

Avaliação da eficácia de duas formulações comerciais de terra de diatomácea no controle do gorgulho-do-milho com base em parâmetros toxicológicos

Leandro do Prado Ribeiro¹, Maike Lovatto² e José Djair Vendramim³

Resumo – Formulações à base de terra de diatomácea (Keepdry® e Insecto®) encontram-se disponíveis comercialmente no Brasil e algumas características físicas destas podem afetar a sua toxicidade e eficácia agrônômica. Dessa forma, o objetivo deste estudo foi avaliar, com base em dados toxicológicos, a eficácia dessas duas formulações comerciais registradas e disponíveis no mercado brasileiro para o controle de *Sitophilus zeamais* Mots. (Coleoptera: Curculionidae) em milho armazenado. As CL₅₀ e CL₉₀ estimadas foram, respectivamente, de 248,75 e 360,18 ppm para Keepdry® e de 204,57 e 409,97 ppm para Insecto®, sem, contudo, haver diferença significativa entre as formulações. Os tempos letais médios (TL₅₀) estimados também não evidenciaram diferença entre as duas formulações, em nenhuma das concentrações avaliadas. Dessa forma, as duas formulações podem se constituir em alternativas promissoras para o manejo preventivo desse coleóptero-praga em cereais armazenados.

Termos de indexação: *Sitophilus zeamais*; pós inertes; cereais armazenados; manejo integrado de pragas.

Assessment of effectiveness of two diatomaceous earth-based commercial formulations in the control of maize weevil based on toxicological parameters

Abstract – Diatomaceous earth-based formulations (Keepdry® e Insecto®) are commercially available in Brazil and their physical characteristics can affect their toxicity and agronomic effectiveness. Thus, the aim of this study was to evaluate, based on toxicological data, the effectiveness of these commercial formulations registered and available in the Brazil market for the control of *S. zeamais* in stored corn. The LC₅₀ and LC₉₀ were estimated, respectively, in 248.75 and 360.18 ppm to Keepdry® and in 204.57 and 409.97 ppm to Insecto® without, however, occur significant difference among them. The mean lethal time (LT₅₀) estimated also showed no difference between the two formulations in any of the tested concentrations. Thus, the two formulations may constitute promising alternatives for the preventative management of this Coleoptera pest in stored grain.

Index terms: *Sitophilus zeamais*; inert dusts; stored cereals; integrated pest management.

Introdução

As perdas de grãos na pós-colheita têm se tornado um problema mundial, atingindo níveis variáveis entre 15 e 50% do volume produzido em países subdesenvolvidos ou em desenvolvimento (MWANGI et al., 2017), sendo a ocorrência de insetos-praga uma das principais causas (DANHO et al., 2002). Além das perdas quantitativas decorrentes da alimentação direta dos insetos, expressivas perdas qualitativas são acarretadas, como a presença de fragmentos de insetos em subprodutos alimentares, deterioração da massa de grãos, contaminação fúngica, presença de micotoxinas e de resíduos de inse-

tidas, diminuição do valor nutricional dos grãos e perda da qualidade fisiológica de sementes (CANEPPELE et al., 2003; RIBEIRO et al., 2008; PHILLIPS & THRONE, 2010), o que determina, conseqüentemente, a redução do valor de mercado ou até mesmo a condenação de lotes de sementes e/ou grãos.

O gorgulho-do-milho, *Sitophilus zeamais* Mots. (Coleoptera: Curculionidae), é uma das espécies-praga mais destrutivas de cereais e subprodutos armazenados, devido a uma série de características que apresenta, como grande número de hospedeiros alternativos, elevado potencial biótico, capacidade de atacar grãos tanto no campo quanto em depósitos e sobrevivência a grandes profun-

didades na massa de grãos (CERUTI & LAZZARI, 2005). Os danos ocasionados por *S. zeamais* em grãos armazenados podem ser causados tanto pelas formas jovens (larvas), que se desenvolvem no interior do grão, quanto pelos adultos (SANTOS & FONTES, 1990). De acordo com Santos et al. (1984), as perdas decorrentes do ataque desse inseto são principalmente de peso, de valor comercial e nutritivo do milho. Não obstante, infestações severas de *S. zeamais* podem reduzir o teor de proteína e de aminoácidos, afetar a palatabilidade e induzir mudanças profundas na composição química dos grãos (LAZZARI & LAZZARI, 2009).

