

## CROP PROTECTION

## Eficácia Biológica e Persistência de Bifentrina Pulverizada em Grãos de Milho com Diferentes Temperaturas

RODRIGO D. SILVEIRA<sup>1</sup>, LÊDA R.A. FARONI<sup>2</sup>, MARCO A.G. PIMENTEL<sup>1</sup>, LUIZ A. PETERNELLI<sup>3</sup> E GUILHERME J. ZOCOLÓ<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Depto. Biologia Animal, silveirard@insecta.ufv.br; <sup>2</sup>Depto. Engenharia Agrícola; <sup>3</sup>Depto. Informática; <sup>4</sup>Depto. Química. Universidade Federal de Viçosa, UFV, 36571-000, Viçosa, MG

*Neotropical Entomology* 35(2):264-268 (2006)

## Biological Efficacy and Persistence of Biphenthrin Sprayed on Maize at Different Grain Temperatures

**ABSTRACT** - The objective of this work was to evaluate the immediate and latent effects of the grain temperature, during the spraying process, on the persistence and biological efficacy of the biphenthrin insecticide against *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae) and *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae). For such, biphenthrin was sprayed on the grain at the temperatures: 25, 30, 35, 40 and 45°C. To access the persistence of biphenthrin, insecticide residue analyses were carried out monthly, just after spraying until 90 days of storage. To evaluate the biological efficacy of biphenthrin, 20 adults of each species were placed in petri dishes with sprayed grain, and kept in climate cabinets under 27°C and 55% of RH, during 48h. Evaluations were done every 15 days, starting just after spraying and finishing at 90 days of storage. Both persistence and biological efficacy of biphenthrin reduced as storage time and grain temperatures increased. Additionally, *S. zeamais* was more tolerant to biphenthrin than *T. castaneum*.

**KEY WORDS:** Insecticide degradation, insecticide residue, grain temperature, insect control, chemical control

**RESUMO** - Os objetivos deste trabalho foram avaliar os efeitos imediato e latente da temperatura do grão, durante a pulverização, sobre a persistência e eficácia biológica do inseticida bifentrina, no controle de *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae) e *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae). Para tal, bifentrina foi pulverizada em grãos de milho com diferentes temperaturas (25, 30, 35, 40 e 45°C). Para avaliação da sua persistência fez-se a extração e análise do resíduo a cada 30 dias, iniciando logo após a pulverização do inseticida, até os 90 dias de armazenamento. Para avaliação da eficácia biológica, 20 adultos de cada espécie foram colocados em placas-de-petri contendo grãos tratados, sendo mantidas em câmaras do tipo B.O.D., a 27 °C e 55% de UR durante 48 horas. Estas avaliações foram realizadas em intervalos de 15 dias, com início logo após a pulverização e término aos 90 dias de armazenamento. Observou-se que tanto a persistência quanto a eficácia biológica da bifentrina reduziram à medida que o período de armazenamento e a temperatura do grão aumentaram. Observou-se, ainda, que *S. zeamais* apresentou maior tolerância à bifentrina, que *T. castaneum*.

**PALAVRAS-CHAVE:** Degradação de inseticida, resíduo de inseticida, temperatura do grão, controle de inseto, controle químico

O Brasil espera colher, na safra de 2005/2006, cerca de 124.403,8 toneladas de grãos, sendo 73,9% armazenados na forma a granel (CONAB 2006). A massa de grãos, quando armazenada, comporta-se como um ecossistema em que a deterioração é o resultado da interação de fatores bióticos e abióticos (Pomeranz 1992). Entre os fatores bióticos, os insetos das ordens Coleoptera (carunchos e

gorgulhos) e Lepidoptera (mariposas ou traças) são os que causam os maiores prejuízos econômicos (Faroni & Silva 2000).

