

CROP PROTECTION

Fatores que Afetam a Eficiência da Terra de Diatomácea no Controle de Adultos de *Alphitobius diaperinus* (Panzer) (Coleoptera: Tenebrionidae)LUIS F.A. ALVES^{1,2}, DAIAN G.P. OLIVEIRA^{1,4} E PEDRO M.O.J. NEVES^{2,3}

¹Lab. de Zoologia de Invertebrados, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Univ. Estadual do Oeste do Paraná, R. Universitária, 2069, 85819-110, Cascavel, PR; ²Bolsista de Produtividade em Pesquisa, CNPq; ³Depto. de Agronomia, Univ. Estadual de Londrina, Londrina, PR; ⁴Bolsista de Iniciação Científica, CNPq

Neotropical Entomology 37(6):716-722 (2008)

Factors Affecting Diatomaceous Earth Effectiveness in the Control of *Alphitobius diaperinus* (Panzer) (Coleoptera: Tenebrionidae) Adults

ABSTRACT - Diatomaceous earth (DE) is a potential alternative to control the lesser mealworm of poultry farms *Alphitobius diaperinus* (Panzer). Our study aimed to understand the role of some of the environmental and insect behavioral factors play on DE effectiveness, such as the substrate (chicken food and poultry house litter), temperature and DE repellent activity on lesser mealworm adults. Mortality was higher at the highest temperature (32°C), and it increased with DE concentration (53 and 84% respectively, for concentrations of 86 and 172 g/m²) (P < 0.05). The substrate also influenced DE effectiveness: 95% mortality was observed in the feed, against 4% in the poultry litter. Part of these results can be attributed to the removal of DE particles by the poultry bedding, as supported by scanning electron microscopy (SEM) observations and rhodamine concentration on the surface of the insects. As to insect behavior, DE had a repellent effect, since trap capture decreased nearly 50% in traps containing DE as opposed to those containing only food. Therefore, environmental factors do affect the DE effectiveness, and they must be taken into consideration when looking into developing control strategies in the field.

KEY WORDS: Inert dust, animal husbandry, pest, alternative control

RESUMO - A terra de diatomácea (TD) é uma alternativa potencial para o controle do cascudinho-dos-aviários, *Alphitobius diaperinus* (Panzer). O objetivo do presente estudo foi conhecer a interferência de alguns fatores ambientais e comportamentais dessa espécie sobre a eficiência da terra diatomácea no seu controle. Para isso, avaliou-se o efeito da temperatura do ambiente e do substrato (ração para frangos e cama do aviário) na atividade da TD, assim como a atividade repelente do produto sobre adultos. A 32°C a mortalidade de insetos foi significativamente maior (53 e 84%, respectivamente para as concentrações de 86 e 172 g/m²) (P < 0,05). Além disso, o substrato influenciou, obtendo-se mortalidade de 95% na ração, contra apenas 4% na cama de aviário. Parte dos resultados pode ser atribuída à remoção das partículas de TD pela cama de aviário, conforme indicado pela análise em microscopia eletrônica de varredura (MEV) e também pela determinação da concentração de rodamina na superfície dos insetos. Quanto ao comportamento dos insetos, as armadilhas com TD capturaram cerca de 50% menos insetos que aquelas contendo apenas ração, mostrando, assim, a ação repelente do produto. Assim, os fatores ambientais influenciam a eficiência de TD e, portanto, devem ser levados em consideração para orientar as estratégias de utilização de TD em campo.

PALAVRAS-CHAVE: Pó inerte, produção animal, praga, controle alternativo

Alphitobius diaperinus (Panzer), conhecido popularmente como cascudinho, é uma espécie comumente encontrada em camas de aviários, alimentando-se de excrementos, ração e vísceras de aves mortas (Chernaki-Leffer *et al.* 2001). É considerado um dos principais obstáculos associados a criações comerciais de aves, encontrando-se em altas populações no substrato dos aviários e causando grandes

problemas sanitários e econômicos (Chernaki & Almeida 2001).

As aves ingerem os insetos em lugar de ração balanceada, prejudicando o seu desenvolvimento (Despins & Axtell 1995, Chernaki-Leffer *et al.* 2001). Além disso, podem contaminar a carcaça de frangos, quando são extraídos o papo e a moela nos abatedouros (Chernaki-Leffer *et al.* 2001). O cascudinho

é hospedeiro e potencial vetor de vírus, bactérias, fungos, protozoários e helmintos em aviários (McAllister *et al.* 1995, Goodwin & Waltman 1996, Chernaki-Leffer *et al.* 2002, Vittori *et al.* 2007).

