

# TOXICIDADE DE INSETICIDAS PIRETRÓIDES E ORGANOFOSFORADOS PARA POPULAÇÕES BRASILEIRAS DE *Sitophilus zeamais* (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE)

## TOXICITY OF PYRETHROIDS AND ORGANOPHOSPHORUS INSECTICIDES TO BRAZILIAN POPULATIONS OF *Sitophilus zeamais* (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE)

Juliana Cristina dos SANTOS<sup>1</sup>; Lêda Rita D'Antonino FARONI<sup>2</sup>;  
Rodrigo de Oliveira SIMÕES<sup>3</sup>; Marco Aurélio Guerra PIMENTEL<sup>4</sup>;  
Adalberto Hipólito SOUSA<sup>4</sup>

1. Bióloga, Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Entomologia, Universidade Federal de Viçosa – UFV; Viçosa, MG, Brasil. ciências\_biologicas@hotmail.com;
2. Professora, Doutora, Departamento de Engenharia Agrícola – UFV; Viçosa, MG, Brasil;
3. Engenheiro de Alimentos, Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola – UFV; Viçosa, MG, Brasil;
4. Engenheiro Agrônomo, Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Entomologia - UFV; Viçosa, MG, Brasil

**RESUMO:** Objetivou-se avaliar a toxicidade de inseticidas piretróides e organofosforados comerciais para adultos de 17 populações de *Sitophilus zeamais* Mots. de sete estados brasileiros e sua influência nos padrões respiratórios e de massa corpórea das populações. Foram utilizados piretróides (deltametrina e bifentrina) e organofosforados (pirimifós-metílico e fenitrotiona) nas dosagens comerciais recomendadas. As pulverizações em grãos de milho foram realizadas utilizando-se uma correia transportadora e bico hidráulico. Posteriormente, amostras de 50 g foram colocadas em placas de Petri, sendo utilizadas quatro repetições com 15 adultos de *S. zeamais* para cada tratamento. As placas foram mantidas sob condições constantes de temperatura ( $25 \pm 2$  °C), umidade relativa ( $70 \pm 5\%$  U.R.) e escotofase de 24 horas. Após 24 horas, contabilizou-se o número de insetos vivos e mortos. A taxa respiratória ( $CO_2$ ) e a massa corpórea foram mensuradas para cada população. Ocorreram variações de respostas das populações para os inseticidas piretróides, com mortalidade de 0 a 100%, e uniformidade de resposta para os inseticidas organofosforados, com mortalidade acima de 98%. Esses resultados podem ser indicadores de resistência aos inseticidas piretróides e de ausência de resistência aos organofosforados. As populações não apresentaram diferença significativa para a taxa respiratória, mas apresentaram variação na massa corpórea. Não houve correlação significativa entre a mortalidade e a taxa respiratória, entre a mortalidade e a massa corpórea e entre a taxa respiratória e a massa corpórea, indicando que a toxicidade dos inseticidas não foi influenciada pelo estado fisiológico das populações.

**PALAVRAS-CHAVE:** Armazenamento. Gorgulho-do-milho. Inseticidas protetores. Padrão de susceptibilidade.

## INTRODUÇÃO

O gorgulho-do-milho, *Sitophilus zeamais* Mots. (Coleoptera: Curculionidae), é uma das principais pragas de grãos armazenados (LORINI, 2002; FARONI; SOUSA, 2006). Este inseto ataca vários tipos de grãos armazenados, mais notadamente o milho, reduzindo o poder germinativo das sementes, teor de massa seca dos grãos, valor nutricional e comercial dos produtos finais (CANEPPELE et al., 2003; LORINI, 2003).

Atualmente, a prática mais adotada no controle deste inseto é a utilização de fumigantes (fosfeto de alumínio e de magnésio) e inseticidas protetores (piretróides e organofosforados) (BENHALIMA et al., 2004). O organoclorado DDT (dicloro-difenil-tricloroetano) foi o inseticida mais utilizado no Brasil para controlar insetos-praga de produtos armazenados até meados da década de 80. A malationa em pó substituiu o DDT. Porém, falhas

no controle de *S. zeamais* causaram rápido declínio no uso desse organofosforado (GUEDES et al., 1995). Assim, outros produtos foram introduzidos no setor de armazenamento, como os organofosforados fenitrotiona e pirimifós-metílico e os piretróides deltametrina, bifentrina e permetrina.

