

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

ANNE KAROLINE JAPP

**INFLUÊNCIA DO *Alphitobius diaperinus* (PANZER, 1797) (COLEOPTERA, TENEBRIONIDAE) NO DESEMPENHO ZOOTÉCNICO DE FRANGOS DE CORTE E AVALIAÇÃO DA TERRA DIATOMÁCEA COMO ESTRATÉGIA PARA O SEU CONTROLE.**

CURITIBA

2008

ANNE KAROLINE JAPP

**INFLUÊNCIA DO *ALPHITOBIOUS DIAPERINUS* (PANZER, 1797) (COLEOPTERA, TENEBRIONIDAE) NO DESEMPENHO ZOOTÉCNICO DE FRANGOS DE CORTE E AVALIAÇÃO DA TERRA DIATOMÁCEA COMO ESTRATÉGIA PARA O SEU CONTROLE.**

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre ao Curso de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, Área de Concentração em Produção animal, Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Ana Vitória Fischer da Silva

Co-orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Carla de Lima Bicho

CURITIBA

2008

Japp, Anne Karoline  
Influência do *Alphitobius diaperinus* (Panzer, 1797)  
(Coleóptera, Tenebrionidae) no desempenho zootécnico de frangos de  
corte e avaliação da terra diatomácea como estratégia para o seu  
controle/ Anne Karoline Japp.— Curitiba, 2008.

vii, 51f.

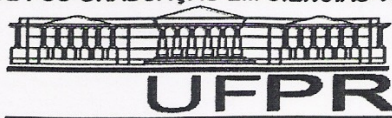
Orientadora: Ana Vitória Fischer da Silva.

Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) – Setor de  
Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

1. Frango de corte – Alimentação e rações. 2. Frango de corte -  
Doenças. I. Título.

CDU 636.5.033.084  
CDD 636.5

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS VETERINÁRIAS



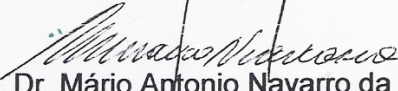
PARECER

A Comissão Examinadora da Defesa da Dissertação intitulada **“INFLUÊNCIA DO *Alphitobius diaperinus* (PANZER, 1797) (COLEOPTERA, TENEBRIONIDAE) NO DESEMPENHO ZOOTÉCNICO DE FRANGO DE CORTE E AVALIAÇÃO DA TERRA DIATOMÁCEA COMO ESTRATÉGIA PARA O SEU CONTROLE”** apresentada pela Mestranda Anne Karoline Japp, declara ante os méritos demonstrados pela Candidata, e de acordo com o Art. 78 da Resolução nº 62/03–CEPE/UFPR, que considerou a candidata apto para receber o Título de Mestre em Ciências Veterinárias, na Área de Concentração em Produção Animal.

Curitiba, 1º de dezembro de 2008

  
Profª Drª Ana Vitória Fischer da Silva  
Presidente/Orientadora

  
Prof. Dr. Alex Maiorka  
Membro

  
Prof. Dr. Mário Antonio Navarro da Silva  
Membro

## **DEDICO**

Ao meu pai Peter, à minha mãe Soeli, aos meus irmãos Peter, Karla, Michel, à minha sobrinha Karol e ao meu futuro marido Alfredo, pelo amor e apoio incondicional.

## **AGRADECIMENTOS**

À orientadora Dr<sup>a</sup>. Ana Vitória Fisher da Silva e co-orientadora Dr<sup>a</sup>. Carla de Lima Bicho pela valiosa orientação, apoio e dedicação.

A empresa Sanex Comércio e Indústria Veterinária Ltda. pelo financiamento do projeto de pesquisa.

A empresa Dagranya pelo fornecimento das aves.

A equipe da empresa Sanex Comércio e Indústria Veterinária Ltda. pela compreensão e apoio.

Ao Marcelo Huber por acreditar na capacidade do ser humano, pelas excelentes sugestões e conselhos.

A empresa Minerales Patagônios pelo fornecimento das amostras de terra diatomáceas.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias da Universidade Federal do Paraná (UFPR), pelos ensinamentos.

À Dr<sup>a</sup>. Thelma Ludwig, professora do Departamento de Botânica do Laboratório de Ficologia (UFPR) pela identificação das algas diatomáceas.

À equipe do Centro de Microscopia Eletrônica (UFPR) pela ajuda com as micrografias.

Ao Departamento de Zoologia, alunos e professores da Pós-graduação em Entomologia (UFPR) pelo apoio técnico-científico e suporte com instalações e equipamentos.

Ao Laboratório de Minerais e Rochas (UFPR) pelas análises de químicas e mineralógicas das terras diatomáceas.

À equipe do Laboratório de Nutrição Animal (UFPR) pela realização e auxílio das análises bromatológicas.

À equipe do Laboratório de Microbiologia e Ornitopatologia (UFPR) pela realização e auxílio na necropsia dos animais e análises microbiológicas.

Aos amigos e colegas do curso de graduação em Zootecnia e do curso de Pós-graduação em Ciências Veterinárias (UFPR), pela amizade, carinho e apoio nestes dois anos.

## SUMÁRIO

LISTA DE ILUSTRAÇÕES .....	vii
LISTA DE TABELAS .....	viii
RESUMO .....	ix
ABSTRACT .....	x
INTRODUÇÃO GERAL .....	11
REFERÊNCIAS .....	14
<b>CAPÍTULO I – <i>ALPHITOBIUS DIAPERINUS</i> (PANZER, 1797) E SEU CONTROLE .....</b>	<b>17</b>
Introdução .....	20
Considerações finais .....	27
Referências .....	28
<b>CAPÍTULO II – CRESCIMENTO DE FRANGOS DE CORTE ALIMENTADOS COM CASCUDINHOS <i>ALPHITOBIUS DIAPERINUS</i> (PANZER, 1797) (COLEOPTERA, TENEBRIONIDA) .....</b>	<b>31</b>
Introdução .....	34
Material e Métodos .....	35
Resultados e Discussão .....	37
Conclusão .....	42
Referências .....	43
<b>CAPÍTULO III – EFEITO DE DIFERENTES TERRAS DIATOMÁCEAS NA MORTALIDADE DE <i>ALPHITOBIUS DIAPERINUS</i> (PANZER, 1797) (COLEOPTERA, TENEBRIONIDAE) .....</b>	<b>45</b>
Introdução .....	48
Material e Métodos .....	49
Resultados e Discussão .....	52
Conclusão .....	52
Referências .....	59
CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	61

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

### CAPÍTULO II – CRESCIMENTO DE FRANGOS DE CORTE ALIMENTADOS COM CASCODINHOS *ALPHITOBIOUS DIAPERINUS* (PANZER, 1797) (COLEOPTERA, TENEBRIONIDAE)

<b>Figura 1:</b> Estrutura molecular da quitina .....	39
<b>Figura 2:</b> Fêmures de aves oriundas dos tratamentos 1 (lado esquerdo) e 3 (lado direito) .....	41
<b>Figura 3:</b> Moela de ave oriunda do tratamento 1 .....	41
<b>Figura 4:</b> Moela de ave oriunda do tratamento 1 .....	41
<b>Figura 5:</b> Intestino de ave oriunda do tratamento 1 .....	41
<b>Figura 6:</b> Jejuno de ave oriunda do tratamento 1 .....	42
<b>Figura 7:</b> Intestino aberto de ave oriunda do tratamento 1 .....	42
<b>Figura 8:</b> Moela de ave oriunda do tratamento 2 .....	42
<b>Figura 9:</b> Intestino de ave oriunda do tratamento 2 .....	42
<b>Figura 10:</b> Moela de ave oriunda do tratamento 3 .....	42
<b>Figura 11:</b> Intestino de ave oriunda do tratamento 3 .....	42

### CAPÍTULO III – EFEITO DE DIFERENTES TERRAS DIATOMÁCEAS NA MORTALIDADE DE *ALPHITOBIOUS DIAPERINUS* (PANZER, 1797) (COLEOPTERA, TENEBRIONIDAE)

<b>Figura 1:</b> Adultos de <i>Alphitobius diaperinus</i> : (A) tratado com a terra diatomácea da mina MI-MD1 e (B) testemunha na escala de 10:1 – fotografias realizadas com estereomicroscópio .....	56
<b>Figura 2:</b> Eletromicrografia de varredura do detalhe do exoesqueleto de adultos de <i>Alphitobius diaperinus</i> : (A) tratado com a terra diatomácea da mina MI-MD1 (presença de abrasão) e (B) testemunha com aumento de 130x .....	57

## LISTA DE TABELAS

### **CAPÍTULO II – CRESCIMENTO DE FRANGOS DE CORTE ALIMENTADOS COM CASCUINHOS *ALPHITOBIOUS DIAPERINUS* (PANZER, 1797) (COLEOPTERA, TENEBRIONIDAE)**

<b>Tabela 1:</b> Ração comercial fornecida durante o experimento, formulada a base de milho e farelo de soja, seguindo as normas estabelecidas no NRC (1994).....	35
<b>Tabela 2:</b> Relação dos tratamentos com as respectivas dietas contendo cascudinhos fornecidos aos pintinhos do 7º ao 11º dia de vida.....	36
<b>Tabela 3:</b> Ganho de peso (g) dos frangos de corte, obtido no 7º, 14º e 21º dia de vida, em função dos diferentes tratamentos.....	37
<b>Tabela 4:</b> Resultado da análise microbiológica de adultos e larvas de cascudinhos.....	38
<b>Tabela 5:</b> Análise da matéria seca (MS), proteína bruta (PB), resíduo mineral (RM), cálcio (Ca) e fósforo (P) (%) encontrada nas excretas dos frangos de corte por tratamento.....	39

### **CAPÍTULO III – EFEITO DE DIFERENTES TERRAS DIATOMÁCEAS NA MORTALIDADE DE *ALPHITOBIOUS DIAPERINUS* (PANZER, 1797) (COLEOPTERA, TENEBRIONIDAE)**

<b>Tabela 1:</b> Porcentagem de algas diatomáceas cêntricas e penadas em diferentes minas de terra diatomácea (MI, CO e CM) por granulação (0,5 e 3 mm).....	50
<b>Tabela 2:</b> Gêneros de algas diatomáceas encontrados em diferentes minas de terra diatomácea (MI, CO e CM) por granulação (0,5 e 3 mm).....	51
<b>Tabela 3:</b> Análise quantitativa dos óxidos encontrados em terras diatomáceas provenientes de diferentes minas (MI, CO e CM).....	51
<b>Tabela 4:</b> Análise qualitativa dos minerais encontrados em terras diatomáceas provenientes de diferentes minas (MI, CO e CM).....	52
<b>Tabela 5:</b> Mortalidade de adultos de <i>Alphitobius diaperinus</i> em função das diferentes amostras de terra diatomácea (granulação de 0,5 mm) e do seu tempo de exposição.....	53
<b>Tabela 6:</b> Mortalidade de adultos de <i>Alphitobius diaperinus</i> em função das diferentes amostras de terra diatomácea (granulação de 3 mm) e do seu tempo de exposição.....	53
<b>Tabela 7:</b> Mortalidade de larvas de <i>Alphitobius diaperinus</i> em função das diferentes amostras de terra diatomácea (granulação de 0,5 mm) e do seu tempo de exposição.....	54
<b>Tabela 8:</b> Mortalidade de larvas de <i>Alphitobius diaperinus</i> em função das diferentes amostras de terra diatomácea (granulação de 3 mm) e do seu tempo de exposição.....	55

