

Resposta de *Sitophilus oryzae* (L.), *Cryptolestes ferrugineus* (Stephens) e *Oryzaephilus surinamensis* (L.) a diferentes concentrações de terra de diatomácea em trigo armazenado a granel

Response of *Sitophilus oryzae* (L.), *Cryptolestes ferrugineus* (Stephens) and *Oryzaephilus surinamensis* (L.) to different concentrations of diatomaceous earth in bulk stored wheat

Airton Rodrigues Pinto Júnior^I Flavio Antonio Lazzari^{II} Sonia Maria Noemberg Lazzari^{II}
Fabiane Cristina Ceruti^{II}

RESUMO

Formulações de terra de diatomácea de diferentes origens apresentam variação em toxicidade e em características físicas que afetam sua eficácia. Da mesma forma, diferentes espécies de insetos variam quanto a sua suscetibilidade ao produto. Adultos de *Sitophilus oryzae* (L.), *Cryptolestes ferrugineus* (Stephens) e *Oryzaephilus surinamensis* (L.) foram expostos a concentrações de 250, 500, 750, 1000 e 1250g t⁻¹ de uma formulação de terra de diatomácea de origem brasileira (Keepdry®), em trigo armazenado, por diferentes períodos de exposição. Os grãos tratados com as diferentes concentrações foram colocados em frascos, com quatro repetições de 100g de grãos por tratamento, e infestados com os insetos. Os frascos foram mantidos em câmara climatizada a 25°C e 65% UR, avaliando-se a mortalidade periodicamente. O número de insetos mortos por parcela foi submetido à análise de variância e as diferenças entre as médias discriminadas pelo teste de Tukey a 5%. A mortalidade das três espécies foi diretamente relacionada à concentração e ao tempo de exposição, sendo que os melhores resultados foram obtidos com concentrações acima de 500g t⁻¹. A espécie *S. oryzae* atingiu 100% de mortalidade somente no 14º dia de exposição, na concentração de 750g t⁻¹. *C. ferrugineus* foi a espécie mais suscetível ao tratamento com a terra de diatomácea, com 100% de mortalidade a 500g t⁻¹ já no 4º dia. Conclui-se que a terra de diatomácea utilizada apresenta um nível de controle satisfatório, e pode ser utilizada em programas de manejo de insetos, em trigo armazenado.

Palavras-chave: *Insecta*, sílica, grãos armazenados, manejo de pragas.

ABSTRACT

Formulations of diatomaceous earth from different sources show variation in toxicity and in certain physical characteristics which can affect product efficacy. Also, different

insect species show variation in their susceptibility to the product. Adults of *Sitophilus oryzae* (L.), *Cryptolestes ferrugineus* (Stephens) and *Oryzaephilus surinamensis* (L.) were exposed to wheat kernels treated with a formulation of diatomaceous earth of Brazilian origin (Keepdry®), at concentrations of 250, 500, 750, 1000, and 1250g t⁻¹ during different exposition periods. The treated kernels, in four replicates of 100g per treatment, were poured in plastic vials and infested with the insects. The vials were placed in environmental chamber at 25°C and 65% RH and the mortality was evaluated periodically. The number of dead insects per treatment was analyzed by the variance analysis and the differences between the means were determined by the Tukey test at 5%. The mortality of the three species was directly related to the diatomaceous earth concentration and to the exposition time, with the best results at concentrations above 500g t⁻¹. The most tolerant species was *S. oryzae* that reached 100% mortality only at the 14th day of exposition, at 750g t⁻¹. On the other hand, *C. ferrugineus* was the most susceptible species to diatomaceous earth; it reached 100% mortality at 500g t⁻¹ at the 4th exposition day. It was concluded that the diatomaceous earth used in these experiments presented a satisfactory control level, and that it represents a very efficient grain protector for using in stored wheat insect management programs.

Key words: *Insecta*, silica, stored grains, pest management.