O uso indiscriminado dos inseticidas protetores e fumigantes para controlar os insetos-praga de produtos armazenados, aliado às técnicas inadequadas de uso, têm favorecido a seleção de populações resistentes (GUEDES, 1991; SUBRAMANYAM; HAGSTRUM, 1996; PIMENTEL et al., 2007). Estudos têm revelado que populações resistentes podem sofrer modificações nas células do corpo gorduroso, favorecendo o armazenamento de reservas energéticas (GUEDES et al., 2006) e a mobilização de enzimas envolvidas na degradação de moléculas tóxicas (NATH et al., 2000). Elevada atividade de destoxificação enzimática pode requerer elevadas taxas

respiratórias para fenótipos resistentes, e isso pode causar um desequilíbrio na troca dos gases e resultar em custos fisiológicos devido à realocação de energia para outros processos fisiológicos básicos (HOSTETLER et al., 1994; GUEDES et al., 2006). Assim, objetivou-se avaliar a toxicidade de inseticidas piretróides e organofosforados em populações de *S. zeamais* provenientes de diferentes estados brasileiros, e verificar a relação da toxicidade dos inseticidas com a taxa respiratória e massa corpórea das populações.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no Setor de Pré-Processamento e Armazenamento de Produtos

Agrícolas, do Departamento de Engenharia Agrícola, da Universidade Federal de Viçosa. Os insetos foram identificados em nível de espécie (*S. zeamais*) através de estudo da genitália, conforme Rees (1996); Faroni e Souza (2002). Foram utilizadas 17 populações brasileiras de *S. zeamais* provenientes dos estados de Goiás, Mato Grosso, Minas Gerais, Paraná, Piauí, Santa Catarina e São Paulo (Tabela 1). As populações foram multiplicadas e mantidas em laboratório sob condições constantes de temperatura ( $25 \pm 2$  °C), umidade relativa ( $70 \pm 5\%$  U.R.) e escotofase de 24 horas. Grãos de milho foram utilizados como substrato alimentar com 13% b.u. (base úmida).

**Tabela 1.** Códigos, origem, local e data de coleta das populações de *Sitophilus zeamais*

Nº	Cidade	Estado	Local de coleta	Produto	Mês/Ano
1	Abre Campo I	MG	Silo Metálico	Milho	Dez/2005
2	Abre Campo II	MG	Silo Metálico	Milho	Dez/2005
3	Canarana	MT	Armazém convencional	Milho	Jan/2005
4	Coimbra	MG	Lavoura de milho	Milho	Abr/2007
5	Cristalina	GO	Armazém graneleiro	Milho	Dez/2006
6	Guarapuava	PR	Silo Metálico	Milho	Ago/2006
7	Guaxupé	MG	Silo Metálico	Milho	Ago/2005
8	Iporá	GO	Armazém graneleiro	Milho	Dez/2006
9	Jataí	GO	Armazém graneleiro	Milho	Mar/2006
10	Nova Era	MG	Armazém convencional	Milho	Mai/2005
11	Paracatu	MG	Silo Metálico	Milho	Dez/2006
12	Picos	PI	Armazém convencional	Milho	Dez/2006
13	Piracicaba	SP	Laboratório	Milho/Trigo	Ago/2004
14	Sacramento	MG	Armazém graneleiro	Milho/Sorgo	Mai/2005
15	Tunápolis	SC	Paiol/Sacaria	Milho	Mai/2005
16	Unai	MG	Silo Metálico	Milho	Ago/2004
17	Viçosa	MG	Laboratório	Milho/Trigo	Mar/2004