## RESUMO

A infestação do cascudinho em instalações avícolas traz problemas sanitários, prejuízos financeiros e o seu controle é considerado difícil. O presente trabalho teve como objetivo: avaliar o crescimento, o sistema gastrointestinal de frangos de corte alimentados com cascudinho e eficiência de terras diatomáceas (TD) no controle de larvas e adultos de cascudinhos. Para tal, foram realizados dois experimentos. O primeiro para avaliar a interferência do cascudinho no crescimento de aves, cento e vinte aves foram distribuídas em três tratamentos (T1, T2, T3), cada um com quatro repetições, com dez aves cada. Do 1º ao 7º dia de vida, as aves receberam ração. Entre o 7º e o 11º dia, os insetos, coletados em aviários comerciais, foram introduzidos na alimentação do seguinte modo: o T1 recebeu uma dieta contendo somente cascudinhos adultos e larvas; T2 recebeu a vontade cascudinhos adultos e larvas e ração; o T3 recebeu somente ração à vontade. Aos 21 dias de vida o ganho de peso do T1, T2 e T3 foram de 686g, 748g e 859g, respectivamente ( $p=0,001$ ), apresentando uma diferença de 19,79% e 12,92% no ganho de peso do T1 e T2, respectivamente, quando comparado ao T3. Ao 11º dia uma ave por repetição sofreu necropsia onde foi observada a presença de exoesqueletos dos insetos nos T1 e T2, além de lesões no trato gastrointestinal, como descamação e petéquias. O segundo experimento para avaliar a eficiência da TD na mortalidade de *A. diaperinus*, insetos foram coletados em aviários comerciais e as TDs extraídas de diferentes minas, foram codificadas como MI, CO e CM. A MI apresenta quatro amostras que correspondem a diferentes mantos (camadas) da mina (MI-MD1, 2, 3 e 4). Das minas CO e CM somente uma amostra de cada foi retirada, em virtude dessas minas apresentarem uma única camada. Todas amostras foram testas em duas granulações diferentes (0,5mm e 3 mm). Em placas de petri foram acondicionados 20 adultos (não sexados) e 20 larvas (de mesmo ínstar), que receberam manualmente 0,0063g/cm<sup>2</sup> de cada uma das seis amostras das TDs. A contabilidade do número de mortos foi realizada após 48 e 96 horas após a aplicação da TD. Os insetos provenientes da amostra mais eficaz e do testemunha foram fotografado através de lupa e microscópio eletrônico de varredura. As amostras provenientes da mina MI-MD1, com granulação de 0,5mm, mostraram-se mais eficientes ( $p<0,01$ ) no controle de adultos que as demais, com 98% de mortalidade. Quanto a mortalidade das larvas, todas as TDs mostraram-se eficientes, não apresentando diferença significativa, exceto pela CM. Adultos mortos pela TD MI-MD1 foram dissecados, e observou-se uma redução na massa corpórea na região abdominal e abrasão no exoesqueleto. Pode-se concluir que a presença dos cascudinhos na alimentação de frangos de corte provoca um desequilíbrio nutricional. O exoesqueleto dos insetos provoca lesões na mucosa do trato gastrointestinal interferindo na absorção de nutrientes e podendo abrir portas para instalação de microorganismos. A TD é uma alternativa natural viável ao controle do cascudinho de forma natural e atóxico as aves e ao meio ambiente.

**Palavras-chave:** *Alphitobius diaperinus*, cascudinho, controle, frango de corte, terra diatomácea.

## ABSTRACT

The infestation of dark beetle in poultry farms brings health problems, financial losses to producers and its control is considered difficult. This study aimed to evaluate growth, the gastrointestinal tract of broilers fed with dark beetles and efficiency of diatomaceous earth (DE) in mortality of dark beetle's adults and larvae. As part of the study, two experiments were done. At the first, to measure the inferences of black beetle in boiler growing, one hundred and twenty (120) birds were divided into three treatments (T), each one with four replicates and ten birds. From 1<sup>st</sup> to 7<sup>th</sup> days of life, the birds received commercial diets. Between the 7<sup>th</sup> and 11<sup>th</sup> days of life, the insects, collects at commercial farms, were introduced into the feed as follows: the T1 received a diet containing only dark beetle's adults and larvae, T2 received the dark beetle, adult and larvae, and feed; the T3 received only feed. At 21 days the weight gain of T1, T2 and T3 was 686.42 grams, 748.9 grams and 859.46 grams, respectively, a difference of 19,79% and 12,92% in weight gain from T1 and T2, respectively, when compared to T3. At the 11<sup>th</sup> days, one bird for each repetitive suffered autopsy, which was observed the presence of exoskeletons of insects in T1 and T2, and lesions in the gastrointestinal tract. The second experiment, to evaluate the efficiency of DE in mortality of *A. diaperinus*, insects were collected at commercial farms and the DEs were coded as MI, CO and CM. The MI features four samples that correspond to different mine mantles (layers) (MI-MD 1, 2, 3 and 4). For CO and CM, only one sample of each was withdrawn, because of these mines present a single layer. In petri dishes were placed 20 adults (not sexed) and 20 larvae (the same stage), who received manually 0.0063 g/cm<sup>2</sup> of each of the six samples of DEs. A accounting of dead insects were done 48 and 96 hours after the DE application. The dead insects from the most efficient sample were pictured with a magnifying glass and electron microscope. Samples from the mine MI were more efficient (p <0.01) against adults. As the mortality of the larvae, all DEs were effective, no significant difference means, except for the CM. Adults killed by the DE-MI MD1 were dissected, and there was a reduction in body mass in the abdominal region and abrasion in exoskeleton. It was concluded that the presence of dark beetle in feed for broiler chickens causes a nutritional imbalance, because the birds prefer feed insects. The cuticle of the insect exoskeleton causes lesions in the gastrointestinal mucosa interfering with the absorption of nutrients and could be a spark for installation of microorganisms. DE is a natural alternative to control dark beetle and nontoxic to birds and the environment.

**Key-word:** broiler, control, diatomaceous earth, dark beetle.

## INTRODUÇÃO GERAL

O crescimento da produção avícola em todo território brasileiro devido a alta demanda do mercado de carne de frango, propicia condições ideais para o desenvolvimento e aumento da infestação do coleóptero cascudinho, *Alphitobius diaperinus* (PANZER, 1797).

O cascudinho, originário do continente Africano (VAUGHAN *et al.*, 1984), é uma espécie cosmopolita, comumente encontrada infestando resíduos de produtos úmidos estocados, e que provavelmente migrou para os aviários através do alimento ou de fazendas vizinhas que estocavam alimentos (WALLACE *et al.*, 1985). Quando associados a tal agroecossistema, esse inseto alimenta-se de aves moribundas, das carcaças, fezes e ração de aves (LESCHEN & STEELMAN, 1988). No Brasil, *A. diaperinus* já é considerada uma praga potencial.

A estrutura espacial desta população de insetos no solo, em uma granja avícola, apresenta alta heterogeneidade, as larvas de últimos estágios de vida, pupas e adultos são localizados no solo, cerca de 10 cm de profundidade, preferencialmente debaixo dos comedouros, onde o substrato apresenta-se denso, compactado e umidade baixa. Estes insetos em baixas temperaturas e/ou situações de estresse não realizam diapausa, como os demais insetos, migrando em movimentos verticais para baixo em direção ao solo (SALIN *et al.*, 2000).

O ciclo biológico do cascudinho está diretamente relacionado à temperatura. Foi observado que a 22°C houve um maior tempo no desenvolvimento das fases, mas com um menor tempo sobrevivência dos insetos, e que a temperatura de 31°C foi considerada a mais adequada para o desenvolvimento das fases imaturas, com alta sobrevivência. Temperaturas baixas (inferiores a 16,5°C) podem contribuir de maneira eficiente para o controle desses insetos, uma vez que não ocorre o desenvolvimento das fases imaturas, o que leva à uma diminuição da população (CHERNAKI & ALMEIDA, 2001).

O contato direto do inseto com a cama das aves, assim como o hábito de se alimentarem de aves moribundas e mortas, faz do *A. diaperinus* um veiculador de diversos patógenos, destacando-se enterobactérias (CHERNAKI-LEFFER *et al.*, 2002), protozoário *Eimeria* (GOODWIN & WALTMAN, 1996) e fungos (DE LAS CASAS *et al.*, 1968). Este mesmo inseto demonstra também ser um potencial

carregador de viroses aviárias, como por exemplo, Doença de Newcastle, Doença de Gumboro (MCALLISTER *et al.*, 1995) que causam imunossupressão nas aves e podem levá-las a morte.

Além da relação com os patógenos, os cascudinhos podem provocar danos nas instalações avícolas, destruindo a proteção de poliuretano usada para isolamento térmico dos galpões em regiões de clima frio, e que em função disso precisa ser trocada a cada dois ou três anos. Os danos supracitados são em virtude da ação das larvas que escavam túneis no material isolante para empuparem (VAUGHAN *et al.*, 1984; DESPINS *et al.*, 1987).

Outro fator prejudicial às aves é a substituição da ração balanceada pelas larvas e adultos do coleóptero, o que afeta principalmente as mais jovens devido ao comportamento que possuem de comer qualquer objeto em movimento. DESPINS & AXTELL (1995) avaliaram o comportamento alimentar e o crescimento de frangos de corte alimentados com larvas de cascudinhos. A diferença do peso médio corporal de aves alimentadas com larvas foi de 173g, significativamente menor daquelas que só receberam ração. Além de o peso médio corporal ser menor, mostraram sinais de estresse durante o período de alimentação com larvas, apresentaram alta vocalização, fezes aguadas e com presença de cutícula larval.

O controle dessa praga é considerado difícil, seus inimigos naturais são pouco conhecidos, e até os dias de hoje não existe nenhum método de controle eficiente e seguro. Os inseticidas químicos usados no controle são de difícil aplicação, devido aos ambientes habitados por estes insetos, como o solo, os locais de alta quantidade de matéria orgânica (excreta, ração, cepilho), entre as cortinas e as frestas dos galpões, que, em função dessas condições, não permanecem resistentes por um tempo prolongado. Normalmente, resultados pouco expressivos estão relacionados à inadequada aplicação do produto (ARENDS, 1987). Outra desvantagem é que os inseticidas químicos deixam resíduos na carcaça das aves tornando uma barreira comercial de exportação, já que a União Européia não permite o seu uso.

Trabalhos visando o controle de *A. diaperinus* vêm sendo desenvolvidos com nematóides (Alves *et al.*, 2005), fungos entomopatogênicos (SILVA *et al.* 2006), e terra diatomácea (ALVES *et al.*, 2006).

A Terra Diatomácea (TD), muito usada no controle de pragas de grãos armazenados (STATHERS *et al.*, 2002), é um pó inerte composto por carapaças de algas diatomáceas fossilizadas (GOODWIN, 1923), formadas principalmente por sílica, e que não apresenta toxicidade. Sua ação contra os insetos é física, agindo através da abrasão da epicutícula, o que leva a morte do inseto por dessecação (EBELING *et al.*, 1966).

O uso de TD apresenta vantagens sobre os inseticidas químicos, pois não são tóxicos, não deixam resíduos tóxicos nos grãos tratados, além de ser facilmente removido.

O controle do cascudinho é difícil, foram encontrados poucos estudos em relação ao uso da TD no controle do cascudinho, e uma grande variedade de características das TDs foram estudadas pois podem influenciar na eficiência inseticida.

Este projeto foi elaborado com a finalidade de analisar o crescimento, o trato gastrointestinal de frangos de corte alimentados com larvas e adultos de *Alphitobius diaperinus* e verificar a eficiência de terras diatomáceas na mortalidade de larvas e adultos de *Alphitobius diaperinus*.

No Capítulo I, o objetivo geral foi realizar um levantamento bibliográfico referente as informações presentes sobre o cascudinho, *Alphitobius diaperinus*, seu ciclo de vida, interferência sobre frangos de corte e seu controle.

No Capítulo II, o objetivo geral foi avaliar o crescimento de frangos de corte alimentados com larvas e adultos de *Alphitobius diaperinus*. Os objetivos específicos foram: avaliar o trato gastrointestinal, os ossos e as excretas de frangos de corte alimentados com larvas e adultos de *Alphitobius diaperinus*; verificar a presença de microorganismos nos cascudinhos fornecidos aos frangos de corte.

No Capítulo III, o objetivo geral foi avaliar a eficiência de três terras diatomáceas (TD) na mortalidade de larvas e adultos de *Alphitobius diaperinus*. O objetivo específico foi: verificar a composição de cada terra diatomácea, o tempo de mortalidade do *Alphitobius diaperinus* sofre o efeito da terra diatomácea e o seu modo de ação.

