

EFICÁCIA DE FOSFINA NO CONTROLE DE PRAGAS DE PRODUTOS ARMAZENADOS EM FARELO DE SOJA

Efficacy of Phosphine in the Stored Grain Pests Control in Stored Soy Bran

Airton R. Pinto Junior¹
Paulo R. V. da S. Pereira²
Rui S. Furiatti³

Resumo

Foi realizado um experimento na Universidade Estadual de Ponta Grossa, com o objetivo de estudar o controle de *Sitophilus oryzae*, *Sitophilus zeamais*, *Rhyzopertha dominica* e *Oryzaephilus surinamensis*, mantidos em laboratório a 25 + 2°C, provenientes de diferentes regiões do Estado do Paraná, em farelo de soja armazenados. Os tratamentos foram conduzidos em depósito, simulando as condições de armazenamento. Cada parcela foi constituída por 100 kg de farelo de soja e mantida em sala climatizada (25 + 2°C). Foi realizada uma única aplicação de fosfina, Gastoxin®, nas doses de 1, 2, 3, 4 e 5 g de i.a./m³ e mais uma testemunha que não recebeu tratamento, durante um período de exposição de 240 horas ou 10 dias. Cada tratamento foi repetido 4 vezes, vedado com lona plástica própria para expurgo e vedação final com fita adesiva plástica. Em cada parcela foram inseridas, na massa de grãos, gaiolas de voil com capacidade para 200g de cevada, onde foram acondicionados 10 insetos adultos de cada espécie testada, não sexados. A avaliação foi realizada pela contagem do número de insetos mortos após 10 dias de exposição (240 horas), tendo sido considerada eficaz a dose que apresentou 100% de mortalidade relativa. Os resultados obtidos permitiram concluir que o inseticida Gastoxin®, nas doses de 1, 2, 3, 4 e 5 g i.a./m³, obteve eficácia de 100% para todas as espécies testadas.

Palavras-chave: Grãos armazenados; Controle Químico; Pragas de produtos armazenados.

Abstract

The efficacy of phosphine (Gastoxin®) against *Sitophilus oryzae* (Linnaeus) (Coleoptera, Curculionidae), *Sitophilus zeamais* (Motschulsky) (Coleoptera, Curculionidae), *Rhyzopertha dominica* (Fabricius) (Coleoptera, Bostrichidae) e *Oryzaephilus surinamensis* (Linnaeus) (Coleoptera, Silvanidae), was made at the Ponta Grossa State University, Paraná, exposing them to treated soy bran in laboratory (25 + 2 °C). The treatments were composed by 1, 2, 3, 4 and 5 g a.i./m³ applied once and a control that not received product. Each plot was composed by 100 kg of soy bran and repeated 4 times. Each plot was infested with 10 adults of each species which were kept in a voile pack with 200 g of soy bran/insect specie. The plots were kept hermetic during 10 days. After that the number of dead insects was counted. Phosphine (Gastoxin®) was effective against the tested species at the doses of 1, 2, 3, 4 and 5 g a.i./m³.

Keywords: Stored Grain; Chemical Control; Stored Grain Pests.

¹ Prof. Dr. Adjunto III lotado na Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Centro de Ciências Agrárias e Ambientais, BR 376, km 14, São José dos Pinhais, Caixa postal 129, 83010-500, PR, e-mail: airton.junior@pucpr.br

² Pesquisador Dr. lotado na Embrapa Roraima, BR 174, km 8, Distrito Industrial, Boa Vista, Caixa postal 133, 69301-970, RR, e-mail: paulo@cpafrr.embrapa.br

³ Prof. Dr. lotado no Departamento de Fitotecnia e Fitossanidade, UEPG, Praça Santos Andrade, s/n, 84010-330, Ponta Grossa, PR, e-mail: furiatti@centerline.com.br

Introdução

A fosfina tem sido amplamente utilizada como fumigante para o controle de pragas de produtos armazenados durante os últimos 30 anos (LINDGREN *et al.* 1958; BOND *et al.* 1969; WAINMAM *et al.* 1975). A toxicidade da fosfina aos insetos varia consideravelmente com a temperatura e com as espécies de insetos, bem como o estágio de desenvolvimento presente na massa (LINDGREN; VICENT, 1966, HOLE *et al.* 1976). Todos estes fatores devem ser levados em consideração no momento da escolha da dose para a obtenção de um controle eficiente.

Hole *et al.* (1976) e Bell (1976, 1977) examinaram as amplas variações na tolerância de estágios imaturos de diferentes insetos praga. Ambos demonstraram que certos estágios do ciclo de vida, particularmente os ovos e as pupas dos coleópteros e a diapausa de larvas de traças, são mais tolerantes à fosfina do que os adultos.