## Bioensaio de toxicidade

Foram utilizados dois inseticidas piretróides e dois organofosforados registrados pelo Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) para o controle de *S. zeamais* em milho armazenado (AGROFIT, 2008). Foi avaliada a toxicidade de deltametrina e bifentrina (piretróides); pirimifós-metílico e fenitrotiona (organofosforados) para as populações de *S. zeamais*, utilizando-se as dosagens recomendadas pelos fabricantes (Tabela 2). Para o tratamento testemunha utilizou-se água destilada. A pulverização dos tratamentos foi realizada em temperatura e umidade relativa ambiente de 26 °C e 75% U.R.. Foi utilizada uma correia transportadora de 1,00 m de comprimento e 0,20 m de largura, com

sistema de pulverização acoplado a 15 cm em relação à massa de grãos e bico hidráulico TP650067, do tipo leque, marca Teejet®. A pressão de trabalho foi de 2 bar, que fornece uma vazão de  $0,219 \text{ L min}^{-1}$  (SILVEIRA et al., 2006). Após a pulverização, 50 g de grãos de milho foram colocados em placas de Petri de  $140 \times 10$  mm (diâmetro  $\times$  altura). Foram utilizadas quatro repetições com 15 insetos adultos de *S. zeamais*, não-sexados, para cada tratamento. As placas foram mantidas durante 24 h sob condições controladas de temperatura (25 °C), umidade relativa ( $75 \pm 5\%$  U.R.) e escotofase de 24 h. Posteriormente, contabilizou-se o número de insetos mortos.

**Tabela 2.** Ingrediente ativo, nome comercial, dosagem e concentração dos inseticidas e volume de calda utilizado no experimento

Ingrediente Ativo	Nome comercial	Dose comercial (mL ton <sup>-1</sup> )	Concentração (mg kg <sup>-1</sup> )	Vol. Aplicado (mL:kg)
Bifentrina	ProStore 25 CE	16	8,0	10:10
Deltametrina	K-Obiol 25 CE	20	5,0	10:10
Fenitrotriona	Sumigran 500 CE	16	4,0	10:10
Pirimifós-metílico	Actellic 500 CE	20	100,0	10:10

### Ensaio respirométrico e determinação da massa corpórea

Os ensaios de respirometria foram feitos em condições de laboratório utilizando-se um respirômetro do tipo CO<sub>2</sub> Analiser TR 2 (Sable System International, Las Vegas, EUA) e metodologia adaptada de Guedes et al. (2006) e Pimentel et al. (2007).

Para a mensuração da taxa respiratória média (produção de CO<sub>2</sub>), foram utilizados três repetições de 20 insetos adultos (não-sexados) de cada população, acondicionados em câmaras respirométricas com capacidade volumétrica de 25 mL conectadas a um sistema completamente fechado. Os insetos foram colocados nas câmaras 15 horas antes da mensuração da quantidade de CO<sub>2</sub> produzida por eles. Para fazer a varredura de todo o CO<sub>2</sub> produzido no interior de cada câmara, procedeu-se à passagem de ar isento de CO<sub>2</sub> em fluxo de 600 ml min<sup>-1</sup> por um período de dois minutos. Essa corrente de ar faz com que todas as moléculas de CO<sub>2</sub> produzidas passem por um leitor de infravermelho acoplado ao sistema, que continuamente faz a mensuração do CO<sub>2</sub> produzido pelos insetos e contido no interior de cada câmara. Como controle, utilizou-se uma câmara respirométrica sem insetos.

Para a mensuração da massa corpórea, foram utilizados três repetições de 20 insetos adultos (não-sexados) de cada população. Realizou-se a pesagem de cada grupo de 20 insetos utilizando balança analítica, com precisão de 0,0001 g.