## REFERÊNCIAS

- ALVES, L. F. A.; BUZARELLO, G. D.; OLIVEIRA, D. G. P.; ALVES, S. B. Ação da terra de diatomácea contra adultos do cascudinho *Alphitobius diaperinus* (Panzer, 1797) (Coleoptera: Tenebrionidae). **Arquivos do Instituto Biológico** v. 73, n. 1, p. 115-118, 2006.
- ALVES, L. F. A.; ROHDE, C.; ALVES, V. S. Patogenicidade de *Steinernema glaseri* e *S. carpocapse* (Nematoda: Rhabdita) contra o cascudinho, *Alphitobius diaperinus* (Panzer) (Coleóptera: Tenebrionidae) **Neotropical Entomology**. v. 34, n. 1, p. 139 – 141, 2005.
- ARENDS, J. J. Control, management of the litter beetle. **Poultry Digest** v. 28, 1987.
- CHERNAKI, A. M.; ALMEIDA, L. M. Exigências térmicas, período de desenvolvimento e sobrevivência de imaturos de *Alphitobius diaperinus* (Panzer) (Coleoptera: Tenebrionidae). **Neotropical Entomology**, v. 30, n. 3, p. 365 – 368, 2001.
- CHERNAKI-LEFFER, A. M.; BIESDORF, S. M.; ALMEIDA, L. M.; LEFFER, E. V. B.; VIGNE, F. Isolamento de enterobactérias em *Alphitobius diaperinus* e na cama de aviários no Oeste do Estado do Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v. 4, n. 3, p. 243-247, 2002.
- DE LAS CASAS, E.; POMEROY, B. S.; HAREIN, P. K. Infection and Quantitative recovery of *Samonella typhimurium* and *Escherichia coli* from within the lesser mealworm, *Alphitobius diaperinus* (Panzer). **Poultry Science**, v. 47, p. 1871-1875, 1968.
- DESPINS, J. L.; TURNER, E. G., JR.; RUSZLER, P. L. Construction profiles of high rise caged layer houses in association with insulation damage caused by the lesser mealworm, *Alphitobius diaperinus* (Panzer) in Virginia. **Poultry Science**, v. 66, p. 243 – 250, 1987.
- DESPINS, J. L.; AXTELL, R. C. Feeding behavior and growth of broiler chicks fed larvae of the darkling beetle, *Alphitobius diaperinus*. **Poultry Science**, v. 74, p. 331-336, 1995.

EBELING, W.; WAGNER, R.E.; REIERSON, D. A. Influence of repellency on the efficacy of blatticides. I.. Learned modification of behavior of the German cockroach.

**Journal Economic Entomology**, v. 59, p. 1374-1388, 1966.

GOODWIN, N. Say "Diatomaceous Earth". **Industrial and engineering chemistry**. Janeiro: 97, 1923.

GOODWIN, M. A.; WALTMAN, W. D. Transmission of *Eimeria*, viruses, and bacteria to chicks: darkling beetles (*Alphitobius diaperinus*) as vectors of pathogens. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 5, p. 51-55, 1996.

LESCHEN, R. A. B., STEELMAN, C. D. *Alphitobius diaperinus* (Coleoptera:Tenebrionidae) larva and adult mouthparts. **Entomological News**, v. 99, n. 4, p. 221-224, 1988.

MCALLISTER, J. C. ; Steelman, C. D.; Newberry, L. A.; Skeeles, J. K. Isolation of infectious bursal disease virus from the lesser mealworm, *Alphitobius diaperinus* (Panzer). **Poltry Science**, v. 74, p. 45-49, 1995.

SALIN, C.; DELETTRE, Y. R.; CANNAVACCIUOLO; VERNON, P. Spatial distribution of *Alphitobius diaperinus* (Panzer) (Coleoptera: tenebrionidae) in the soil of a poultry house along a breeding cycle. **European Journal Soil Biological**, v. 36, p. 107 – 115, 2000.

SILVA, A. S.; QUINTAL, A. P. N.; MONTEIRO, S. G.; DOYLE, R. L.; SANTURIO, J. M.; BITTENCOURT, V. E. P. Ação do fungo *Beauveria bassiana*, isolado 986, sobre o ciclo biológico do cascudinho *Alphitobius diaperinus* em laboratório. **Ciência Rural**. v. 36, n. 6, p. 1944-1947, 2006.

STATHERS, T. E.; CHIGARIO, M.; MVUMI, M.; MVUMI, B.M.; GOLOB, P. Small-scale farmer perception of diatomaceous earth products as potential stored grain protectants in Zimbabwe. **Crop Protection**, v. 21, p. 1049-1060, 2002.

WALLACE, M. M. H.; WINKS, R. G.; VOESTERMANS, J. The use a beetle, *Alphitobius diaperinus* (Panzer) (Coleoptera: Tenibrionidae) for the biological control of poultry dung in high-rise layer houses. **The journal of the Australian Institute of Agricultural Science**, v. 51, n. 3, p. 214-219, 1985.

VAUGHAN, J. A.; TURNER, E. C.; RUSZLER, P. L. Infestation and damage of poultry house insulation by the lesser mealworm, *Alphitobius diaperinus* (Panzer). **Poultry Science**, v. 63, p. 1094 -1100, 1984.

## CAPÍTULO I

## ***Alphitobius diaperinus* (PANZER, 1797) e seu controle**

### **RESUMO**

O crescimento da produção avícola devido a alta demanda do mercado força a criação de aves em confinamento, o que acarreta em um aumento da densidade das aves dentro do galpão. Em função disso, há um incremento da umidade da cama aviária, proveniente tanto das excretas das aves como da água dos bebedouros, que favorece o crescimento de populações do coleóptero *Alphitobius diaperinus*, popularmente conhecido como cascudinho. O contato direto do inseto com a cama das aves, assim como o hábito de se alimentarem de aves moribundas e mortas, faz do *A. diaperinus* um veiculador de diversos patógenos, destacando-se bactérias, protozoários e vírus que causam imunossupressão nas aves. Além da relação com os patógenos, os cascudinhos podem provocar danos nas instalações avícolas, destruindo a proteção de poliuretano usada para isolamento térmico dos galpões em países de clima frio, e que em função disso precisa ser trocada a cada dois ou três anos. Os danos supracitados são em virtude da ação das larvas que escavam túneis no material isolante para empuparem. Outro fator prejudicial às aves é a substituição da ração balanceada pelas larvas e adultos do coleóptero, o que afeta principalmente as mais jovens devido ao comportamento que possuem de comer qualquer objeto em movimento, interferindo no ganho de peso destas das aves. A presença do cascudinho em instalações avícolas torna-se um problema, tanto sanitário ao galpão como financeiro. O seu controle é considerado difícil e a utilização de inseticidas químicos são comumente utilizados em aviários, mas apresenta desvantagens pois deixam resíduos na carcaça, bem como, no meio ambiente, não sendo um método seguro. A presença de alta quantidade de matéria orgânica nos aviários provoca a diminuição da efetividade dos inseticidas químicos. Vários estudos vêm sendo desenvolvidos na busca de alternativas, como por exemplo, nematóides, fungos entomatogênicos, mas até o momento não são produzidos em escala comercial. Outra linha de pesquisa é a utilização de terra diatomácea, um pó-inerte que não deixa resíduos na carne de frango e no ambiente por ser atóxico.

**Palavras-chave:** cascudinho, controle, terra diatomácea.

## ***Alphitobius diaperinus* (PANZER, 1797) and your control**

### **ABSTRACT**

The growth in poultry production due to high market's demand forces the chicken confinement, which increases the density of birds within the shed farm. As a result, there is an increase in humidity of poultry manure, both from the excreta of birds and from the water drinker, which favors the population growing of coleopterons *Alphitobius diaperinus*, popularly known as black beetle. The direct contact of the insect with the litter broiler as well as the habit of feeding on dead and dying broiler, makes the *A. diaperinus* a vehicle for various pathogens, especially bacteria, protozoa and viruses that cause immunosuppression in broilers. Besides the relationship with the pathogens, the black beetle can cause damage to the poultry plant, destroying the protection of polyurethane used for thermal insulation of warehouses in countries with cold climate, must be changed every two or three years. This damage is due by the larvae, with dig tunnels in the insulating material to pod it self. Another detrimental factor to the birds is the replacement of the balanced diet for larvae and adults of coleopterons, which mainly affects the younger, because of the their behavior to eat any object in motion, interfering with weight gain in these broilers. The presence of black beetle in poultry installations becomes a health problem for the plant farm and financial for the farmer. Its control is considered difficult and the use of chemical insecticides is commonly used in poultry, but has disadvantages because it leaves residue in the carcass and in the environment, besides it is not a safe method. The presence of high amount of organic matter in poultry causes the decrease of the effectiveness of chemical insecticides. Several studies have been developed in the search for alternatives, such as nematodes, fungi entomopatogenics, but it is so far of a commercial scale. Another line of research is the use of diatomaceous earth, an inert and non toxic powder, which leaves no residues in chicken meat and in the environment.

**Key words:** dark beetle, control, diatomaceous earth.

## INTRODUÇÃO

Segundo a União Brasileira de Avicultura (UBA), o Brasil produziu em 2003, 2004, 2005 e 2006, respectivamente 95,8, 100,4, 102,5 e 108,0 milhões de toneladas de carne de frango. A demanda do mercado, cada vez mais crescente, força a criação destes animais em confinamento, o que acarreta em um aumento da densidade das aves dentro do galpão. Em função disso, há um incremento da umidade da cama aviária, proveniente tanto das excretas das aves como da água dos bebedouros, que favorece o crescimento de populações do coleóptero *Alphitobius diaperinus*, popularmente conhecido como cascudinho. A alta infestação do cascudinho é um problema que acomete os produtores avícolas do mundo inteiro.

### ***Alphitobius diaperinus***

O cascudinho, originário do continente Africano (VAUGHAN *et al.*, 1984), é uma espécie cosmopolita, comumente encontrada infestando resíduos de produtos úmidos estocados, e que provavelmente migrou para os aviários através do alimento ou de fazendas vizinhas que estocavam alimentos (WALLACE *et al.*, 1985). Quando associados a tal agroecossistema, esse inseto alimenta-se de aves moribundas, das carcaças, fezes e ração de aves (LESCHEN & STEELMAN, 1988). No Brasil, *A. diaperinus* já é considerada uma praga potencial.

O ciclo biológico de *Alphitobius diaperinus*, se completa em 55 dias, mantido a temperatura de 27 °C e 80% de U.R. Após cinco dias da postura, eclode de cada ovo uma larva esbranquiçada, com 1,5 mm de comprimento. A fase larval estende-se por trinta e oito dias, quando os imaturos atingem o tamanho de 13,8 mm de comprimento e coloração marrom escura. As larvas passam por até 11 estágios de desenvolvimento (VERGARA *et al.*, 1996). Após a fase larval, sofrem ecdise e empupam por cinco dias emergindo adultos de coloração branca, que, após quatro dias, adquirem coloração característica (marrom). Os adultos começam a se reproduzir vinte dias após a emergência (SCHAFER DA SILVA *et al.*, 2005).

A estrutura espacial desta população de insetos no solo, em uma granja avícola, apresenta alta heterogeneidade, as larvas de últimos estágios de vida, pupas e adultos são localizados no solo, cerca de 10 cm de profundidade,

preferencialmente debaixo dos comedouros, onde o substrato apresenta-se denso, compactado e umidade baixa. Estes insetos em baixas temperaturas e/ou situações de estresse não realizam diapausa, como os demais insetos, migrando em movimentos verticais para baixo em direção ao solo (SALIN *et al.*, 2000).

O ciclo biológico do cascudinho está diretamente relacionado à temperatura. Foi observado que a 22°C houve um maior tempo no desenvolvimento das fases, mas com um menor tempo sobrevivência dos insetos, e que a temperatura de 31°C foi considerada a mais adequada para o desenvolvimento das fases imaturas, com alta sobrevivência. Temperaturas baixas (inferiores a 16,5°C) podem contribuir de maneira eficiente para o controle desses insetos, uma vez que não ocorre o desenvolvimento das fases imaturas, o que leva à uma diminuição da população (CHERNAKI & ALMEIDA, 2001).

