76,89
Staphylinidae (espécie 1)	Predador	0	0,03 ± 0,02	0	0	0,84
<i>Paederus</i> sp. (Staphylinidae)	Predador	0,08 ± 0,06	0	0,02 ± 0,02	0	1,26
Pselaphinae (Staphylinidae)	Predador	0,01 ± 0,01	0	0	0	0,42
Tenebrionidae	Fitófago	0,24 ± 0,06	0,15 ± 0,04	0	0,05 ± 0,02	8,82

composição e a abundância das espécies (Wilks' lambda = 0,312; F = 3,97; $gl_{(num,den)} = 30/244,3$; P < 0,0001). Dois eixos canônicos foram significativos (P < 0,0001 e P = 0,02) dentre os três eixos calculados (Tabela 3). Baseando-se no coeficiente canônico (entre estrutura canônica), as espécies que mais contribuíram para a divergência entre os tratamentos no eixo 1 foram Nitidulidae (espécies 1, 2 e 6); *Cryptolestes ferrugineus* Stephens (Cucujidae) e Tenebrionidae. No eixo 2, Staphylinidae (espécie 1) e Rutelinae (Scarabaeidae) contribuíram negativamente na explicação do conjunto dos dados (Tabela 3). O diagrama de ordenação derivado da análise das variáveis canônicas foi feito com os dois primeiros eixos canônicos significativos que juntos explicam 96% do total da variância avaliada. O diagrama mostrou clara e significativa distinção entre os sistemas de plantio, mas o impacto da deltametrina variou com o sistema de plantio (Fig. 1). A aplicação de deltametrina não afetou o conjunto de coleópteros associados ao milho no sistema de plantio direto, diferente

do que ocorreu no sistema convencional (Fig. 1).

Os dados da análise de medida repetida permitiram a interpretação do comportamento individual de cada espécie selecionada em relação ao impacto causado pelo inseticida e a influência do sistema de plantio. O sistema de plantio afetou significativamente Nitidulidae (espécie 1) (F = 32,71; P = 0,0012), *C. ferrugineus* (F = 13,14; P = 0,01), Tenebrionidae (F = 26,28; P = 0,0022) e Nitidulidae (espécie 6) (F = 10,00; P = 0,02). O inseticida, afetou significativamente apenas Nitidulidae (espécie 1) (F = 11,05; P = 0,01) e Tenebrionidae (F = 10,18; P = 0,0091). Nas interações tempo x sistema de plantio e tempo x inseticida, resultados significativos foram encontrados em Nitidulidae (espécie 1) (F = 7,45; P < 0,001 e F = 3,15; P = 0,0008, respectivamente), *C. ferrugineus* (F = 2,67; P = 0,03 e F = 2,03; P = 0,03, respectivamente) e Nitidulidae (espécie 3) (F = 3,30; P = 0,01 e F = 2,15; P = 0,02, respectivamente).

As espécies que mais contribuíram para a significância dos eixos canônicos apresentaram respostas diferentes à aplicação

Tabela 2. Resumo da seleção STEPWISE visando selecionar as espécies de coleópteros a serem incluídas na análise de variáveis canônicas obtendo-se a máxima discriminação entre os tratamentos.

Passo	Variáveis		R ² parcial	Teste F – da análise de covariância		Correlação quadrada parcial	
	Adicionadas	Retiradas		Valor de F	P	Média correlação quadrada canônica	P
1	Nitidulidae (espécie 1)	-	0,19	7,24	0,0002	0,06	0,0002
2	Nitidulidae (espécie 2)	-	0,17	6,17	0,0007	0,11	< 0,0001
3	Nitidulidae (espécie 6)	-	0,10	3,54	0,01	0,13	< 0,0001
4	<i>C. ferrugineus</i> (Cucujidae)	-	0,09	3,13	0,02	0,15	< 0,0001
5	Tenebrionidae	-	0,14	4,80	0,00	0,18	< 0,0001
6		Nitidulidae (espécie 1)	0,05	1,73	0,16	0,17	< 0,0001
7	Staphylinidae (espécie 1)	-	0,10	3,15	0,02	0,20	< 0,0001
8	Nitidulidae (espécie 3)	-	0,06	2,08	0,10	0,21	< 0,0001
9	Rutelinae (Scarabaeidae)	-	0,12	4,10	0,00	0,25	< 0,0001
10	Nitidulidae (espécie 1)	-	0,07	2,26	0,08	0,27	< 0,0001
11	<i>M. brasiliensis</i> (Cicindelidae)	-	0,06	1,87	0,14	0,29	< 0,0001
12	<i>Paederus</i> sp. (Staphylinidae)	-	0,06	1,82	0,15	0,30	< 0,0001