O uso de inseticidas para a prevenção e controle de insetos em produtos armazenados é o método mais fácil, rápido e econômico (White & Leesch 1996). No entanto, a degradação dos inseticidas começa tão logo eles sejam sintetizados,

estendendo-se durante todo o processo de transporte e armazenamento. Uma vez preparada a solução inseticida, a degradação pode ocorrer devido às interações químicas entre as moléculas do composto e a água. Após a aplicação, o inseticida é exposto a numerosos agentes capazes de transformá-lo em compostos não-tóxicos, sendo a umidade e a temperatura do ambiente e do grão os mais importantes (Arthur *et al.* 1992, Wintersteen & Foster 1992, White & Leesch 1996). Segundo Rowlands (1975) e Orth & Minett (1975), altas temperaturas dos grãos causam rápida degradação de muitos inseticidas, principalmente por hidrólise, por estimularem sua atividade enzimática. De acordo com Wintersteen & Foster (1992) e Hamacher *et al.* (2002), altas temperaturas do ar, no momento da aplicação, provavelmente volatilizam o veículo do inseticida, causando perda significativa de sua eficácia, pois, quando o veículo evapora, o princípio ativo forma pequenas partículas sólidas que permanecem em suspensão no ar, não atingindo a superfície do grão.

Dentre os processos de secagem dos grãos, o de seca-aeração pode desencadear a degradação do inseticida quando o produto é transferido para o silo sem ter sido resfriado e recebe o tratamento protetor no transporte entre o secador e o silo. A seca-aeração, de acordo com Brooker *et al.* (1978), apresenta como vantagens a redução do consumo de energia, o aumento da capacidade de secagem e a redução dos danos térmicos causado pela secagem em altas temperaturas, pois o grão é removido do secador com temperatura entre 48°C e 60°C e umidade acima da recomendada para o armazenamento; a finalização do processo de secagem é feita com aeração no silo armazenador, após o tratamento com o inseticida protetor.

Considerando a possibilidade de redução da eficácia do inseticida em razão da alta temperatura do grão no momento da sua pulverização, este trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos imediatos e latentes da temperatura do grão, durante o processo de pulverização, sobre a persistência e eficácia do inseticida bifentrina, no controle dos insetos *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae) e *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae).

### Material e Métodos

Os experimentos foram realizados no setor de Pré-Processamento de Produtos Agrícolas do Departamento de Engenharia Agrícola, localizado no Campus da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG.

Grãos de milho da variedade AG-1051, colhidos com 20% de umidade foram secos nas temperaturas de 25, 30, 35, 40 e 45°C até atingirem 15%. Para simular as condições similares àquelas verificadas em um graneleiro, no momento do seu carregamento com pulverização dos grãos, foi dimensionada e construída uma correia transportadora de 1 m de comprimento por 20 cm de largura, na qual se acoplou um sistema de pulverização. O bico foi colocado a 12 cm de altura da esteira, altura esta suficiente para molhar toda a largura da mesma. O bico hidráulico utilizado na pulverização, Teejet TP650067, foi previamente selecionado de acordo com o menor coeficiente de variação de

distribuição. Após atingirem 15% de umidade, os grãos de milho, em cada temperatura anteriormente citada, foram pulverizados com bifentrina (Prostore 25 CE) na concentração recomendada de 0,40 ig de princípio ativo (p.a.) por grama de milho e volume de calda de 1,5 L por tonelada. Após a aplicação do inseticida, os grãos foram colocados em sacos plásticos, de acordo com as temperaturas de secagem, onde foi realizada a homogeneização manual dos mesmos mediante revolvimento dos grãos por 5 min. Após cerca de 6h de repouso, o milho foi ventilado, com ar ambiente, por 12h, quando atingiu o teor de umidade de 13% b.u. Após esse processo, as amostras secas em cada temperatura de secagem foram armazenadas a  $27 \pm 1^\circ\text{C}$  e  $56 \pm 5\%$  UR, até o momento das análises de resíduo e avaliação de eficácia biológica. Para efeito de comparação dos tratamentos pulverizados com o inseticida, foram utilizados tratamentos-testemunha, nos quais pulverizou-se apenas água, nas mesmas condições dos demais.