Diante da necessidade de se minimizar os problemas causados pelo inseto, recomendam-se algumas práticas de manejo de aves e medidas de controle, sendo o uso de inseticidas químicos (piretróides e organofosforados) a mais utilizada; porém, além de não ser eficiente, o uso de inseticidas tem levado ao surgimento de populações resistentes, causando também a contaminação do ambiente e das aves (Bellaver *et al.* 2003, Chernaki-Leffer 2004).

A terra de diatomácea (TD) é um pó inerte proveniente de fósseis de algas diatomáceas, composto principalmente por dióxido de sílica amorfa, e vem sendo utilizada como alternativa no controle de pragas de grãos armazenados. Seu modo de ação é baseado na desidratação, pois as partículas do pó aderem ao tegumento do inseto provocando a remoção da cera epicuticular devido à abrasão e adsorção, levando à perda excessiva de água e morte (Quarles 1992, Korunic 1998).

Por se tratar de um produto natural, que não produz resíduos químicos tóxicos, e não reage com outras substâncias (Quarles 1992, Korunic 1998, Lorini *et al.* 2001), a TD apresenta grande potencial para aplicação prática, dada a comprovada ação inseticida contra *A. diaperinus* (Alves *et al.* 2006). Assim, este estudo foi realizado com o objetivo de avaliar alguns fatores bióticos e abióticos que podem afetar a eficiência da TD no controle desse inseto.

Material e Métodos

Os insetos utilizados nos experimentos foram coletados em aviário de frangos de corte, criados em recipientes plásticos com tampa perfurada contendo cama de aviário, alimentados com ração para aves e mantidos em laboratório em condições controladas ($25 \pm 1^\circ\text{C}$). Para as avaliações da eficiência da terra de diatomáceas, foi utilizado produto comercial (Keepdry™), contendo 86% de dióxido de sílica amorfa com granulometria média de 5 μm .

Influência da temperatura na eficiência de controle.

Foram utilizados potes plásticos de 8,6 cm de diâmetro contendo uma camada de 4 cm de profundidade de cama (aproximadamente 80 g). A TD utilizada foi polvilhada sobre a cama nas concentrações de 86 e 172 g/m^2 , e incorporada à mesma com uma espátula, acrescentando-se 5 g de ração para frangos. Em seguida, foram liberados 20 adultos por recipiente, com quatro repetições para cada tratamento. Os recipientes foram mantidos fechados com tampa perfurada e incubados a 26°C e 32°C e fotofase de 14h. Para a testemunha, foi preparado igual número de recipientes com as mesmas características, porém não se acrescentou TD. A avaliação da mortalidade dos insetos foi realizada 10 dias após a instalação do experimento.

Os dados obtidos foram transformados em $\arcsen \sqrt{x/100}$ e analisados estatisticamente quanto à variância (teste F). As médias foram comparadas entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$), seguindo o delineamento experimental

inteiramente aleatorizado em esquema fatorial, buscando-se verificar a interação da temperatura \times concentração de TD.

Efeito do substrato na eficiência de controle. Grupos de 20 insetos foram colocados em contato com 3 g de TD pura durante 1 min, sob agitação, em copos plásticos de 50 ml. Em seguida, foram transferidos para os potes plásticos (40 insetos por recipiente) após retirada do excesso de TD, sendo realizadas quatro repetições por tratamento. Para a testemunha, os insetos foram transferidos diretamente para os recipientes com cama ou ração. Os insetos foram mantidos em condições controladas ($26 \pm 1^\circ\text{C}$; 14L:10E), sendo a mortalidade avaliada após 10 dias.

Quantificação de TD na superfície dos insetos. A fim de se comprovar se o substrato (cama ou ração) altera a quantidade de TD que adere à superfície do corpo do inseto, foram realizadas observações em microscópio eletrônico de varredura (MEV), obtendo-se a quantificação indireta da TD na superfície do corpo dos insetos.

Para a análise ao MEV Leo, os insetos foram previamente tratados com TD, como descrito acima, porém transferidos para recipientes plásticos contendo cama de frango ou ração. Em seguida, foram coletadas amostras de insetos em diferentes intervalos de tempo após o tratamento e exposição ao substrato (0, 12, 24, 48, 72, 96, 120 e 240 h). Os insetos foram coletados após o intervalo mencionado, mortos a -10°C , fixados aos suportes de microscopia ("stubs") para análise e registro fotográfico ao microscópio eletrônico de varredura (FEI - Quanta 200).

