

RESFRIAMENTO ARTIFICIAL E USO DE TERRA DE DIATOMÁCEA PARA O CONTROLE DE INSETOS EM GRÃOS DE TRIGO ARMAZENADOS EM SILOS DE CONCRETO

Marcus Bochi da Silva Volk

Eng.º. Agrícola., Doutorando em Engenharia Agrícola, DEA/UFV, 36.570-000, Viçosa MG, E-mail: marcusvolk@yahoo.com.br.

Adriano Divino Lima Afonso

Eng.º. Agrícola., Professor Adjunto, Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOEST, 8 5814-110, Cascavel-PR. E-mail: adafonso@unioeste.br

Adalberto Hipólito Sousa

Eng. Agr., Doutorando em Entomologia, DBA/UFV, 36.570-000, Viçosa MG, E-mail: adalberto.sousa@ufv.br

RESUMO - O objetivo deste trabalho foi avaliar a eficácia do resfriamento artificial associado com o uso de terra de diatomácea para o controle de insetos em grãos de trigo armazenados em silos de concreto. Foram utilizados dois silos de concreto, um com capacidade estática de 2.500 t (Silo A) e outro com capacidade estática de 5.000 t (Silo B). Os grãos da superfície dos silos foram tratados com terra diatomácea na dosagem comercial (1,0 kg/t de produto). Para o resfriamento dos grãos, ar frio foi insuflado pelo sistema de aeração dos silos até que os grãos atingissem a temperatura média de 17 °C entre as camadas. Após o resfriamento, considerou-se o período de conservação de cinco meses. O monitoramento de insetos no Silo A foi realizado através de coletas de grãos (infestados e/ou contendo insetos) com sondas. Com relação ao Silo B, o monitoramento foi realizado através da captura de insetos com armadilhas do tipo calador. No Silo A, não foram detectadas quantidades representativas de insetos nos grãos até 120 dias, quando as coletas foram realizadas com sondas na camada abaixo dos grãos tratados com terra de diatomácea. No Silo B, onde a coleta de insetos foi realizada com armadilhas do tipo calador, houve aumento populacional de insetos das espécies *O. surinamensis* e *R. dominica* com o prolongamento do armazenamento. O incremento do número de insetos foi maior a partir de 60 dias do início dos experimentos. Isto pode ter ocorrido devido à presença de insetos na massa de grãos antes do resfriamento. Em geral, a utilização do resfriamento associado ao pó inerte apresentou resultados satisfatórios para o controle de insetos-praga de produtos armazenados.

Palavras-chave: armazenamento, método físico de controle, monitoramento de insetos.

ARTIFICIAL COOLING AND USE OF DIATOMACEOUS EARTH TO CONTROL INSECTS IN GRAINS OF WHEAT STORED IN CONCRETE SILOS

ABSTRACT - The objective of this study was to evaluate the effectiveness of artificial cooling associated with the use of diatomaceous earth to control insects in grains of wheat stored in concrete silos. We used two concrete silos, with a static capacity of 2.500 t (Silo A) and the other with static capacity of 5.000 t (Silo B). The surface of the grain silos were treated with diatom earth with a commercial assay (1.0 kg / t of product). For the cooling of the grains, cold air was blown through the aeration system silos until the grains reach a temperature of 17 ° C between the layers. After cooling, it is the retention period of five months. The monitoring of insects in the Silo A was accomplished by collecting infested grain and / or insects with probes. In Silo B, the monitoring was done through the capture of insects with traps of the type calador. In The Silo, were not detected representative quantities of insects in grain up to 120 days, when the collections were made with probes in the layer below the grain treated with diatomaceous earth. In Silo B, where the collection of insects was performed with traps of the type calador, increased population of insects of the species *O. surinamensis* and *R. dominica* with the extension of storage. This increase in the number of insects was greater after 60 days of the early experiments. This is happening due to the presence of insects in grain mass before cooling. The use of cooling associated with the inert powder has an effective control of insects in grain mass.