### Análise dos dados

Adotou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado para os bioensaios de toxicidade, respirometria e massa corpórea. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste Tukey ( $p < 0,05$ ), utilizando o procedimento PROC GLM do programa SAS (SAS Institute, 1989). Realizou-se análise de correlação ( $p < 0,05$ ) entre a mortalidade e a taxa respiratória, mortalidade e massa corpórea e taxa respirométrica e massa corpórea, utilizando o procedimento PROC CORR do programa SAS (SAS Institute, 1989).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As populações apresentaram variação de resposta aos inseticidas piretróides deltametrina ( $F_{51, 67} = 9,61$ ;  $p = 0,0001$ ) e bifentrina ( $F_{51, 67} = 14,33$ ;  $p = 0,0001$ ), com mortalidade média de 0 a 100%. As populações de Guaxupé, Abre Campo I e Sacramento apresentaram mortalidade acima de 98% para deltametrina, enquanto que as populações de Guarapuava e Paracatu não apresentaram mortalidade (Tabela 3). Para bifentrina, as populações de Picos e Piracicaba foram mais sensíveis ao inseticida com mortalidade de 74 e 100%, respectivamente, e a população de Cristalina não apresentou mortalidade (Tabela 3). Com relação aos organofosforados, as populações apresentaram alta mortalidade, havendo uniformidade de resposta para fenitrotriona ( $F_{51, 67} = 1,00$ ;  $p = 0,47$ ) e pirimifós metílico ( $F_{51, 67} = 1,00$ ;  $p = 0,47$ ) (Tabela 3). Esses resultados são indicativos de resistência aos inseticidas piretróides e ausência de resistência aos inseticidas organofosforados.

Guedes et al. (1995) em trabalhos anteriores já haviam detectado resistência do gorgulho-do-milho a deltametrina em populações de Minas Gerais (Sete Lagoas, Patos de Minas), Paraná (Jacarezinho) e Goiás (Santa Helena e Inhumas), baseado nas doses discriminantes (CL<sub>99</sub>). Resistência a piretróides também foi observada por Ribeiro et al. (2003) em populações de *S. zeamais* expostas a concentrações discriminantes de piretróides, baseada na CL<sub>95</sub>. Estes constataram resistência a deltametrina, permetrina e cipermetrina apenas na população do Paraná (Jacarezinho). No entanto, outras populações de Goiás (Cristalina), Mato Grosso do Sul (Nova Andradina) e São Paulo (Penápolis e São José do Rio Preto), demonstraram menor suscetibilidade a este último inseticida. Para os inseticidas organofosforados tem-se observado menores níveis de resistência em relação aos piretróides. Pacheco et al. (1990) constataram 100% de mortalidade nas populações de *S. zeamais* de Goiás, Santa Catarina e Rio Grande do Sul tratados com malationa, pirimifós-metílico e fenitrotriona. Guedes et al.

(1995) também verificaram que as populações de São Paulo, Minas Gerais, Paraná, Goiás, Espírito Santo e Rio Grande do Sul foram susceptíveis ao pirimifós-metílico. Os maiores níveis de resistência aos piretróides provavelmente se devem ao uso intensivo do DDT empregado anteriormente no

controle de insetos-praga de produtos armazenados, uma vez que populações resistentes a DDT apresentaram resistência cruzada com piretróides (Guedes et al., 1995). Adicionalmente, ao uso de técnicas inadequadas de aplicação e dosagens incorretas deste inseticida.

**Tabela 3.** Porcentagem de mortalidade de populações de *Sitophilus zeamais* coletadas em diferentes regiões do Brasil submetidas às concentrações comerciais recomendadas dos inseticidas piretróides e organofosforados, após 24 horas da pulverização