do inseticida. No sistema de cultivo convencional o uso de deltametrina parece ter levado ao aumento na abundância de *C. ferrugineus*, Rutelinae (Scarabaeidae), Staphylinidae (espécie 1) e um decréscimo na abundância de Tenebrionidae e Nitidulidae (espécie 6) (Fig. 2). A abundância das espécies 1 e 2 de

Tabela 3. Eixos canônicos e seus coeficientes (entre estrutura canônica) relativos ao impacto da deltametrina em coleópteros coletados em dois sistemas de plantio: convencional e plantio direto.

Variáveis (espécies de artrópodes)	Eixos canônicos		
	1	2	3
Nitidulidae (espécie 1)	0,96	-0,22	0,12
Nitidulidae (espécie 2)	0,99	-0,05	-0,08
<i>C. ferrugineus</i> (Cucujidae)	0,96	-0,25	0,05
Tenebrionidae	0,97	0,13	-0,18
<i>M. brasiliensis</i> (Cicindelidae)	0,63	0,62	0,46
Rutelinae (Scarabaeidae)	0,01	-0,85	0,52
Nitidulidae (espécie 3)	0,57	0,67	0,46
Nitidulidae (espécie 6)	0,99	0,10	-0,03
<i>Paederus</i> sp. (Staphylinidae)	0,54	0,76	0,33
Staphylinidae (espécie 1)	0,42	-0,90	-0,02
F	3,97	1,93	0,66
gl (numerador; denominador)	30/244,3	18/168	8/85
P	<0,0001*	0,0164*	0,72
Correlação canônica parcial	0,54	0,27	0,05

*Significância a 5% pelo teste de F.

Nitidulidae não diferiu em função da aplicação do inseticida no sistema de plantio convencional (Fig. 2). Por outro lado, a aplicação do inseticida no sistema de plantio direto reduziu a abundância de Nitidulidae (espécie 1) e Rutelinae (Scarabaeidae) e provocou um aumento substancial na abundância de Nitidulidae (espécies 2 e 6) (Fig. 2). A espécie 1 de Staphylinidae, que é predadora, não foi encontrada no sistema de plantio direto e *C. ferrugineus* não foi influenciada pela aplicação de inseticida no sistema de plantio direto (Fig. 2).

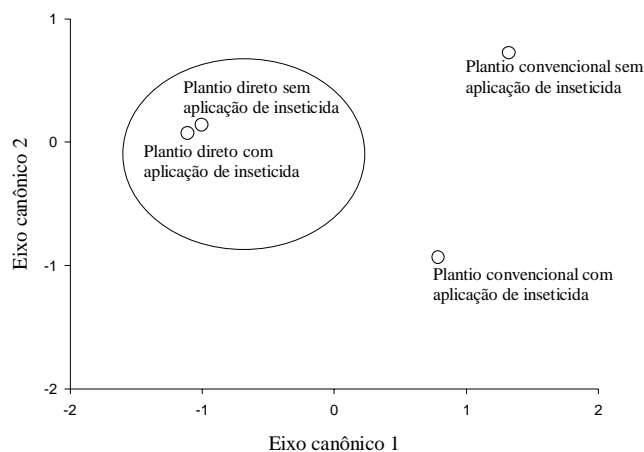


Figura 1. Digrama de Ordenação (CVA) mostrando a discriminação nas parcelas com e sem aplicação de inseticida nos sistemas de plantio convencional e de plantio direto. Tratamentos dentro do mesmo círculo não diferem significativamente pelo teste F ($P < 0.05$), baseado na distância de Mahalanobis entre as médias das classes.