Keywords: storage, physical method of control, monitoring of insect.

INTRODUÇÃO

A infestação da massa de grãos por insetos pode propiciar o desenvolvimento fúngico e modificar o ambiente físico dos grãos (temperatura e o teor de umidade), promovendo a deterioração e alteração do equilíbrio nutricional dos mesmos. As sucessivas gerações de insetos podem aumentar estes danos, acarretando perdas econômicas ou até a recusa do produto na comercialização (Robert *et al.*, 1991). Existem várias espécies de inseto que podem atacar os grãos durante o armazenamento. As principais são: *Sitophilus zeamais* (Motschulsky), *S. oryzae* (L.), *Rhyzopertha dominica* (F.), *Tribolium castaneum* (Herbst), *Cryptolestes ferrugineus* (Stephens), *Oryzaephilus surinamensis* (L.), *Lasioderma serricornis* (F.), *Acanthoscelides obtectus* (Say), *Callosobruchus maculatus* (F.) e *Zabrotes subfasciatus* (Boh.), *Sitotroga cerealella* (Olivier), *Plodia interpunctella* (Hübner) e *Ephestia sp* (Faroni & Sousa, 2006).

O controle de insetos no setor de armazenamento é realizado no Brasil com o uso da fosfina (PH₃) ou pela aplicação dos inseticidas protetores organofosforados e piretróides, sendo a fosfina o inseticida mais utilizado (Sousa *et al.*, 2008). Porém, o uso contínuo e indiscriminado deste fumigante desde a década de 80 tem ocasionado a rápida evolução de resistência em populações de insetos-praga de produtos armazenados (Lorini *et al.*, 2007; Pimentel *et al.*, 2007; Pimentel *et al.*, 2009). Uma forma de reduzir os problemas associados à resistência à inseticida consiste na utilização de métodos não químicos de controle (Beckel *et al.*, 2004), por exemplo, métodos físicos.

A manipulação da temperatura dos grãos e o emprego de pós inertes, como terra de diatomácea, são exemplos de métodos não químicos promissores para o manejo integrado de insetos-praga de produtos armazenados (Flinn, 1998; Flinn & Hagstrum, 2002). A terra de diatomácea é originada de sedimento de carapaças de algas diatomáceas que em contato dos insetos os mata por dessecação (perda de água), devido a danos causados na cutícula (Korunic, 1998). Pode ser incorporada à massa de grãos manualmente, quando o produto é aplicado em pequena quantidade de grãos, ou pode ser incorporada na correia transportadora, em maiores quantidades de grãos.

A temperatura ideal para o desenvolvimento de insetos-praga de produtos armazenados varia de 25 a 33 °C (Fields & Muir, 1996). Em temperaturas de 13 a 20 °C há redução do desempenho reprodutivo dos insetos (Reed & Arthur, 2000). Então, uma forma de prevenir o aumento da infestação por insetos é reduzir a temperatura da massa de grãos após o recebimento destes. O grão é um bom isolante térmico. Uma vez que a baixa temperatura é alcançada, esta pode ser mantida por vários dias (Burks *et al.*, 2000). A associação do resfriamento com o uso de terra de diatomácea misturada aos grãos da superfície dos silos é uma técnica não tradicional e não química que

pode ser utilizada na proteção de produtos armazenados. O principal benefício dessa estratégia consiste na redução da infestação por insetos e fungos, além da redução da atividade de água e da taxa respiratória dos grãos (Maier, 1994). Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar a eficácia do resfriamento artificial associado com o uso de terra de diatomácea para o controle de insetos em grãos de trigo armazenados em silos de concreto.