População	Mortalidade (%) $\pm$ E.P.M. <sup>1</sup>			
	Deltametrina	Bifentrina	Fenitritiona	Pirimifós metílico
Guaxupé II	100,00 $\pm$ 0,00a	55,00 $\pm$ 3,19bc	100,00 $\pm$ 0,00a	100,00 $\pm$ 0,00a
Abre Campo I	98,33 $\pm$ 1,67ab	41,67 $\pm$ 5,69bcd	100,00 $\pm$ 0,00a	100,00 $\pm$ 0,00a
Sacramento	98,33 $\pm$ 1,67ab	28,33 $\pm$ 12,87cde	100,00 $\pm$ 0,00a	100,00 $\pm$ 0,00a
Jataí	73,33 $\pm$ 12,17abc	10,00 $\pm$ 7,93de	98,33 $\pm$ 1,67a	98,33 $\pm$ 1,67a
Nova Era	75,00 $\pm$ 15,00abc	11,67 $\pm$ 4,19de	100,00 $\pm$ 0,00a	100,00 $\pm$ 0,00a
Abre Campo II	60,00 $\pm$ 9,81abcd	11,67 $\pm$ 7,88de	100,00 $\pm$ 0,00a	100,00 $\pm$ 0,00a
Coimbra	61,67 $\pm$ 12,87abcd	26,67 $\pm$ 7,20cde	100,00 $\pm$ 0,00a	100,00 $\pm$ 0,00a
Canarama	60,00 $\pm$ 9,81abcd	21,67 $\pm$ 3,19cde	100,00 $\pm$ 0,00a	100,00 $\pm$ 0,00a
Picos	66,90 $\pm$ 9,30abcd	74,05 $\pm$ 2,03ab	100,00 $\pm$ 0,00a	100,00 $\pm$ 0,00a
Piracicaba	71,67 $\pm$ 5,69abcd	100,00 $\pm$ 0,00a	100,00 $\pm$ 0,00a	100,00 $\pm$ 0,00a
Viçosa	49,64 $\pm$ 13,76bcde	26,90 $\pm$ 8,04cde	100,00 $\pm$ 0,00a	100,00 $\pm$ 0,00a
Tunápolis	43,33 $\pm$ 15,52cde	26,67 $\pm$ 14,40cde	100,00 $\pm$ 0,00a	100,00 $\pm$ 0,00a
Cristalina	46,67 $\pm$ 8,61cde	0,00 $\pm$ 0,00e	100,00 $\pm$ 0,00a	100,00 $\pm$ 0,00a
Unai	45,83 $\pm$ 9,66cde	15,24 $\pm$ 1,60de	100,00 $\pm$ 0,00a	100,00 $\pm$ 0,00a
Iporá	23,33 $\pm$ 11,38de	13,33 $\pm$ 4,71de	100,00 $\pm$ 0,00a	100,00 $\pm$ 0,00a
Guarapuava II	0,00 $\pm$ 0,00e	52,86 $\pm$ 6,76bc	100,00 $\pm$ 0,00a	100,00 $\pm$ 0,00a
Paracatu	0,00 $\pm$ 0,00e	24,10 $\pm$ 5,66cd	100,00 $\pm$ 0,00a	100,00 $\pm$ 0,00a
F	9,61	14,33	1,00	1,00
CV (%)	33,68	42,99	0,81	0,81
DMS	27,49	19,38	1,15	1,15

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). <sup>1</sup>E.P.M.=Erro padrão da média, F=Fonte de variação, CV (%)=Coeficiente de variação, DMS=Diferença mínima significativa

A taxa respiratória (produção de CO<sub>2</sub>) não diferiu significativamente entre as populações de *S. zeamais* ( $F_{16, 42} = 2,99$ ;  $p = 0,064$ ) (Tabela 4). Por outro lado, a massa corpórea diferiu significativamente entre as populações ( $F_{16, 50} =$

9,31;  $p = 0,0001$ ). A maior e a menor massa corpórea foram das populações de Viçosa e Iporá, respectivamente, com variação de 24,10% (Tabela 4).

**Tabela 4.** Médias da massa corpórea e taxas respiratórias (produção de dióxido de carbono) das 17 populações de *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae)

Populações	Respirometria ( $\mu\text{mol h}^{-1}$ ) $\pm$ E.P.M. <sup>1</sup>	Massa Corpórea (mg) $\pm$ E.P.M. <sup>1</sup>
Viçosa	9,51 $\pm$ 0,47a	73,93 $\pm$ 10,87a
Guarapuava II	8,37 $\pm$ 0,21a	62,50 $\pm$ 1,35b
Jataí	6,02 $\pm$ 0,74a	62,90 $\pm$ 2,42b
Abre Campo I	5,87 $\pm$ 0,45a	60,83 $\pm$ 0,83bc
Cristalina	8,86 $\pm$ 1,82a	61,30 $\pm$ 2,33bc
Tunápolis	8,49 $\pm$ 2,03a	61,40 $\pm$ 0,65bc
Coimbra	7,77 $\pm$ 1,12a	60,60 $\pm$ 0,80bcd
Picos	8,96 $\pm$ 0,68a	60,06 $\pm$ 2,10bcd
Piracicaba	9,38 $\pm$ 0,51a	60,10 $\pm$ 2,26bcd
Abre Campo II	6,68 $\pm$ 0,92a	54,80 $\pm$ 2,55bcde