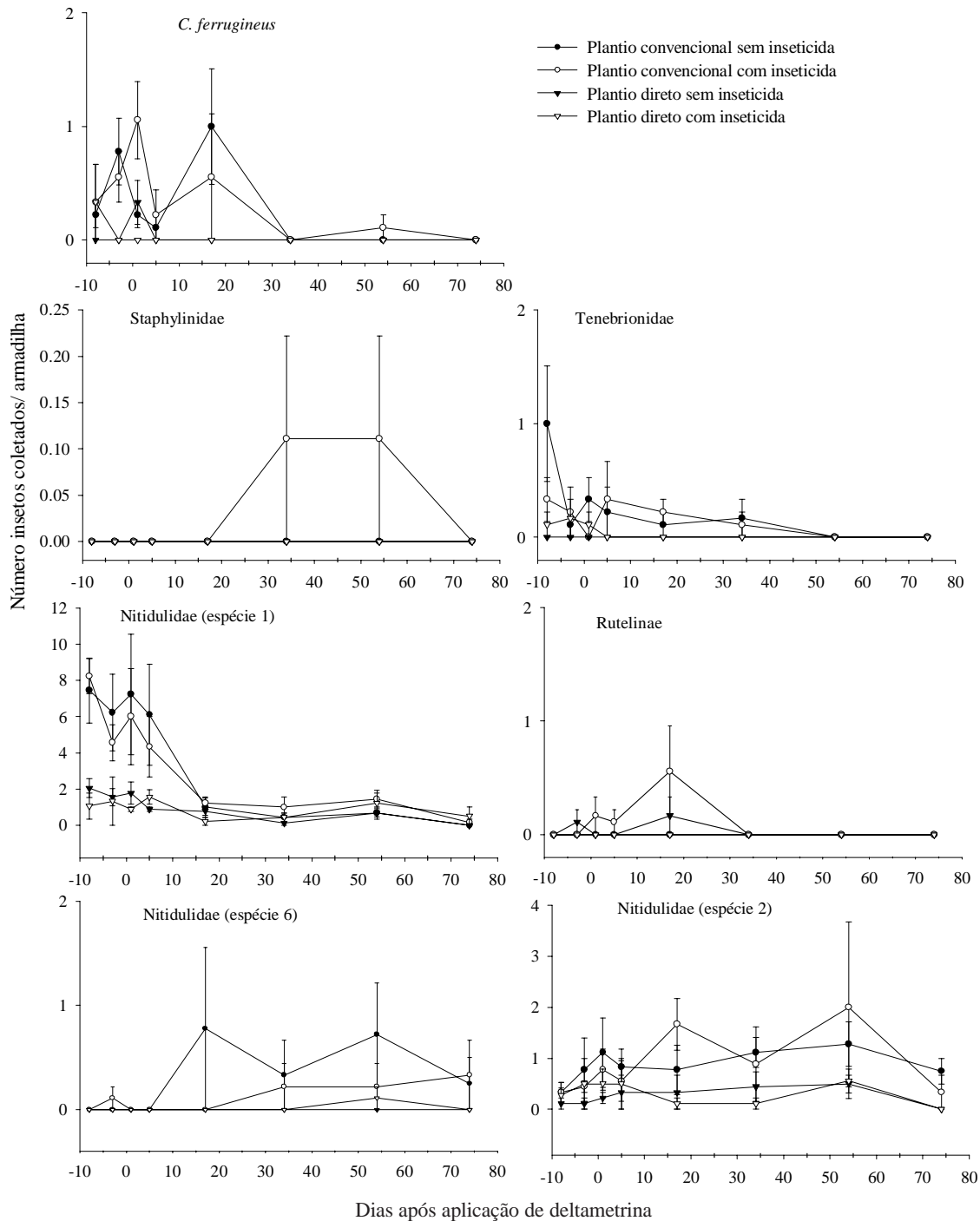


Figura 2. Abundância dos principais coleópteros de superfície de solo (média \pm EPM) coletados na cultura do milho em parcelas sob dois sistemas de plantio, com e sem aplicação de inseticida.