Para a análise de resíduo da bifentrina, três amostras de 10 g de grãos de milho de cada uma das diferentes temperaturas avaliadas, mais a testemunha, foram coletadas logo após a pulverização e aos 30, 60 e 90 dias de armazenamento. A extração do resíduo da bifentrina dos grãos de milho foi baseada na técnica de extração de multiresíduos descrita por Luke *et al.* (1975) e as condições analíticas adotadas para a análise cromatográfica da bifentrina foram otimizadas a partir das utilizadas pelo Instituto Mineiro de Agropecuária - IMA.

Para avaliação da eficácia biológica da bifentrina sobre *S. zeamais* e *T. castaneum*, logo após a pulverização e a cada 15 dias até completar 90 dias de armazenamento, dez repetições de aproximadamente 50 g de milho, de cada tratamento, em delineamento inteiramente casualizado, foram distribuídas em placas de Petri e infestadas com 20 adultos de cada espécie, não sexados e de idade não controlada, ambos criados em laboratório. As placas foram então colocadas em câmaras do tipo B.O.D., reguladas para a temperatura de 27°C e 55% UR. Após 48h da infestação dos insetos, as placas foram avaliadas, contando-se o número de insetos vivos. Os resultados obtidos nessa contagem foram corrigidos com os das amostras-testemunha, através da fórmula de Abbott (Abbott 1925).

Análises de regressão múltipla foram utilizadas para determinar se as diferentes temperaturas dos grãos, no momento da pulverização da bifentrina, afetam o nível de resíduo do inseticida no grão de milho e a atividade biológica de *T. castaneum* e *S. zeamais*. Essas análises foram utilizadas porque as variáveis independentes sob análise (i.e., temperatura do grão durante a aplicação e período de armazenamento) são quantitativas.

Análises de regressão não-linear foram utilizadas para estabelecer a relação entre o nível de resíduo do inseticida e a atividade biológica dos insetos anteriormente citados. Também neste caso, a variável independente analisada é quantitativa (i.e., resíduo do inseticida) e como a relação não era linear, regressão não-linear foi utilizada. As equações de regressão múltipla foram selecionadas utilizando os critérios de menor quadrado médio do erro, menor  $p$  (e maior  $F$ ) e maior variação no aumento do  $R^2$  utilizando

simultaneamente três procedimentos seleção de modelos do SAS – stepwise, backwise e rsquare/cp/mse (SAS Institute 1989). As equações não-lineares foram selecionadas baseando-se em teses de ajuste de modelo ( $c^2$ ) e valores de quadrado médio do erro,  $F$ ,  $p$  e  $R^2$  usando procedimento de ajuste de modelos do programa Sigma Plot versão 6.0 (SPSS 2000).

## Resultados e Discussões

Independente da temperatura do grão no momento da pulverização, ocorreu redução do resíduo ao longo do período de armazenamento (Fig. 1). A quantidade de resíduo de bifentrina, após a pulverização a 25°C, foi, em média, de 0,40 mg do p.a. por grama de milho e após 90 dias de armazenamento diminuiu para 0,25 mg p.a. por grama, significando redução de cerca de 37%. Franklin *et al.* (1993/94) também observaram cerca de 80% de redução do resíduo de deltametrina aplicada (1 ppm) em milho 20 dias após a pulverização, a partir do qual, a concentração de 0,20 ppm manteve-se estável até o final de sete meses de armazenamento.

Ocorreu, também, redução na quantidade do resíduo de bifentrina nos grãos de milho quando se aumentou a temperatura dos grãos no momento da pulverização. O nível de resíduo encontrado nos grãos a 25°C e 45°C, logo depois da pulverização, foi de 0,40 µg p.a. e 0,28 µg p.a. por grama de milho, respectivamente. Afridi *et al.* (2001) observaram que, após 13 semanas de armazenamento, o trigo mantido a 25°C e 40°C perderam 31,6% e 59,3% do resíduo inicial do piretróide permetrina, respectivamente, e que após 26 semanas, a perda aumentou para 38,5% e 68%, respectivamente.