Canarana	6,14 ± 0,89a	59,50 ± 1,45bcde
Nova Era	7,13 ± 0,92a	58,06 ± 2,13bcde
Paracatu	6,50 ± 2,53a	53,30 ± 1,22bcde
Sacramento	6,68 ± 0,92a	55,83 ± 2,15bcde
Guaxupé II	7,25 ± 1,44a	52,10 ± 1,68cde
Unai	6,87 ± 0,75a	50,83 ± 2,20de
Iporá	7,30 ± 0,92a	49,83 ± 3,32e
F	2,99	9,31
DMS	3,73	9,93
CV (%)	14,51	5,55

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). <sup>1</sup>E.P.M.=Erro padrão da média, F=Fonte de variação, CV (%)=Coeficiente de variação, DMS=Diferença mínima significativa

Para nenhum dos inseticidas estudados foi constatada correlação significativa entre a mortalidade e a taxa respiratória e entre a mortalidade e a massa corpórea (Tabela 5). A taxa respiratória e a massa corpórea são importantes indicadores do estado fisiológico dos insetos e da sua capacidade para mobilizar energia a ser usada

na produção de mecanismo de defesa contra os inseticidas, como observado por Guedes et al. (2006). Não foi observada variação na taxa respiratória das populações estudadas no presente trabalho, sugerindo que a toxicidade dos inseticidas não foi influenciada pelo estado fisiológico das populações.

**Tabela 5.** Resumo das análises de correlação para a mortalidade aos inseticidas, produção de CO<sub>2</sub> e massa corpórea para as populações de *S. zeamais*.

Correlações	(% Mortalidade)							
	Pirimifós-metílico		Fenitrotiona		Bifentrina		Deltametrina	
	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>
Respirometria	0,369	0,144	0,369	0,144	0,419	0,090	0,262	0,309
Massa corpórea	-0,190	0,460	-0,190	0,460	0,106	0,684	0,262	0,309

*r* = coeficiente de correlação; *p* = probabilidade ( $p > 0,05$  não significativo).

A toxicidade dos inseticidas tem sido associada a mecanismos de defesa em algumas populações de insetos, onde a manutenção dos aparatos de defesa pode estar relacionada com a alta atividade metabólica dos insetos (HOSTETLER et al., 1994; CHOWN e GASTON, 1999; HARAK et al., 1999). Maior massa corpórea e taxa respiratória são indicadores de grandes áreas de reservas de energia e de rápida mobilização de energia suficiente para produzir mecanismos de resistência (OLIVEIRA et al., 2005; GUEDES et al., 2006). Apesar de essas duas variáveis serem indicadoras do estado fisiológico dos indivíduos, nem sempre há correlação significativa entre as mesmas (VOORHIES et al., 2004), como foi observado no presente estudo ( $r = 0,472$ ;  $p = 0,055$ ). Com estes resultados verificou-se que as populações com maior massa corpórea não apresentaram maior mobilização de reservas de energia capaz de produzir mecanismos de defesa contra os inseticidas. O processo de destoxificação metabólica talvez não tenha sido o principal mecanismo de resistência envolvido na defesa

contra os inseticidas. Porém não deve ser descartada a possibilidade de outros mecanismos, como o seqüestro do produto em algum tecido específico do inseto, aumento na excreção dos compostos tóxicos e dificuldade de penetração do inseticida no organismo (OPPENORTH; WELLING, 1976; BRATTSTEN et al. 1986).

## CONCLUSÕES

A constante utilização de um único inseticida aumenta a pressão de seleção e a frequência de genótipos resistentes. No caso de grãos armazenados, o problema torna-se agravado devido aos poucos ingredientes ativos disponíveis e registrados para uso.

Do ponto de vista prático a estratégia de manejo de resistência deve ser baseada no uso alternado entre organofosforados e piretróides. Ressalva-se que os intervalos entre as aplicações de piretróides devem ser maiores do que as de organofosforados, de forma a diminuir a pressão de seleção deste inseticida.