Discussão

Neste trabalho, foi avaliada a comunidade de coleópteros da superfície do solo (fitófagos, inimigos naturais e detritívoros) associada ao agroecossistema milho em dois sistemas de plantio, sujeita ou não à aplicação de deltametrina. A maioria das espécies coletadas apresentou baixa frequência, salvo *Xyleborus* sp., Nitidulidae (espécies 1 e 2)

e *C. ferrugineus* que apresentaram frequência acima de 10%. Dentre os fitófagos, o mais abundante foi *Xyleborus* sp., enquanto que as espécies de Nitidulidae foram os detritívoros mais encontrados e foram também os que mais sofreram influência do sistema de cultivo e do inseticida. Por serem um grupo importante para a degradação da matéria orgânica (Crossley *et al.* 1992), o impacto nos detritívoros afeta certamente a estrutura e a fertilidade do solo local. Por outro

lado, Croft (1990), Cortesero *et al.* (2000) e Eubanks & Denno (2000) relataram que os inimigos naturais também usam plantas para complementarem sua alimentação. A redução na frequência de captura desses inimigos naturais resultante da aplicação do inseticida nos dois sistemas de cultivo, pode estar relacionada com a redução na população de pragas, alvo do controle inseticida, ou com o comprometimento das plantas como complemento alimentar a esse grupo de insetos.

De forma geral, o impacto do inseticida nos coleópteros em plantio direto diferiu daquele observado em plantio convencional. A análise do diagrama de ordenação indica diferença significativa no padrão de resposta dos coleópteros presentes nos dois sistemas de cultivo. Observou-se um impacto significativo da deltametrina nos coleópteros da superfície do solo presentes no plantio convencional, não verificado na comunidade amostrada no sistema de plantio direto. Segundo MacLaughlin & Mineau (1995) e Andersen (1999), invertebrados do solo são afetados de forma diferente pelo sistema de plantio utilizado. As operações realizadas em cada sistema influenciam a estrutura da comunidade dos insetos (Blumberg & Crossley 1983, House & Stinner 1983, Cividanes 2002). No plantio direto, a diversidade de espécies de plantas encontrada (van Emden & Williams 1974) leva ao aumento da diversidade dos invertebrados (Cividanes 2002). A análise de medida repetida realizada no presente trabalho reforça a constatação desses autores que alguns artrópodes respondem de forma diferente ao impacto sob diferentes sistemas de plantio. A maior quantidade de refúgios presentes no plantio direto (Guedes & Guedes 2001), especificamente mediante aplicação do inseticida sobre as linhas de milho, pode ter reduzido o prejuízo ambiental causado pelo inseticida, tornando os coleópteros da superfície do solo mais difíceis de serem atingidos pelos resíduos da deltametrina aplicada no controle da lagarta-do-cartucho.

A flutuação na abundância da maioria dos insetos mostra que eles foram afetados pela ação do inseticida. No sistema de plantio convencional, o distúrbio causado pelo inseticida nos predadores e nos detritívoros foi significativo e mais acentuado comparativamente ao que aconteceu no plantio direto. Esses resultados corroboram os de Hummel *et al.* (2002), que encontraram influência significativa dos pesticidas para a maioria das populações de insetos analisadas quando avaliaram duas formas de manejo de solo, usando o controle químico e o biológico. Estudos recentes sugerem que o impacto de inseticidas na comunidade de artrópodes pode ser menos severo em áreas tropicais do que o esperado, mesmo se o inseticida for de largo espectro de ação (Marquini *et al.* 2002; Michereff-Filho *et al.* 2002 a, b). De forma similar ao encontrado aqui, Michereff-Filho *et al.* (2002 a, b) não detectaram impacto de clorpirifós na comunidade de artrópodes associados ao agroecossistema milho sob plantio direto.