O uso de inseticidas fumigantes

Recebido em 3/11/2016. Aceito para publicação em 16/10/2017.

<http://dx.doi.org/10.22491/RAC.2018.v31n1.7>

¹ Engenheiro-agrônomo, Dr., Centro de Pesquisa para Agricultura Familiar (EPAGRI/CEPAF), C.P. 791, 89803-904 Chapecó, SC, fone (49) 2049 7563, e-mail: leandroribeiro@epagri.sc.gov.br .

² Engenheiro-agrônomo, Mestrando, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), e-mail: maikelovatto2@gmail.com .

³ Engenheiro-agrônomo, Dr., Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (USP/ESALQ), e-mail: jdvendra@usp.br .

e protetores de grãos tem sido a forma mais convencional de controle de insetos-praga em grãos armazenados. No entanto, a ocorrência crescente de populações resistentes (BOYER et al., 2012) e os riscos ambientais associados a essa prática (PHILLIPS & THRONE, 2010) têm catalisado iniciativas no sentido de se buscarem adequações tecnológicas e alternativas para a racionalização do uso desses xenobióticos (ALVES FILHO, 2002). Diante desse contexto, o uso de pós inertes, técnica utilizada pelos agricultores de subsistência antes do advento dos inseticidas sintéticos, tem ressurgido como uma importante e promissora alternativa (SHAH & KHAN, 2014).

A terra de diatomácea (sedimento de carapaças de algas diatomáceas) é o pó inerte mais estudado, sendo utilizado para o controle de insetos de grãos armazenados em vários países do mundo como Austrália, Canadá e Estados Unidos (ATUI et al., 2003). Sua eficácia no controle de *Sitophilus* spp. foi observada em alguns trabalhos, os quais verificaram que, além de propiciar a manutenção da germinação das sementes armazenadas, não causam fitotoxicidade ou efeito prejudicial aos consumidores e ao meio ambiente (CERUTI & LAZZARI, 2005; MARSARO JÚNIOR et al., 2007; RIBEIRO et al., 2008). Todavia, estudos têm demonstrado que formulações com diferentes origens apresentam variação em suas características físicas (granulometria e área superficial específica), as quais afetam sua toxicidade e consequente eficácia (SUBRAMANYAM & ROESLI, 2000; KAVALLIERATOS et al., 2005; VAYIAS et al., 2009). Além disso, o uso de formulações mais modernas (algumas em escalas nanométricas) pode fornecer níveis de controle em doses mais baixas do que as atualmente recomendadas (SHAH & KHAN, 2014).

Dados toxicológicos obtidos em ensaios de concentração-resposta/dose-resposta são importantes meios tanto para comparações relativas quanto para definições da máxima eficácia técnica de produtos fitossanitários. Deste modo, dadas as diferenças nas doses registradas entre as duas formulações comerciais de terra de diatomácea (Keepdry® e Insecto®) disponíveis no mercado brasileiro, o objetivo deste estudo foi

comparar, com base em dados toxicológicos (concentrações letais e tempos letais), a eficácia dessas formulações no controle de *S. zeamais*, em milho armazenado.

Material e métodos

Estabelecimento e manutenção da criação de *Sitophilus zeamais*

A criação de *S. zeamais* foi estabelecida a partir de exemplares obtidos de uma população mantida no Laboratório de Irradiação de Alimentos e Radioentomologia do Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA/USP), em Piracicaba, SP. A confirmação da espécie foi realizada pelo Dr. Roberto Antônio Zucchi (ESALQ/USP), por meio do estudo da genitália de alguns espécimens adultos.

Os insetos utilizados nos bioensaios foram criados em sala climatizada à temperatura de $25\pm 2^{\circ}\text{C}$, umidade relativa de $60\pm 10\%$, fotofase de 14 horas e luminosidade média de 172 lux, em frascos de vidro com volume de 3 L, com a parte superior vedada com tecido fino (*voile*). Grãos de trigo foram utilizados como substrato para a manutenção da criação de *S. zeamais*, os quais foram expostos, previamente, a -10°C , por pelo menos 48 horas, em um congelador doméstico, com vistas a eliminar possíveis insetos contaminantes. Feito isso, os grãos foram mantidos em sala climatizada, nas condições mencionadas anteriormente, por um período de 30 dias antes de sua utilização, para atingirem o equilíbrio higroscópico.