INTRODUÇÃO

A infestação de insetos em grãos e sementes armazenadas resulta em danos quantitativos e qualitativos, levando, em alguns casos, à recusa do produto durante a comercialização (ARTHUR, 1996). Por outro lado, o uso intensivo de inseticidas químicos

^ICurso de Agronomia, Centro de Ciências Agrárias e Ambientais, Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR), BR 376, km 14, Costeira, 80010-500, São José dos Pinhais, PR, Brasil. E-mail: airton.junior@pucpr.br. Autor para correspondência.

^{II}Departamento de Zoologia, Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba, PR, Brasil.

para controlar as infestações apresenta riscos para o homem, os animais domésticos e para o meio ambiente, pelos resíduos presentes nos produtos, seus derivados e nos alimentos (SUBRAMANYAM & ROESLI, 2000; ARTHUR, 2004). O número de ingredientes ativos registrados no Brasil para controle de insetos em grãos armazenados está restrito a quatro ou cinco produtos recomendados para todas as pragas e para as diferentes formas de armazenamento de grãos (LORINI & SCHNEIDER, 1994). Também não se pode desconsiderar o aumento dos casos de resistência desenvolvida por certas espécies de insetos para determinados compostos ou formulações específicas (COLLINS et al., 2003; KLJAJIC & PERIC, 2005). Dessa forma, o controle de insetos de armazenamento deve fazer parte de um sistema de manejo integrado, que se baseia no monitoramento e nos procedimentos básicos de limpeza das estruturas, associando diversas estratégias de controle.

Nas últimas décadas, houve o aumento do interesse de pesquisadores de várias partes do mundo no uso da terra de diatomácea como inseticida para insetos de grãos armazenados, principalmente em cereais (KORUNIC, 1998; FIELDS & KORUNIC, 2000; MEWIS & ULRICH, 2001; ATHANASSIOU et al., 2003). De acordo com SUBRAMANYAM & ROESLI (2000), a morte do inseto é atribuída à dessecação causada pelas propriedades de adsorção e à abrasividade da terra de diatomácea. Quando as moléculas de cera da camada superficial da epicutícula do inseto são adsorvidas pelas partículas de sílica, pequenos canais são formados, permitindo a evaporação de água. EBELING (1971) afirma que os insetos morrem quando perdem aproximadamente 60% de sua água ou 30% do total do peso de seu corpo.

A terra de diatomácea é um pó inerte constituído basicamente de um agregado microscópico de cristais desordenados de sílica amorfa resultante do acúmulo de carapaças de algas diatomáceas fossilizadas. A terra de diatomácea pode ser utilizada isoladamente ou associada aos inseticidas convencionais para o tratamento de grãos de milho, trigo e outros cereais armazenados, bem como das estruturas de armazenamento (KORUNIC, 1998). A utilização deste produto representa um sistema alternativo menos tóxico, de manejo de insetos em produtos armazenados a granel e/ou ensacados, principalmente para o armazenamento na propriedade. Nos Estados Unidos, este produto é reconhecido como seguro e registrado como aditivo alimentar pelo Food and Drug Administration (BANKS & FIELDS, 1995). Uma desvantagem do uso de terra de diatomácea em grão a granel, porém, é que, em doses mais elevadas,

ela pode afetar as propriedades físicas dos grãos, como a capacidade de escoamento na correia transportadora (KORUNIC, 1998).