A quantificação indireta da TD baseou-se no trabalho de El-Awami & Dent (1995), construindo-se previamente uma curva padrão (0,054 mM) com o corante Rodamina B (PM 479,02 $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$). Posteriormente, o tratamento dos insetos foi realizado preparando-se uma mistura de TD com o corante (50 mg/g de TD), a qual foi transferida para um recipiente plástico, onde foram colocados 600 insetos adultos, agitando-se vagarosamente por 2 min. A separação dos insetos da mistura foi realizada por peneiramento em peneira de malha fina (1 mm), sendo os mesmos transferidos para potes plásticos contendo cama reutilizada de aviário ou ração. Foram preparados seis recipientes com 90 insetos, três por tratamento (cama reutilizada de aviário ou ração), sendo cada recipiente considerado uma repetição.

Os insetos foram mantidos a 26°C e 14 horas de fotofase e as avaliações foram realizadas logo após a aplicação (antes do contato com o substrato), e 24, 72, 120 e 240h o contato com o substrato (cama de aviário ou ração). Em cada período amostral foram coletados 10 insetos de cada repetição, os quais foram imersos em 5 ml de solução de tolueno: etanol absoluto (1:1 v/v) por 2 min, sob agitação, para remoção da rodamina. Em seguida, 1,5 ml dessa solução foi centrifugado (111,7 $\text{g} \times 2$ min) para posterior leitura da absorbância em espectrofotômetro ($\lambda = 556$ nm).

Os dados obtidos foram analisados estatisticamente quanto à variância (teste F). As médias foram comparadas entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$), seguindo o delineamento experimental inteiramente aleatorizado em esquema fatorial com parcelas subdivididas no tempo, de

forma a se verificar a interação entre substrato e o tempo de exposição na quantidade de TD no corpo dos insetos.

Avaliação da repelência causada pela TD. Foram preparadas três bandejas plásticas retangulares (40 cm de comprimento × 30 cm de largura), nas extremidades das quais foram colocadas duas armadilhas tipo prato, desenvolvida por Oliveira (2005). Em uma delas foi acrescentada ração para aves e na outra TD a 2% em ração para aves, sendo cada bandeja considerada uma repetição. Em seguida, aproximadamente 1100 indivíduos (13 g de insetos adultos) foram liberados no centro das bandejas. As bandejas foram mantidas a $25 \pm 2^\circ\text{C}$ e fotofase natural, sendo as avaliações realizadas com 1, 4, 8 e 24h após o início do experimento, quando foram contados os insetos no interior e fora das armadilhas. Após a contagem, todos os insetos foram recolhidos em copos plásticos e liberados novamente na área central da bandeja, repetindo-se o experimento três vezes.

O experimento foi realizado seguindo delineamento experimental inteiramente aleatorizado, em esquema fatorial com parcelas subdivididas no tempo. Os dados obtidos foram previamente corrigidos pela fórmula de Schneider-Orelli (Alves *et al.* 2005) e transformados em $\arcsen \sqrt{x/100}$. Em seguida, foram analisados estatisticamente quanto à variância (teste F). Como não houve interação entre os fatores analisados, as médias de cada armadilha nos diferentes tempos foram comparadas pelo teste de Tukey ($P < 0,05$), e as médias de cada tempo foram comparadas pelo teste t ($P < 0,05$).

Resultados e Discussão

Influência da temperatura na eficiência da TD. Houve efeito inseticida da TD nas duas concentrações testadas e em ambas as temperaturas, sendo maior a 32°C , indicando que a temperatura influencia a atividade da TD (Tabela 1). Os dados obtidos a 26°C corroboram os de Alves *et al.* (2006), que obtiveram mortalidade de adultos próxima a 78%, aplicando o produto na cama de aviário, na concentração de $172\text{g}/\text{m}^2$.

O efeito da temperatura na eficiência da TD é bastante

Tabela 1. Mortalidade (%) de adultos de *A. diaperinus* por TD, em duas concentrações, após 10 dias de avaliação (26°C e 32°C , fotofase 14h).