Formulações testadas

As duas formulações comerciais testadas [Keepdry® (Irrigação Dias Cruz Ltda., Santo André, SP) e Insecto® (Bernardo Química S.A., São Vicente, SP)] são do tipo pó seco (DP) e contém, respectivamente, 860 e 867 gramas por quilograma de dióxido de silício (SiO_2). No Brasil, Keepdry® está registrado para o controle de coleópteros-praga no armazenamento de cevada, feijão, milho e trigo (doses variáveis entre 250 e 750 gramas por tonelada). Por sua vez, Insecto® possui registro para o controle de coleópteros-praga no armazenamento de arroz, ce-

vada, milho e trigo na dose de 1 kg por tonelada, independentemente do cereal.

Bioensaios

Os bioensaios foram conduzidos em sala climatizada à temperatura de $25\pm 2^{\circ}\text{C}$, umidade relativa de $60\pm 10\%$, fotofase de 14 horas e luminosidade média de 172 lux, sob delineamento inteiramente aleatorizado. Como substrato para realização dos testes, foram utilizados, em todos os bioensaios, grãos de milho inteiros do híbrido AG 1051 [dentado amarelo; semiduro (Sementes Agrocere S.A., Santa Cruz das Palmeiras, SP)], previamente selecionados de forma manual, os quais foram obtidos de um cultivo realizado sem a utilização de inseticidas. Antes de sua utilização nos bioensaios, os grãos foram mantidos em sala climatizada, nas condições mencionadas anteriormente, por um período mínimo de 30 dias para atingirem o equilíbrio higroscópico (12-13% de umidade).

Curvas de concentração-resposta (CL_{50} e CL_{90})

Para as estimativas da CL_{50} e da CL_{90} , expressas em ppm (mg de terra de diatomácea kg^{-1} de milho), amostras de 50g grãos de milho (unidades amostrais), dispostas em frascos plásticos com volume de 250 mL, foram tratadas com as respectivas formulações, em um intervalo de concentrações de 0–2000 ppm (0, 125, 250, 500, 1000 e 2000 ppm) definidas de acordo com Finney (1971). A mistura do produto com os grãos foi realizada por meio de agitação manual por um minuto de cada frasco plástico contendo os grãos e a respectiva concentração do produto. Cada unidade amostral foi infestada com 50 gorgulhos adultos, não sexados e com idade entre 10 e 20 dias, sendo que para cada concentração foram utilizadas seis repetições. A avaliação da mortalidade dos gorgulhos foi efetuada ao décimo dia.

Estimativa do tempo letal médio (TL_{50})

O TL_{50} (tempo necessário para matar 50% da população dos gorgulhos), ▶

para ambas as formulações comerciais de terra de diatomácea, foi estimado nas concentrações de 250, 500, 1.000 e 2.000 ppm. Para isso, os mesmos procedimentos adotados no bioensaio anterior foram empregados neste teste. No entanto, as avaliações de mortalidade foram realizadas diariamente por um período de 10 dias.

Análise dos dados

As estimativas das concentrações letais foram realizadas por meio de análise de Probit (FINNEY, 1971), utilizando o programa Poloplus 1.0 (LeORA SOFTWARE, 2003). Por sua vez, o tempo letal médio (TL_{50}) foi estimado utilizando-se o método proposto por Throne et al. (1995) para análise de Probit de dados correlacionados.

Resultados e discussão

As CL_{50} e CL_{90} estimadas para adultos de *S. zeamais* foram, respectivamente, de 248,75 e 360,18 ppm para Keepdry®, e de 204,57 e 409,97 ppm para Insecto®, sem, contudo, haver diferença significativa entre as duas formulações quando comparados os parâmetros estimados com os seus respectivos intervalos de confiança ($p \leq 0,05$) (Tabela 1). Verificou-se, entretanto, um maior coeficiente angular (inclinação) da curva de concentração-mortalidade de *S. zeamais* quando exposto a Keepdry®, o que pode conduzir em respostas populacionais mais homogêneas quando empregado tal produto no tratamento de grãos de milho.

