

EFEITO DA TEMPERATURA DO AR NO MOMENTO DA PULVERIZAÇÃO SOBRE A EFICÁCIA BIOLÓGICA DE DELTAMETRINA EM MILHO ARMAZENADO

EFFECT OF THE AIR TEMPERATURE DURING SPRAYING ON BIOLOGICAL EFFICACY OF DELTAMETHRIN IN STORED MAIZE

Marco Aurélio Guerra PIMENTEL¹; Lêda Rita D'Antonino FARONI²; Carlos Romero Ferreira de OLIVEIRA³; José Roberto GONÇALVES³; Maria Eliana Lopes Ribeiro de QUEIROZ⁴

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência da temperatura no momento da pulverização, sobre a eficácia biológica de deltametrina. Para tanto, pulverizou-se o inseticida sobre grãos de milho dentro de uma câmara climática, nas temperaturas de 25, 30, 35, 40, 45 e 50 °C, com umidade relativa em torno de 55%. Após a pulverização, e a cada 15 dias até completar 90 dias, foram feitas as análises da eficácia biológica sobre a mortalidade dos insetos *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae), *Rhyzopertha dominica* (Coleoptera: Bostrichidae) e *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae). Observou-se que, para um período de armazenamento de até 90 dias, o aumento da temperatura do ar ambiente no momento da pulverização, resultou em menor eficácia do inseticida para os três insetos-praga. O resíduo de deltametrina diminuiu com o tempo de armazenamento e com o aumento da temperatura do ar ambiente no momento da pulverização, o que acarretou numa maior degradação do inseticida.

UNITERMOS: Pragas de armazenamento, Controle químico, Piretróide, Degradação.

INTRODUÇÃO

No setor de armazenamento de grãos, as perdas ocasionadas por insetos-praga alcançam a faixa de 10%, o que equivale a 10 milhões de toneladas de grãos/ano (LORINI, 2002). Dentre as inúmeras espécies de insetos que atacam grãos e subprodutos armazenados, algumas apresentam aparelho bucal mastigador tanto nas larvas como nos adultos, destacando-se por sua importância e ocorrência, *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae), *Rhyzopertha dominica* (Fabricius) (Coleoptera: Bostrichidae) e *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae) (REES, 1996).

Historicamente, o controle químico vem dominando os métodos de controle de pragas em grãos armazenados (HAREIN; DAVIS, 1992; MOURIER; POULSEN, 2000). No entanto, para que esse método

mantenha sua eficácia é necessário levar em consideração diversos fatores como o modo de aplicação do inseticida, o teor de umidade do grão, a temperatura e a umidade do ar (ARTHUR et al., 1991; SAMSON et al., 1988; SNELSON, 1987; WHITE et al., 1997; WINTERSTEEN; FORSTER, 1992), pois podem influenciar a eficácia e a persistência desses produtos.

A eficácia dos inseticidas também pode sofrer redução com a volatilização do veículo desses produtos, pela formação de partículas sólidas do princípio ativo que permanecem em suspensão no ar e não atingem, dessa forma, a superfície do grão (JOHNSTONE, 1985). Tal fato foi comprovado por Wintersteen e Forster (1992) e por Hamacher et al. (2002), ao demonstrarem que altas temperaturas do ar, no momento da aplicação, levam à rápida degradação dos inseticidas, a exemplo do observado por Desmarchelier e Bengston (1978) e por

¹ Mestrando em Entomologia, Departamento de Biologia Animal, Universidade Federal de Viçosa - UFV, Viçosa, MG, E-mail: marco@vicoso.ufv.br;

² Professora do Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa - UFV, Viçosa, MG, E-mail: lfaroni@ufv.br;

³ Doutorando em Entomologia, Departamento de Biologia Animal, Universidade Federal de Viçosa - UFV, Viçosa, MG, E-mail: crom@insecta.ufv.br, roberto@alunos.ufv.br;

⁴ Professora do Departamento de Química, Universidade Federal de Viçosa - UFV, Viçosa, MG, E-mail: meliana@ufv.br

Received 07/08/03 Accept 03/01/04

Snelson (1987) para o clorpirifós metílico e outros organofosforados.