Há diversos fatores que afetam a eficácia inseticida da terra de diatomácea aplicada em grãos armazenados, pois diferentes formulações e origens, por exemplo, apresentam variação em toxicidade e em características físicas que afetam sua eficácia. Da mesma forma, diferentes espécies de insetos variam quanto à sua suscetibilidade ao produto. Diversas formulações comerciais de terra de diatomácea têm sido empregadas nos Estados Unidos para controlar inseto-praga de grãos armazenados (KORUNIC, 1998). No Brasil, apesar de muitas unidades de armazenamento aplicarem terra de diatomácea em diversos tipos de grãos, ainda há poucos estudos testando as formulações comerciais disponíveis e a resposta das diferentes espécies de insetos a este tratamento.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a resposta de *Sitophilus oryzae* (Linnaeus, 1763), (Coleoptera: Curculionidae), *Cryptolestes ferrugineus* (Stephens, 1831) (Coleoptera: Cucujidae) e *Oryzaephilus surinamensis* (Linnaeus, 1758) (Coleoptera: Silvanidae), que estão entre as principais pragas de grãos, a diferentes concentrações e tempos de exposição de uma formulação brasileira de terra de diatomácea em trigo armazenado a granel.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram realizados no Laboratório de Entomologia do Departamento de Zoologia, da Universidade Federal do Paraná (UFPR). Foram utilizados indivíduos adultos de *S. oryzae*, *C. ferrugineus* e *O. surinamensis* coletados em armazéns graneleiros e silos, mantidos em câmara climatizada a $25 \pm 1^\circ\text{C}$ e 65% UR, até seu uso.

Foi utilizada terra de diatomácea de origem brasileira (Keepdry®), com cerca de 85 a 90% de sílica amorfa, outros silicatos em menor quantidade, com densidade aparente de 200g t^{-1} e partículas com diâmetro aproximado de 15 microns.

Os tratamentos consistiram de um controle (sem aplicação) e cinco concentrações (250, 500, 750, 1000 e 1250g t^{-1}) de terra de diatomácea. O produto em pó foi aplicado aos grãos de trigo limpos, secos e tratados a frio a -25°C por 96 horas, para eliminação de qualquer tipo de infestação residual de insetos, colocados dentro de um saco plástico e agitados manualmente durante três minutos. O conteúdo de cada saco foi dividido em porções correspondentes às quantidades de cada tratamento, com cada repetição acondicionada em um frasco esterilizado, e a seguir

infestado com os insetos provenientes das criações mantidas em laboratório.

A infestação foi feita com 120 adultos de *S. oryzae*, 60 de *O. surinamensis* e 36 de *C. ferrugineus*, em cada repetição sem padronização de idade e sexo. O número de insetos foi determinado em função da disponibilidade do número de indivíduos de cada espécie para realização do trabalho. Para os testes com *S. oryzae*, foram utilizados, para cada tratamento, 1,6kg de grãos de trigo tratados, separados em 16 frascos plásticos com 100g cada. Em cada dia de leitura, foram utilizadas quatro repetições de cada tratamento. O número de insetos mortos foi registrado aos um, dois, seis e 14 dias após a infestação e expresso como porcentagem do número total de indivíduos.

O teor de umidade dos grãos variou de 13 a 13,5% a 24°C. Foi realizada análise fatorial de variância, para avaliar os efeitos da concentração, do tempo de exposição e a interação entre concentração e o tempo de exposição na mortalidade. A análise foi desenvolvida no programa SAS, utilizando o procedimento PROC ANOVA.

Para os testes com *O. surinamensis* e *C. ferrugineus* foram utilizados, para cada tratamento, 1,2kg de grãos de trigo tratados e separados em quatro porções de 300g. O número de insetos mortos foi registrado aos um, dois, três, quatro e cinco dias após a infestação. Os insetos mortos foram removidos a cada dia de leitura. Foi realizada uma análise de variância e teste de Tukey para comparação entre médias. As concentrações de terra de diatomácea foram comparadas a cada dia e entre os dias. As análises foram desenvolvidas no programa SANEST, utilizando o procedimento da ANOVA.

