

Eficiência de Inseticidas Durante o Armazenamento de Grãos de Milho

Luidi Eric Guimarães Antunes

Laboratório de grãos e pragas de produtos armazenados. Unidade de Vacaria, Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Vacaria, RS, Brasil.

E-mail: luidieric.antunes@gmail.com

Rafael Gomes Dionello

Laboratório de pós-colheita de grãos. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil

E-mail: rafdionello@hotmail.com

Recebido em: 17 nov. 2016. Revisado: 2 jan. 2017. Aceito: 3 fev. 2017.

DOI: <http://dx.doi.org/10.21674/2448-0479.31.83-94>

Resumo

Objetivou-se verificar a mortalidade de adultos de *Sitophilus zeamais* infestando grãos de milho tratados com diferentes inseticidas durante 240 dias de armazenamento. Foram utilizados dois inseticidas, um piretróide líquido da marca Starion® 25 CE (Bifentrina) e o outro um organofosforado líquido da marca Actellic® (Pirimifós metílico), sendo as doses de 6 e 8 mL do produto, diluído em 2 L de água, com aplicação de 2 mL da solução por quilo de grãos. Para o tratamento controle usou-se 2 mL de água. Cada dosagem foi aplicada em três lotes de 1 kg, com uso de pulverizador uni-spray, com três repetições para cada tratamento, sendo avaliados em duplicata de 50 g, em delineamento inteiramente casualizado. A cada período de 30 dias após as aplicações, ocorreram as infestações com 20 adul-

tos de *S. zeamais*, sendo a mortalidade verificada após 15 dias de contato. As infestações ocorreram 30, 60, 90, 120, 150, 180, 210 e 240 dias após a aplicação dos produtos. Até 60 dias após a aplicação, ambas as dosagens de Pirimifós metílico causaram mortalidade acima de 80%, porém após esse período apenas a dosagem de 8 mL ficou acima de 88%. Já a dosagem de 8 mL de Bifentrina, aos 30 dias, apresentou 51,04% de mortalidade, sendo a maior nos tratamentos com este inseticida. Resistência e degradação dos inseticidas são possíveis causas da baixa mortalidade. Concluiu-se que Pirimifós metílico com dosagem de 8 mL representou a melhor forma de controle de *S. zeamais*.

Palavras-chave: *Sitophilus zeamais*. Bifentrina. Pirimifós metílico.

Abstract

Efficiency of Pesticides During Storage of Maize Grains

The objective of this work was to verify the mortality of adults of *Sitophilus zeamais* infesting corn kernels treated with different insecticides during 240 days of storage. Two insecticides, a liquid pyrethroid of the brand Starion® 25 CE (Bifenthrin) and the other a liquid organophosphate Actellic® (Pirimiphos methyl) were used, the doses of 6 and 8 ml of the product, diluted in 2 L of water, With application of 2 mL of the solution per kilo of grains. For the control treatment 2 mL of water was used. Each dosage was applied in three 1 kg lots, using a uni-spray sprayer, with three replicates for each treatment, being evaluated in duplicate of 50 g, in a completely randomized design. At each 30-day period after application, infestations occurred

with 20 adults of *S. zeamais*, and mortality was verified after 15 days of contact. Infestations occurred 30, 60, 90, 120, 150, 180, 210 and 240 days after application of the products. Up to 60 days after application, both dosages of Pirimiphos methyl caused mortality above 80%, but after that period only the 8-mL dosage was above 88%. On the other hand, the dosage of 8 mL of Bifenthrin at 30 days presented 51.04% of mortality, being the highest in the treatments with this insecticide. Resistance and degradation of insecticides are possible causes of low mortality. It was concluded that Pirimiphos methyl with 8 mL dosage represented the best form of control of *S. zeamais*.

Keywords: *Sitophilus zeamais*. Bifenthrin. Pirimiphos methyl.

Introdução

Um dos problemas na armazenagem do milho está relacionado à presença e aos danos causados por insetos-praga. Dentre os insetos cletrófagos que atacam o milho, destaca-se, em importância, a praga primária interna *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae), comumente chamada de gorgulho-do-milho (ELIAS et al., 2009).