O inseticida deltametrina é um piretróide fotoestável de alta atividade, que age por contato e ingestão, contra insetos-praga que normalmente infestam os grãos armazenados como *Sitophilus* spp., *Tribolium* spp., *R. dominica* e traças. Ainda que a atividade inseticida seja muito alta, o deltametrina tem uma toxicidade muito baixa a animais de sangue quente. Além disso, esse inseticida não penetra nos grãos fazendo com que os resíduos nas farinhas permaneçam em níveis baixos, tornando os riscos desprezíveis para o consumidor (ATHIÉ et al., 1998).

Pelo fato de existir um número reduzido de produtos registrados para o controle de pragas de grãos armazenados, o estudo da eficácia dos inseticidas vem sendo abordado por diversos pesquisadores. No entanto, há carência de estudos sobre o efeito de condições climáticas extremas no momento da aplicação. As temperaturas nas horas mais quentes do dia, próximo à correia transportadora de um graneleiro, podem ultrapassar 50 °C (HAMACHER et al., 2002). Com base no exposto, este trabalho foi desenvolvido com o propósito de avaliar o efeito da temperatura do ar ambiente, no momento da pulverização, na eficácia biológica do inseticida deltametrina sobre os insetos *S. zeamais*, *R. dominica* e *T. castaneum*.

MATERIAL E MÉTODOS

O inseticida avaliado foi o deltametrina (K-Obiol® 25 CE), na dose recomendada pelo fabricante do produto (0,5 mg/kg do ingrediente ativo), o que corresponde a 20 mL do produto comercial para 1 L de água em 1 tonelada de grãos (ANDREI, 1999).

Foi utilizado milho da variedade AG 1051, tipo mole, com teor de umidade de 13%. Os grãos foram previamente expurgados para eliminação de possíveis pragas provenientes do campo de produção. A pulverização dos grãos foi realizada, utilizando-se um pulverizador, que consiste de um depósito de calda, bomba de pressão constante a gás (CO₂), manômetro, conjunto de mangueiras, filtros e bico de pulverização. O pulverizador foi regulado para fornecer uma vazão de calda igual a 17,4 L/h, de modo a proporcionar uniformidade de aplicação.

O conjunto de pulverização foi instalado sobre uma correia transportadora (1,30 X 0,20 m) com capacidade de transporte de 11,5 toneladas de grãos por hora. Esta correia foi acionada por um motor de indução trifásico de 1 CV, acoplado a um inversor de frequência, o qual permitiu ajustar a velocidade da correia ao volume de calda do inseticida pulverizado. Este conjunto foi montado no interior de uma

câmara climática (8 m³), a qual permite a variação de temperatura de 5 a 60 °C e umidade relativa de 10 a 90%.

Para alimentação da correia utilizou-se uma moega com regulagem de vazão, permitindo-se assim, uma distribuição uniforme de grãos em toda a extensão da correia transportadora.

Foram utilizados, neste estudo, insetos adultos provenientes de criação massal do Laboratório de Manejo Integrado de Pragas de Grãos Armazenados (MIP-Grãos) da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa-MG. As espécies utilizadas foram *S. zeamais*, *R. dominica* e *T. castaneum*. Estes coleópteros foram criados em frascos de vidro com cerca de 1,5 kg de milho, com 13% de umidade, em câmara climática do tipo B.O.D., à temperatura de 30±1 °C, umidade relativa de 65±5% e escotofase de 24 horas. Por ser uma praga secundária, *T. castaneum* foi mantido em grãos de milho semitriturados.

Para avaliação da eficácia biológica do deltametrina em grãos de milho, ajustou-se uma câmara climática a cada aplicação do inseticida. As temperaturas avaliadas foram de 25, 30, 35, 40, 45 e 50 °C e umidade relativa constante de 55 ± 5%. A temperatura dos grãos os quais foram pulverizados foi de 25 °C. A seguir, os grãos tratados foram homogeneizados, acondicionados em sacos de polietileno e armazenados em câmara climática tipo B.O.D., a 25 ± 2 °C e umidade relativa em torno de 50 ± 5% até o momento de realização dos ensaios. Em seguida à pulverização e a cada 15 dias, até 90 dias do início do experimento, 20 insetos adultos, não-sexados, de cada espécie em estudo foram inoculados, em placas de Petri (140 mm X 10 mm) contendo 20 g de grãos de milho tratados com o inseticida, em três repetições.