Com base na técnica de microscopia eletrônica de varredura, na qual os insetos foram desidratados, aderidos a uma superfície de metal,

banhados com ouro e submetidos à análise para obtenção de micrografias eletrônicas no Centro de Microscopia Eletrônica da UFPR, procurou-se avaliar visualmente a aderência da terra diatomácea sobre o tegumento dos coleópteros de produtos armazenados, correlacionando a imagem obtida com a quantidade de terra de diatomácea aderida na cutícula nas espécies observadas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Uma análise prévia indicou que não é necessário considerar a repetição como uma variável independente ($F=1,18$; $P=0,3265$). Os resultados da análise fatorial indicaram que a concentração de terra de diatomácea foi altamente significativa ($F=46,44$; $P=0,0001$). O tempo de exposição também foi altamente significativo ($F=158,90$; $P=0,0001$). A interação significativa indicou que tanto a concentração quanto o tempo de exposição influenciaram na mortalidade de *S. oryzae*. (Tabela 1). Estes resultados concordam com ARTHUR (2002), que observou grãos de trigo tratados com terra de diatomácea (Protect-It®) sendo que na concentração de 500g t⁻¹ a 30°C e 75% de UR, após sete dias de tratamento, não havia insetos vivos da espécie *S. oryzae*.

Foi observado que *O. surinamensis* foi mais tolerante que *C. ferrugineus* para todas as concentrações. Os resultados da análise de variância indicaram que a concentração foi altamente significativa para ambas as espécies ($F=70,50$; $P=0,00001$) e ($F=79,02$; $P=0,00001$), respectivamente. O mesmo foi observado para o tempo de exposição ($F=23,23$; $P=0,00001$) e ($F=21,55$; $P=0,00001$), respectivamente (Tabela 2 e 3). Isso sugere que as dosagens maiores de terra de diatomácea devem ser empregadas como ferramenta de manejo para que todas as pragas de armazenamento possam ser controladas,

Tabela 1 - Mortalidade (% Média \pm EP) de adultos de *Sitophilus oryzae* expostos a grãos de trigo tratados com terra de diatomácea de origem brasileira em várias concentrações e tempos de exposição.

Concentração de TD (g t ⁻¹)	-----Dias após a infestação com insetos adultos-----			
	1	2	6	14
0	0 ^{aa} \pm 0	0 ^{aa} \pm 0	5,0 ^{aa} \pm 5,0	10,0 ^{aa} \pm 4,1
250	2,5 ^{ba} \pm 2,5	0 ^{ba} \pm 0	0 ^{ba} \pm 0	22,5 ^{aa} \pm 14,1
500	2,5 ^{ca} \pm 2,5	5,0 ^{ca} \pm 2,9	30,0 ^{bb} \pm 4,1	67,5 ^{ab} \pm 11,8
750	0 ^{ca} \pm 0	5,0 ^{ca} \pm 2,9	55,0 ^{bc} \pm 11,9	100,0 ^{ac} \pm 0
1000	0 ^{ca} \pm 0	0 ^{ca} \pm 0	57,5 ^{bc} \pm 7,5	100,0 ^{ac} \pm 0
1250	7,5 ^{ca} \pm 4,8	27,5 ^{ca} \pm 4,8	80,0 ^{bd} \pm 12,2	100,0 ^{ac} \pm 0

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na linha e maiúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si ($P>0,05$).

Tabela 2 - Mortalidade (% Média \pm EP) de adultos de *Cryptolestes ferrugineus* expostos a grãos de trigo tratados com terra de diatomácea de origem brasileira em várias concentrações e tempos de exposição.

TD (g t ⁻¹)	-----Período de exposição (dias)-----				
	1	2	3	4	5
0	0 ^{cB} \pm 0	0 ^{cB} \pm 0	25,5 ^{bA} \pm 5,3	27,7 ^{bA} \pm 7,1	36,1 ^{bA} \pm 8,3
250	16,6 ^{bcC} \pm 5,5	66,6 ^{bb} \pm 9,0	94,4 ^{aA} \pm 5,7	97,2 ^{aA} \pm 2,8	97,2 ^{aA} \pm 0,1
500	27,7 ^{bc} \pm 7,1	83,3 ^{aB} \pm 9,6	88,8 ^{aA} \pm 2,0	100,0 ^{aA} \pm 0	100,0 ^{aA} \pm 0
750	85,5 ^{aB} \pm 7,0	96,6 ^{aA} \pm 2,8	100,0 ^{aA} \pm 0	100,0 ^{aA} \pm 0	100,0 ^{aA} \pm 0
1000	96,6 ^{aA} \pm 2,8	100,0 ^{aA} \pm 0	100,0 ^{aA} \pm 0	100,0 ^{aA} \pm 0	100,0 ^{aA} \pm 0
1250	96,6 ^{aA} \pm 2,8	100,0 ^{aA} \pm 0	100,0 ^{aA} \pm 0	100,0 ^{aA} \pm 0	100,0 ^{aA} \pm 0