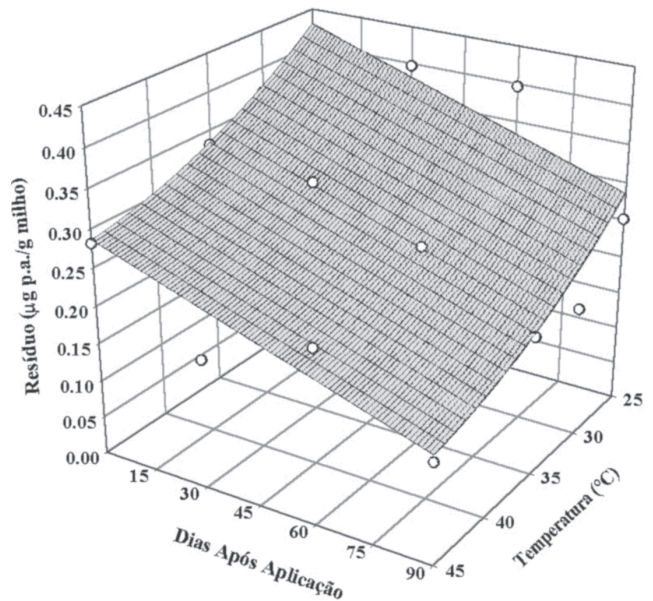


Fig. 1. Efeito da temperatura dos grãos, no momento da pulverização com bifentrina, e do tempo de armazenamento no nível de resíduo encontrado no milho ( $y = 0,87 - 0,002.x - 0,023.z + 0,0002.z^2$ ; sendo  $y$  = nível de resíduo,  $x$  = tempo de armazenamento, e  $z$  = temperatura do grão durante a pulverização;  $R^2 = 0,80$ ;  $p < 0,0001$ ;  $f = 21,63$ ;  $GLres = 12$ )

O melhor desempenho de bifentrina sobre o inseto *S. zeamais* ocorreu quando o nível de resíduo foi próximo a 0,40 µg p.a. g<sup>-1</sup> de milho, coincidindo com a dose do inseticida recomendada pela fabricante, mas a mortalidade observada foi inferior a 60% (Fig. 2)

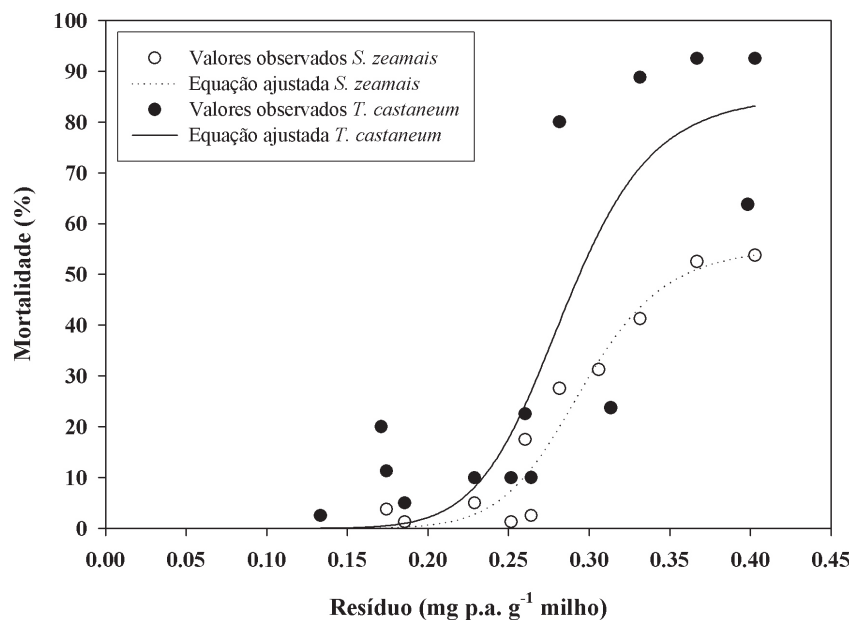


Fig. 2. Efeito em níveis de resíduo de bifentrina nos grãos de milho sobre a mortalidade de *S. zeamais* e *T. castaneum*. (*S. zeamais*:  $y = 55,26/(1+(x/0,30)^{-11,50})$ ;  $R^2 = 0,93$ ;  $p < 0,0001$ ;  $F = 77,68$ ;  $GLres. = 9$ ; *T. castaneum*:  $y = 85,33/(1+(x/0,28)^{-10,41})$ ;  $R^2 = 0,70$ ;  $p = 0,0005$ ;  $F = 16,52$ ;  $GLres. = 11$ ).