Alguns estudos têm demonstrado que formulações de terra de diatomá-

cea com diferentes origens apresentam variação em toxicidade e em características físicas que afetam sua eficácia (SUBRAMANYAN & ROESLI, 2000; KAVALLIERATOS et al.; 2005; VAYIAS et al., 2009). No entanto, no presente estudo, não foram verificadas diferenças significativas entre as duas formulações comerciais disponíveis no mercado brasileiro, o que pode estar relacionado ao fato de que as mesmas sejam oriundas das mesmas fontes ou de fontes com origens geológicas semelhantes (VAYIAS et al., 2009).

De modo geral, as mortalidades de adultos de *S. zeamais* verificadas neste estudo são similares aos obtidos por Caneppele et al. (2010), os quais avaliaram a eficácia de Insecto®, em diferentes temperaturas. No entanto, nesta pesquisa a eficácia é superior à obtida em outros trabalhos, com as mesmas formulações testadas individualmente (MARSARO JÚNIOR et al. 2007; CERUTI et al., 2008; MARTINS & OLIVEIRA, 2008). Além da falta de padronizações metodológicas entre os estudos, tais diferenças são decorrentes, principalmente, de variações do teor de umidade dos grãos utilizados nos bioensaios, os quais influenciam na taxa de perda de água dos insetos e, conseqüentemente, afetam a eficácia de formulações de terra de diatomácea (BANKS & FIELDS, 1994).

A dinâmica da mortalidade de *S. zeamais* exposto às duas formulações de terra de diatomácea ao longo de 10 dias de exposição (Figura 1) evidencia, de modo geral, um incremento da mortalidade com o decorrer dos dias de exposição, sendo que este foi mais significativo a partir do segundo dia de exposição, nas três maiores concentrações. Assim,

verifica-se efeito interativo entre concentração e período de exposição do inseto ao pó inerte, sendo que as concentrações mais elevadas proporcionaram melhor controle da população, em menores períodos de exposição.

Os tempos letais médios estimados (Tabela 2) também não evidenciaram diferença entre as duas formulações, em nenhuma das concentrações avaliadas. Nas duas maiores concentrações (1.000 e 2.000 ppm), o TL_{50} oscilou entre 1,86 e 2,18 dias, sem, contudo, haver diferença entre as duas concentrações quando comparados os seus respectivos intervalos de confiança ($p \leq 0,05$). Diferença entre as concentrações avaliadas, independentemente da formulação utilizada, foi observada a partir da concentração de 500 ppm, com valores de TL_{50} de 2,66 e 2,83 dias para Keepdry® e Insecto®, respectivamente, os quais diferiram das maiores (1.000 e 2.000 ppm) e da menor concentração (250 ppm) estudada, a qual necessitou de um maior período de exposição (variável entre 7,65 e 9,21 dias) para ocasionar a mortalidade de metade dos gorgulhos expostos.

A relação direta da mortalidade de *S. zeamais* com a concentração e o tempo de exposição à terra de diatomácea deve-se ao seu modo de ação. De acordo com Subramanyam e Roesli (2000), a morte dos insetos pela terra de diatomácea é atribuída à dessecação provocada pela adsorção e abrasividade desse pó inerte que rompe a camada de cera da epicutícula dos insetos, fazendo com que eles percam água do corpo até morrerem. Portanto, em altas concentrações, a adsorção e a abrasividade causadas pela terra de diatomácea ocorrem mais rapidamente, causando a

Tabela 1. Estimativa da CL_{50} e CL_{90} (em ppm) de duas formulações de terra de diatomácea para adultos de *Sitophilus zeamais*, após 10 dias de exposição. Temp.: $25 \pm 2^\circ C$; U.R.: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14 h; luminosidade média: 172 lux

Formulações	n ¹	Coefficiente angular (± EP)	CL_{50} (IC) ²	CL_{90} (IC) ²	χ^2 , ³	g.l. ⁴
Keepdry®	1250	7,97±1,35	248,75 (182,89 - 274, 95)	360,18 (314,38 - 701,69)	5,11	3
Insecto®	1250	4,24±0,26	204,57 (164,43 - 245,02)	409,97 (331,20 - 586,11)	3,33	3

¹n: número de insetos testados;

² IC: intervalo de confiança a 95% de probabilidade de erro;

³ χ^2 : valor de qui-quadrado calculado;

⁴ g.l.: graus de liberdade.