O uso da deltametrina no sistema de plantio direto aparentemente não afeta a comunidade de coleópteros na cultura de milho, fato este que não se observa no sistema de plantio convencional. Esses dados sugerem que o sistema de plantio direto pode exercer um efeito tampão pela quantidade de refúgio presente, reduzindo o impacto causado pela deltametrina.

Agradecimentos

Ao programa PEC-PG da CAPES e a FAPEMIG e CNPq pela concessão de bolsas; aos colegas do laboratório, a Cristiano Lopes Andrade pelo auxílio na identificação dos coleópteros e a José Evaristo pelo apoio na condução dos experimentos de campo.

Literatura Citada

- Andrei, E. 1999.** Compêndio de defensivos agrícolas. Andrei, São Paulo, 672p.
- Andersen, A. 1999.** Plant protection in spring cereal production with reduced tillage. II. Pests and beneficial insects. *Crop Prot.* 18: 651-657.
- Blumberg, A.Y. & D.A. Jr. Crossley. 1983.** Comparison of soil surface arthropod population in conventional tillage, no-tillage and old field systems. *Agro-Ecosystems* 8: 247-253.
- Cortesero, A.M., J.O. Stapel & W.J. Lewis. 2000.** Understanding and manipulating plant attributes to enhance biological control. *Biol. Control* 17: 35-49.
- Croft, B.A. 1990.** Arthropod biological control agents and pesticides. New York, John Wiley & Sons, 723p.
- Crossley Jr., B., R. Mueller & J.C. Perdue. 1992.** Biodiversity of microarthropods in agricultural soils: Relations to processes, p. 37-46. In M.G. Paoletti & D. Pimentel (eds.), *Biotic diversity in agroecosystems*. Amsterdam, Elsevier, 356p.
- Cruz, I., J.M. Waquil, J.P. Santos, P.A. Viana & L.O. Salgado. 1986.** Pragas da cultura do milho em condições de campo: Métodos de controle e manuseio de defensivos. Circular Técnica 10 (Sete Lagoas, Minas Gerais: EMBRAPA/CNPMS), 35p.
- Ellsburry, M.M., J.E. Powell, F. Forcella, W.D. Woodson, S.A. Clay & W.E. Riedell. 1998.** Diversity and dominant species of ground beetle assemblages (Coleoptera: Carabidae) in crop rotation and chemical input systems for the northern great plains. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 91: 619-625.
- Emden, H.F. van & G.F. Williams. 1974.** Insect stability and diversity in agro-ecosystems. *Annu. Rev. Entomol.* 19: 455-474.
- Eubanks, M.D. & R.F. Denno. 2000.** Host plants mediate omnivore-herbivore interactions and influence prey suppression. *Ecology* 81: 936-947.
- Frampton, G.K. & T. Çilgi. 1996.** How do arable rotations influence pesticide side-effects on arthropods? *Asp. Appl. Biol.* 47: 127-135.