enquanto esperava-se um valor próximo a 100%. De acordo com Santos & Abrantes (1992), 0,50 ppm do piretróide deltametrina (dose recomendada pelo fabricante) é a concentração mínima capaz de fornecer 100% de proteção ao milho durante seis meses de armazenamento. Bitran *et al.* (1991) também verificaram a ineficiência de deltametrina sobre *S. oryzae* em trigo armazenado, não obtendo mortalidade superior a 85%, quando aplicaram 1 ppm desse inseticida.

Quando bifentrina atinge 40% da concentração inicial, isto é, 0,16 µg p.a. g<sup>-1</sup> de milho, a mortalidade é nula para as duas espécies de insetos estudadas. Os insetos da espécie *T. castaneum* mostraram-se mais sensíveis a bifentrina do que os da espécie *S. zeamais* (Fig. 2). A baixa eficácia de bifentrina, aplicada na dose comercial (16 ml ton<sup>-1</sup>), sobre *S. zeamais* também foi verificada pelo fabricante (FMC s/d) que, mesmo em condições ótimas de pulverização dos grãos de milho, obteve mortalidade de até 80%, 15 dias após a aplicação. Comparando-se os resultados obtidos com os do fabricante, pode-se inferir que a temperatura do grão, no momento da pulverização, pode ter contribuído para a redução da eficácia de bifentrina. Arthur (1994) também observou mortalidade de *T. castaneum* superior à de *S. zeamais*, quando os insetos foram expostos a deltametrina, nas concentrações de 0,5, 0,75 e 1,0 ppm.

A medida que se aumentou a temperatura do grão, no momento da pulverização, a mortalidade do *Sitophilus* e *Tribolium* diminuiu notadamente com o período de armazenamento (Figs. 3A e 3B). O efeito da temperatura na degradação do piretróide permetrina também foi observado por Afridi *et al.* (2001), que constataram perda de mais de 40% do resíduo do inseticida quando a temperatura de armazenamento aumentou de 25°C para 40°C, após 13 semanas. Além disso, a mortalidade foi reduzida ao longo do período de armazenamento, independentemente da temperatura do grão no momento da pulverização (Figs. 3A e B). Essa redução também foi verificada por Arthur (1994), quando pulverizou 0,5 ppm de deltametrina em milho; porém, quando aplicou 1,0 ppm, a mortalidade do *S. zeamais* não variou. A análise global das Figs. 3A e B evidencia que o efeito da temperatura do grão, no momento da aplicação de bifentrina, favorece a degradação do inseticida ao longo do tempo e a conseqüente redução de sua eficiência no controle de *S. zeamais* e *T. castaneum*. A mortalidade de 100% de *T. castaneum* logo após a pulverização dos grãos à temperatura de 25°C, foi reduzida para menos de 10% para a mesma temperatura do grão, 90 dias após a pulverização. Resultados semelhantes foram obtidos por Arthur (1994) que observou mortalidade superior a 80% quando adultos de *T. castaneum* foram colocados sobre grãos de milho tratado com 0,5 ppm de deltametrina, embora, a mortalidade tenha se mantido constante ao longo de 10 meses de armazenamento.