Após a infestação, as placas foram colocadas em câmaras climáticas tipo B.O.D., nas mesmas condições em que se manteve a criação dos insetos-praga. As avaliações foram realizadas 48 horas após a infestação, contando-se o número de insetos mortos. Os dados obtidos nestas contagens foram correlacionados com a testemunha, a qual foi pulverizada apenas com água destilada, nas mesmas condições de temperatura e umidade relativa do ar no momento da pulverização, através da fórmula de Abbott (1925):

$$Ef = \frac{(Mtr - Mte)}{(100 - Mte)}$$

Onde: *Ef* = eficácia do tratamento (%); *Mtr* = mortalidade no tratamento (%); *Mte* = mortalidade da testemunha (%).

As análises para avaliar a persistência do inseticida deltametrina, em grãos de milho, foram realizadas no Laboratório de Química Analítica e

Ambiental (LACQUA) do Departamento de Química, localizado no Campus da UFV. Para a extração do deltametrina, adotou-se uma metodologia otimizada pelo LACQUA/UFV, baseada na utilizada pelo Instituto Mineiro de Agropecuária (IMA), ambas adaptadas a partir da técnica de extração de multirresíduos descrita por Luke et al. (1975). A identificação do inseticida nos extratos foi feita por cromatografia gasosa, comparando-se, nas condições de análise otimizada, o tempo de retenção da solução-padrão com o da amostra.

Para análise dos dados de eficácia biológica e de resíduo do deltametrina utilizou-se uma regressão múltipla, levando-se em conta a mortalidade dos coleópteros em estudo e a persistência do inseticida como variáveis dependentes e a temperatura e o número de dias após a pulverização como variáveis independentes (SAS INSTITUTE, 1989).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A eficácia do inseticida deltametrina sobre *S. zeamais* foi maior quando aplicado às temperaturas mais

baixas (25 a 30 °C), logo após a pulverização, quando houve mortalidade de 95 a 100 % desse inseto. No entanto, à temperatura de 50 °C, houve redução dessa mortalidade para valores inferiores a 50%, aos 90 dias de armazenamento (Figura 1). Resultados semelhantes foram obtidos por Bitran et al. (1991) ao utilizarem deltametrina na dosagem de 0,5 mg/kg aplicada em temperaturas do ar ambiente variando entre 19 e 26 °C. Os autores observaram que, após um período de seis meses de armazenamento dos grãos, a eficácia desse inseticida sobre o controle de *S. zeamais* foi reduzida cerca de 80 %. DGLISH (1998), utilizando deltametrina em associação com clorpirifós metílico e metacrifós, observou que após 84 dias da pulverização de grãos de trigo, houve 64% de mortalidade da progênie de *Sitophilus oryzae* (L.) à temperatura de pulverização de 30 °C. Já Fleurat-Lessard et al. (1998), avaliando clorpirifós metílico pulverizado à 30 °C, observaram que, a partir de 60 dias de armazenamento, a eficácia desse inseticida na mortalidade de *S. oryzae* diminuiu expressivamente até atingir 20% aos 126 dias de armazenamento.