Concentração de TD (g/m^2)	Temperatura ($^\circ\text{C}$)	
	26	32
0	$0,0 \pm 00,00$ Ca	$0,0 \pm 00,00$ Ca
86	$19,4 \pm 04,37$ Bb	$53,5 \pm 13,95$ Ba
172	$63,8 \pm 10,82$ Ab	$84,2 \pm 08,47$ Aa

C. V. = 20%

Dados originais apresentados; para análise estatística os dados foram transformados em $\arcsen \sqrt{x/100}$.

Médias (\pm EPM) seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e letra minúscula na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

dependente da espécie-alvo, sendo algumas mais suscetíveis em temperaturas menores, como *Tribolium confusum* Duv., enquanto outras sofrem maior efeito em temperaturas elevadas, como *Sitophilus granarius* (L.) (Aldryhim 1990). De forma geral, além da suscetibilidade particular a temperaturas específicas, a suscetibilidade do inseto-alvo também pode variar dependendo do tipo de formulação do produto (Fields & Korunic 2000, Arthur & Throne 2003).

Considerando que a TD atua por contato, sendo sua ação diretamente relacionada ao tempo de contato (McLaughlin 1994), e que os insetos são ectotérmicos e, portanto, mais ativos em temperaturas mais elevadas, espera-se maior efeito a 32°C (Fields & Korunic, 2000), o que é confirmado pelos dados aqui obtidos. Além disso, a temperatura elevada e a maior movimentação também aumentam a evaporação via espiráculos, devido ao aumento da respiração, comprometendo ainda mais o equilíbrio hídrico no inseto, podendo chegar a até três vezes a perda pela cutícula (Zachariassen 1991).

Por outro lado, a temperatura mais elevada acelera o metabolismo do inseto, promovendo a rápida síntese de lipídeos cuticulares para a recomposição da epicutícula, mas devido ao baixo teor de água no inseto, tal produção pode ser afetada (Fields & Korunic, 2000).

Assim, do ponto de vista prático, a temperatura pode ser um fator limitante e as áreas mais frias podem ser tratadas com TD, desde que a concentração utilizada seja a mais elevada.

Efeito do substrato na eficiência da TD. Houve mortalidade de insetos após 10 dias de contato com TD nos dois substratos testados, especialmente quando se utilizou a ração como substrato, onde se obteve 95,5% de mortalidade (Tabela 2).

A baixa mortalidade de insetos nos tratamentos onde se utilizou a cama como substrato pode estar relacionada à sua granulometria. Isto porque, sendo maior em relação à ração, pode ter permitido que as partículas TD se acumulassem em locais onde os insetos não teriam acesso, fazendo com que entrassem em contato com uma quantidade insuficiente de TD para desencadear alterações. Fato inverso pode ter ocorrido com a ração, na qual provavelmente a TD se distribuiu uniformemente, permitindo maior contato com o inseto.

Além disso, El-Awami & Dent (1995), testando a exposição de *Blatella germanica* L. (Dictyoptera: Blattellidae) em diferentes superfícies tratadas com TD, verificaram que a madeira foi a menos eficiente na transferência das partículas

Tabela 2. Mortalidade média (%) de adultos de *A. diaperinus* tratados com terra de diatomáceas, 10 dias após o contato, e mantidos em ração para aves e cama reutilizada (26°C , 14h de fotofase).

TD		Testemunha	
Ração	Cama reutilizada	Ração	Cama reutilizada
$95,5 \pm 1,65$ A	$4,0 \pm 1,97$ B	$0,0 \pm 0,00$ B	$0,0 \pm 0,00$ B

Dados originais apresentados; para análise estatística os dados foram transformados em $\arcsen \sqrt{x/100}$.

Médias (\pm EPM) seguidas pela mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

de TD para os insetos, provavelmente em função da aderência das partículas no substrato. Isso explica os resultados aqui obtidos, pois a cama é constituída de lascas de madeira, agindo de forma semelhante e reduzindo a quantidade de partículas na superfície do corpo dos insetos.

Quantificação de TD na superfície dos insetos. Nos diferentes intervalos de tempo, maior quantidade de partículas de TD estavam aderidas à superfície da cabeça e do tórax dos insetos tratados e expostos à ração em relação

à cama-de-aviário. Tais observações, ainda que realizadas apenas nas primeiras 72h de contato, evidenciam o menor contato do inseto com o produto quando mantido na cama-de-aviário, corroborando os resultados obtidos quanto à mortalidade provocada (Figs. 1 e 2).

A concentração de TD na superfície dos insetos sofreu relativa redução ao longo do tempo, indicando sua remoção da superfície do corpo dos insetos, independente do substrato em que estes se encontravam, não havendo diferença significativa entre eles (Tabela 3).