MATERIAL E MÉTODOS

O tratamento dos grãos de trigo com resfriamento artificial e terra de diatomácea foi realizado em dois silos de concreto, um silo com capacidade estática de 2.500 t (Silo A) e outro com capacidade estática de 5.000 t (Silo B). Os dois silos tinham uma altura de 18 m, sendo o diâmetro do Silo A igual a 14,7 m e o diâmetro do Silo B igual 22 m. O monitoramento de insetos no Silo A foi realizado através de coletas de grãos (infestados e/ou contendo insetos) com sondas. No Silo B, o monitoramento foi realizado através da captura de insetos com armadilhas do tipo calador.

Os grãos da superfície dos silos (50 cm de profundidade) foram tratados com terra diatomácea na dosagem recomendada (1,0 kg/t de produto). Posteriormente, ar frio foi insuflado pelo sistema de aeração dos silos durante 249 h para o silo A e 303 h para o silo B até que os grãos atingissem a temperatura média de 17 °C entre as camadas. O ar proveniente do equipamento (50.000 m³/h) foi insuflado nos silos a uma temperatura média de 10 °C. O período considerado de conservação dos silos foi de aproximadamente cinco meses.

Para a amostragem com sondas, foram retiradas amostras dos grãos a cada 30 dias. Estas amostras foram realizadas aleatoriamente na camada com terra de diatomácea (profundidade de 0 a 0,5 m) e abaixo desta camada (profundidade de 0,50 m a 1,00 m). As amostras foram homogeneizadas e posteriormente divididas em quatro sub-amostras de 250 gramas, as quais foram colocadas em vidros fechados com tela de organza e mantidos sob condições constantes de temperatura (26±2 °C), umidade relativa (70±5%) e escotofase de 24 horas, durante 30 dias. Ao final desse período, as amostras foram peneiradas em peneira de furos circulares de 3 mm para retirar os insetos, os quais foram identificados e contados. Para as amostragens com as armadilhas do tipo calador, cinco destas foram inseridas abaixo da camada de grãos com terra de diatomácea (profundidade de 0,8 m), instaladas junto aos cabos de termometria do silo. As armadilhas foram retiradas em intervalos regulares de 30 dias para identificação e quantificação dos insetos presentes, sendo, posteriormente, inseridas na massa de grãos. Não foi feita a distinção entre insetos vivos e mortos nas duas metodologias de amostragem.

Os dados coletados foram submetidos a ajustes não-lineares disponíveis no software SigmaPlot, versão 7.0 (SPSS, 2001).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No Silo A, onde a coleta dos grãos infestados e/ou contendo insetos foi realizada com armadilhas do tipo sonda, foram encontrados apenas dois adultos de *R. dominica* até 120 dias após o início dos experimentos. Por outro lado, verificou-se aumento populacional de *R. dominica* na camada de grãos tratada com terra de diatomácea (0 a 0,5 m), principalmente a partir de 90 dias (Figura 1). A camada de grãos com terra de diatomácea

foi utilizada superficialmente para proteger o produto contra infestações externas. Neste sentido, pode-se explicar a maior presença de insetos nessa camada devido à proximidade dos outros silos da unidade armazenadora, os quais não foram resfriados, porém tratados quimicamente durante a etapa de conservação. Consequentemente, os insetos, ao migrarem para os silos resfriados, encontraram a barreira protetora formada pela terra de diatomácea, e morrem antes de penetrar na massa de grãos. Apesar da avaliação não fazer distinção entre insetos vivos e mortos, mas apenas quanto ao total de insetos encontrados, foi verificada maior presença de insetos mortos que vivos.