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na linha e minúsculas na coluna não diferem estatisticamente entre si (P>0,05).

devendo-se observar, porém, se não está afetando o ângulo de repouso e a capacidade de escoamento do grão (KORUNIC, 1998). FIELDS & KORUNIC (2000), em outro experimento, encontraram mortalidade de 20% no 3º dia de experimento com *S. oryzae* em grãos de trigo (14% b.u.) tratados com terra de diatomácea (Insecto®) a 500g t⁻¹, a 30°C. Estes resultados estão em concordância com os observados no presente trabalho.

A taxa de mortalidade neste experimento aumentou na seguinte ordem: *O. surinamensis* inferior à espécie *C. ferrugineus*, concordando com os resultados de PINTO JR. (1994). A eficácia de terra de diatomácea coberta com sílica aerogel, em trigo, testada contra três espécies de *Coleoptera*, aumentou na seguinte ordem: *Rhyzopertha dominica* em equivalência ao *T. castaneum* superiores a *S. oryzae* (SUBRAMANYAM et al., 1998).

Os resultados desta pesquisa concordam com os obtidos por LORINI & SCHNEIDER (1994), que, testando terra de diatomácea nas dosagens de 500, 750 e 1000g t⁻¹, obtiveram, após sete dias de tratamento, uma eficiência de mortalidade para *S. oryzae* de 19, 87 e 100%, respectivamente. PAULA (2001), utilizando as dosagens de 500, 750 e 1000g t⁻¹ em grãos de arroz para

controle de *C. ferrugineus*, *R. dominica* e *S. oryzae*, obteve, aos 7 dias após o tratamento, uma mortalidade de 35% na dosagem de 750g t⁻¹ e 47% com 1000g t⁻¹. Estes resultados demonstram a interação observada no presente trabalho entre tempo de exposição e dosagem de terra de diatomácea empregada no controle.

Adultos de *T. confusum* requereram período de exposição maior do que seis horas à sílica aerogel para sua morte (WHITE & LOSCHIAVO, 1989). A mortalidade de *Sitophilus granarius* (Linnaeus, 1758) (Coleoptera: Curculionidae) e *T. confusum*, expostas à sílica em pó (Dryacide®), foi observada após 16 e 48 horas, sendo que, para as mesmas condições, *S. granarius* foi mais suscetível que *T. confusum* (ALDRYHIM, 1990).

Curtos períodos de exposição foram suficientes para controlar as espécies estudadas. Uma interação entre concentração e tempo de exposição foi observada. As menores concentrações (250 e 500g t⁻¹) foram menos tóxicas para *S. oryzae* e *O. surinamensis* do que para *C. ferrugineus*. A mortalidade aumentou após o sexto dia da infestação dos insetos. As altas concentrações (1000 e 1250g t⁻¹) foram mais eficientes para controlar os insetos.

Tabela 3 - Mortalidade (% Média \pm EP) de adultos de *Oryzaephilus surinamensis* expostos a grãos de trigo tratados com terra de diatomácea de origem brasileira em várias concentrações e tempos de exposição.