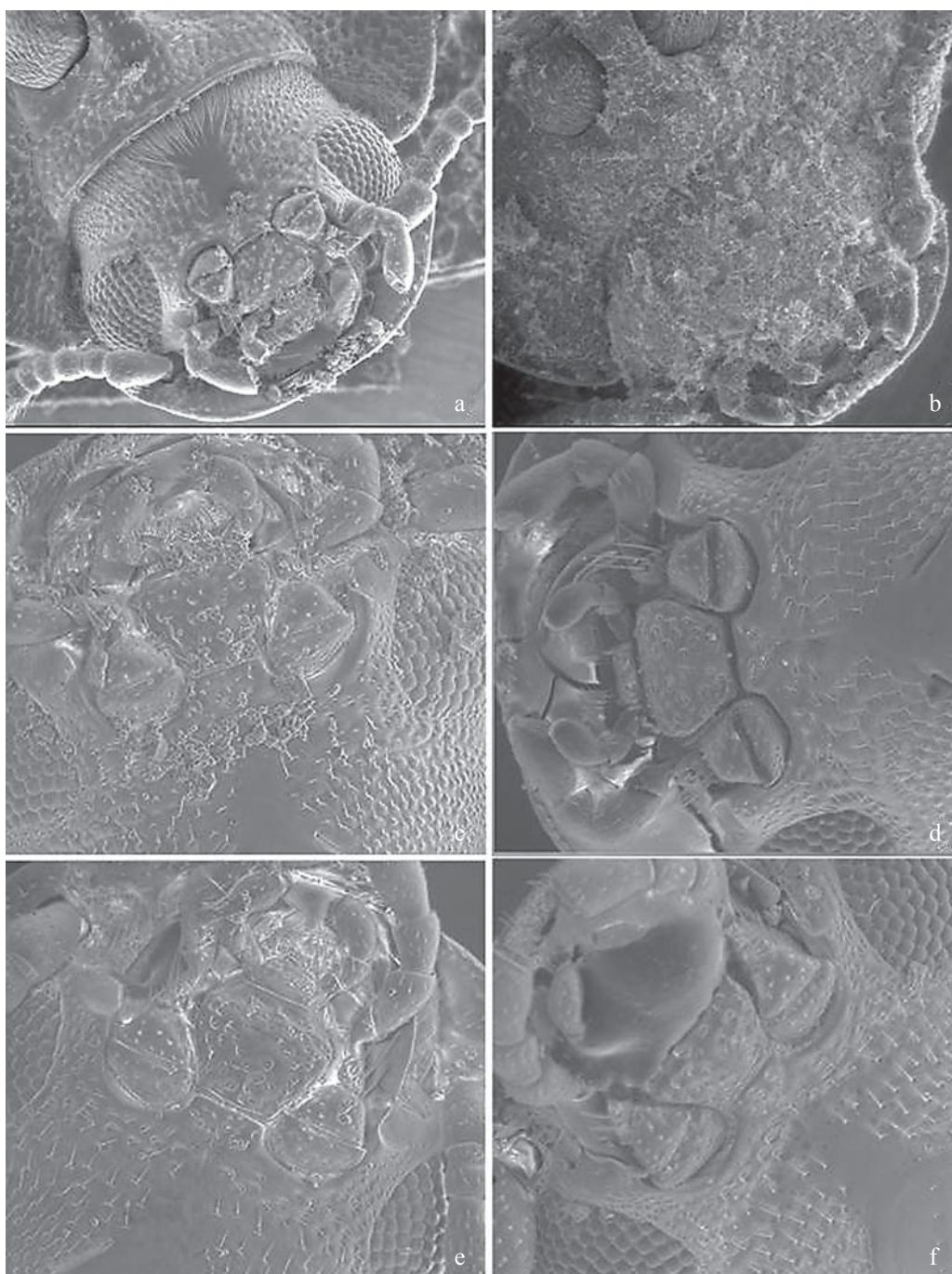


Fig. 1. *A. diaperinus*. Cabeça. a) Testemunha 0h; b) TD 0h; c) 48h Ração; d) 48h Cama; e) 72h Ração; f) 72h Cama.

Devido à grande variação dos valores de absorvância, não havendo interação entre o tempo de exposição e os substratos, a comparação dos resultados foi realizada com base na proporção R:C (quantidade de TD nos insetos mantidos em ração/quantidade de TD nos insetos mantidos na cama de aviário).