De acordo com Benhalima et al. (2004), até meados dos anos 2000, o uso de fumigantes (fosfeto de alumínio e de magnésio) e inseticidas protetores (piretróides e organofosforados) era a prática mais utilizada para controle deste inseto. Porém, o uso indiscriminado dos inseticidas protetores e fumigantes para o controle de insetos-praga de produtos armazenados, aliado às técnicas inadequadas de uso, têm favorecido a seleção de populações resistentes (PIMENTEL et al., 2007).

Segundo Guedes et al. (2006) e Nath et al. (2000), as populações resistentes podem sofrer modificações nas células do corpo gorduroso, favorecendo o armazenamento de reservas energéticas e a mobilização de enzimas envolvidas na degradação de moléculas tóxicas. De acordo com Guedes et al. (1995); Sgarbiero et al., (2003) e Silveira et al. (2006), se verifica que *S. zeamais* apresenta suscetibilidade a inseticidas organofosforados do que aos inseticidas Piretróides, onde a mortalidade é mais baixa.

Já Santos et al. (2009), relatam que a baixa suscetibilidade de insetos a determinado princípio ativo pode ser devido ao uso de técnicas inadequadas de aplicação e dosagens incorretas de inseticidas. Os fabricantes de inseticidas recomendam período de carência de 30 dias, porém não existem informações sobre o tempo de ação dos inseticidas, após esse período de carência, no controle de insetos.

De acordo com o exposto, nosso objetivo foi analisar a mortalidade de adultos de *Sitophilus zeamais* infestando grãos de milho tratados com diferentes inseticidas por um período de 240 dias de armazenamento.

Materiais e Métodos

O experimento foi realizado no Departamento de Fitossanidade da Faculdade de Agronomia da UFRGS. Utilizou-se uma sala climatizada (25 ± 5 °C; $60 \pm 5\%$ UR, fotoperíodo de 12 horas). Os grãos utilizados no experimento foram de milho híbrido AS32, obtidos da safra 2010/2011.

Os insetos utilizados nesse experimento foram oriundos de criação em sala climatizada (mesmas condições do experimento) e

mantidos em recipientes plásticos com tampa apresentando abertura vedada com tecido tipo “voile” para permitir as trocas gasosas.

Os indivíduos da espécie *Sitophilus zeamais* foram alimentados com grãos de milho (*Zeamays, L.*), provenientes da lavoura experimental localizada na Estação Experimental Agronômica da UFRGS, situada na cidade de Eldorado do Sul, RS (km 146 da BR 290) e livres de tratamentos.

Foram utilizados dois inseticidas, ambos disponibilizados pela empresa Protection Insumos, um piretróide líquido da marca Stari-on® com concentração de ingrediente ativo de 25 g/L (princípio ativo: Bifentrina, fabricante Bequisa, Brasil) e outro organofosforado líquido da marca Actellic® com concentração de ingrediente ativo de 500 g/L (princípio ativo: Pirimifós metílico, fabricante Syngenta, Brasil), sendo as doses de 6 e 8 mL de cada produto diluídas em 2 L de água, com aplicação de 2 mL da solução por quilo de grãos. Em ambos os produtos as doses recomendadas são de 8 a 16 mL em 2 L de água, ou seja, as doses utilizadas nesse experimento foram: uma igual a menor e uma inferior à recomendada; e a escolha dessas doses foi para avaliar a eficiência, visando menores custos e problemas de resíduos de inseticidas ao longo do tempo nos grãos, sendo que os dois inseticidas possuem o período de carência de 30 dias. As quantidades utilizadas foram limitadas à quantidade de material disponível para a realização do experimento.

Para o tratamento controle, usou-se 2 mL de água. Cada dosagem foi aplicada em três lotes de 1 kg, com o uso de pulverizador uni-spray, modelo US-1500, da marca Gifor (São Paulo, Brasil).

As aplicações ocorreram em recipientes plásticos com dimensões de 60 x 20 cm, sendo um recipiente e um par de luvas para cada dosagem, e a homogeneização do produto com os grãos ocorreu por meio de mistura manual durante três minutos.

Após as aplicações, os grãos de milho foram armazenados em recipientes de vidro (6 L) fechado com tecido “voile” para evitar possíveis infestações e permitir as trocas gasosas.