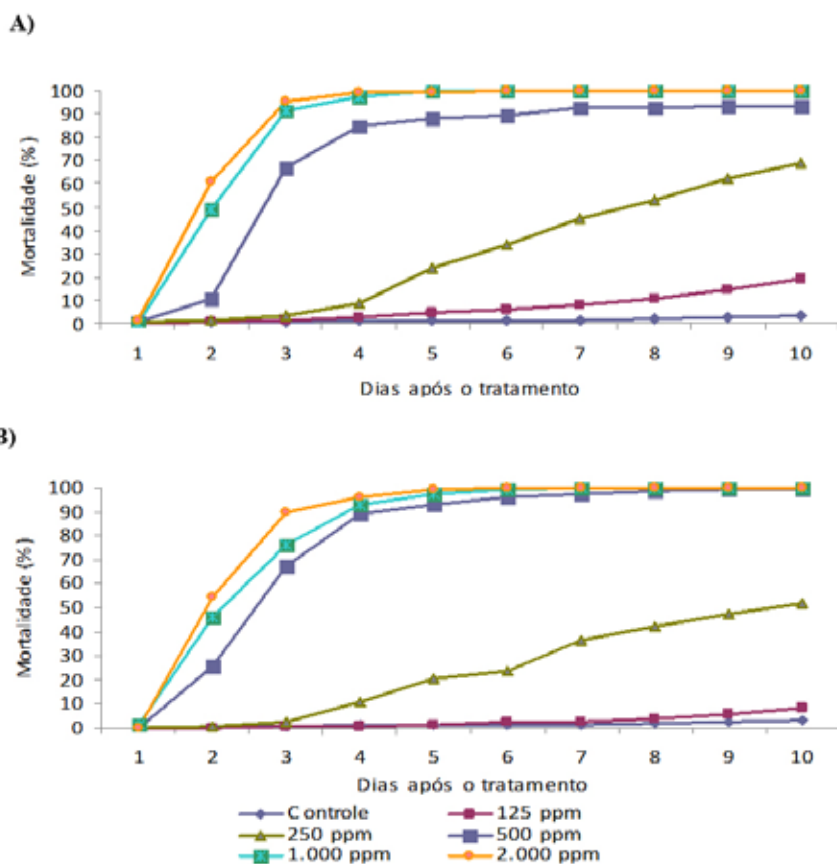


Figura 1. Mortalidade diária acumulada de adultos de *Sitophilus zeamais* expostos a grãos de milho tratados com diferentes concentrações de duas formulações comerciais de terra de diatomácea: A) Insecto® e B) Keepdry®. Temp.: 25±2°C; U.R.: 60±10%; fotofase: 14 h; luminosidade média: 172 lux.

Tabela 2. Estimativa do TL₅₀ (em dias) de duas formulações de terra de diatomácea para adultos de *Sitophilus zeamais*, a partir de diferentes concentrações. Temp.: 25±2°C; U.R.: 60±10%; fotofase: 14 h; luminosidade média: 172 lux

Formulações	Concentração (ppm)	n ¹	Coefficiente angular (± EP)	TL ₅₀ (IC) ²	χ ^{2,3}	g.l. ⁴
Keepdry®	250	250	3,56±0,19	9,21 (8,77 - 9,76)	7,99	8
	500	250	4,99±0,19	2,66 (2,44 - 2,88)	9,55	8
	1000	250	5,73±0,25	2,18 (2,09 - 2,27)	5,13	8
	2000	250	7,02±0,36	2,00 (1,88 - 2,12)	12,19	8
Insecto®	250	250	3,84±0,21	7,65 (6,49 - 10,26)	9,31	7
	500	250	3,87±0,15	2,83 (2,19 - 3,58)	44,27 ^{ns}	8
	1000	250	7,78±0,44	2,04 (1,94 - 2,14)	9,13	8
	2000	250	7,87±0,44	1,86 (1,76 - 1,95)	9,94	8

¹n: número de insetos testados;

²IC: intervalo de confiança a 95% de probabilidade de erro;

³χ²: valor de qui-quadrado calculado;

⁴g.l.: graus de liberdade;

^{ns} não significativo.

morte do inseto-alvo num curto intervalo de tempo quando comparado com as menores concentrações.