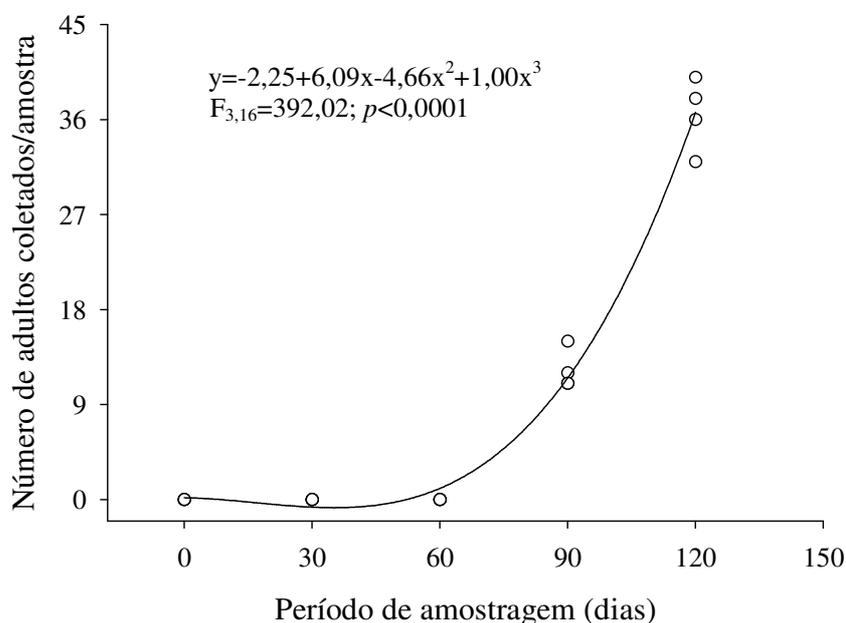


Figura 1 - Número de insetos provenientes das amostras coletadas com sondas no Silo A na camada de grãos tratados com terra de diatomácea.

No silo B, onde a coleta dos grãos contendo os insetos foi realizada com armadilhas do tipo calador, foram coletados insetos das espécies *O. surinamensis*, *R. dominica*, *S. zeamais* e *T. castaneum*. Destas espécies, *O. surinamensis* e *R. dominica* apresentaram maior número de insetos, com total de 1.714 para a primeira e 899 para a segunda. Foram coletados apenas seis insetos de *S. zeamais* e dois de *T. castaneum*. O número de insetos de *O. surinamensis* e *R. dominica* coletados com armadilhas do tipo calador são apresentados na Figura 2, onde

observa-se que o número de insetos aumentou com o prolongamento do armazenamento dos grãos. O incremento do número de insetos com o período de armazenamento foi maior em *O. surinamensis*. Como o número inicial de insetos das duas espécies era próximo (Figura 2), atribui-se as diferenças observadas nos últimos períodos de amostragem ao tempo do ciclo de vida destas espécies, que é menor em *O. surinamensis* e maior em *R. dominica* (Rees, 1996)

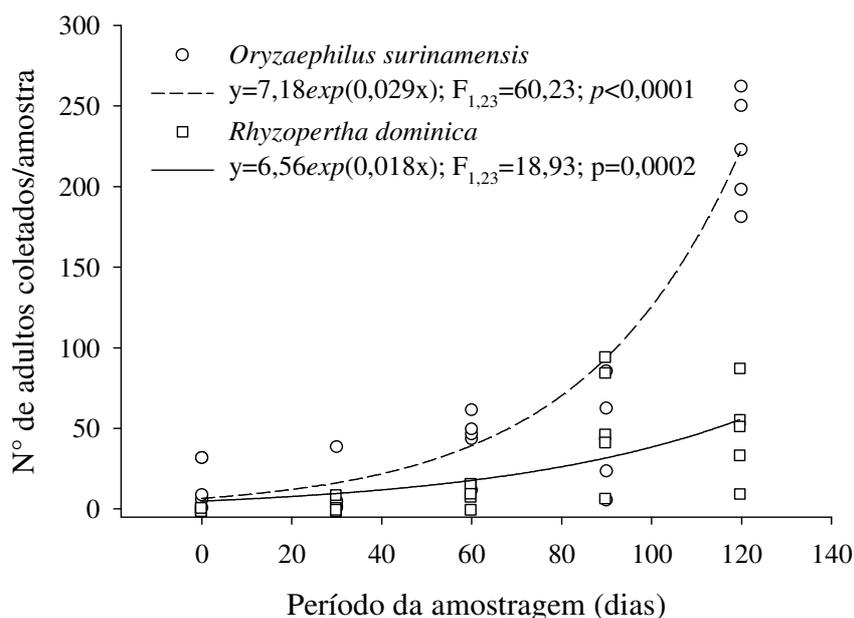


Figura 2 - Número de insetos capturados com armadilhas do tipo calador no Silo B na camada abaixo dos grãos misturados com terra de diatomácea.