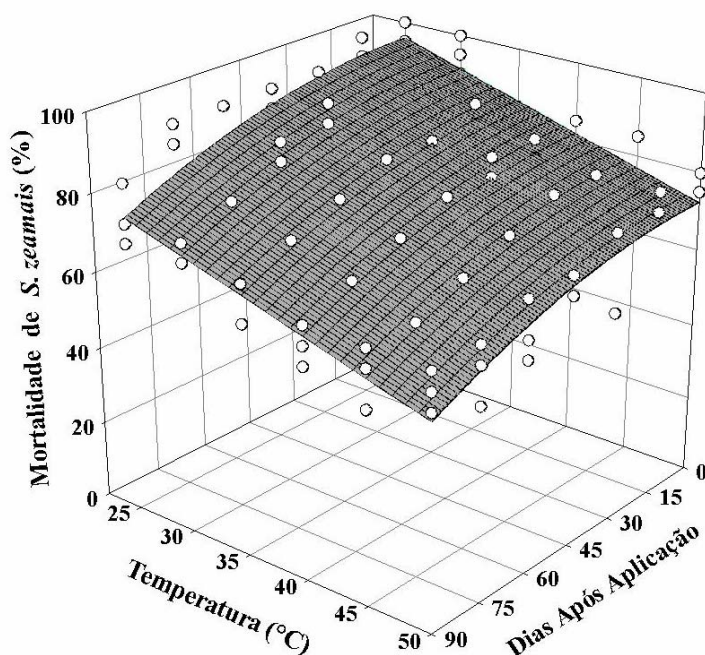


Figura 1. Efeito da temperatura do ar ambiente no momento da pulverização de grãos de milho com deltametrina e do tempo de armazenamento na mortalidade de *S. zeamais*. ($y = 119,48 - 0,95 * x - 0,002 * z^2$, onde y = Mortalidade de *S. zeamais* (%), x = Temperatura (°C) e z = Dias após aplicação; G.L.erro = 123; $F = 248,68$; $p < 0,0001$; $R^2 = 0,80$).

Os insetos da espécie *R. dominica* apresentaram menor sensibilidade ao inseticida deltametrina, podendo-

se observar, entretanto, a redução na eficácia do inseticida com o aumento da temperatura e ao longo do período de

armazenamento. A mortalidade de *R. dominica* foi reduzida de 80%, à temperatura de 25 °C, para valores inferiores a 30% à temperatura de 50 °C com 90 dias após a aplicação (Figura 2). Estes resultados vão de encontro aos de Bitran et al. (1991) que, em experimentos com *R. dominica* em trigo armazenado, observaram

mortalidade de 100% da população desse coleóptero quando utilizaram deltametrina na dosagem de 0,5 mg/kg. Por outro lado, os autores constataram uma redução na proteção dos grãos ao longo de seis meses de armazenamento, em temperaturas de 25 °C em média.

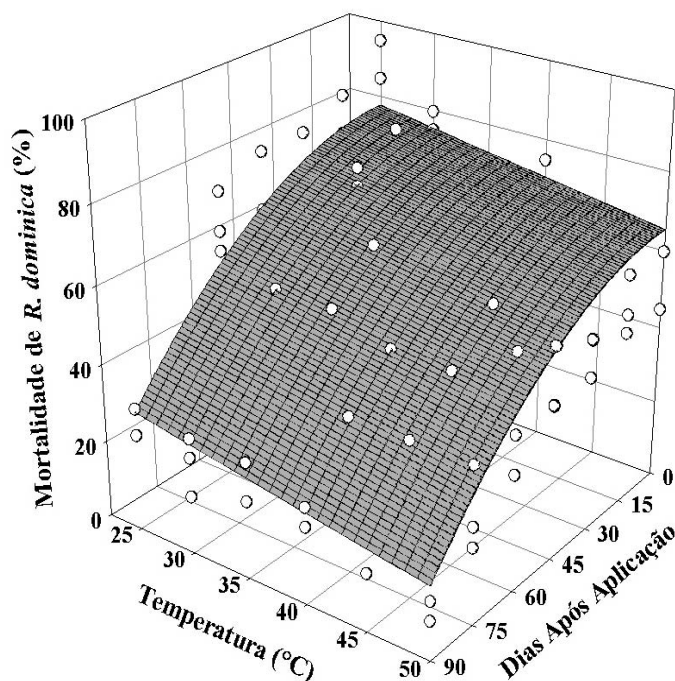


Figura 2. Efeito da temperatura do ar ambiente no momento da pulverização de grãos de milho com deltametrina e do tempo de armazenamento na mortalidade de *R. dominica*. ($y = 90,13 - 0,49 * x - 0,006 * z^2$, onde y = Mortalidade de *R. dominica* (%), x = Temperatura (°C) e z = Dias após aplicação; G.L.erro = 87; $F = 22,22$; $p < 0,0001$; $R^2 = 0,34$).