Estudos sobre o modo de ação da fosfina têm demonstrado que o oxigênio é necessário para que todo o seu potencial inseticida seja expresso (BOND *et al.* 1969) e que um pós-tratamento de insetos com oxigênio, seguido de uma exposição subletal de fosfina, incrementou significativamente a mortalidade (BOND, 1963). Altas concentrações de fosfina podem produzir narcose nos insetos, as quais podem reduzir subsequentemente a absorção da toxina. Entretanto, isto não é conhecido como um fenômeno que aumenta ou reduz as chances de um inseto sobreviver (WINKS, 1985). Nos insetos, a inibição respiratória é o sistema fisiológico primário do envenenamento por fosfina (NAKAKITA *et al.* 1974; PRICE, 1980).

O tratamento de insetos com doses subletais de inseticidas pode produzir efeitos obscuros que irão alterar as respostas de tratamentos subsequentes. Estudos em 3 espécies de insetos têm mostrado que um tratamento subletal com fosfina, o qual não produz efeitos visíveis nos insetos, aumenta consideravelmente a susceptibilidade das pragas em tratamentos futuros (BOND; UPITES, 1973). Quando os insetos foram expostos a um segundo tratamento com fosfina, sua tolerância foi reduzida de acordo com o período de tempo decorrido entre os tratamentos; a mortalidade foi elevada com curtos intervalos entre os tratamentos e declinou quando o intervalo foi prolongado. Esta resposta foi claramente pronuncia-

da em *Tribolium castaneum*, onde cerca de 90% dos insetos foram mortos quando o intervalo entre os tratamentos foi de 1 dia, mas aparentemente todos os insetos se recuperaram, quando este intervalo foi prolongado para 10 dias. A explicação desta resposta não é clara, entretanto, o aumento da susceptibilidade deve estar relacionado com a destruição de algum componente essencial ao metabolismo e ao subsequente reparo do dano no período subsequente ao tratamento (HOBBS; BOND, 1989).

Todos os estágios de desenvolvimento de 13 linhagens de 6 espécies de coleópteros de produtos armazenados, incluindo 7 linhagens conhecidas como resistentes à fosfina, foram expostos ao gás a 15°C e a 25°C em câmara de fumigação. Nas linhagens resistentes à fosfina no estágio adulto, apresentaram estágios imaturos também resistentes à toxina, e nestes o mais tolerante foi o estágio de pupa. Todos os estágios susceptíveis de *Oryzaephilus surinamensis*, *Tribolium castaneum*, *Cryptolestes ferrugineus* e *Rhyzopertha dominica*, puderam ser controlados em 4 dias de exposição à fosfina, à 15°C e a 25°C, embora a dosagem requerida para matar as duas últimas espécies a 15°C tenha sido de 2 gm⁻³. Em contraste, 10 a 12 dias de exposição foram necessários, para a mesma dose controlar as pupas de *Sitophilus oryzae* e *S. granarius* a 15°C. Estágios imaturos de linhagens resistentes de cada espécie mostraram altos níveis de tolerância quando comparados com linhagens susceptíveis. Para *O. surinamensis* e *T. castaneum*, o controle foi obtido após 4 a 6 dias de exposição, mas outras espécies requereram de 8 a 10 dias de exposição a 25°C. Indivíduos resistentes de *R. dominica* e *S. oryzae* sobreviveram até 14 dias de exposição à dose de 2 gm⁻³ de fosfina a 15°C (PRICE; MILLS, 1987). Os resultados indicam que tanto para indivíduos resistentes, quanto para os susceptíveis, o tempo de exposição à fosfina foi o fator mais crítico da dosagem, do que a concentração do produto. Entretanto, para se obter o controle dos indivíduos resistentes, constatou-se a necessidade de doses maiores, com um período de exposição mais longo.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a eficácia de fosfeto de alumínio (Gastoxin®) no controle de *Sitophilus oryzae*, *Sitophilus zeamais*, *Rhyzopertha dominica* e *Oryzaephilus surinamensis*, em farelo de soja armazenado, em Ponta Grossa, PR.

Material e Métodos

O experimento foi realizado em depósito, simulando as condições de armazenamento em navio, na Universidade Estadual de Ponta Grossa.

Os insetos utilizados foram *Sitophilus oryzae*, *Sitophilus zeamais*, *Rhyzopertha dominica* e *Oryzaephilus surinamensis*. As colônias, mantidas em laboratório a $25 \pm 2^\circ\text{C}$, foram formadas por insetos provenientes de diferentes regiões do Estado do Paraná.

Cada parcela foi constituída por 100 kg de farelo de soja, proveniente do Estado do Paraná, as quais foram mantidas em sala climatizada $25 \pm 2^\circ\text{C}$.