O contato direto do inseto com a cama das aves, assim como o hábito de se alimentar de aves moribundas e mortas, faz do *A. diaperinus* um veiculador de diversos patógenos, destacando-se bactérias, protozoários e vírus que causam imunossupressão nas aves.

CHERNAKI-LEFFER *et al.* (2002), ao isolarem enterobactérias de adultos de *A. diaperinus* e da cama de aviários em diferentes granjas do oeste do Estado do Paraná, assinalaram as seguintes enterobactérias: *Proteus vulgaris*, *P. mirabilis*, *Escherichia coli*, *Enterobacter agglomerans*, *E. gergoviae*, *E. sakazakii*, *Citrobacter diversus* e *Klebsiella pneumoniae*, enquanto que na cama foram encontradas *Proteus vulgaris*, *P. mirabilis*, *Escherichia coli* e *Enterobacter agglomerans*. Não foram isoladas *Salmonella* spp. dos insetos nem da cama. A enterobactéria *P. vulgaris* foi predominante nas camas das granjas (71,4%) e *E. coli* foi a segunda mais freqüente, isolada nos insetos em 42,8% das granjas.

SEGABINAZI *et al.* (2005) coletaram cascudinhos em empresas avícolas dos Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, e os analisaram através de métodos de bacteriologia convencional. Foram isoladas 14 espécies pertencentes a 10 gêneros diferentes de bactérias Enterobacteriaceae nas superfícies externa e interna dos insetos: *Citrobacter freundii* (6,89%), *Edwardsiella ictalurio* (6,89%), *Enterobacter aerogenes* (5,07%), *E. (Pantoea) agglomerans* (0,37%), *E. gergoviae* (2,53%), *Escherichia coli* (36,96%), *Klebsiella oxytoca* (4,34%), *K. pneumoniae* (18,11%), *Proteus mirabilis* (8,34%), *P. vulgaris* (1,44%), *Serratia marcescens*

(1,44%), *Yersinia enterocolitica* (0,37%), *Salmonella* sp (0,37%) e *Cedecea* sp. (6,89%). A maior frequência de isolados bacterianos e da diversidade de espécies foi observada na superfície externa (exoesqueleto) do inseto.

VITTORI *et al.* (2007) isolaram a bactéria *Clostridium perfringens*, causador de enterite necrótica, através de métodos bacteriológicos convencionais de amostras de *A. diaperinus* provenientes de Sertãozinho (SP) e Descalvado (SP).

Segundo trabalho realizado por GOODWIN & WALTMAN (1996), em insetos coletados de sete aviários diferentes do Estado da Geórgia – EUA, foi verificada a existência do protozoário *Eimeiria* sp., causador de coccidiose intestinal em aves, de reovírus e herpesvírus. *A. diaperinus* demonstra também ser um potencial transportador de outras viroses aviárias como a Doença de Newcastle, e a de Gumboro (MCALLISTER *et al.*, 1995), bem como de fungos como *Aspergillus flavus*, *A. glaucus* e *Candida* spp. (CASAS *et al.*, 1968).

*Alphitobius diaperinus* não só causa doenças aos animais como também aos humanos. Estudos atestam que pesquisadores após dois anos de estudos e manipulação dessa espécie começaram a apresentar sintomas alérgicos, urticárias, angioedema, asma e conjuntivite (SCHROCKENSTEIN *et al.*, 1988).

Além da relação com os patógenos, os cascudinhos podem provocar danos nas instalações avícolas, destruindo a proteção de poliuretano usada para isolamento térmico dos galpões em países de clima frio, e que em função disso precisa ser trocada a cada dois ou três anos. Os danos supracitados são em virtude da ação das larvas que escavam túneis no material isolante para empuparem (VAUGHAN *et al.*, 1984; DESPINS *et al.*, 1987). No Brasil, há registro de danos similares na estrutura de madeira que compõem as gaiolas (FERNANDES *et al.*, 1995).

Outro fator prejudicial às aves é a substituição da ração balanceada pelas larvas e adultos do coleóptero, o que afeta principalmente as mais jovens devido ao comportamento que possuem de comer qualquer objeto em movimento. DESPINS & AXTELL (1995) avaliaram o comportamento alimentar e o crescimento de frangos de corte alimentados com larvas de cascudinhos. A diferença do peso médio corporal de aves alimentadas com larvas foi de 173g, significativamente menor daquelas que só receberam ração. Além de o peso médio corporal ser menor, mostraram sinais de

estresse durante o período de alimentação com larvas, apresentaram alta vocalização, fezes aguadas e com presença de cutícula larval.

## Controle

O controle do *A. diaperinus* é considerado difícil, seus inimigos naturais são pouco conhecidos e até os dias de hoje não existe nenhum método eficiente e seguro. Os químicos usados no controle acabam se tornando uma barreira comercial e de difícil aplicação devido aos ambientes habitados por esses insetos, tais como o solo, os locais com grande quantidade de matéria orgânica (excreta, ração, cepilho), entre as cortinas e as frestas dos galpões, o que inviabiliza a ação dos produtos. Normalmente, resultados pouco expressivos estão relacionados à inadequada aplicação do produto (ARENDS, 1987).

Há algum tempo o controle dessa praga é realizado através do uso de produtos químicos, como por exemplo, os piretróides e organofosforados. Porém, estes apresentam algumas desvantagens como seleção de populações de insetos resistentes, contaminação do ambiente e das aves, tornando-se uma barreira comercial para exportação de carne, pois a União Européia não permite o uso de determinados produtos químicos para o controle de insetos, já que estes podem provocar resíduo na carcaça.

CHERNAKI-LEFFER *et al.* (2006) avaliaram a suscetibilidade de reguladores de crescimento clorfluazuro, triflumurum, diflubenzurom, lufenurom e metoxifenozeide em larvas de cascudinhos em condições de laboratório. As larvas, separadas em médias (0,7 cm de comprimento) e grandes (1,3 cm), foram alimentadas com ração para coelhos, tratadas com concentrações de 16 e 200 ppm de ingrediente ativo. Metoxifenozeide causou mortalidade máxima de 33,3% em larvas grandes a 160 ppm, demonstrando ser pouco tóxico para larvas de *A. diaperinus*. Diflubenzurom causou mortalidade entre 39,9 e 53,3% na mesma dose, sendo que a 10 ppm a mortalidade não ultrapassou 13,3%. Lufenurom causou mortalidade máxima de 56,7% a 10 ppm e 63,3% a 160 ppm. Triflumurum apresentou significativa diferença na porcentagem de mortalidade entre as doses de 10 e 160 ppm (10 e 76,7%, respectivamente). Clorfluazuro causou mortalidade de 76,7% a 10 ppm. As larvas do grupo testemunha apresentaram mortalidade de até 17,8%.

Trabalhos visando o controle de *A. diaperinus* vêm sendo desenvolvidos com o uso de nematóides e fungos entomopatogênicos. ALVES *et al.* (2005) avaliaram a patogenicidade de nematóides entomopatogênicos *Steinernema glaseri* (provenientes da University of Florida – Entomology and Nematology Department (UFEND) - EUA e Agriculture Research Organization (ARO) - Israel) e *S. carpocapsae* (provenientes da Universidade Federal de São Carlos (UFSC)) em larvas e adultos de cascudinhos. Os autores imergiram os insetos em solução contendo os nematóides nas concentrações de 60 e 120 JI/inseto (JI - Juvenis Infectivos). Dentre os isolados avaliados, *S. carpocapsae*, proveniente de ARO, nas concentrações de 60 e 120 JI/inseto resultou em 17 e 48% de mortalidade larval, respectivamente; esse nematóide não foi testado em adultos. Quando foi utilizado o *S. carpocapsae*, proveniente de UFEND, a mortalidade de larvas e adultos, na concentração de 60 JI/inseto, foi de 40% e 26,7, respectivamente. O nematóide *S. glaseri*, proveniente da UFSC, nas concentrações de 60 JI/inseto, causou 1,7% e 0% de mortalidade de larvas e adultos, respectivamente, enquanto que na concentração de 120 JI/inseto, a mortalidade de larva e adulto foi de 3,3% para ambos. Verificou-se que as larvas foram mais susceptíveis que os adultos e que os dois isolados de *S. carpocapsae* foram mais patogênicos.

SILVA *et al.* (2006) avaliaram a ação do fungo *Beauveria bassiana*, nas concentrações de  $3,4 \times 10^6$  e  $3,4 \times 10^8$  conídios  $\text{ml}^{-1}$ , sobre o ciclo biológico do cascudinho *A. diaperinus* em laboratório. Na concentração  $3,4 \times 10^6$ , 54% dos ovos tratados estavam inférteis, houve 54% de mortalidade de larvas tratadas nos estágios I, II e III, 22,5% nos estágios IV, V e VI, 9,5% nos estágios VII e VIII e 24,5% de mortalidade das pupas. Na concentração  $3,4 \times 10^8$  conídios  $\text{ml}^{-1}$ , 66,8% dos ovos tratados estavam inviáveis, ocorrendo mortalidade de 56% das larvas tratadas nos estágios I, II e III, 34% nos estágios IV, V e VI, 24,5% nos estágios VII e VIII e 49,5% das pupas. Já no controle, 13,3% dos ovos estavam inviáveis, ocorrendo mortalidade de 10% nos estágios I, II e III, 4% nos estágios IV, V, VI e 0% de mortalidade nos estágios VII, VIII e em pupas. Sobre o cascudinho adulto, o fungo não teve efeito nocivo em nenhum grupo analisado.

Até o momento a produção de produtos a base de nematóides e fungos entomopatogênicos não estão sendo produzidos em escala comercial, apenas

laboratorial para avaliar a efetividade, necessitando de maiores estudos em relação ao seu modo de aplicação nos aviários.

Um dos produtos que vem sendo estudado como controle alternativo e seguro, não químico, é a terra diatomácea (TD), um pó inerte composto por carapaças de algas diatomáceas fossilizadas (GOODWIN, 1923), formadas, principalmente por sílica. Os pós inertes aderem à epicutícula dos insetos por carga eletrostática e atuam por abrasão e adsorção de lipídios epicuticulares (EBELING *et al.*, 1966). Conseqüentemente, os insetos morrem por desidratação quando cerca de 60% de água ou 30% da massa corporal total é perdida (EBELING, 1971). Segundo KORUNIC (1998), o uso de TD no tratamento de grãos armazenados contra insetos apresenta vantagens sobre os inseticidas químicos, pois são de fácil remoção, atóxicos e não deixam resíduos nos grãos tratados. A ação inseticida da TD depende de vários fatores-chaves, tais como a presença de um tamanho uniforme entre as partículas (10 µm ou menos), uma ótima atividade de superfície, alta adsorção de gordura, alta quantidade de óxido de sílica amorfa e de um pH abaixo de 8,5.

Estudos mostram uma relação da terra diatomácea no controle de muitos animais, como: cupins, lagartas, besouros desfolhadores, pulgas, grilos, lesmas, diplópodos (KORUNIC, 1998). Pode ser usada como parte da estratégia de Manejo Integrado de Pragas em grãos armazenados e na indústria de alimentos processados, como também na proteção de grãos e como inseticida residual (KORUNIC *et al.*, 1996).

Não existe evidência de efeito tóxico agudo ou crônico da terra diatomácea, não se mostrando perigoso quando consumido por mamíferos. Estudos com ratos mostram que, quando alimentados com dietas contendo 5% de terra diatomácea, nenhum sinal de anormalidade é observado após 90 dias (BERTKE, 1964). De acordo com a Agência Internacional de Pesquisas do Câncer, a terra diatomácea pertence ao grupo 3, classificada como não cancerígena. Ratos submetidos à inalação de ar contendo 5 a 80 mg de terra diatomácea em 1 m<sup>3</sup> apresentaram imperceptíveis reações em seus pulmões (OMURA, 1981).

A Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos da América permite o uso da terra diatomácea em produtos estocados e alimentos processados industrialmente. Países como Canadá, Austrália, Japão, Indonésia, Arábia Saudita e

Croácia apresentam registros para terra diatomácea como protetor de grãos armazenados (ANON, 1961).