TD (g t ⁻¹)	-----Período de exposição (dias)-----				
	1	2	3	4	5
0	0 ^{aA} \pm 0	0 ^{bA} \pm 0	0 ^{cA} \pm 0	0 ^{cA} \pm 0	0 ^{dA} \pm 0
250	3,3 ^{aA} \pm 1,9	3,3 ^{bA} \pm 1,9	3,3 ^{cA} \pm 1,9	5,0 ^{cA} \pm 1,65	5,0 ^{dA} \pm 1,65
500	1,3 ^{aA} \pm 1,6	3,3 ^{bA} \pm 1,9	3,3 ^{cA} \pm 1,9	5,0 ^{cA} \pm 1,65	10,0 ^{dA} \pm 3,3
750	1,3 ^{aA} \pm 1,6	4,6 ^{bB} \pm 1,9	24,6 ^{bA} \pm 4,9	26,6 ^{bA} \pm 6,0	31,6 ^{cA} \pm 5,68
1000	1,3 ^{aC} \pm 1,9	18,0 ^{bb} \pm 3,1	61,3 ^{aA} \pm 4,1	63,3 ^{bA} \pm 3,3	66,6 ^{abA} \pm 3,3
1250	2,6 ^{aC} \pm 2,71	51,3 ^{ab} \pm 5,6	83,0 ^{aA} \pm 4,7	83,0 ^{aA} \pm 4,7	83,0 ^{aA} \pm 4,7

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na linha e minúsculas na coluna não diferem estatisticamente entre si (P>0,05).