Foi realizada uma única aplicação do inseticida fumigante, fosfina nas doses de 1, 2, 3, 4, e 5 g de i.a./ m³) e mais uma testemunha que não recebeu tratamento, durante um período de exposição de 240 horas ou 10 dias. Cada tratamento foi repetido 4 vezes, em barris metálicos com capacidade para acomodar 100 kg de farelo de soja, os quais foram tampados e vedados com lona plástica própria para expurgo e vedação final com fita adesiva plástica.

Em cada parcela foram inseridas, na massa de grãos, gaiolas de voil com capacidade para 200 g de cevada, onde foram acondicionados 10 insetos adultos de cada espécie testada, não sexados.

A avaliação foi realizada pela contagem do número de insetos mortos após 10 dias de exposição (240 horas), tendo sido considerada eficaz a dose que apresentou 100% de mortalidade relativa.

Os dados foram submetidos à análise de variância e as diferenças entre as médias testadas pelo Teste de Tukey ($P \leq 0,05$). A eficácia relativa dos inseticidas foi calculada segundo Abbott (1925).

Resultados e discussão

Os tratamentos com fosfina não diferiram significativamente entre si, no entanto foram estatisticamente diferentes da testemunha (Tabela 1).

Todos os tratamentos com fosfina foram considerados eficazes no controle das espécies de insetos testadas.

Este trabalho apresentou resultados semelhantes ao trabalho de Mollinari *et al.* (1993), os quais testaram o efeito de fosfina em farinha e farelo de trigo, no controle de *Plodia interpunctella*, *Ephestia kuehniella*, *Tribolium castaneum*, *Tenebrio molitor*, *Oryzaephilus surinamensis*, *Sitophilus oryzae* e *Rhyzopertha dominica*. A temperatura variou entre 15 e 20°C e umidade relativa de aproximadamente 90%. Todos os tratamentos apresentaram controle completo dos insetos no período de 48 horas para as doses de 1, 2, 3, 4, e 5 g de i.a./m³.

Os resultados deste trabalho também estão de acordo com Wohlgemuth (1989), o qual testou o uso de fosfina para expurgo de navios em trânsito. As dosagens de 2 e 3 g de fosfina por m³ ocasionaram mortalidade de 100% para as seguintes espécies: *Sitophilus granarius*, *Oryzaephilus surinamensis*, *Tribolium confusum*, *Ephestia elutella* e *Rhyzopertha dominica*.

Um fator importante nos resultados obtidos neste experimento foi a hermeticidade. Leesch *et al.* (1990) concluíram que navios podem ser expurgados, com os sistemas de distribuição ativa e passiva de fosfina.

Com base nos resultados obtidos neste experimento, é possível concluir que para o controle de *Sitophilus oryzae*, *Sitophilus zeamais*, *Rhyzopertha dominica* e *Oryzaephilus surinamensis*, em farelo de soja armazenado, nas condições em que foi realizado, o inseticida fosfina, nas doses de 1, 2, 3, 4 e 5 g de i.a./m³, obteve eficácia de 100%.

Tabela 1 - Número médio de indivíduos mortos (X) de *Sitophilus oryzae*, *Sitophilus zeamais*, *Oryzaephilus surinamensis* e *Rhyzopertha dominica* e percentagem de eficácia de fosfina (E%), durante um período de exposição de 10 dias de expurgo em farelo de soja armazenado.

Table 1 - *Sitophilus oryzae*, *Sitophilus zeamais*, *Oryzaephilus surinamensis* and *Rhyzopertha dominica* average number of dead individuals (x) and percentage of fosfina effectiveness (E%), during the exposition period of 10 days expurgation in soy stored bran.

Dose (g i.a./m ₂)	<i>Sitophilus oryzae</i>		<i>Sitophilus zeamais</i>		<i>Oryzaephilus surinamensis</i>		<i>Rhyzopertha dominica</i>	
	X1	E%	X	E%	X	E%	X	E%
1	100,0a	100	100,0a	100	100,0a	100	90,0a	88,8
2	100,0a	100	100,0a	100	100,0a	100	100,0a	100
3	100,0a	100	100,0a	100	100,0a	100	100,0a	100
4	100,0a	100	100,0a	100	100,0a	100	100,0a	100
5	100,0a	100	100,0a	100	100,0a	100	100,0a	100
Testemunha	0,25b	-	0,25b	-	0,25b	-	0,25b	-

1. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey (P< 0,05).