Estudos demonstram que a terra diatomácea apresenta resultados satisfatórios no controle dos coleópteros *Prostephanus truncatus*, *Sitophilus zeamais*, *Callosobruchus maculatus* e *Acanthoscelides obtectus* (STATHERS *et al.*, 2004).

ARNAUD *et al.* (2005), avaliaram a eficiência de quatro produtos comerciais (INSECTO<sup>®</sup>, Perma-Guard<sup>™</sup>, Protect-It<sup>®</sup> e Dryacide<sup>®</sup>) tendo como princípio ativo a terra diatomácea em seis concentrações (100, 200, 300, 400, 600, 800 e 1000 ppm) em seis populações de *Tribolium castaneum* (Asm - Abidjan, Japan, Lab-S - EUA, Paquistão, Rio Desago - Canadá, Sun Chong - Canadá, Tailândia). Uma grande variação na eficiência das formulações foi observada na maioria das terras diatomáceas. Protect-It<sup>®</sup> em concentrações acima de 400 ppm foi encontrada sendo mais eficiente no controle do coleóptero. Entretanto, a concentração de 1000 ppm foi necessária para controlar todos os adultos de todas as populações. A maioria das populações, exceto uma proveniente de Ivory Coast (Asm), foi mais de 90% controlada com INSECTO<sup>®</sup> e Dryacid<sup>®</sup> a 600 ppm. Nessa concentração, 88% e 22% dos insetos adultos oriundos de Asm morreram com INSECTO<sup>®</sup> e Dryacide<sup>®</sup>, respectivamente. Perma-Guard<sup>™</sup> foi a menos eficiente das terras diatomáceas para o controle de adultos de *T. castaneum* em três populações exibindo alguma sobrevivência em 1000 ppm. A susceptibilidade reduzida a TD foi observada em duas populações, Asm e Lab susceptíveis a Kansas (Lab-S). Como nenhuma população tinha sido exposta previamente a TD, sugere-se que o coleóptero pode naturalmente variar na susceptibilidade a TD.

PINTO JUNIOR *et al.* (2005) avaliaram seis diferentes dosagens de TD no controle de *Acanthoscelides obtectus*. Os adultos foram expostos as doses de 0, 250, e 750 g. t<sup>-1</sup>. A dosagem de 750g.t<sup>-1</sup> atingiu maior nível de controle, 78,5%, para o um período de exposição de 5 dias e de 100% aos 10 dias. A dosagem de 250g.t<sup>-1</sup> apresentou menor eficácia, com 54,2% da população aos 5 dias e de 98,3% aos 10 dias. Aos 141 dias todas as dosagens apresentaram 100% de controle da população. A testemunha após 141 dias apresentou mais de 90% dos grãos danificados por este inseto.

Recentes estudos comprovam que a TD vem a ser um eficiente controle não químico contra *A. diaperinus*. ALVES *et al.* (2006), avaliaram a eficiência da TD em condições de laboratório no controle dos cascudinhos. Os testes foram realizados em duas etapas, a primeira misturando 1, 2 e 3 g TD/Kg ração, onde os adultos ficaram expostos durante 10 dias nas temperaturas de 26 e 32°C, e apresentou efeito inseticida nas três concentrações com mortalidade de 70%, 83,3% e 90%, respectivamente, não havendo diferença significativa entre as concentrações e a temperatura testada. A segunda etapa foi aplicado 86 e 172g TD/m<sup>2</sup> na cama de aviário, onde adultos ficaram expostos por 10 dias a 26°C, a mortalidade alcançada foi de 49,1% e 78,1%, respectivamente, havendo, diferença significativa entre as concentrações indicando o potencial do uso de TD no controle de *A. diaperinus*.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

*Alphitobius diaperinus* causa problemas sanitários nas granjas avícolas, interferência no desempenho zootécnico de frangos de corte acarretando sérios prejuízos financeiros.

Os métodos de controles através do uso de inseticidas químicos se mostram pouco eficientes e seguros, sendo necessários maiores estudos na busca de produtos com princípios ativos não químicos, desenvolvimento industrial para produção em escala comercial e modo de aplicação eficazes e seguros aos animais e ao ambiente.

## REFERÊNCIAS

- ALVES, L. F. A.; BUZARELLO, G. D.; OLIVEIRA, D. G. P.; ALVES, S. B. Ação da terra de diatomácea contra adultos do cascudinho *Alphitobius diaperinus* (Panzer, 1797) (Coleoptera: Tenebrionidae). **Arquivos do Instituto Biológico** v. 73, n. 1, p. 115-118, 2006.
- ALVES, L. F. A.; ROHDE, C.; ALVES, V. S. Patogenicidade de *Steinernema glaseri* e *S. carpocapse* (Nematoda: Rhabdita) contra o cascudinho, *Alphitobius diaperinus* (Panzer) (Coleoptera: Tenebrionidae) **Neotropical Entomology**. v. 34, n. 1, p. 139 – 141, 2005.
- ANON. **Federal Register**. USA v. 26. p. 10228, 1961.
- ARENDS, J. J. Control, management of the litter beetle. **Poultry Digest** v. 28, 1987.
- ARNAUD, L., LAN, H. T. T., BROSTAU, Y., HAUBRUGE, E. Efficacy of diatomaceous earth formulations admixed with grain against population of *Tribolium castaneum*. **Journal of Stored Products Research**, v. 41, p. 121-130, 2005.
- BERTKE, E. M. The effect of ingestion of diatomaceous earth in white rats: a subacute toxicity test. **Toxicology of Applied Pharmacology**, v. 6, p. 284-291, 1964.
- CASAS, E. DE LAS; POMEROY, B. S.; HAREIN, P. K. Infection and Quantitative recovery of *Salmonella typhimurium* and *Escherichia coli* from within the lesser mealworm, *Alphitobius diaperinus* (Panzer). **Poultry Science**, v. 47, p. 1871-1875, 1968.
- CHERNAKI, A. M.; ALMEIDA, L. M. Exigências térmicas, período de desenvolvimento e sobrevivência de imaturos de *Alphitobius diaperinus* (Panzer) (Coleoptera: Tenebrionidae). **Neotropical Entomology**, v. 30, n. 3, p. 365 – 368, 2001.
- CHERNAKI-LEFFER, A. M.; BIESDORF, S. M.; ALMEIDA, L. M.; LEFFER, E. V. B.; VIGNE, F. Isolamento de enterobactérias em *Alphitobius diaperinus* e na cama de aviários no Oeste do Estado do Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v. 4, n. 3, p. 243-247, 2002.
- CHERNAKI-LEFFER, A. M.; SOSA-GOMES, D. R.; ALMEIDA, L. M. Suscetibilidade de *Alphitobius diaperinus* (Panzer, 1797) (Coleoptera: Tenebrionidae) a reguladores de crescimento de insetos (RCI). **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 73, n. 1, p. 51-55, 2006.
- DESPINS, J. L.; TURNER, E. G., JR.; RUSZLER, P. L. Construction profiles of high rise caged layer houses in association with insulation damage caused by the lesser mealworm, *Alphitobius diaperinus* (Panzer) in Virginia. **Poultry Science**, v. 66, p. 243 – 250, 1987.

DESPINS, J. L.; AXTELL, R. C. Feeding behavior and growth of broiler chicks fed larvae of the darkling beetle, *Alphitobius diaperinus*. **Poultry Science**, v. 74, p. 331-336, 1995.

EBELING, W. Sorptive dusts for pest control. **Annual Review of Entomology**, v. 16, p. 123-158, 1971.

EBELING, W.; WAGNER, R.E.; REIERSON, D. A. Influence of repellency on the efficacy of blatticides. I.. Learned modification of behavior of the German cockroach. **Journal Economic Entomology**, v. 59, p. 1374-1388, 1966.

FERNANDES, M. A.; SANTOS, M. A. S.; LOMÔNACO, C. Ocorrência de artrópodes no esterco acumulado em uma granja de galinhas poedeiras. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 24, n. 3, p. 649-654. 1995.

GOODWIN, M. A.; WALTMAN, W. D. Transmission of *Eimeria*, viruses, and bacteria to chicks: darkling beetles (*Alphitobius diaperinus*) as vectors of pathogens. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 5, p. 51-55, 1996.

GOODWIN, N. Say "Diatomaceous Earth". **Industrial and engineering chemistry**. Janeiro: 97, 1923.

KORUNIC, Z. Review Diatomaceous Earth, a group of natural insecticides. **Journal Stored Product Research**, v. 34, n. 23, p. 87-97, 1998.

KORUNIC, Z.; ORMESHER, P.; FIELDS, P. WHITE, N. ; CUPERUS, G. Diatomaceous earth an effective tool in integrated pest management. In: 1996 Annual International Research Conference on Methyl Bromide Alternatives and Emissions Reductions. US Environmental Agency and US Department of Agriculture. Orlando, Florida, 1996.

LESCHEN, R. A. B., STEELMAN, C. D. *Alphitobius diaperinus* (Coleoptera:Tenebrionidae) larva and adult mouthparts. **Entomological News**, v. 99, n. 4, p. 221-224, 1988.

MCALLISTER, J. C. ; STEELMAN, C. D.; NEWBERRY, L. A.; SKEELES, J. K. Isolation of infectious bursal disease virus from the lesser mealworm, *Alphitobius diaperinus* (Panzer). **Poultry Science**, v. 74, p. 45-49, 1995.

OMURA, T. Dynamic changes of protease inhibitors in workers exposed to diatomaceous earth dust. **Averagi**, v. 30, 1981.

PINTO JR., A. R.; LAZZARI, F. A.; LAZZARI, S. M. N. Controle de *Acanthocelides obtectus* (COLEOPTERA: BRUCHIDAE) com diferentes doses de terra diatomácea (dióxido de sílica). **Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais**. v. 3, n. 1, p. 75-79, 2005.

SALIN, C.; DELETTRE, Y. R.; CANNAVACCIUOLO; VERNON, P. Spatial distribution of *Alphitobius diaperinus* (Panzer) (Coleoptera: Tenebrionidae) in the soil of a poultry

house along a breeding cycle. **European Journal Soil Biological**, v. 36, p. 107 – 115, 2000.

SILVA, A. S.; QUINTAL, A. P. N.; MONTEIRO, S. G.; DOYLE, R. L.; SANTURIO, J. M.; BITTENCOURT, V. E. P. Ação do fungo *Beauveria bassiana*, isolado 986, sobre o ciclo biológico do cascudinho *Alphitobius diaperinus* em laboratório. **Ciência Rural**, v. 36, n. 6, p. 1944-1947, 2006.

SCHAFFER DA SILVA, A.; HOFF, G.; DOYLE, R. L.; SANTURIO, J. M.; MONTEIRO, S. G. Ciclo biológico do cascudinho *Alphitobius diaperinus* em laboratório. **Acta Scientiae Veterinariae**, v. 33, n. 2, p. 177-181, 2005.

SCHROCKENSTEIN, D. C.; MEIER-DAVIS, S.; GRAZIANO, F. M.; FALOMO, A.; BUSH, R. K. Occupational sensitivity to *Alphitobius diaperinus* (Panzer) (Lesser mealworm). **Journal Allergy Clinical Immunology**, v. 82, p. 1081 – 1088, 1988.

SEGABINAZI, S. D. S.; FLORES, M. L.; SILVA BARRETOS, A.; JACOBSEN, G.; ELTZ, R. D. Bactérias da família enterobacteriaceae em *Alphitobius diaperinus* oriundos de granja avícolas dos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. **Acta Scientiae Veterinariae**, v. 33, n. 1, p. 51-55, 2005.

STATHERS, T. E., DENNIF, M., GOLOB, P. The efficacy and persistence of diatomaceous earths admixed with commodity against four tropical stored product beetle pest. **Journal of Stored Products Research**, v. 40, p. 113-123, 2004.

WALLACE, M. M. H.; WINKS, R. G.; VOESTERMANS, J. The use a beetle, *Alphitobius diaperinus* (Panzer) (Coleoptera: Tenebrionidae) for the biological control of poultry dung in high-rise layer houses. **The Journal of the Australian Institute of Agricultural Science**, v. 51, n. 3, p. 214-219, 1985.