As duas espécies predominantes, *O. surinamensis* e *R. dominica*, são cosmopolitas, ou seja, atacam diferentes tipos de produtos, como grãos de cereais, farinhas, condimentos, macarrão e chocolate (Loeck, 2002). O besourinho *O. surinamensis* apresenta hábito alimentar secundário, pois não ataca grãos inteiros, necessitando que os mesmos estejam danificados ou quebrados para que possam se alimentar. É encontrado em grãos trincados, quebrados ou danificados anteriormente por alguma praga primária (Pacheco & Paula, 1995). A espécie *R. dominica* é considerada uma das pragas primárias mais destrutivas dos grãos armazenados. Apresenta hábito alimentar primário, ou seja, ataca grãos inteiros, como grãos de trigo, sorgo, milho, cevada, etc. Os adultos broqueiam os produtos formando orifícios redondos. À medida que broqueiam os grãos, deixam, em abundância, o pó que pode ser utilizado como ferramenta para detectar sua presença (Faroni & Sousa, 2006).

Comparando os dois métodos para detectar a presença de insetos, verificou-se que o uso de armadilhas do tipo calador registrou um maior número de insetos que utilizando-se as sondas. Esta diferença pode ter ocorrido porque os insetos se com o passar do tempo nas armadilhas do tipo calador, uma vez que eles entram e não conseguem sair do equipamento. Já na amostragem com sondas, os insetos e/ou grãos infestados são coletados no momento e local da amostra.

Em geral, a combinação de resfriamento artificial e terra de diatomácea foi eficiente no controle de insetos em grãos de trigo armazenados. O aumento do número de insetos no Silo B a partir de 60 dias (Figura 2) pode ter ocorrido devido à presença de insetos na massa de grãos antes do resfriamento. Resultados semelhantes foram observados por Lazzari *et al.*, 2006. Em conformidade

com estes autores, sugere-se que práticas adicionais, principalmente a limpeza da estrutura de armazenamento (roscas transportadoras e canaletas de aeração), pós-limpeza dos grãos e o manejo adequado (evitando a mistura de arroz novo com arroz velho) devem ser consideradas com mais rigor para garantir e prolongar os benefícios do resfriamento artificial. Essas considerações são válidas para a associação do resfriamento artificial com a terra de diatomácea misturada aos grãos da superfície dos silos.

CONCLUSÕES

A combinação de resfriamento artificial e terra de diatomácea misturada aos grãos de trigo da superfície dos silos foi eficiente no controle de insetos-praga de produtos armazenados. Porém, houve aumento do número de insetos com o prolongamento do período de armazenamento no Silo B. Dessa forma, sugere-se que práticas de limpeza e manejo adequado sejam utilizadas com mais rigor para evitar a infestação inicial dos grãos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BECKEL, H.; LORINI, I.; LÁZZARI, S. M. N. Comportamento de adultos de diferentes raças de *Rhyzopertha dominica* (Fabricius) (Coleoptera, Bostrichidae) em superfície tratada com deltamethrin. *Revista Brasileira de Entomologia*, v.48, p.115-118, 2004.
- BURKS, C. S.; JOHNSON, J. A.; MAIER, D. E.; HEAPS, J. W. In: SUBRAMANYAM, B.; HAGSTRUM,