Desta forma, conclui-se que a cama de aviário atua de maneira mais eficiente que a ração na remoção das partículas de TD da superfície dos insetos, havendo, maior quantidade de TD nos insetos mantidos na ração em relação àqueles

mantidos na cama de aviário, explicando o menor percentual de mortalidade no referido tratamento.

Avaliação da repelência da TD. O número de insetos presentes nas armadilhas contendo TD foi significativamente menor ($P < 0,05$) em comparação com aquelas contendo apenas ração em todas as avaliações (Tabela 4).

Tal resultado pode indicar repelência ao produto, tal como sugere Korunic (1998), o qual relaciona a ação repelente dos pós, de modo geral, à concentração aplicada. Fato

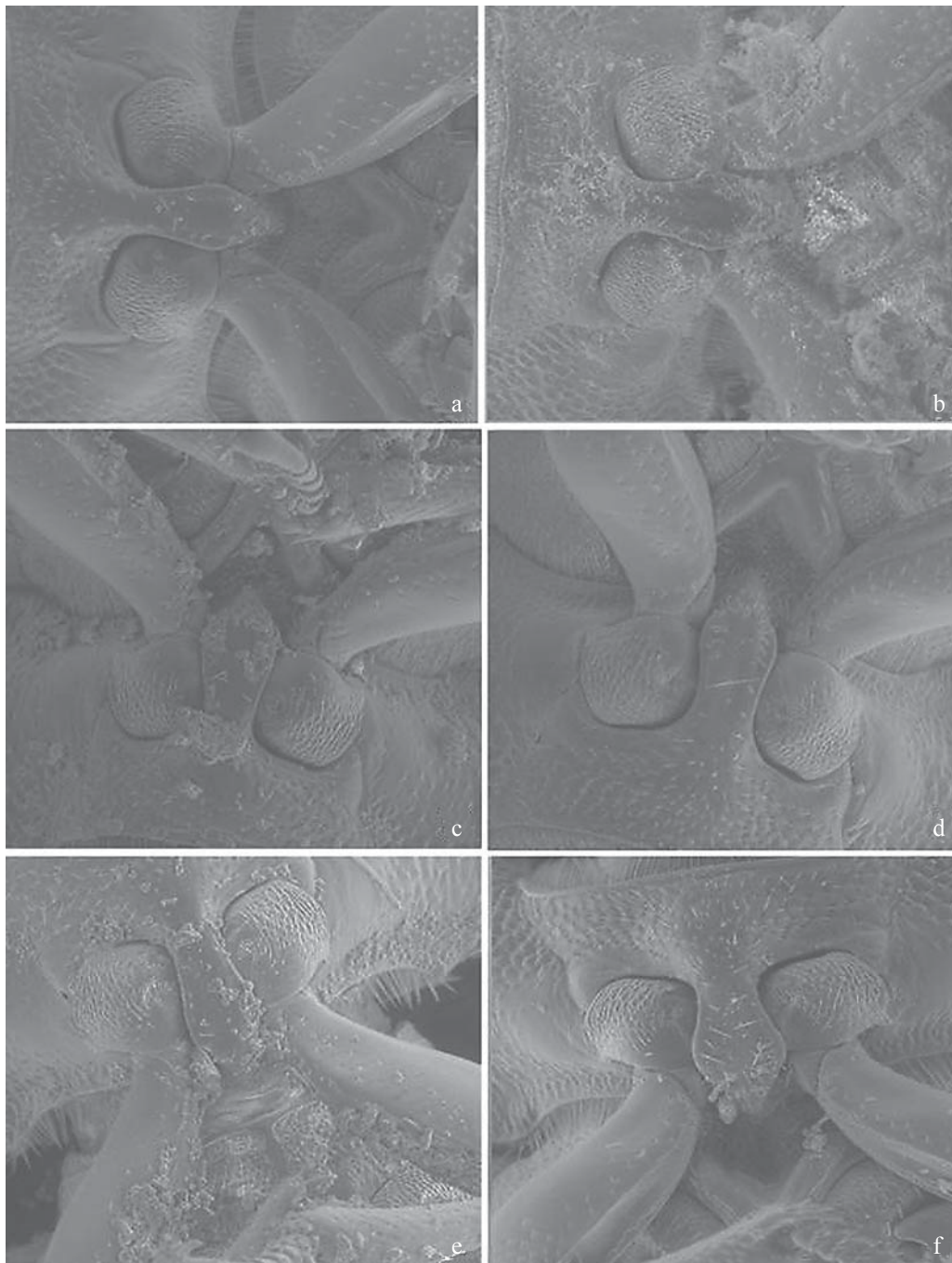


Fig. 2. *A. diaperinus*. 1º par de pernas. a) Testemunha 0h; b) TD 0h; c) 24h Ração; d) 24h Cama; e) 48h Ração; f) 48h Cama.