VAUGHAN, J. A.; TURNER, E. C.; RUSZLER, P. L. Infestation and damage of poultry house insulation by the lesser mealworm, *Alphitobius diaperinus* (Panzer). **Poultry Science**, v. 63, p. 1094 -1100, 1984.

VERGARA, C.; GAZANI, R. Biología de *Alphitobius diaperinus* (Panzer) (Coleoptera: Tenebrionidae). **Revista Peruana de Entomología**, v. 39, p. 1-5, 1996.

VITTORI, J.; SCHOCKEN-ITURRINO, P.; TROVÓ, K. P.; RIBEIRO, C. A. M.; BARBOSA, G. G.; SOUZA, L. M.; PIGATTO, C. P. *Alphitobius diaperinus* como veiculador de *Clostridium perfringens* em granjas avícolas do interior paulista – Brasil. **Ciência Rural**, v. 37, n. 3, p. 894 – 896, 2007.

## CAPÍTULO II

**Crescimento de frangos de corte alimentados com cascudinhos *Alphitobius diaperinus* (PANZER, 1797) (Coleoptera, Tenebrionidae).**

**RESUMO**

Nas últimas décadas o cascudinho, *Alphitobius diaperinus*, vem sendo assinalado como uma das mais importantes pragas encontradas em aviários do mundo. Esses insetos causam graves problemas sanitários e prejuízos financeiros aos produtores. Este trabalho teve como objetivos avaliar o crescimento, o sistema gastrointestinal, os ossos e as excretas de frangos de corte alimentados com larvas e adultos de *Alphitobius diaperinus*, verificar a presença de microorganismos nos *A. diaperinus* fornecidos aos frangos de corte. Cento e vinte aves foram distribuídas em três tratamentos (T1, T2, T3), cada um com quatro repetições, com dez aves cada. Do 1º ao 7º dia de vida, as aves receberam ração. Entre o 7º e o 11º dia, os insetos, coletados em aviários comerciais, foram introduzidos na alimentação do seguinte modo: o T1 recebeu uma dieta contendo somente cascudinhos adultos e larvas; T2 recebeu a vontade cascudinhos adultos e larvas e ração; o T3 recebeu somente ração à vontade. Aos 21 dias de vida o ganho de peso do T1, T2 e T3 foram de 686g, 748g e 859g, respectivamente ( $p=0,001$ ), apresentando uma diferença de 19,79% e 12,92% no ganho de peso do T1 e T2, respectivamente, quando comparado ao T3. Ao 11º dia uma ave por repetição sofreu necropsia onde foi observada a presença de exoesqueletos dos insetos nos T1 e T2, além de lesões no trato gastrointestinal, como descamação e petéquias. Através desses resultados, pode-se concluir que a presença dos cascudinhos na alimentação de frangos de corte provoca um desequilíbrio nutricional. O exoesqueleto dos insetos provoca lesões na mucosa do trato gastrointestinal interferindo na absorção de nutrientes e podendo abrir portas para instalação de microorganismos.

**Palavra chave:** *Alphitobius diaperinus*, cascudinho, sistema gastrointestinal.

**Growth of broilers fed dark beetle *Alphitobius diaperinus* (PANZER, 1797)  
(Coleoptera, Tenebrionidae).**

**ABSTRACT**

Over the past decades the dark beetle, *Alphitobius diaperinus*, has been reported as one of the most important pests found in poultry in the world. These insects cause serious health problems and financial losses to producers. This study aimed to evaluate growth, the gastrointestinal tract, bones and the excreta of broilers fed with larvae and adults of *Alphitobius diaperinus* and to verify the presence of microorganisms in *A. diaperinus* provided to broilers. One hundred and twenty (120) birds were divided into three treatments (T), each one with four replicates and ten birds. From 1<sup>st</sup> to 7<sup>th</sup> days the broilers received commercial diets. Between the 7<sup>th</sup> and 11<sup>th</sup> days of life, the insects, collected in poultry houses, were introduced into the food as follows: the T1 received a diet containing only dark beetle's adults and larvae, T2 received dark beetle (adults and larvae) and feed; the T3 received only feed. From 1<sup>st</sup> to 21<sup>th</sup> days of age the weight gain of T1, T2 and T3 was 686.42 grams, 748.9 grams and 859.46 grams, respectively ( $p=0,001$ ), a difference of 19,79% and 12,92% in weight gain from T1 and T2, respectively, comparing to T3. At the 11<sup>th</sup> day a bird was autopsied by repetition. It was observed that birds of T1 and T2 had lesions in the gastrointestinal tract, which flake off and petechia. Through these results we can conclude that the presence of dark beetle in feed for broiler chickens causes a nutritional imbalance. The cuticle of the insect exoskeleton causes lesions in the gastrointestinal mucosa interfering the absorption of nutrients and opening doors for installation of microorganisms.

**Key-word:** *Alphitobius diaperinus*, dark beetle, gastrointestinal tract.

## INTRODUÇÃO

Um dos problemas enfrentados pelos produtores avícolas é a infestação do coleóptero, *Alphitobius diaperinus* Panzer, popularmente conhecido como cascudinho. O *A. diaperinus*, originário do continente Africano, é uma espécie cosmopolita, comumente encontrada infestando resíduos orgânicos, grãos estocados, e que, provavelmente migrou para os aviários através do alimento ou juntamente com subprodutos como cepilho de madeira e cascas de cereais, materiais normalmente utilizados para cama das aves. Esse inseto alimenta-se de carcaças, aves moribundas, fezes e ração das aves (LESCHEN & STEELMAN, 1988). No Brasil, *A. diaperinus* já é considerado uma praga potencial.

A presença dos cascudinhos dentro de uma granja avícola está associada à disseminação de patógenos às aves, pois são reservatórios de uma gama de enterobactérias (CHERNAKI-LEFFER *et al.*, 2002), protozoário *Eimeria* (GOODWIN & WALTMAN, 1996) e fungos (CASAS *et al.*, 1968). Esse inseto também demonstra ser um potencial carregador de viroses aviárias, como por exemplo, Doença de Newcastle e de Gumboro (MCALLISTER *et al.*, 1995) que causam imunossupressão nas aves e podem levá-las a morte.

Além da relação com os patógenos, os cascudinhos provocam danos nas instalações avícolas, destruindo a proteção de poliuretano usada para isolamento térmico dos galpões em regiões de clima frio, e que em função disso precisa ser trocada a cada 2 ou 3 anos. Os danos supracitados são em virtude da ação das larvas de *A. diaperinus* que escavam túneis no material isolante para empuparem (VAUGHAN *et al.*, 1984; DESPINS *et al.*, 1987).

Outro fator prejudicial às aves é a substituição de consumo, isto é, as aves preferem ingerir as larvas e adultos do coleóptero, diminuindo o consumo da ração balanceada, comportamento comum em aves jovens. Essa substituição nas primeiras semanas de vida da ave compromete negativamente a conversão alimentar, há uma redução no peso, causando desuniformidade no lote e grandes perdas econômicas. Este trabalho teve como objetivos avaliar o crescimento, o sistema gastrointestinal, os ossos e as excretas de frangos de corte alimentados com larvas e adultos de *Alphitobius diaperinus*, verificar a presença de microorganismos nos insetos fornecidos aos frangos de corte.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados 120 pintainhos machos da linhagem Ross e a ração fornecida durante o experimento foi formulada a base de milho e farelo de soja, seguindo as normas estabelecidas no NRC (1994) para atender as necessidades básicas nutricionais (Tabela 1).

TABELA 1 – RAÇÃO COMERCIAL FORNECIDA DURANTE O EXPERIMENTO, FORMULADA A BASE DE MILHO E FARELO DE SOJA, SEGUINDO AS NORMAS ESTABELECIDAS NO NRC (1994).

<b>Ingredientes</b>	<b>Quantidade</b>
Milho Grão	52,63
Farelo de Soja (45%)	38,9
Óleo de Soja	3,6
Fosfato Bicálcico	1,8
Calcário	1,0
Sal Comum	0,47
Inerte	1,04
L-Lisina 78%	0,13
DL-Metionina 99%	0,28
Premix Inicial	0,15
<b>Total</b>	<b>100,00</b>

<b>Níveis Nutricionais</b>	
Energia Met. Aves (kcal/kg)	3.000
Proteína Bruta (%)	22.00
Cálcio (%)	0.90
Fósforo Total (%)	0.73
Fósforo Disponível (%)	0.45
Sódio (%)	0.20
Cloro (%)	0.35
Potássio (%)	0.88
Lisina (%)	1.33
Metionina (%)	0.63
Met. + Cist. (%)	1.00

Suplemento mineral e vitamínico (níveis nutricionais para cada kg do produto): Zinco – 110.000 mg; Selênio – 360mg; Iodo – 1.400 mg; Cobre – 20.000 mg; Manganês – 156.000 mg; Ferro – 96.000 mg; Vit A – 8.000.000 UI; Vit D3 – 2.000.000 UI; Vit E – 16.000 UI; Ac. Fólico - 800 mg; Ac. Pantotênico – 10.000 mg; Biotina - 60 mg; Vit B2 – 4.000 mg; Vit B6 – 2.000 mg; Vit B1 – 1.500 mg; Vit B3 – 2.000 mg; Vit B12 – 10.000 mg; Niacina – 30.000 mg; BHT - 100 mg.

As aves foram mantidas de 1 a 21 dias de idade em gaiolas metálicas, medindo 0,98 x 0,90 x 0,50 m (c x l x h), distribuídas em três tratamentos (T), cada um com quatro repetições, com dez aves cada, totalizando 120 aves. De 1 a 7 dias as aves receberam ração (Tabela 1). Entre o 7º e o 11º dias de vida os insetos foram introduzidos na alimentação do seguinte modo: o T1 recebeu uma dieta contendo somente cascudinhos adultos e larvas; T2 recebeu a vontade cascudinhos adultos e larvas e ração; o T3 recebeu somente ração à vontade (Tabela 2). Os cascudinhos (adultos e larvas) fornecidos aos frangos foram coletados em aviário comercial. Após esse período, ou seja, de 12º até 21º dias de idade, as aves de todos os tratamentos foram realimentadas com ração. As aves foram pesadas no 1º, 7º, 14º e 21º dia de vida para avaliar o ganho de peso.

TABELA 2 - RELAÇÃO DOS TRATAMENTOS COM AS RESPECTIVAS DIETAS CONTENDO CASCUDINHOS FORNECIDOS AOS PINTINHOS DO 7º AO 11º DIA DE VIDA.

<b>Tratamento</b>	<b>Do 7º ao 11º dia de vida</b>
1	Cascudinhos adultos e larvas
2	Cascudinhos adultos, larvas e ração
3	Ração (Controle)

Para a análise microbiológica, os cascudinhos adultos, larvas e estes misturados a cama aviária, fornecidos as aves, foram submetidos à contagem e diferenciação fúngica, contagem de microorganismos mesófilos segundo SILVA *et al.* (1997) e *Salmonella*, conforme a Instrução Normativa nº. 6 de 26 de agosto de 2003 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, no Laboratório de Microbiologia e Ornitopatologia, da Universidade Federal do Paraná.

Para a análise da ração, cascudinhos (adultos e larvas) fornecidos às aves, e das excretas das aves coletadas entre o 7º ao 11º dias de vida, as amostras foram submetidas à análise para determinação de proteína bruta, resíduo mineral, cálcio e fósforo através dos métodos analíticos segundo Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal (2005), no Laboratório de Nutrição Animal, da Universidade Federal do Paraná.

O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de *Tukey* com 5% de probabilidade.

Doze aves, uma por repetição, foram necropsiadas aos 11º dia de vida (após o fornecimento dos insetos) no Laboratório de Microbiologia e Ornitopatologia, da

Universidade Federal do Paraná, para a análise do trato gastrointestinal (aprovado pelo Comitê de Ética em Experimentação Animal sob processo 23075.033019/2007-49).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Ganho de peso

Os dados de ganho de peso estão representados na Tabela 3. Na fase inicial de 1 a 14 dias não houve diferença significativa ( $p = 0,2617$ ) entre os tratamentos. Aos 21 dias de vida o ganho de peso do T1, T2 e T3 foram de 686g, 748g e 859g, respectivamente ( $p=0,001$ ), apresentando uma diferença de 19,79% e 12,92% no ganho de peso do T1 e T2, respectivamente, quando comparado ao T3.