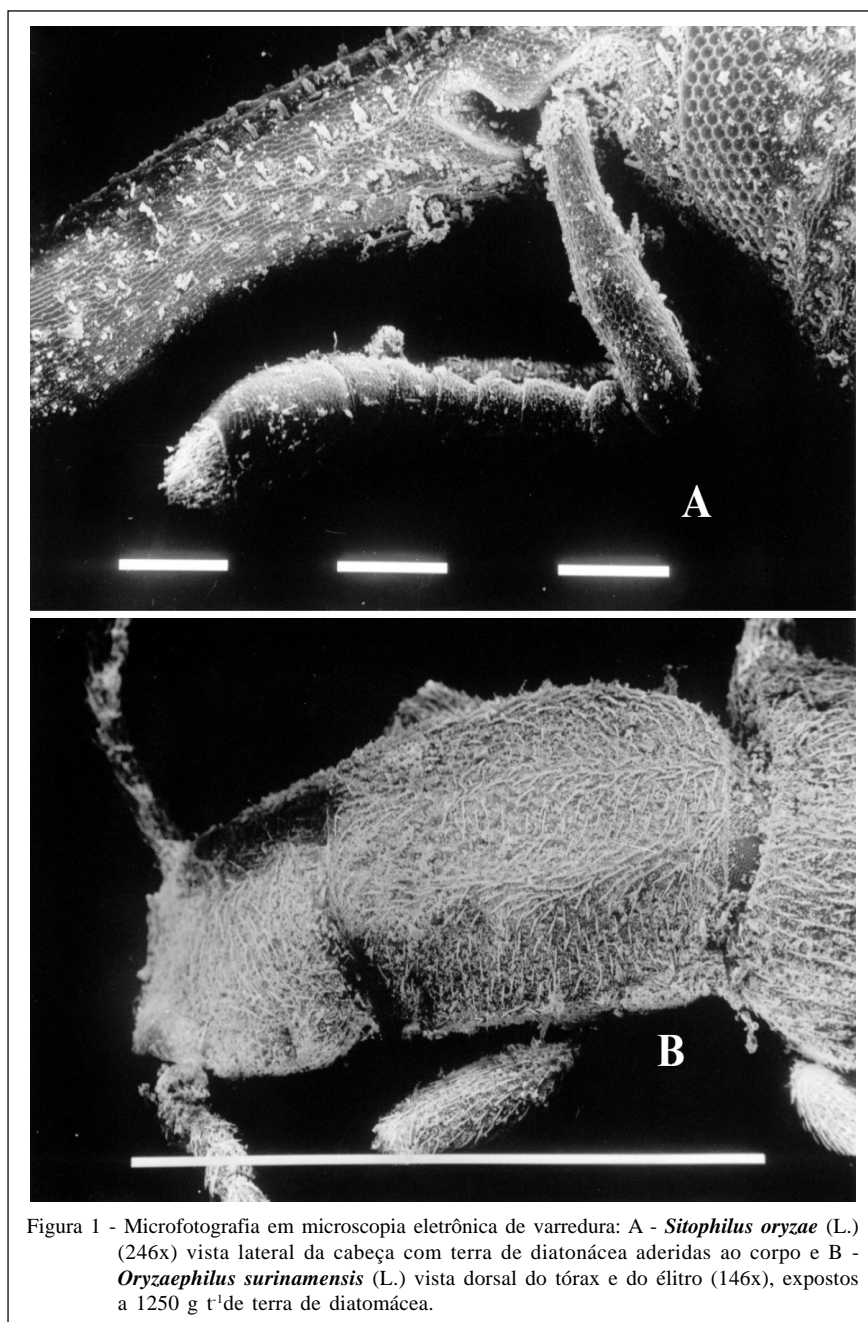


Figura 1 - Microfotografia em microscopia eletrônica de varredura: A - *Sitophilus oryzae* (L.) (246x) vista lateral da cabeça com terra de diatomácea aderidas ao corpo e B - *Oryzaephilus surinamensis* (L.) vista dorsal do tórax e do élitro (146x), expostos a 1250 g t⁻¹ de terra de diatomácea.

A atividade inseticida dos pós inertes é afetada pela mobilidade dos insetos, pelo número e pela distribuição de pêlos na cutícula, pelas diferenças quantitativas e qualitativas nos lipídios cuticulares das diferentes espécies de insetos e pelo tempo de exposição, o que influencia a taxa de perda de água (SUBRAMANYAM et al., 1998). Na figura 1, observa-se, com auxílio da microscopia eletrônica, a diferença da quantidade de partículas de terra de diatomácea aderidas ao corpo de cada espécie, em função da pilosidade da

cutícula. Isso poderia explicar a diferença de resposta entre os insetos testados em relação às diferentes concentrações de TD utilizadas neste trabalho.

Diversos fatores podem afetar a resposta do inseto às concentrações de terra de diatomácea como: tipo de pó inerte, conteúdo de umidade do grão, temperatura, espécie de insetos (FIELDS et al., 2003). Estudos futuros devem ser realizados para a verificação desses fatores na interferência da mortalidade dos insetos em grãos de trigo e em outros cereais.

Devido aos resultados satisfatórios obtidos nesta pesquisa, considera-se que a utilização de terra de diatomácea representa uma excelente medida para o controle das infestações de diversas espécies de insetos de trigo armazenado a granel.

CONCLUSÕES

As melhores respostas para as espécies estudadas são obtidas com as concentrações de terra de diatomácea acima de 750g t⁻¹. O tempo de exposição e a concentração influenciam na mortalidade dos insetos, sugerindo a interação entre estes dois fatores. Observa-se que *O. surinamensis* é mais tolerante que *S. oryzae* e *C. ferrugineus* para todas as concentrações de terra de diatomácea testadas.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), e à Universidade Federal do Paraná (UFPR), ao Departamento de Zoologia, ao Programa de Pós-graduação em Entomologia, pelos recursos e pelo apoio recebidos durante a realização deste trabalho.

À Bh. Subramanyam (Kansas State University, Department of Grain Science), pelo auxílio com as análises estatísticas.