Tabela 3. Concentração de TD na superfície do corpo de adultos de *A. diaperinus* coletados em diferentes intervalos de tempo após inoculação e contato com dois substratos.

Tempo após aplicação (h)	Concentração de TD ¹		Proporção R:C ²
	Ração	Cama	
0	0,6845 ± 0,04 Ba	0,6845 ± 0,04 Ba	1,0
24	0,0297 ± 0,006 Aa	0,0180 ± 0,003 Aa	1,7
72	0,0223 ± 0,006 Aa	0,0185 ± 0,002 Aa	1,2
120	0,0275 ± 0,003 Aa	0,0194 ± 0,003 Aa	1,4
240	0,0237 ± 0,005 Aa	0,0208 ± 0,002 Aa	1,1

Dados originais apresentados; médias (± EPM) seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey (P < 0,05).

¹Valores expressos em mg de TD/grupo de 10 insetos.

²Obtida por meio da fórmula: Concentração de TD nos insetos mantidos em ração

Concentração de TD nos insetos mantidos na cama de frango, para cada uma das avaliações

Tabela 4. Porcentagem de adultos de *A. diaperinus* atraídos para armadilhas contendo ração para aves, pura e em mistura com terra de diatomácea, em teste de livre-escolha, em diferentes períodos de avaliação.

Tempo entre as avaliações (h)	Ração pura	TD + ração
1	4,8 ± 0,38 B a	3,6 ± 0,24 AB b
4	5,6 ± 0,67 AB a	3,5 ± 0,16 AB b
8	6,1 ± 0,56 AB a	2,9 ± 0,21 B b
24	16,1 ± 5,48 A a	4,4 ± 0,64 A b
C.V. = (%)	23,79	8,00

Dados originais apresentados; para análise estatística os dados foram transformados em $\arcsen \sqrt{x/100}$.

Médias (± EPM) seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey (P < 0,05).

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha não diferem entre si, pelo teste t (P < 0,05).

semelhante foi observado quando adultos de *B. germanica* evitaram a entrada em compartimento tratado com TD (Pinto Jr. 1999).

Os resultados obtidos comprovam a existência de efeitos de fatores ambientais sobre a eficiência de TD e podem orientar as estratégias de utilização em campo, sendo necessários estudos comprobatórios, principalmente acerca da repelência do produto sobre os insetos.

Agradecimentos

À empresa Irrigação Dias Cruz Ltda., pelo fornecimento do produto Keepdry® testado, à Profa. Dra. Célia G. T. J. Andrade (Laboratório de Microscopia Eletrônica/UEL), pela permissão no uso do microscópio eletrônico de varredura e a Andréia K. Bonini pelo auxílio nas análises estatísticas. À Fundação Araucária pelo financiamento de parte da pesquisa, ao CNPq pela concessão de bolsa aos autores.