De acordo com os resultados expostos, pode-se concluir que a técnica de seca-aeração descrita por Brooker *et al.* (1978) pode ser utilizada no pré-processamento de grãos armazenados, desde que a aplicação do inseticida protetor

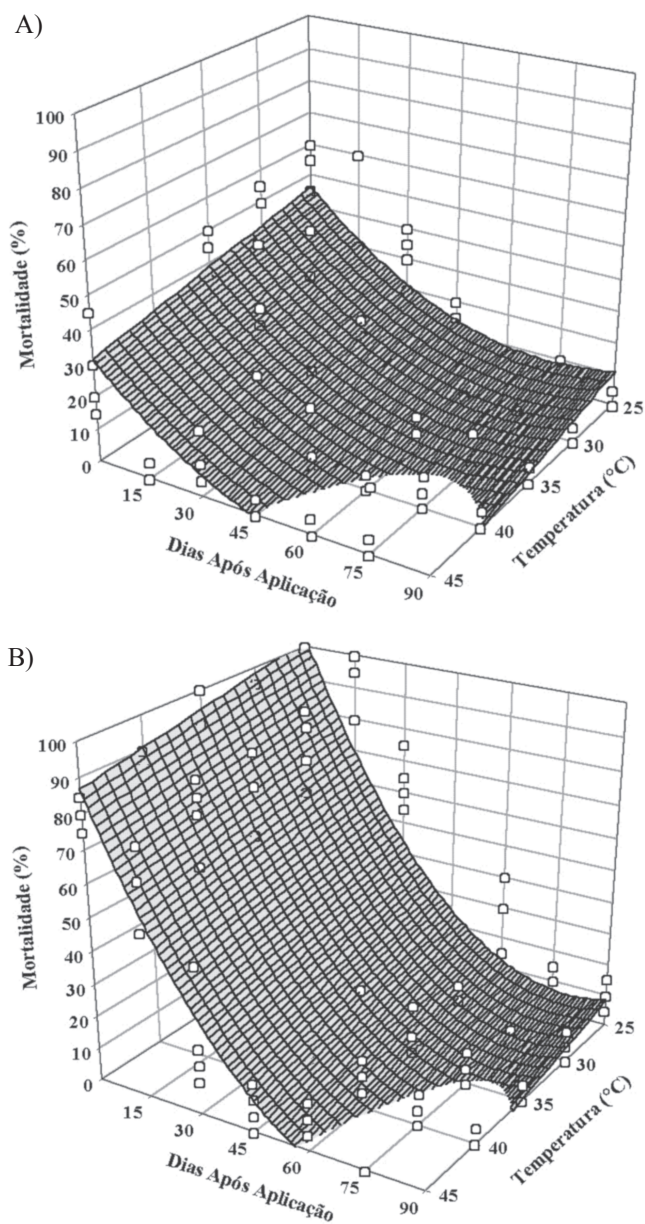


Fig. 3. Efeito da temperatura do grão, no momento da pulverização com bifentrina, e tempo de armazenamento na mortalidade de *S. zeamais* (A) e *T. castaneum* (B), após 48h de exposição (*S. zeamais*:  $y = 64,76 - 1,04.z + 0,007.z^2 - 0,74.x$ ;  $R^2 = 0,79$ ;  $p < 0,0001$ ;  $F = 43,68$ ;  $GLres = 31$ ; *T. castaneum*:  $y = 120,75 - 2,39.z + 0,015.z^2 - 0,75.x$ ;  $R^2 = 0,90$ ;  $p < 0,0001$ ;  $F = 106,57$ ;  $GLres = 31$ ; sendo  $y$  = mortalidade,  $x$  = dias após aplicação, e  $z$  = temperatura do grão durante a pulverização).

seja feita nos grãos resfriados. Isto porque a utilização inadequada da técnica pode reduzir a eficácia do inseticida quando aplicado nos grãos ainda quentes. Contudo, em condições tropicais, como as encontradas no Brasil, a temperatura do grão dificilmente será mantida abaixo de 25°C no momento da aplicação do inseticida, o que já é suficiente para afetar a persistência e eficácia de bifentrina ao longo do armazenamento.

### Agradecimentos

À Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Professor Raul Narciso de Carvalho Guedes.