Observou-se que, quando se deu a introdução dos cascudinhos na dieta dos Tratamentos 1 e 2, em poucas horas as aves iniciaram a ingestão sem recusa. No Tratamento 2, onde as aves tinham a livre escolha entre os cascudinhos e ração, essas apresentaram avidez na preferência aos insetos.

TABELA 3 – GANHO DE PESO (g) DOS FRANGOS DE CORTE, OBTIDO NO 7º, 14º E 21º DIA DE VIDA, EM FUNÇÃO DOS DIFERENTES TRATAMENTOS.

Tratamentos	Ganho de Peso (g)		
	7º dias	14º dias	21º dias
T1	124	286 c	686 c
T2	118	404 b	748 b
T3	125	428 a	859 a
<b>CV (%)</b>	4,9344	17,56	9,9626
<b>p</b>	0,2617	0,0001	0,0001

Médias seguidas de letras diferentes minúsculas (coluna) indicam diferença estatística.

Da mesma forma DESPINS & AXTELL (1995) avaliaram o comportamento alimentar e o crescimento de frangos de corte alimentados com cascudinhos e observaram que as aves que se alimentaram excessivamente de larvas apresentaram diferença significativa no ganho de peso (173 g) quando comparadas àquelas que se alimentaram exclusivamente com ração. Os autores verificaram e notificaram que mesmo depois do retorno a ração, as aves não recuperaram o peso. Algumas observações também foram observadas, como sinais de estresse, vocalização acentuada, e a movimentação das aves sobre a gaiola, que precisavam

de uma combinação de curtos passos movendo o corpo de um lado para outro e agitando as asas durante o período de alimentação com larvas.

Os tratamentos não afetaram a mortalidade no período analisado.

Estes resultados mostram que há um significativo prejuízo econômico quando da ocorrência de grandes infestações de *A. diaperinus*, pois as aves preferirão ingerir os insetos e larvas ao invés da ração.

### **Análise microbiológica**

Os resultados da análise microbiológica estão representados na Tabela 4.

Ocorreu a presença de *Salmonella* nos adultos e larvas de cascudinhos, e estes misturados a cama, demonstrando que a fase larval apresenta mais unidades formadoras de colônia (UFC). Ocorreu também a presença de mesófilos, apresentando mais UFC nos adultos e larvas.

TABELA 4 – RESULTADO DA ANÁLISE MICROBIOLÓGICA DE ADULTOS E LARVAS DE CASCUDINHOS.

<b>Cascudinho</b>	<b><i>Salmonella</i> UFC/g</b>	<b>Mesófilos UFC/g</b>
Adulto	70.929	56.000.000
Larva	183.636	56.000.000
Adulto, larva e cama aviária	43.429	40.716.666

Esses resultados mostram que a presença de *A. diaperinus* (adultos e larvas) representa um grande risco de contaminação por *Salmonella* as aves.

### **Análise da ração, dos cascudinhos e das excretas**

A ração fornecida as aves apresentou 90% de matéria seca (MS), 22,37% de proteína bruta (PB), 4,80% de resíduo mineral (RM), 0,95 de cálcio (Ca) e 0,65 de fósforo (P). Os cascudinhos, adulto e larva, apresentam 36,45% MS, 64,22% PB, 4,66% RM, 0,22% Ca e 0,80% P.

A análise visual das excretas coletadas nos tratamentos que receberam os cascudinhos (T1 e T2) apresentaram-se úmidas, de coloração preta, com aspecto de material indigesto e presença de exoesqueleto de adultos e larvas do cascudinho. Esses achados corroboram aqueles encontrados por DESPINS & AXTELL (1995),

que verificaram que as fezes de frangos de corte alimentados com cascudinhos apresentaram-se úmidas e inteiras, com a presença de cutícula larval nas mesmas. O exoesqueleto é constituído em grande maioria por quitina, que é um polissacarídeo, insolúvel e córneo; o restante do corpo do inseto é composto por gordura e proteína, mas todos apresentam baixa digestibilidade, e grande quantidade de água.

A Tabela 5 demonstra que as excretas das aves oriundas do Tratamento 1 apresentou maior teor de proteína bruta ( $p < 0,05$ ) em relação aos demais. O alto teor de proteína bruta (54,589%), encontrada nesse tratamento deve-se ao fato de que os cascudinhos adultos e larvas apresentam alto teor de proteína bruta (64,22%), e que provavelmente grande parte dessa proteína calculada, através da presença de nitrogênio, pode ser de origem não protéica. Este nitrogênio calculado, de origem não protéica, pode ser proveniente da quitina já em que sua estrutura ocorre a presença de dois nitrogênios como observado na Figura 1.

TABELA 5 – ANÁLISE DA MATÉRIA SECA (MS), PROTEÍNA BRUTA (PB), RESÍDUO MINERAL (RM), CÁLCIO (Ca) E FÓSFORO (P) (%) ENCONTRADA NAS EXCRETAS DOS FRANGOS DE CORTE POR TRATAMENTO.

Tratamento	MS	PB	RM	Ca	P
T1	97,035	54,589a	10,210c	0,8959b	0,9187c
T2	96,997	31,282b	12,555b	1,7575a	1,1088b
T3	96,593	29,253b	13,183a	1,7912a	1,3475a
CV%	0,41	30,94	11,44	31,36	17,05
<b>p</b>	0,0461	0,00001	0,00001	0,00001	0,00001

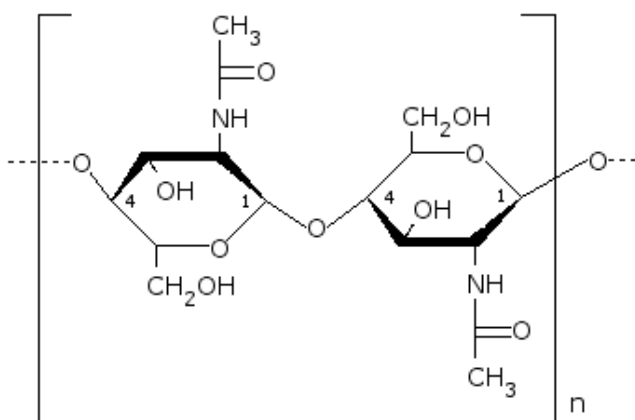


Figura 1 – Estrutura molecular da quitina.

O exoesqueleto, por apresentar estrutura cornificada, pode lesionar a mucosa gastrointestinal, interferindo na absorção dos nutrientes pelo intestino já nas primeiras semanas de vida das aves. Isso explica o motivo pelo qual as aves dos Tratamentos 1 e 2 não obtiveram o melhor ganho de peso, quando comparadas ao T3, ao serem realimentadas com ração. O Tratamento 1 foi aquele com mais baixo teor de resíduo mineral, cálcio e fósforo quando comparados aos Tratamento 2 e 3 (Tabela 5).

Ao observar os resultados dos Tratamentos 2 e 3, é possível verificar que o Tratamento 2, com livre escolha entre os cascudinhos e ração, apresentou menor teor de resíduo mineral e fósforo em relação ao Tratamento 3, que recebeu ração durante todo o período do experimento. A análise dos cascudinhos, adultos e larvas, demonstrou baixos teores de Ca (0,22%) e P (0,80%) não sendo suficiente para as aves, além de a quantidade ser menor pode ainda não ser disponível.

Os baixos teores de resíduo mineral, cálcio e fósforo encontrados nas análises realizadas com nas excretas dos Tratamentos 1 e 2, demonstrou que os cascudinhos na alimentação de frangos de corte provocaram um desequilíbrio nutricional e um menor desenvolvimento geral das aves, o que acarretou em perda de peso como observado no osso do fêmur (Figura 2).

### **Necropsia**

A necropsia foi realizada no 11<sup>o</sup> dia de vida, fez-se a análise visual e registro fotográfico do trato gastrointestinal (Figuras 3 -11).

No Tratamento 1, as aves necropsiadas apresentaram papo e moela com coloração marrom escura, lesões (descamação, petéquias) e presença de cascudinhos adultos e larvas vivos (Figuras 3 e 4); no duodeno e no jejuno, insetos mortos e inteiros; alimento não digerido ao longo do intestino (Figuras 5, 6, 7). Os rins apresentaram-se hipercongestos. As aves do Tratamento 2 apresentaram alimento não digerido na moela (Figura 8) e íleo (Figura 9); gases nos cecos e icterícia no fígado. As aves do Tratamento 3 não apresentaram nenhum tipo de lesão ou anormalidade no sistema gastrointestinal (Figura 10 e 11).

Com relação à parte óssea, foi observado que o fêmur do Tratamento 1 se apresentou menor tanto no comprimento como no diâmetro quando comparados aos fêmures dos tratamentos 2 e 3 (Figura 2). Isso pode estar correlacionado aos baixos

teores de Ca e P, que são responsáveis pela constituição óssea, que não apresentaram disponibilidade adequada para o crescimento das aves.

As lesões (descamação, petéquias) no duodeno e jejuno encontradas nos Tratamentos 1 e 2, foram provocadas provavelmente pela presença de cascudinhos adultos e larvas na alimentação dessas aves. O exoesqueleto desses insetos não digerido provoca lesões na mucosa do sistema gastrointestinal e abre portas para a instalação de patógenos. Deve levar em conta que os adultos e larvas de cascudinhos, fornecidos as aves, tinham a presença de *Salmonella* como verificado na análise microbiológica. CHERNAKI-LEFFER *et al.* (2002), SEGABINAZI *et al.* (2005) e VITTORI *et al.* (2007) relataram que esses insetos são possíveis veiculadores de uma gama de enterobactérias, tanto interna como externamente.



Figura 2 - Fêmures de aves oriundas dos Tratamentos 1 (lado esquerdo) e 3 (lado direito).



Figura 3 - Moela de ave oriundas do Tratamento 1



Figura 4 – Moela de ave oriundas do Tratamento 1



Figura 5 - Intestino de ave oriundas do Tratamento 1



Figura 6 - Jejuno de ave oriundas do Tratamento 1



Figura 7 - Intestino aberto de ave oriundas do Tratamento 1



Figura 8 - Moela de ave oriundas do Tratamento 2



Figura 9 - Intestino de ave oriundas do Tratamento 2



Figura 10 - Moela de ave oriundas do Tratamento 3



Figura 11 - Intestino de ave oriundas do Tratamento 3

## CONCLUSÃO

A presença dos cascudinhos adultos e/ou larvas na alimentação de frangos de corte, provoca um desequilíbrio nutricional com depressão no crescimento e no peso das aves.

O exoesqueleto dos insetos provoca lesões, como descamação e petéquias na mucosa do trato gastrointestinal, as quais interferem na absorção de nutrientes e abrem portas para instalação de microorganismos.

## REFERÊNCIAS

BRASIL. MAPA, Instrução Normativa nº6 publicada em 26 de agosto de 2003.

BRASIL. Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal. São José do Rio Preto: SINDIRAÇÕES/ANFAL, 2005. 204p.

CASAS, E. DE LAS; B. S. POMEROY, E P. K. HAREIN. Infection and Quantitative recovery of *Salmonella typhimurium* and *Escherichia coli* from within the lesser mealworm, *Alphitobius diaperinus* (Panzer). **Poultry Science** v. 47, p. 1871-1875, 1968.

CHERNAKI-LEFFER, A. M., S. M. BIESDORF, L. M. ALMEIDA, E. V. B. LEFFER, e VIGNE, F. Isolamento de Enterobactérias em *Alphitobius diaperinus* e na cama de aviários no Oeste do Estado do Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**. v 4, n. 3, p. 243-247, 2002.

DESPINS, J.; J. R. TURNER, E P. L. RUSZLER. Construction profiles of high rise caged layer houses in association with insulation damage caused by the Lesser Mealworm, *Alphitobius diaperinus* (Panzer) in Virginia. **Poultry Science** v. 66, p. 243-250, 1987.