A redução da eficácia biológica do deltametrina sobre *T. castaneum* foi mais evidente para as maiores temperaturas, onde a mortalidade desse coleóptero foi reduzida de 70% para valores abaixo de 40% ao final do período de armazenamento (Figura 3). Fleurat-Lessard et al. (1998) obtiveram resultados semelhantes, ao pulverizarem clorpirifós metílico à temperatura de 30 °C, onde observaram um declínio da eficácia desse inseticida a partir de 42 dias de armazenamento, chegando aos 126 dias a 0% de mortalidade de *T. castaneum*. Tal tendência também foi relatada por Matthews e Maliphant (1993) e por White et al. (1997), que observaram perda considerável da eficácia do pirimifós metílico sobre *T. castaneum* após três e oito meses de armazenamento, respectivamente.

Para todas as temperaturas avaliadas pode-se observar a redução do nível do resíduo do deltametrina. Entretanto, quanto maior a temperatura do ar ambiente no momento da pulverização, maior a degradação do

inseticida ao longo do período de armazenamento (Figura 4). Estes resultados são semelhantes aos de Arthur et al. (1992), que observaram que a degradação do resíduo do clorpirifós metílico em trigo armazenado foi assintótica para temperaturas iguais ou superiores a 20 °C, sendo acelerada na temperatura de 30 °C.

Sabe-se que a mortalidade dos insetos é determinada pelo resíduo dos inseticidas que persiste no grão, o qual depende de diversos fatores como temperatura e umidade do ar ambiente e do grão, e da própria formulação do inseticida (ARTHUR et al., 1992; DESMACHELIER; BENGSTON, 1978; WHITE et al., 1997; WINTERSTEEN; FORSTER, 1992). Diante do exposto, constatou-se que a temperatura do ar ambiente, no momento da pulverização do deltametrina, exerce efeito sobre a degradação e a eficiência deste inseticida em controlar *R. dominica*, *S. zeamais* e *T. castaneum* ao longo do período de armazenamento.

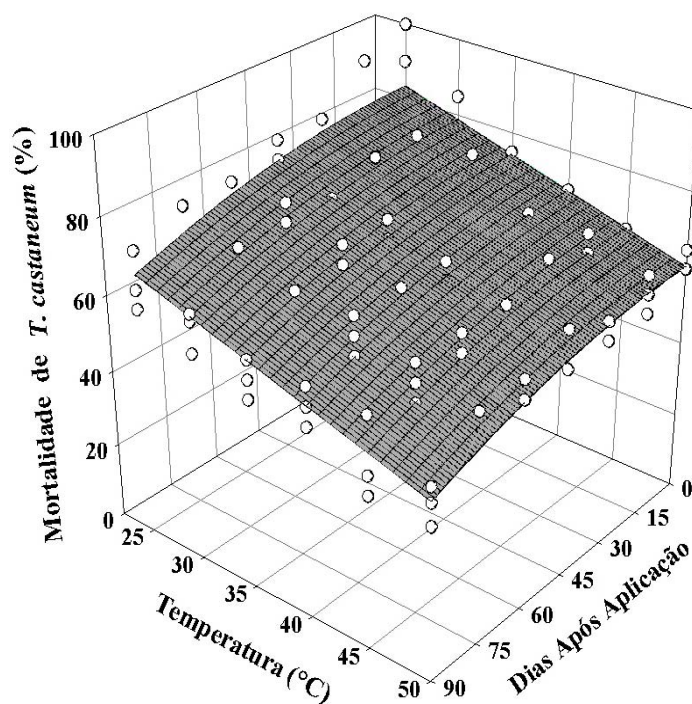


Figura 3. Efeito da temperatura do ar ambiente no momento da pulverização de grãos de milho com deltametrina e do tempo de armazenamento na mortalidade de *T. castaneum*. ($y = 106,04 - 0,91 * x - 0,002 * z^2$, onde y = Mortalidade de *T. castaneum* (%), x = Temperatura (°C) e z = Dias após aplicação; G.L.erro = 123; $F = 130,88$; $p < 0,0001$; $R^2 = 0,68$).