**ABSTRACT:** This study was done to determine the toxicity of commercial organophosphorus (pirimiphos-methyl and fenitrothion) and pyrethroid (deltametrin and bifetrin) insecticides to 17 adult populations of *S. zeamais* collected from different Brazilian states and also to determine the respiratory pattern and body mass of these populations. The insecticides were used at the commercially recommended dose. Corn grains moving over a transport belt were sprayed with use of a hydraulic nozzle, and samples of 50 g were transferred to Petri plates, in four replications, and infested with 15 adults of *S. zeamais*. The grains were stored at  $25 \pm 2$  °C and  $70 \pm 5\%$  relative humidity with 24 h escotophase. The mortality ratios of insects were counted after 24 h. The respiratory rate (CO<sub>2</sub>) and body mass of each population was measured too. The toxicity of pyrethroids had high different significantly among populations with mortality ratio from 0 to 100%, while the response to organophosphorus insecticides was uniform, with mortality ratio over than 98%. These results suggest presence and absence of resistance to pyrethroid and organophosphorus insecticides respectively. The respiratory rate doesn't have different significantly among insect populations, but in other way the body mass had significant variation. The correlations between mortality and respiratory rate, mortality and body mass and respiratory rate and body mass were not different significant, indicating that the toxicity of insecticides were not influenced by the physiological stage of the population.

**KEYWORDS:** Stored. Corn beetle. Protection of insecticides. Pattern of susceptibility.

---

## REFERÊNCIAS

- AGROFIT. Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Disponível em: [http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons). Acesso em: 22 agos. 2008.
- BENHALIMA, H.; CHAUDHRY, M. Q.; MILLS, K. A.; PRICE, N. R. Phosphine resistance in stored-product insects collected from various grain storage facilities in Morocco. **Journal Stored Products Research**, Oxford, v. 40, n. 3, p. 241-249, 2004.
- BRATTSTEN, L. B.; HOLYOKE, J. R.; LEEPER, L. W.; RAFFIA, K. F. Insecticide resistance: challenge to pest management and basic research. **Science**, Washington, v. 231, p. 1255-1260, 1986.
- CANEPPELE, M.; CANEPPELE, C.; LÁZZARI, F. A.; LÁZZARI, A. M. Correlation between the infestation level of *Sitophilus zeamais* Motschulsky, 1855 (Coleoptera: Curculionidae) an the quality factors of stored corn, *Zea mays* L. (Poaceae). **Revista Brasileira de Entomologia**, Curitiba, v. 47, n. 4, p. 625-630, 2003.
- CHOWN, S. L.; GASTON, K. Exploring links between physiology and ecology at macro-scales: the role of respiratory metabolism in insects. **Biological Research**, New York, v. 74, n. 1, p. 87-120, Fev. 1999.
- FARONI, L. R. A.; SOUZA, A. H. Aspectos biológicos e taxonômicos dos principais insetos-praga de produtos armazenados. In: Almeida, F. A. C.; Duarte, M. E. M.; Mata, M. E. R. M. C. (Ed). **Tecnologia de Armazenagem em sementes**. Campina Grande: UFCG, 2006. cap. 7, p. 371-402.
- GUEDES, R. N. C. Manejo integrado para a proteção de grãos armazenados contra insetos. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, v. 15-16, n. 1-2, p. 3-48, 1991.
- GUEDES, R. N. C.; LIMA, J. O.; SANTOS, J.; CRUZ, C. D. Resistance to DDT and pyrethroids in Brazilian populations of *Sitophilus zeamais* Motsch. (Coleoptera: Curculionidae). **Journal of Stored Products Research**, Oxford, v. 31, n. 2, p. 145-150, 1995.
- GUEDES, R. N. C.; OLIVEIRA, E. E.; GUEDES, N. M. P.; RIBEIRO, B.; SERRÃO, J. E. Cost and mitigation of insecticide resistance in the maize weevil, *Sitophilus zeamais*. **Physiological Entomology**, Oxford, v. 31, n. 1, p. 30-38, mar. 2006.
- HARAK, M.; LAMPRECHT, I.; KUUSIK, A.; HIIESAAR, K.; METSPALU, L.; TARTES, U. Calorimetric investigations of insect metabolism and development under the influence of a toxic plant extract. **Thermochimica Acta**, Amsterdam, v. 333, p. 39-48, Jul.1999.