Marsaro Júnior et al. (2007) utilizaram um modelo não linear do tipo logístico para avaliar a interação entre a dosagem e o tempo de exposição à terra de diatomácea sobre a mortalidade de *S. zeamais*. Os autores observaram que o tempo necessário para obter 80% de mortalidade é de 5 e 6 dias, respectivamente para as dosagens de 1.000 g t⁻¹ (1.000 ppm) e de 750 g t⁻¹ (750 ppm), enquanto nas dosagens de 500 e 250 g t⁻¹ (500 e 250 ppm) foram necessários 9 e 17 dias, respectivamente. No entanto, Arthur (2001) observou que, após sete dias de tratamento, não havia insetos vivos da espécie *S. oryzae* em grãos de trigo tratados com terra de diatomácea (Protect-It®) na concentração de 500 ppm, mantidos a 30°C e 75% de U.R.

Com base nos resultados obtidos, conclui-se que as duas formulações comerciais à base de terra de diatomácea disponíveis no mercado brasileiro não apresentam diferenças entre si quando comparada a sua eficácia de controle de *S. zeamais*, podendo, dessa forma, serem empregadas em programas de manejo desse coleóptero-praga em cereais armazenados. Salienta-se, no entanto, que para a definição das concentrações a serem aplicadas na proteção de grãos deverão ser consideradas as possíveis infestações múltiplas dos grãos (espécies primárias e secundárias), visto haver diferença na suscetibilidade das diferentes espécies-praga (PINTO JÚNIOR et al., 2008).

Conclusão

As formulações comerciais à base de terra de diatomácea (Keepdry® e Insecto®) disponíveis no mercado brasileiro não apresentam diferenças entre si quando comparada a eficácia de controle de *S. zeamais*, podendo, dessa forma, serem empregadas em programas de manejo desse coleóptero-praga em cereais armazenados.

Referências

ALVES FILHO, J.P. **Uso de agrotóxicos no Brasil: controle social e interesses corpora-** ▶