- Green, R.H. 1993.** Application of repeated measures designs in environmental impact and monitoring studies. *Aust. J. Ecol.* 18: 81-98.
- Guedes, R.N.C. & N.M.P. Guedes. 2001.** Limitação e perspectivas do manejo integrado de pragas em culturas sob plantio direto, pivô central e cultivo protegido, p. 543-581 In L.Zambolin (ed.). *Manejo integrado – fitossanidade: Cultivo protegido, pivô central e plantio direto.* Viçosa, UFV, 722p.
- Holland, J.M., L. Winder & J.N. Perry. 2000.** The impact of dimethoate on the spatial distribution of beneficial arthropods in winter wheat. *Ann. Appl. Biol.* 136: 93-105.
- House, G.J. & B.R. Stinner. 1983.** Arthropods in no-tillage soybean agroecosystems: Community composition and ecosystem interactions. *Environ. Manage.* 6: 23-28.
- Hummel, R.L., J.F. Walgenbach, G.D. Hoyt & G.G. Kennedy. 2002.** Effects of production system on vegetable arthropods and their natural enemies, *Agric. Ecosys. Environ.* 93: 165-176.
- Irmeler, U. 2003.** The spatial and temporal pattern of carabid beetles on arable fields in northern Germany (Schleswig-Holstein) and their value as ecological indicators. *Agric. Ecosyst. Environ.* 98: 141-151.
- Lal, R. 2000.** Soil management in the developing countries. *Soil Sci.* 165: 57-72.
- Landis, W.G. & M.H. Yu. 1999.** Introduction to environmental toxicology - impacts of chemicals upon ecological systems. Boca Raton, Florida, Lewis, 390p.
- Longley, M. & N.W. Sotherton. 1997.** Factors determining the effects of pesticides upon butterflies inhabiting arable farmland. *Agric. Ecosys. Environ.* 61: 1-12.
- MacLaughlin, A. & P. Mineau. 1995.** The impact of agricultural practices on biodiversity. *Agric. Ecos. Environ.* 55: 210-212.
- Margni, M., D. Rossier, P. Crettaz & O. Jolliet. 2002.** Life cycle impact assessment of pesticides on human health and ecosystems. *Agric. Ecosys. Environ.* 93: 379-392.
- Marquini, F., R.N.C. Guedes, M.C. Picanço & A.J. Regazzi. 2002.** Response of arthropods associated with the canopy of common beans subjected to imidacloprid spraying. *J. Appl. Entomol.* 126: 550-556.
- Michereff Filho, M., T.M.C. Della Lucia, I. Cruz & R.N.C. Guedes. 2002a.** Response to the insecticide chlorpyrifos by arthropods on maize canopy. *Int. J. Pest Manage.* 48: 203-210.
- Michereff Filho, M., T.M.C. Della Lucia, I. Cruz, R.N.C. Guedes & J.C.C. Galvão. 2002b.** Chlorpyrifos spraying of no-tillage corn during tasselling and its effect on damage by *Helicoverpa zea* (Lep., Noctuidae) and on its natural enemies. *J. Appl. Entomol.* 126: 422-430.
- Nakano, O., S. Silveira Neto & R.A. Zucchi. 1981.** *Entomologia econômica.* São Paulo, Livrocere, 314p.
- Paine, M.D. 1996.** Repeated measures designs. *Environ. Toxicol. Chem.* 15: 1439-1441.
- Perner, J. & S. Malt. 2003.** Repeated measures designs. *Environ. Toxicol. Chem.* 15: 1439-1441.
- Resende, M., N. Curi & D.P. Santana. 1988.** *Pedologia e fertilidade de solos: Interações e aplicações.* Distrito Federal, Brasil, MEC, 84p.
- SAS Institute. 2001.** SAS user's guide: Statistics, version 8.2, 6th ed. SAS Institute, Cary, NC. Todd and Browde.
- Southwood, T.R.E., Brown, V.K., Reader, P.M. 1979.** The relationship of plant and insect diversities in succession. *Biol. J. Linn. Soc.* 12: 327-348.
- Stinner, B.R., H.R. Krueger & D.A. McCartney. 1986.** Insecticide and tillage effects on pest and non-pest arthropods in corn agroecosystems. *Agric. Ecosyst. Environ.* 15: 11-21.
- Varchola, J.M. & J.P. Dunn. 1999.** Changes in ground beetle (Coleoptera: Carabidae) assemblages in farming systems bordered by complex or simple roadside vegetation. *Agric. Ecosyst. Environ.* 73: 41-49.
- Zucchi, R.A., S. Silveira Neto & O. Nakano. 1993.** *Guia de identificação de pragas agrícolas.* Piracicaba, FEALQ, 139p.

Received 15/07/03. Accepted 20/03/04.