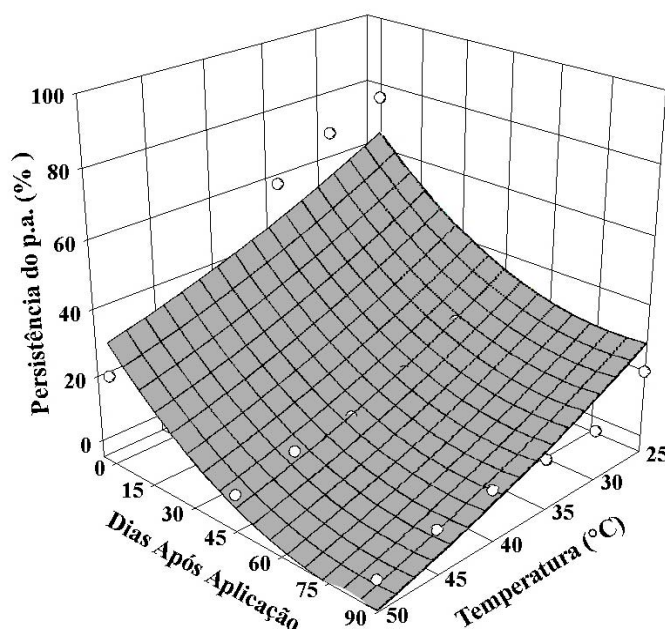


Figura 4. Efeito da temperatura do ar ambiente, no momento da pulverização com deltametrina, e tempo de armazenamento no nível de resíduo encontrado nos grãos de milho. ($y = 121,2 - 2,7 * x - 0,93 * z + 0,02 * x^2 + 0,006 * z^2$, onde y = Persistência do p.a. (%), x = Dias após aplicação e z = Temperatura (°C); G.L.erro = 17; $F = 18,42$; $p < 0,0001$; $R^2 = 0,80$).

CONCLUSÕES

A eficácia biológica do inseticida deltametrina sobre a mortalidade dos insetos-praga *R. dominica*, *S. zeamais* e *T. castaneum* é reduzida com o aumento da temperatura do ar ambiente no momento da pulverização, e ao longo do período de armazenamento.

O aumento da temperatura do ar ambiente no

momento da pulverização, e o tempo de armazenamento resultam numa maior degradação do inseticida deltametrina em grãos de milho.

A partir dos resultados apresentados conclui-se que a temperatura ideal para pulverização do inseticida deltametrina em grãos de milho é a temperatura de 25 °C, e que a temperatura máxima para pulverização não deve ultrapassar os 35 °C.

ABSTRACT: This work reports the effects of the air temperature at the moment of spraying on biological efficacy of deltamethrin to control *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae), *Rhyzopertha dominica* (Coleoptera: Bostrichidae) and *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae). Grains of maize were sprayed inside a climatic chamber under the temperatures of 25, 30, 35, 40, 45 and 50 °C and relative humidity around 55%. After the spraying and every 15 days intervals, until 90 days, the deltamethrin biological efficacy was analyzed to control stored-grains insects. It was observed that, for a storage time up to 90 days, the increase of the temperature of surrounding air at the moment of the spraying with deltamethrin on maize grains resulted in a lower efficacy of the insecticide for the three pests. The deltamethrin residue on the grains decreased while the storage time and the spraying air temperature increased.

UNITERMS: Storage pests, Chemical control, Pyrethroid, Degradation.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABBOTT, W. S. A method of computing the effectiveness of an insecticide. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 18, n. 1, p. 265-267, 1925.

ANDREI, E. **Compêndio de defensivos agrícolas**. São Paulo: Andrei Editora Ltda, 1999. 672 p.

ARTHUR, F. H.; THRONE, J. E.; SIMONAITIS, R. A. Chlorpyrifos methyl degradation and biological efficacy toward maize weevils (Coleoptera: Curculionidae) on corn stored at four temperatures and three moisture contents. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 84, n. 1, p. 1926-1932, 1991.

_____. Degradation and biological efficacy of chlorpyrifos methyl on stored wheat at five temperatures and three moisture contents. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 85, n. 5, p. 1994-2002, 1992.

ATHIÉ, I.; CASTRO, M. F. P. M.; GOMES, R. A. R.; VALENTINI, S. R. T. Conservação de grãos. Campinas: Fundação CARGILL, 1998. 236 p.