- tivos. São Paulo: Annablume, 2002.188 p.
- ARTHUR, F.H. Immediate and delayed mortality of *Oryzaephilus surinamensis* (L.) exposed on wheat treated with diatomaceous earth: effects of temperature, relative humidity, and exposure interval. **Journal of Stored Products Research**, Oxford, v. 37, p. 13-21, 2001.
- ATUI, M.B.; LAZZARI, F.A.; LAZZARI, S.M.N. Avaliação de metodologia para detecção de resíduos de terra de diatomáceas em grãos de trigo e farinha. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 62, n. 1, p. 11-16, 2003.
- BANKS, H.J.; FIELDS, P.G. Physical methods for insect control in stored-grain ecosystems. In: JAYAS, D.S., WHITE, N.D.G., MUIR, W.E. (Ed.). **Stored-Grain ecosystems**. Marcel Dekker: New York, 1994. p. 353-409.
- BOYER, S.; ZHANG, H.; LEMPERIERE, G. A review of control methods and resistance mechanisms in stored-products insects. **Bulletin of Entomological Research**, Farnham Royal, v. 102, n. 2, p. 213-229, 2012.
- CANEPPELE, M.A.B.; CANEPPELE, C.; LÁZZARI, F.A. et al. Correlation between the infestation level of *Sitophilus zeamais* Motschulsky, 1855 (Coleoptera, Curculionidae) and the quality factors of stored corn, *Zea mays* L. (Poaceae). **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, v. 47, n. 4, p. 625-630, 2003.
- CANEPPELE, M.A.B.; ANDRADE, P.J.; SANTAELLA, A.G. Diferentes dosagens de pó inerte e temperaturas em milho armazenado para controle de gorgulho-do-milho. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 11, n. 4, p. 343-347, 2010.
- CERUTI, F.C.; LAZZARI, S.M.N. Combination of diatomaceous earth and powder deltamethrin for insect control in stored corn. **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, v. 49, n. 4, p. 580-583, 2005.
- CERUTI, F.C.; LAZZARI, S.M.N.; LAZZARI, F.A. et al. Eficácia de terra de diatomácea e temperatura para o controle do gorgulho-do-milho em milho armazenado. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 9, n. 1, p. 73-78, 2008.
- DANHO, M.; GASPAR, C.; HAUBRUGE, E. The impact of grain quantity on the biology of *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae): ovipositions, distribution of eggs, adult emergence, body weight and sex ratio. **Journal of Stored Products Research**. V. 38, p. 259-266, 2002.
- FINNEY, D.J. **Probit analysis**. Cambridge, England: Cambridge University Press, 1971. 31p.
- KAVALLIERATOS, N.G.; ATHANASSIOU, C.G.; PASHALIDOU, F.G. et al. Influence of grain type on the insecticidal efficacy of two diatomaceous earth formulations against *Rhyzopertha dominica* (F.) (Coleoptera:Bostrychidae). **Pest Management Science**, Sussex, v. 61, p. 660-666, 2005.
- LAZZARI, S.M.N.; LAZZARI, F.A. Insetos-praga de grãos armazenados. In: PANIZZI, A.R.; PARRA, J.R.P. (Ed.). **Bioecologia e nutrição de insetos**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. p.667-732.
- LeORA SOFTWARE. **Poloplus 1.0**: probit and logit analysis. Berkeley, 2003. 1 CD-ROM.
- MARSARO JÚNIOR, A.L.; MOURÃO JÚNIOR, M.; PAIVA, W.R.S.C. et al. Eficiência da terra de diatomácea no controle de *Sitophilus zeamais* em milho armazenado. **Revista Acadêmica de Ciências Agrárias e Ambientais**, Curitiba, v. 5, n. 1, p. 27-32, 2007.
- MARTINS, T.Z.; OLIVEIRA, N.C. Controle de *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae) no milho pipoca (*Zea mays* L.) tratado com terra de diatomácea. **Campo Digital**, Campo Mourão, v. 1, n. 2, p. 79-85, 2008.
- MWANGI, J.K.; MUTUNGI, C.M.; MIDINGYI, S.K.G.; FARAJ, A.K.; AFFOGNON, H.D. An assessment of the magnitudes and factors associated with postharvest losses in off-farm grain stores in Kenya. **Journal of Stored Products Research**, Oxford, v.73, p.7-20, 2017.
- PHILLIPS, T.W.; THRONE, J.E. Biorational approaches to managing stored-product insects. **Annual Review Entomology**, v. 55, p. 375-397, 2010.
- PINTO JÚNIOR, A.R.; LAZZARI, F.A.; LAZZARI, S.M.N. et al. Resposta de *Sitophilus oryzae* (L.), *Cryptolestes ferrugineus* (Stephens) e *Oryzaephilus surinamensis* (L.) a diferentes concentrações de terra de diatomácea em trigo armazenado a granel. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 8, p. 2103-2108, 2008.
- RIBEIRO, L.P.; COSTA, E.C.; KARLEC, F. et al. Avaliação da eficácia de pós inertes minerais no controle de *Sitophilus zeamais* Mots. (Coleoptera: Curculionidae). **Revista da FZVA**, Uruguaiana, v. 15, n. 2, p. 19-27, 2008.
- SANTOS, J.P.; CRUZ, I.; FONTES, R.A. **Armazenamento e controle de pragas**. Brasília: EMBRAPA/CNPMS, Sete Lagoas. 1984. 30 p. (Documentos, 1).
- SANTOS, J.P.; FONTES, R.A. Armazenamento e controle de insetos no milho estocado na propriedade agrícola. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 14, p. 40-45, 1990.
- SHAH, M.A.; KHAN, A.A. Use of diatomaceous earth for the management of stored-product pests. **International Journal of Pest Management**, London, v.60, n.2, p.80-89, 2014.
- SILVA-AGUAYO, G.; GALLO, R.H.; VARGAS, M.T. et al. Evaluación de boldo (*Peumus boldus* Molina) y cal para el control de *Sitophilus zeamais* Motschulsky. **Agrociencia**, Chapingo, v. 40, p. 219-228, 2006.
- SUBRAMANYAM, B.; ROESLI, R. Inert dusts. In: SUBRAMANYAM, B.; HAGSTRUM, D. W. (Eds.). **Alternatives to pesticides in stored-product IPM**. Norwell: Kluwer Academic Publishers, 2000, p.321-380.
- THRONE, J.E.; WEAVER, D.K.; CHEW, V.B.; JAMES, E. Probit analysis of correlated data: multiple observations over time at one concentration. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 88, n. 5, p. 1510-1512, 1995.
- VAYIAS, B.J.; ATHANASSIOU, C.G.; KORUNIC, Z. et al. Evaluation of natural diatomaceous earth deposits from south-eastern Europe for stored-grain protection: the effect of particle size. **Pest Management Science**, Sussex, v. 65, p. 1118-1123, 2009.■