Referências

- Aldryhim, Y.N. 1990. Efficacy of the amorphous silica dust, Dryacide, against *Tribolium confusum* Duv. and *Sitophilus granarius* (L.) (Coleoptera: Tenebrionidae and Curculionidae). J. Stored Prod. Res. 26: 207-210.
- Alves, L.F.A., G.D. Buzarello, D.G.P. Oliveira & S.B. Alves. 2006. Ação da terra de diatomácea contra adultos do cascudinho *Alphitobius diaperinus* (Panzer, 1797) (Coleoptera: Tenebrionidae). Arq. Inst. Biol. 73: 115-118.
- Alves, S.B., M.L. Haddad, R.C.B. Moraes & A.E.L. Reyes. 2005. Disponível em: <<http://www.lef.esalq.usp.br/cm/intro.php>>. Acesso em: 7 de dez. 2005.
- Arthur, F.H. & J.E. Throne. 2003. Efficacy of diatomaceous earth to control internal infestations of rice weevil and maize weevil (Coleoptera: Curculionidae). J. Econ. Entomol. 96: 510-518.
- Bellaver, C., C.F. Costa, E.A.P. Figueiredo, F.R.T. Jaenisch, J.A. Fávero, J.C.P. Palhares, L. Fiorentin, P.A.R. Brum, P.A. Abreu & V.S. Ávila. 2003. Boas práticas de produção de frango. Concórdia, Embrapa Suínos e Aves, 12p. (Embrapa, Circular Técnica, 38).
- Chernaki, A.M. & L.M. Almeida. 2001. Exigências térmicas, período de desenvolvimento e sobrevivência de imaturos de *Alphitobius diaperinus* (Panzer) (Coleoptera: Tenebrionidae). Neotrop. Entomol. 30: 365-368.
- Chernaki-Leffer, A.M. 2004. Dinâmica populacional, estimativa da resistência a inseticidas e alternativas de controle para o cascudinho *Alphitobius diaperinus* (Panzer, 1797) (Coleoptera: Tenebrionidae). Tese de doutorado. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 123p.
- Chernaki-Leffer, A.M., F.A. Lazzari, S.M.N. Lazzari & L.M. Almeida. 2001. Controle do cascudinho. Avic. Ind. 1094: 22-25.
- Chernaki-Leffer, A.M., S.M. Biesdorf, L.M. Almeida, E.V.B. Leffer & F. Vigne. 2002. Isolamento de enterobactérias em *Alphitobius diaperinus* e na cama de aviários no Oeste do estado do Paraná, Brasil. Rev. Bras. Ciênc. Avic. 4: 243-247.

- Despins, J.L. & R.C. Axtell. 1995. Feeding behavior and growth of broiler chicks fed larvae of the darkling beetle, *Alphitobius diaperinus*. *Poult. Sci.* 74: 331-336.
- El-Awami, I.O. & D.R. Dent. 1995. The interaction of surface and dust particle size on the pick-up and grooming behavior of the German cockroach *Blattella germanica*. *Entomol. Exp. Appl.* 77: 81-87.
- Fields, P. & Z. Korunic. 2000. The effect of grain moisture content and temperature on the efficacy of diatomaceous earths from different geographical locations against stored-product beetles. *J. Stored Prod. Res.* 36: 1-13.
- Goodwin, M.A. & W.D. Waltman. 1996. Transmission of *Eimeria*, viruses, and bacteria to chicks: Darkling beetles (*Alphitobius diaperinus*) as vector of pathogens. *J. Appl. Poult. Res.* 5: 51-55.
- Korunic, Z. 1998. Diatomaceous earths, a group of natural insecticides. *J. Stored Prod. Res.* 34: 87-97.
- Lorini, I., A. Ferreira-Filho, I. Barbieri, N.A. Demaman, R.R. Martins & O. Dalbello. 2001. Terra de diatomáceas como alternativa no controle de pragas de milho armazenado em propriedade familiar. *Agroeco. Desenv. Rur. Sustent.* 2: 32-36
- McAllister, J.C., C.D. Steelman, L.A. Newberry & J.K. Skeeles. 1995. Isolation of infectious bursal disease virus from the lesser mealworm, *Alphitobius diaperinus* (Panzer). *Poult. Sci.* 74: 45-49.
- McLaughlin, A. 1994. Laboratory trails desiccant dust insecticides. In: International Working Conference on Stored Product, Proceedings, 6th International Working Conference on Stored Product Protection. 2: 638-645.
- Oliveira, R.C. 2005. Influência do substrato e a utilização de armadilhas com *Beauveria bassiana* e inseticidas no controle de *Alphitobius diaperinus*. Tese de doutorado. Universidade Estadual de Londrina, Curitiba, 66p.
- Pinto Jr., A.R. 1999. Utilização de terra de diatomácea no controle de pragas de grãos armazenados e domissanitárias. Tese de doutorado. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 112p.
- Quarles W. 1992. Diatomaceous earth for pest control. *IPM Practitioner*, 14: 5-6, p. 1-11.
- Vittori J., R.P. Schocken-Iturrino, K.P. Trovó, C.A.M. Ribeiro, G.G. Barbosa, L.M. Souza & C.P. Pigatto. 2007. *Alphitobius diaperinus* como veiculador de *Clostridium perfringens* em granjas avícolas do interior paulista – Brasil. *Ciência Rural* 37: 894-896.
- Zachariassen, K.E. 1991. Routes of transpiratory water loss in a dry-habitat tenebrionid beetle. *J. Exp. Biol.* 157: 425-437.

Received 23/VIII/07. Accepted 31/X/08.