A cada período de 30 dias após as aplicações, ocorreram as infestações com 20 adultos de *S. zeamais* em três repetições para cada dosagem, avaliados em duplicata de 50 g, sendo a mortalidade verificada após 15 dias de contato. As infestações ocorreram 30, 60, 90, 120, 150, 180, 210 e 240 dias após a aplicação dos produtos. A escolha até 240 dias foi devida a disponibilidade de material até esse período. Utilizou-se recipientes plásticos de 300 mL fechados com tecido voile para evitar a fuga dos insetos.

Os insetos infestantes foram marcados com tinta tempera branca para diferenciá-los dos emergentes.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com esquema fatorial 4x8x3x2, ou seja, quatro doses de inseticidas, oito períodos de infestação, três repetições e duas duplicatas. As médias obtidas foram analisadas com o programa estatístico BioEstat 5.0 (AYRES et al., 2007) e submetidas a análise de variância pelo teste de Tukey a 1% de probabilidade.

Resultados e Discussão

Ao longo dos 240 dias de experimento, em todas as análises ocorreram emergências (Tabela 1). Observando-se esta tabela, com a ocorrência de emergências, pode-se afirmar que os inseticidas não impediram que os insetos saíssem do interior dos grãos. Deve-se frisar que estes não sofreram nenhum tipo de tratamento prévio, sendo assim, é possível que insetos adultos já estivessem presentes nos grãos nas primeiras análises.

Tabela 1 - Número total de adultos de *Sitophilus zeamais* emergidos ao longo de 240 dias de armazenamento em grãos de milho tratados com Bifentrina e Pirimifós metílico com dosagem de 6 e 8 mL (25 ± 5 °C; 60 ± 5 % UR) (n=20).

Infestação (dias)	Bifentrina		Pirimifós metílico		Controle
	8 mL	6 mL	8 mL	6 mL	Água
30	72Aa	43Ab	34Abc	18Bc	47Ab
60	38Ba	36ABa	2Bb	9Bb	50Aa
90	10Cb	12Bb	2Bb	5Bb	41Aa
120	21BCb	22BCb	2Bb	12Bb	52Aa
150	3Cb	31ABa	1Bb	45Aa	10Bb
180	1Cb	8Cb	0Bb	40Aa	5Bb
210	11Cb	43Aa	11Bb	6Bb	1Bb
240	2Cb	13BCab	1Bb	12Bb	33Aa
CV ²	1,406	1,230	2,404	1,565	1,435

¹Médias seguidas de mesma letra, maiúsculas, na coluna e minúsculas na linha, não diferem entre si, ao nível de 1% pelo teste de Tukey. ²CV (%): coeficiente de variação.

Em todas as análises, os tratamentos com Pirimifós-metílico proporcionaram maior mortalidade, diferindo estatisticamente dos demais (Tabela 2). Foram contabilizados todos os insetos que estavam mortos, pois não havia como identificar os insetos infestantes já existentes no interior dos grãos.

Com a infestação realizada aos 30 dias após a aplicação, os tratamentos com Pirimifós metílico apresentaram as maiores porcentagens de mortalidade: 80,52% para a dose de 8 mL e 97,10% para dose de 6 mL. Este resultado ocorreu devido ao maior número de insetos emergentes na dose de 8 mL (34 contra 18 da dose 6 mL), os quais sobreviveram em maior número.

Esse resultado assemelha-se ao relatado por Santos et al. (2009), que testaram a eficiência de inseticidas Bifentrina e Pirimifós metílico contra 17 populações diferentes de *S. zeamais* 24 h após a aplicação. Com Bifentrina a mortalidade variou de 0,00 a 100%, já com Pirimifós metílico de 98,33 a 100%. Segundo os autores, os resultados obtidos indicaram que *S. zeamais* apresentaram maior

resistência ao inseticida Bifentrina e mais suscetibilidade ao Pirimifós metílico, o que pode ser observado na Tabela 2.

Tabela 2 - Porcentagem (\pm EP) de adultos de *Sitophilus zeamais* mortos avaliados durante 240 dias em grãos de milho tratados com Bifentrina e Pirimifós metílico com dosagem de 6 e 8 mL. (25 ± 5 °C; $60 \pm 5\%$ UR) (n=20)¹.