REFERÊNCIAS

- ALDRYHIM, Y.M. Efficacy of amorphous silica dust, Dryacide, against *Tribolium confusum* Dew. and *Sitophilus granarius* L. (Coleoptera: Tenebrionidae and Curculionidae). **Journal of Stored Product Research**, v.26, p.207-210, 1990.
- ARTHUR, F.H. Grain protectants: current status and prospects for the future. **Journal of Stored Product Research**, v.32, p.293-302, 1996.
- ARTHUR, F.H. Survival of *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae) on wheat treated with diatomaceous earth: Impact of biological and environmental parameters on product efficacy. **Journal of Stored Product Research**, v.38, p.305-313, 2002.
- ARTHUR, F.H. Evaluation of a new insecticide formulation (F2) as a protectant of stored wheat, maize and rice. **Journal of Stored Product Research**, v.40, p.317-330, 2004.
- ATHANASSIOU, C.G. et al. Effect of grain type on the insecticidal efficacy of SilicoSec against *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae). **Crop Protection**, v.22, p.1141-1147, 2003.
- BANKS, H.J.; FIELDS, P.G. Physical methods for insect control in stored-grain ecosystems. In: JAYAS, D.S. et al. **Stored-grain ecosystems**. New York: Marcell Dekker, 1995. p.353-409.
- COLLINS, P.J. et al. Two decades of monitoring and managing phosphine resistance in Australia. In: INTERNATIONAL WORKING CONFERENCE ON STORED PRODUCT PROTECTION, 8., 2003, York, UK. **Proceedings...** Wallingford, United Kingdom: CAB International, 2003. p.570-575.
- EBELING, W. Sorptive dusts for pest control. **Annual Review of Entomology**, v.16, p.123-158, 1971.
- FIELDS, P.; KORUNIC, Z. The effect of grain moisture content and temperature on the efficacy of diatomaceous earth from different geographical locations against stored-product beetles. **Journal of Stored Product Research**, v.36, p.1-13, 2000.
- FIELDS, P. et al. Standardised testing for diatomaceous earth. In: INTERNATIONAL WORKING CONFERENCE ON STORED PRODUCT PROTECTION, 8., 2003, York, UK. **Proceedings...** Wallingford, United Kingdom: CAB International, 2003. p.779-784.
- KLJAJIC, P.; PERIC, I. Resistance of stored product insects to insecticide. **Pesticides & Phytomedicine**, v.20, p.9-28, 2005.
- KORUNIC, Z. Diatomaceous earth, a group of natural insecticides. **Journal of Stored Product Research**, v.34, p.87-98, 1998.
- LORINI, I.; SCHNEIDER, S. **Pragas de grãos armazenados: resultados de pesquisa**. Passo Fundo, RS, EMBRAPA-CNPQ, 1994. 48p.
- MEWIS, I.; ULRICH, Ch. Action of amorphous diatomaceous earth against different stages of the stored product pests *Tribolium confusum* (Coleoptera: Tenebrionidae), *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae), *Sitophilus granarius* (Coleoptera: Curculionidae) and *Plodia interpunctella* (Lepidoptera: Pyralidae). **Journal of Stored Product Research**, v.37, p.153-164, 2001.
- PAULA, M.C.Z. **Manutenção da qualidade do arroz armazenado: monitoramento e controle de insetos**. 2001. 74f. Tese (Doutorado em Entomologia) - Departamento de Zoologia, Universidade Federal do Paraná.
- PINTO JR., A.R. **Uso de pós inertes no controle de insetos de grãos armazenados**. 1994. 80f. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Departamento de Zoologia, Universidade Federal do Paraná.
- SUBRAMANYAM, B. et al. Insecto applied to shelled maize against stored-product insect larvae. **Journal of Economic Entomology**, v.91, p.280-286, 1998.
- SUBRAMANYAM, B.; ROESLI, R. Inert dust. In: SUBRAMANYAM, B.; HAGSTRUM, D.W. (Eds.). **Alternatives to pesticide in stored-product IPM**. New York: Marcell Dekker, 2000. p.321-380.
- WHITE, N.D.G.; LOSCHIAVO, S.R. Factors affecting survival of the merchant grain beetle (Coleoptera: Cucujidae) and the confused flour beetle (Coleoptera: Tenebrionidae) exposed to silica Aerogel. **Journal of Economic Entomology**, v.82, p.960-969, 1989.