BITRAN, E. A.; CAMPOS, T. B.; SUPPLY FILHO, N.; CHIBA, S. Avaliação da ação residual de alguns inseticidas na proteção de grãos de milho, trigo e arroz contra pragas de armazenamento. **Arquivos do Instituto Biológico de São Paulo**, São Paulo, v. 58, n. 1/2, p. 43-50, 1991.

DAGLISH, G. J. Efficacy of six grain protectants applied alone or in combination against three species of coleoptera. **Journal of Stored Products Research**, Oxford, v. 34, n. 4, p. 263-268, 1998.

DESMARCHELIER, J. M.; BENGSTON, M. The residual behavior of chemicals on stored grain. In: INTERNATIONAL WORKING CONFERENCE ON STORED-PRODUCT ENTOMOLOGY, 2., 1978, Ibadan. **Proceedings...** Ibadan: CAB INTERNATIONAL, 1978. p. 138-151.

FLEURAT-LESSARD, F.; VIDAL, M. L.; BUDZINSKI, H. Modeling biological efficacy decrease and rate of degradation of chlorpyrifos methyl on wheat stored under controlled conditions. **Journal of Stored Products Research**, Oxford, v. 34, n. 4, p. 341-354, 1998.

HAMACHER, L. S.; FARONI, L. R. D'A.; GUEDES, R. N. C.; QUEIRÓZ, M. E. L. R. Persistence and activity towards *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae) of pirimiphos-methyl sprayed at different temperatures on maize. **Journal of Stored Products Research**, Oxford, v. 38, n. 2, p. 167-175, 2002.

HAREIN, P. K. M.; DAVIS, R. Control of stored-grain insects. In: SAUER, D. B. (Ed.). **Storage of cereal grain and their products**. St. Paul: American Association of Cereal Chemists, 1992. p. 491-534.

JOHNSTONE, D. R. Physics and meteorology. In: HALSKELL, P. T. (Ed.). **Pesticide application: principles and practice**. Oxford: Clarendon, 1985. p.35-67.

LORINI, I. Descrição, biologia e danos das principais pragas de grãos armazenados. In: LORINI, I.;

MIKE, L. H.; SCUSSEL, V. M. (Ed.). **Armazenagem de grãos**. Campinas: Bio Geneziz Instituto, 2002. cap. 7.1, p. 379-397.

LUKE, M.; FROGERG, J. E.; MASUMO, H. T. Extraction and clean up of organochlorine, organophosphate, organonitrogen and hydrocarbon pesticides in produce for determination by gas-liquid chromatography. **Journal Association Analytical Chemistry**, v. 58, p. 1020-1026, 1975.

MATTHEWS, W. A.; MALIPHANT, P. The fate and insecticidal activity of pirimiphos-methyl in stored wheat grain. **Pesticide Science**, London, v. 37, n. 1, p. 93-97, 1993.

MOURIER, H.; POULSEN, K. P. Control of insects and mites in grain using a high temperature/short time (HTST) technique. **Journal of Stored Products Research**, Oxford, v. 36, n. 3, p. 309-318, 2000.

REES, D. P. Coleoptera. In: SUBRAMANYAM, B.; HAGSTRUM, D. W. (Ed.). **Integrated management of insects in stored products**. New York: Marcel Dekker, 1996. cap. 1, p. 1-39.

SAMSON, P. R.; PARKER, R. J.; BENGSTON, M.; KEATING, J. A. Comparative effect of grain moisture on the biological activity of protectants on stored corn. **Journal of Stored Products Research**, Oxford, v. 81, n. 3, p. 949-954, 1988.

SAS INSTITUTE. SAS/STAT User's guide, version 6. SAS Institute, Cary, 1989.

SNELSON, J. T. **Grain protectants**. Canberra: ACIR, 1987. 448 p. (Australian Center for International Research Monograph, 3).

WHITE, N. D. G.; JAYAS, D. S.; DEMIANYK, C. J. Degradation and biological impact of chlorpyrifos methyl on stored wheat and pirimiphos-methyl on stored maize in western Canada. **Journal of Stored Products Research**, Oxford, v. 33, n. 2, p. 125-135, 1997.

WINTERSTEEN, W. K.; FOSTER, D. E. Degradation of malathion as a function of grain drying systems. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 852, n. 6, p. 1015-1022, 1992.