Infestação (dias)	Bifentrina		Pirimifós metílico		Controle
	8 mL	6 mL	8 mL	6 mL	Água
30	51,04 \pm	11,66 \pm	80,52 \pm	97,10 \pm	5,99 \pm
	0,71Ab	1,69Bc	1,62Aa	0,70Aa	0,62Bc
60	40,50 \pm	16,67 \pm	99,16 \pm	92,25 \pm	2,94 \pm
	1,34ABb	0,99Bc	0,66Aa	1,08Aa	0,27Bc
90	27,34 \pm	15 \pm	99,17 \pm	35,00 \pm	11,69 \pm
	1,55BCbc	0,68Bbc	0,26Aa	2,09Bb	1,29ABc
120	23,57 \pm	19,01 \pm	96,52 \pm	21,77 \pm	12,21 \pm
	0,49BCb	0,80Bb	0,98Aa	0,72BCb	0,33ABb
150	26,72 \pm	17,36 \pm	99,13 \pm	21,38 \pm	28,34 \pm
	1,06BCb	1,06Bb	0,58Aa	1,24BCb	0,48Ab
180	29,52 \pm	7,26 \pm	92,92 \pm	10,69 \pm	13,93 \pm
	1,18BCb	0,42Bc	0,66Aa	0,31BCbc	0,79ABbc
210	25,41 \pm	3,31 \pm	88,28 \pm	14,52 \pm	9,57 \pm
	1,25BCb	0,34Bc	0,76Aa	0,91BCbc	0,48ABbc
240	13,68 \pm	28,03 \pm	94,21 \pm	9,77 \pm	24,34 \pm
	0,38Cb	2,16Ab	0,88Aa	0,33Cb	4,71ABb
CV ²	0,679	1,013	0,115	0,954	1,389

¹Médias seguidas de mesma letra, maiúsculas, na coluna e minúsculas na linha, não diferem entre si, ao nível de 1% pelo teste de Tukey. ²CV (%): coeficiente de variação.

A ocorrência de resistência a piretróides foi observada por Ribeiro et al. (2003) em diferentes populações de *S. zeamais*, as quais foram expostas às concentrações discriminantes de piretróides, fundamentada na CL95. Os autores constataram que houve resistência a deltametrina, permetrina e cipermetrina em população oriunda do Paraná (Jacarezinho). Já as populações provenientes de Goiás (Cristalina), Mato Grosso do Sul (Nova Andradina) e São Paulo (Penápolis e São José do Rio Preto), demonstraram maior suscetibilidade a deltametrina e permetrina.

Aos 60 dias após a aplicação, o valor de mortalidade do tratamento Bi-fentrina (16,67%), dose 6 mL, corroborou com o relatado por Silveira et al. (2006), os quais verificaram menos de 20% dos adultos de *S. zeamais* mortos após 60 dias de contato com grãos de milho contendo Bifentrina na dosagem recomendada pelo fabricante, mostrando resistência dessa praga a este produto.

A redução da mortalidade nos tratamentos com Bifentrina, em ambas as dosagens, também foi verificada por Silveira et al. (2006), os quais relataram que quando ocorreu diminuição de 60% da concentração inicial, a mortalidade de *S. zeamais* foi nula. Em nenhuma avaliação houve mortalidade nula e isso pode estar relacionado à temperatura dos grãos no momento de aplicação dos inseticidas, pois segundo os mesmos autores, pode-se inferir que a temperatura do grão, no momento da pulverização, pode contribuir para a redução da eficácia de Bifentrina.

Ao comparar a eficácia dos produtos e suas doses, Pirimifós metílico apresentou maior percentual de mortalidade até 90 dias após a aplicação em ambas as doses utilizadas. A partir desta terceira contagem, apenas o tratamento Pirimifós metílico dose de 8mL apresentou susceptibilidade aos insetos. Nessa situação, o uso de dose abaixo do recomendado pelo fabricante não foi compatível com a eficácia da dose recomendada. Nesse caso, não é necessariamente resistência por parte dos insetos e sim baixa concentração do produto em contato com os mesmos.

Os resultados obtidos com a aplicação de Pirimifós metílico corroboram com Sgarbiero et al. (2003), uso de Pirimifós metílico com 12 mg kg⁻¹ de princípio ativo, que obtiveram 100% de mortalidade dos adultos do gorgulho do milho até 150 dias após a aplicação e de 180 a 240 dias variou de 96,00 a 99,50%.