- D.W. **Alternatives to pesticides in stored-product IMP**. Massachusetts: Kluwer Academic, 2000. p.73-104.
- FARONI, L. R. A.; SOUSA, 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. **Tecnologia de Armazenagem em sementes**, Campina Grande: UFCG, 2006. p.371-402.
- FIELDS, P. G.; MUIR, W. E. Physical control. In: SUBRAMANYAM, B.; HAGSTRUM, D. W. **Integrated Management of Insects in Stored Products**, New York: Marcel Dekker, 1996. p. 195-286.
- FLINN, P. W. Temperature effects on efficacy of *Choetospila elegans* (Hymenoptera: Pteromalidae) to suppress *Rhyzopertha dominica* (Coleoptera: Bostrichidae) in stored wheat. **Journal of Economic Entomology**, v.91, p.320-323, 1998.
- FLINN, P. W.; HAGSTRUM, D. W. Temperature-mediated functional response of *Theocolax elegans* (Hymenoptera: Pteromalidae) parasitizing *Rhyzopertha dominica* (Coleoptera: Bostrichidae) in stored wheat. **Journal of Stored Products Research**, v.38, p.185-190, 2002.
- KORUNIC, Z. Review diatomaceous earths, a group of natural insecticides. **Journal of Stored Products Research**, v.34, n.2/3, p.87-97, 1998.
- LAZZARI, S. M. N.; KARKLE, A. F.; LAZZARI, F. A. Resfriamento artificial para o controle de Coleoptera em arroz armazenado em silo metálico. **Revista Brasileira de Entomologia**, v.50, n.2, p.293-296, 2006.
- LOECK, A. E., **Pragas de produtos armazenados**. Pelotas: EGUFPEL, 2002. 113p.
- LORINI, I.; COLLINS, P. J.; DAGLISH, G. J.; NAYAK, M. K.; PAVIC, H. Detection and characterisation of strong resistance to phosphine in Brazilian *Rhyzopertha dominica* (F.) (Coleoptera: Bostrychidae). **Pest Management Science**, v. 63, n. 4, p. 358-364, 2007.
- MAIER, D. E. **Chilled aeration and storage of U. S. crops - a review**, In: Highley, E.; WRIGHT, E. J.; BANKS, H. J.; CHAMP, B. R. **Proceedings of 6th International Working Conference on Stored-Product Protection**, Wallingford: CAB International, 1994. 620 p.
- PACHECO, I. A.; PAULA, D. C. **Insetos de grãos armazenados - identificação e biologia**, Campinas: Fundação Cargil, 1995. 228p.
- PIMENTEL, M. A. G.; FARONI, L. R. A.; TÓTOLA, M. R.; GUEDES, R. N. C. Phosphine resistance, respiration rate and fitness consequences in stored-product insects. **Pest Management Science**, v. 63, n. 9, p. 876-881, 2007.
- PIMENTEL, M. A. G.; FARONI, L. R. A.; GUEDES, R. N. C.; SOUSA, A. H.; TÓTOLA, M.R. Phosphine resistance in Brazilian populations of *Sitophilus zeamais* Motschusky (Coleoptera: Curculionidae). **Journal of Stored Products Research**, v.45, p.71-74, 2009.
- REED, C.; ARTHUR, F. H. Aeration. In: SUBRAMANYAM, B.; HAGSTRUM, D.W. **Alternatives to pesticides in stored-product IMP**. Massachusetts: Kluwer Academic, 2000. p.51-72.
- 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.
- ROBERT, J. B.; SEDLACEK, J. D.; SIDDIQUI, M.; PRINCE, B. D. Quality of storage corn as influenced by *Sitophilus zeamais* MOTSCH. and several management practices. **Journal of Stored Products Research**, v.27, p.225-237, 1991.
- SOUSA, A. H.; FARONI, L. R. A.; GUEDES, R. N. C.; TÓTOLA, M. R.; URRUCHI, W. I. Ozone as a management alternative against phosphine-resistant insect-pests of stored products. **Journal of Stored Products Research**, v. 44, p.379-385, 2008.
- SPSS. **Sigma Plot user's guide**, version 7.0 (revised edition), Chicago: SPSS Inc., 2001.