Referências

- ABBOTT, W. S.. A method of computing the effectiveness of an insecticide. **J. Econ Entomol**, 1925. v.18, p. 265-267.
- ALMEIDA, A. A.. Natureza dos danos causados por insetos em grãos armazenados. XI CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA. 4., Campinas, 1989. **Anais...** Campinas: 1989. p. 16-32.
- BELL, C. H.. The tolerance of developmental stages of four stored product moths to phosphine. **J Stored Prod Res.** v. 12, p. 77 – 86, 1976.
- BELL, C. H.. Toxicity of phosphine to the diapausing stages of *Ephestia elutella*, *Plodia interpunctella* and the other lepidoptera. **J Stored Prod Res.** v.13, p. 149 – 158, 1977.
- BOND, E. J. The action of fumigants on insects. IV. The effects of oxygen on the toxicity of fumigants to insects. **Can J Biochem Physiol.** v. 41, p. 993 – 1004, 1963.
- BOND, E. J.; J. R. ROBINSON; C. T. BUCKLAND.. The toxic actions of phosphine-absorption and symptoms of poisoning in insects. **J Stored Prod Res.** v. 5, p. 289 – 298, 1969.
- BOND, E. J.; E. UPITIS. Response of three insects to sublethal doses of phosphine. **J Stored Prod Res.** v. 8, p. 307 – 313, 1973.
- HOBBS, S. K.; E. J. BOND. Response of *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae) to sublethal treatments with phosphine. **J Stored Prod Res.** v. 25, p. 137 – 146, 1989.
- HOLE, B. D.; C. H. BELL; A. A. MILLS; G. GOODSHIP. The toxicity of phosphine to all developmental stages of thirteen species of stored product beetles. **J Stored Prod Res.** 12, p. 235 – 244, 1976.
- LEESCH, J. G.; F. H. ARTHUR; R. DAVIS. Three methods of aluminum phosphide application for the in-transit fumigation of grain aboard deep-chaft bulk cargo ships. **J Econ Entomol**, v. 83, p. 1459 – 1467, 1990.
- LEESCH, J. G.; C. REICHMUTH; R. WOHLGEMUTH; R. DAVIS; L. M. REDLINGER. Transit fumigation of soyabeans with phosphine probed 2-3 meters deep. **Zeitschrift fur Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz**, v. 101, p. 534 – 544, 1994.
- LINDGREN, D. L.; L. E. VINCENT; R. G. STRONG. Studies on hydrogen phosphide as a fumigant. **J**

- Econ Entomol**, v. 51, p. 900 – 903, 1958.
- LINDGREN, D. L.; L. E. VINCENT. Relative toxicity of hydrogen phosphine to various stored-product insects. **J Stored Prod Res.** v. 2, p. 141 – 146, 1966.
- MILLS, K. A.; A. L. CLIFTON; B. CHAKRABARTI; N. SAVVIDOU. The impact of phosphine resistance on the control of insects. In stored grain by phosphine fumigation. **Proceedings of the Brighton Crop Protection Conference, Pests and Diseases**, n. 3, p. 1181 – 1187, 1990.
- MOLINARI, G. P.; R. FABBRINI; L. SUSS. Fumigation of milled products with phosphine. **Tecnica Molitoria**, v. 44, p. 754 – 762, 1993.
- NAKAKITA, H.; T. SAITO; K. IYATOME. Effect of phosphine on the respiration of adult *Sitophilus zeamais* Motsch (Coleoptera: Curculionidae). **J Stored Prod Res.** v. 10, p. 87 – 92, 1974.
- PRICE, N. R. The effect of phosphine on respiration and mitochondrial oxidation in susceptible and resistant strains of *Rhyzopertha dominica*. **Insect Biochem**, 1980. v. 10, p. 65 – 71.
- PRICE, L. A.; K. A. MILLS. The toxicity of phosphine to the immature stages of resistant and susceptible strains of some common stored product beetles, and implications for their control. **J. Stored Prod Res.** v. 24, p. 51 – 59, 1988.
- RANGASWAMY, J. R.; R. D. SHROFF; P. P. ASHER; A. K. DASH. Prospects and profits of Fumino in commercial fumigation. **Int Pest Control**, v. 39, p. 74 – 76, 1997.
- WAINMAN, H. E.; B. CHAKRABARTI; E. N. W. ALLAN; K. A. MILLS. Fumigation with phosphine of stacked flour in polythene-clad sacks. **Int Pest Control**, v.17, p. 4 – 8, 1975.
- WINKS, R. G. The toxicity of phosphine to adults of *Tribolium castaneum* (Herbst): Phosphine induced narcosis. **J Stored Prod Res.** v. 21, p. 25 – 29, 1985.
- WINKS, R. G.; C. J. WATERFORD. The relationship between concentration and time in the toxicity of phosphine to adults of a resistant strain of *Tribolium castaneum* (Herbst). **J Stored Prod Res.** v. 22, p. 85 – 92, 1985.
- WOHLGEMUTH, R. In transit shipboard fumigation of bulk grain with phosphine. **Gesunde-Pflanzen**, v. 41, p. 223 – 229, 1989.

Recebido 20/07/2003

Aceito 30/01/2004