A redução da eficiência verificada, além de possível resistência, pode estar relacionada ao fato dos tratamentos terem sido armazenados de forma a permitir as trocas gasosas com o meio externo, desse modo favorecendo a degradação dos inseticidas.

Outro fato que pode ser o responsável pela redução da mortalidade, são as doses inferiores às recomendadas pelos fabricantes, pois segundo Santos et al. (2009), doses incorretas de inseticidas causam menores taxas de mortalidade dos insetos.

Conclusão

Pode-se concluir que o inseticida Pirimifós metílico, aplicado com a dosagem mínima de 8 mL, foi o mais eficiente no controle de *Sitophilus zeamais*, podendo ser aplicado a menor dose recomendada pelo fabricante. Após 60 dias, aplicações de 6 e 8 mL de Bifentrina e 6 mL de Pirimifós metílico proporcionaram uma mortalidade inferior a 40% no controle de *Sitophilus zeamais*. Em ambos os inseticidas, tanto a dose mínima recomendada, 8 mL, e a dose inferior utilizada, 6 mL, propiciaram o controle dos insetos mesmo após o período de carência de 30 dias ter sido ultrapassado.

Referências

AYRES, M. et al. **BioEstat 5.0**: Aplicações estatísticas nas áreas da ciências biológicas e médicas. Belém: Sociedade Civil Mamirauá/CNPq, 2007. 324 p. Disponível em: <<http://www.mamiraua.org.br/pt-br/downloads/programas/bioestat-versao-53/>>. Acesso em: 20 fev. 2015.

ELIAS, M. C. et al. Umidade de colheita, métodos de secagem e tempo de armazenamento na qualidade tecnológica de grãos de trigo (cv. 'Embrapa 16'). **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n.1, p. 25-30, 2009. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782009000100005>. Acesso em: 16 abr. 2011. doi: 10.1590/S0103-84782009000100005

GUEDES, R. N. C. et al. 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. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0022474X9400043S>>. Acesso em: 10 jan. 2015. doi: [10.1016/0022-474X\(94\)00043-S](https://doi.org/10.1016/0022-474X(94)00043-S).

GUEDES, R. N. C. et al. Cost and mitigation of insecticide resistance in the maize weevil, *Sitophilus zeamais*. **Physiological Entomology**, Oxford, v. 31, n. 1, p. 30-38, mar. 2006. Disponível em: < <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-3032.2005.00479.x/epdf>>. Acesso em: 20 fev. 2015. doi: 10.1111/j.1365-3032.2005.00479.x.

NATH, B. S. Changes in carbohydrate metabolism in hemolymph and fat body of the silkworm, *Bombyxmori*L. exposed to organophosphorus insecticides. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, San Diego, v. 68, n. 3, p. 127-137, Nov. 2000. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048357500925094>>. Acesso em: 23 fev. 2015. doi: [10.1006/pest.2000.2509](https://doi.org/10.1006/pest.2000.2509).

PIMENTEL, M. A.G. et al. 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. Disponível em: < <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ps.1416/full>>. Acesso em: 22 fev. 2015. doi: 10.1002/ps.1416.

RIBEIRO, B. M. et al. 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. Disponível em: <
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022474X02000140>>. Acesso em: 20 fev. 2015. doi: [10.1016/S0022-474X\(02\)00014-0](https://doi.org/10.1016/S0022-474X(02)00014-0).

SANTOS, J. C. et al. Toxicidade de inseticidas piretróides e organofosforados para populações brasileiras de *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae). **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 25, n. 6, p.75-81, 2009. Disponível em:
<http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/7014>. Acesso em: 22 fev. 2015.

SGARBIERO, E. et al. Pirimiphos-Methyl Residues in Corn and Popcorn Grains and Some of their Processed Products and the Insecticide Action on the Control of *Sitophilus zeamais* Mots. (Coleoptera: Curculionidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 32, n. 4, p. 707-711, 2003. Disponível em: <
http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1519-566X2003000400024>. Acesso em: 21 fev. 2015. doi: 10.1590/S1519-566X2003000400024.

SILVEIRA, R. D. et al. Eficácia biológica e persistência de Bifentrina pulverizada em grãos de milho com diferentes temperaturas. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 35, n. 2, p. 264-268, 2006. Disponível em: <
http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1519-566X2006000200017>. Acesso em: 22 fev. 2015. doi: 10.1590/S1519-566X2006000200017.