- HOSTETLER, M. E.; ANDERSON, J. F.; LANCIANI, C. Pesticide resistance and metabolic rate in *German cockroach* (Dictyoptera: Blattellidae). **Florida Entomologist**, Gainesville, v. 77, n. 2, p. 288-290, Jun. 1994.
- LORINI, I. Descrição, biologia e danos das principais pragas de grãos armazenados. In: Irineu, L.; Miike, L.H.; Scussel, V. M. (Ed). **Armazenagem de Grãos**. Campinas: Instituto Biogeneziz, 2002. cap. 7.1, p. 379-397.
- LORINI, I. **Manual técnico para o manejo integrado de pragas de grãos de cereais armazenados**. 2 ed. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2003. 80 p.
- NATH, B. S. Changes in carbohydrate metabolism in hemolymph and fat body of the silkworm, *Bombyx mori* L. exposed to organophosphorus insecticides. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, San Diego, v. 68, n. 3, p. 127-137, Nov. 2000.
- OLIVEIRA, E. E.; GUEDES, R. N. C.; CORRÊA, A. S.; DAMASCENO, B. L.; SANTOS, C. T. Resistência vs Susceptibilidade a Piretróides em *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae): Há vencedor?. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 34, n. 6, p. 981-990, Nov-Dez. 2005.
- OPPENORTH, F. J.; WELLING, W. Biochemistry and physiology of resistance. In: Wilkinson, C. F. (Ed.). **Insecticide Biochemistry and Physiology**. New York, Plenum, 1976. p. 507-551.
- PACHECO, I. A.; SARTORI, M. R.; BOLONHEZI, S. Resistance to malathion, pirimiphos-methyl and fenitrothion in Coleoptera from stored grains. In: Proceedings of the Fifth International Working Conference on Stored-Product Protection, 5., 1990. France, **Anais...** France: Associação Brasileira de Pós-Colheita, 1990, p. 1029-1036.
- PIMENTEL, M. A.G.; FARONI, L.R.A.; TÓTOLA, M.R.; GUEDES, R.N.C. Phosphine resistente, respiration rate and fitness consequences in stored-product insects. **Pest Management Science**, West Sussex, v. 63, n. 9, p. 876-881, Set. 2007.
- REES, D. P. Coleoptera. In: Subramanyam, B.; Hagstrum, D. W. **Integrated Management of Insects in Stored Products**, New York: Marcel Dekker, 1996. p. 1-39
- RIBEIRO, B. M.; GUEDES, R. N. C.; OLIVEIRA, E. E.; SANTOS, J. P. Insect resistance and synergism in Brazilian populations of *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae). **Journal of Stored Products Research**, Oxford, v. 39, n. 1, p. 21-31, 2003.
- SAS INSTITUTE. **Sas/Stat User`s Guide, version 6**. 1989. SAS Institute, Cary, NC, USA. 1989.
- SILVEIRA, R. D.; FARONI, L. R. A.; PIMENTEL, M. A. G.; PETERNELLI, L. A.; ZOCCOLO, G. J. Eficácia biológica e persistência de Bifentrina pulverizada em grãos de milho com diferentes temperaturas. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 35, n. 2, p. 264-268, mar-abr. 2006.
- SUBRAMANYAM, B.; HAGSTRUM, D. W. Resistance Measurement and Management In: Subramanyam, B.; Hagstrum, D. W. (Ed). **Integrated Management of Insects in Stored Products**. New York: Marcel Dekker, 1996. cap. 8, p. 331-397.
- VOORHIES, W. A. V.; KHAZAELI, A. A.; CURTSINGER, J.W. Lack of correlation between body mass and metabolic rate in *Drosophila melanogaster*. **Journal of Insect Physiology**, Oxford, v. 50, p. 445-453, Mai. 2004.