### Referências

- Abbott, W.S. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *J. Econ. Entomol.* 18: 265-266.
- Afridi, I.A.K., Z. Parveen & S.Z. Masud. 2001. Stability of organophosphate and pyrethroid pesticides on wheat in storage. *J. Stored Prod. Res.* 37: 199-204.
- Arthur, F.H. 1994. Efficacy of unsynergised deltamethrin and deltamethrin + chlorpyrifos-methyl combinations as protectants of stored wheat and stored corn. *J. Stored Prod. Res.* 30: 87-94.
- Arthur, F.H., J.E. Throne & R.A. Simonaitis. 1992. Degradation and biological efficacy of chlorpyrifos-methyl on wheat stored at five temperatures and three moisture contents. *J. Econ. Entomol.* 85: 1994-2002.
- Bitran, E.A., T.B. Campos, N. Suplicy Filho & S. Chiba. 1991. Avaliação da ação residual de alguns inseticidas na proteção de grãos de milho, trigo e arroz contra pragas de armazenamento. *Arq. Inst. Biol.* 58: 43-50.
- Brooker, D.B., F.W. Bakker-Arkema & C.W. Hall. 1978. Drying cereal grains. 1.ed. Westport, Avi Publishing Company, 265p.
- Companhia Nacional de Abastecimento-CONAB. 2005. Segundo levantamento de intenção de plantio - Safra 2005/2006. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em 21 de fevereiro 2006.
- Faroni, L.R.A & J.S. Silva. 2000. Manejo de pragas no ecossistema de grãos armazenados, p.345-383. In J.S. Silva (ed.), *Secagem e armazenagem de produtos agrícolas*. Viçosa, Aprenda Fácil, 502p.
- Food Machinery Corporation-FMC. s/d. *Prostore inseticida – manual técnico*. Campinas, FMC, 13p.
- Franklin, H.M.O.H., T.M.A.G. Peixoto, J.P. Santos, C.L.G. Michelini & D.L. Nelson. 1993/94. Persistência de deltametrina em grãos de milho armazenado no estado de Minas Gerais. *R. Bras. Armaz.* 18/19: 39-42.
- Hamacher, L.S., L.R.A. Faroni, R.N.C. Guedes & M.E.L.R. Queiroz. 2002. Persistence and activity towards *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae) of pirimiphos-methyl sprayed at different temperatures on maize. *J. Stored Prod. Res.* 38: 167-175.
- Luke, M., J.E. Frogerg & H.T. Masumo. 1975. Extraction and clean up of organochlorine, organophosphate, organonitrogen and hydrocarbon pesticides in produce for determination by gas-liquid chromatography. *J. Assoc. Anal. Chem.* 58: 1020-1026.
- Orth, R.A. & W. Minett. 1975. Iodometric analysis and shelf life of malathion in formulations. *Pestic. Sci.* 6: 217-221.
- Pomeranz, Y. 1992. Insects: Identification, damage and detection, p.435-479. In D.B. Sauer (ed.), *Storage of cereal grains and their products*. Minnesota, American Association of Cereal Chemists Inc., 615p.
- Rowlands, D.G. 1975. The metabolism of contact insecticides in stored grain. *Residue Rev.* 58: 113-155.
- Santos, J.P. & C.V.M. Abrantes. 1992. Comportamento de populações de *Sitophilus* sp. em relação a inseticidas piretróides e fosforados, p.84-85. In EMBRAPA – CNPMS. *Relatório Técnico Anual do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo 1988-1991*. Sete Lagoas, EMBRAPA-CNPMS, 247p.
- SAS Institute. 1989. *SAS/STAT User's Guide*, version 6. SAS Institute, Cary, NC, USA.
- SPSS Inc. 2000. *Sigma Plot user's guide version 7.0 (Revised Edition)*. SPSS Inc., Chicago, USA.
- White, N.D.G. & J.G. Leesch. 1996. Chemical control, p. 287-330. In B. Subramanyam & D.W. Hagstrum (eds.), *Integrated management of insects in stored products*. New York, Marcel Dekker Inc., 426p.
- Wintersteen, W.K. & D.E. Foster. 1992. Degradation of malathion as a function of grain drying systems. *J. Econ. Entomol.* 85: 1015-1022.

*Received 31/1/05. Accepted 28/X/05.*