DESPINS, J. L., E R. C. AXTELL. Feeding behavior and growth of broiler chicks fed larvae of the darkling beetle, *Alphitobius diaperinus*. **Poultry Science** v. 74, p. 331-336, 1995.

GOODWIN, M. A., E W. D. WALTMAN. Transmission of *Eimeria*, viruses, and bacteria to chicks: darkling beetles (*Alphitobius diaperinus*) as vectors of pathogens. **Journal of Applied Poultry Research** v. 5, p. 51-55, 1996.

LESCHEN, R. A. B., E C. D. STEELMAN. *Alphitobius diaperinus* (Coleoptera:Tenebrionidae) larva and adult mouthparts. **Entomological News** v. 99, n. 4, p. 221-224, 1988.

MCALLISTER, J. C., C. D. STEELMAN, L. A. NEWBERRY, E J. K. SKEELES. Isolation of infectious bursal disease virus from the lesser mealworm, *Alphitobius diaperinus* (Panzer). **Poultry Science** v. 74, p. 45-49, 1995.

National Research Council (NRC). **Nutrient Requirements of Poultry**. 9 ed. Washington: National Academic Press; 1994.

SEGABINAZI, S. D. S., M. L. FLORES, A. SILVA BARRETOS, G. JACOBSEN, E R. D. ELTZ. Bactérias da família enterobacteriaceae em *Alphitobius diaperinus* oriundos de granja avícolas dos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. **Acta Scientiae Veterinariae** v. 33, n. 1, p. 51-55, 2005.

SILVA, N; JUNQUEIRA, V.C.A.; SILVEIRA, N.F.A. **Microbiologia de Alimentos**. Ed. Varela. São Paulo, 1997.

VAUGHAN, J. A.; E. C. TURNER, E P. L. RUSZLER. Infestation and damage of poultry house insulation by the lesser mealworm, *Alphitobius diaperinus* (Panzer). **Poultry Science** v. 63, p. 1094 –1100, 1984.

VITTORI, J., P. SCHOCKEN-ITURRINO, K. P. TROVÓ, C. A. M. RIBEIRO, G. G. BARBOSA, L. MELO DE SOUZA, E C. P. PIGATTO. *Alphitobius diaperinus* como veiculador de *Clostridium perfringens* em granjas avícolas do interior paulista – Brasil. **Ciência Rural** v. 37, n. 3, p. 894-896, 2007.

### **CAPÍTULO III**

**Efeito de diferentes terras diatomáceas na mortalidade de *Alphitobius diaperinus* (PANZER, 1797) (Coleoptera, Tenebrionidae).**

**RESUMO**

Um dos problemas enfrentados pelos produtores avícolas é a infestação do coleóptero, *Alphitobius diaperinus* (cascudinho). Atualmente o controle é realizado através de produtos químicos, mas até o momento não há nenhum método de controle eficaz e seguro, devido a isto este trabalho objetivou avaliar a eficiência de três diferentes terras diatomáceas (TD) na mortalidade de larvas e adultos de *Alphitobius diaperinus*. As TDs foram codificadas como MI, CO e CM. A MI apresenta quatro amostras que correspondem a diferentes mantos (camadas) da mina (MI-MD1, MI-MD2, MI-MD3, MI-MD4). Das minas CO e CM somente uma amostra de cada foi retirada em virtude dessas minas apresentarem uma única camada. Em placas de petri foram acondicionados 20 adultos (não sexados) e 20 larvas (de mesmo instar), que receberam manualmente 0,0063 g/cm<sup>2</sup> de cada uma das seis amostras das TDs. Após 48 e 96 horas a taxa de mortalidade foi contabilizada. As amostras provenientes da mina MI mostraram-se mais eficientes contra adultos que as demais, destacando-se a MI-MD1 (98% de mortalidade). Quanto a mortalidade das larvas, todas as TDs mostraram-se eficientes, não apresentando diferença significativa, exceto pela CM. Em resposta ao tempo de tratamento, quanto maior o tempo de exposição à TD, maior a mortalidade de adultos e larvas. Adultos mortos pela TD MI-MD1 foram dissecados, e observou-se uma redução na massa corpórea na região abdominal sob os élitros e abrasão no exoesqueleto. Através destes resultados, pode-se concluir que a TD é uma alternativa no controle do cascudinho de forma natural e atóxico as aves e ao meio ambiente.

**Palavras-chaves:** *Alphitobius diaperinus*, cascudinho, controle, terra diatomácea.

**Effect of different diatomaceous earth in mortality from *Alphitobius diaperinus*  
(PANZER, 1797) (Coleoptera, Tenebrionidae).**

**ABSTRACT**

One of the problems faced by poultry producers is the infestation of coleopterans, *Alphitobius diaperinus* (dark beetle). In these days, the control is done through chemical, but there isn't an effective method to control and secure. Because of that, this study evaluated the effectiveness of three different diatomaceous earth (DE) on mortality of larvae and adults of *Alphitobius diaperinus*. The DEs were coded as MI, CO and CM. The MI features four samples that correspond to different mantles (layers) of mine (MI-MD 1, 2, 3, 4). From CO and CM only one sample of each was withdrawn because of these mines present a single layer. In petri dishes were placed 20 adults (not sexed) and 20 larvae (the same stage), who received manually 0.0063 g/cm<sup>2</sup> of each one of the six samples of DEs. After 48 and 96 hours, the mortality rate was recorded. Samples from the mine MI were more efficient against the other adults, especially the MI-MD1 (98% of mortality). As the mortality of the larvae, all TDs were effective, with no significant difference, except for the CM. In response to the time of treatment, the greater exposure time to DE, the higher the mortality of adults and larvae. Adults killed by the DE -MI MD1 were dissected, and there was a reduction in body mass in the abdominal region under the elytra and abrasion in exoskeleton. This results conclude that DE is natural and nontoxic alternative to control dark beetle without damage to broilers and the environment.

**Key words:** *Alphitobius diaperinus*, control, diatomaceous earth, dark beetle.

## INTRODUÇÃO

*Alphitobius diaperinus* (Panzer, 1797) (Coleóptera, Tenebrionidae), conhecido popularmente por cascudinho, é um inseto originalmente associado a produtos armazenados e, que, provavelmente migrou para os aviários através do alimento ou de fazendas vizinhas que estocavam alimentos (WALLACE *et al.*, 1985).

Nas últimas décadas, vem sendo assinalado como uma das mais importantes pragas em aviários do mundo todo, em função da importância sanitária e econômica que representa em tais agroecossistemas (LESCHEN & STEELMAN, 1988).

Estes insetos estão associados à disseminação de patógenos às aves, sendo considerados reservatórios de uma gama de enterobactérias (CHERNAKI LEFFER *et al.*, 2002), vírus (MCALLISTER *et al.*, 1995), protozoário *Eimeria* (GOODWIN & WALTMAN, 1996) e fungos (CASAS *et al.*, 1968) que por sua vez causam imunossupressão nas aves, podendo levá-las a morte. Provocam danos nas instalações avícolas, destruindo a proteção de poliuretano usada para isolamento térmico dos galpões em países de clima frio (VAUGHAN *et al.*, 1984; DESPINS *et al.*, 1987). No Brasil, há registro de danos similares na estrutura de madeira que compõem as gaiolas. Outro fator prejudicial é a substituição da ração balanceada por larvas e adultos do coleóptero, o que compromete a conversão alimentar e provoca uma redução no peso, causando uma desuniformidade no lote e grandes perdas econômicas na avicultura (DESPINS & AXTELL, 1995).

O controle dessa praga é considerado difícil, pois seus inimigos naturais são poucos conhecidos, e até os dias de hoje não existe nenhum método de controle eficiente e seguro. Os químicos usados no controle são de difícil aplicação, devido aos ambientes habitados por estes insetos, como o solo, os locais de alta quantidade matéria orgânica (excreta, ração, cepilho), entre as cortinas e as frestas dos galpões, que, em função dessas condições, não permanecem resistentes por um tempo prolongado. Normalmente, resultados pouco expressivos estão relacionados à inadequada aplicação do produto (ARENDS, 1987). Outra desvantagem é que os químicos deixam resíduos na carcaça das aves tornando uma barreira comercial de exportação, já que a União Européia não permite o seu uso.

Trabalhos visando o controle de *A. diaperinus* vêm sendo desenvolvidos com nematóides (ALVES *et al.*, 2005), fungos entomopatogênicos (SILVA *et al.* 2006), e terra diatomácea (ALVES *et al.*, 2006).

A terra diatomácea (TD), muito usada no controle de pragas de grãos armazenados (STATHERS *et al.*, 2002), é um pó inerte composto por carapaças de algas diatomáceas fossilizadas (GOODWIN, 1923), formadas principalmente por sílica, e que não apresenta toxicidade. Sua ação contra os insetos é física, agindo através da abrasão da epicutícula, o que leva a morte do inseto por dessecação.

O uso de TD apresenta vantagens sobre os inseticidas químicos, pois não são tóxicos, não deixam resíduos tóxicos nos grãos tratados, além de ser facilmente removido. Devido o controle, desta praga, ser considerado difícil, a existência de poucos estudos em relação ao uso da TD no controle do cascudinho, e a variedade de características das TDs influenciarem na eficiência inseticida, este estudo tem por objetivo avaliar a eficiência de três diferentes terras diatomáceas na mortalidade de larvas e adultos de *Alphitobius diaperinus* e verificar o modo de ação da terra diatomácea.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Larvas e adultos de *Alphitobius diaperinus* foram obtidos em aviários comerciais e encaminhados ao laboratório. Em caixas plásticas contendo cama foram criados. E semanalmente a cama foi umedecida com água e disponibilizado ração para frangos aos insetos.

As terras diatomáceas (TDs) foram fornecidas pela empresa Minerales Patagônicos Ltda localizada na cidade de Cipoletti (Argentina). Foram testadas seis diferentes amostras de TD extraídas de três minas diferentes, codificadas como MI, CO e CM. A MI apresenta quatro amostras que correspondem a diferentes mantos (camadas) da mina (MI-MD1, MI-MD2, MI-MD3, MI-MD4). Das minas CO e CM somente uma amostra de cada foi retirada em virtude dessas minas apresentarem uma única camada. Cada uma das amostras obtidas possui dois tipos de granulações, 0,5 e 3 mm.

As terras diatomáceas das minas MI-MD1, MI-MD2, MI-MD3, MI-MD4 (0,5 e 3 mm) são provenientes de água continental e apresentam-se constituídas

predominantemente por células intactas, bem como por fragmentos de algas diatomáceas cêntricas e raras penadas (Tabela 1).

As terras diatomáceas das minas CO e CM (0,5 e 3 mm) são também provenientes de água continental e estão constituídas por células intactas e fragmentos de algas diatomáceas diversificadas, principalmente do grupo das penadas (Tabela 1). Na CO, ocorreu uma maior densidade de células, fragmentos de maiores dimensões e inúmeras frústulas íntegras com dimensões entre 20 e 60µm quando comparada a CM.

TABELA 1. PORCENTAGEM DE ALGAS DIATOMÁCEAS CÊNTRICAS E PENADAS EM DIFERENTES MINAS DE TERRA DIATOMÁCEA (MI, CO E CM) POR GRANULAÇÃO (0,5 E 3 MM).

Minas– amostras/ granulação		Algas cêntricas (%)	Algas penadas (%)
MI-MD1	0,5 mm	99	1
	3 mm	94,6	5,4
MI-MD2	0,5 mm	99,2	0,8
	3 mm	94,3	5,7
MI-MD3	0,5 mm	86,9	13,1
	3 mm	87,7	12,3
MI-MD4	0,5 mm	99,5	0,5
	3 mm	95,2	4,8
CO	0,5 mm	28,8	71,2
	3 mm	45,1	54,9
CM	0,5 mm	42,8	57,2
	3 mm	35,7	64,3

Há a presença de 10 gêneros de algas diatomáceas. No grupo das algas cêntricas, *Aulacoseira* foi o único gênero encontrado. Diferente das cêntricas, uma maior diversidade de gêneros foi assinalado entre as penadas, destacando-se *Fragilaria* por estar presente em todas as minas (Tabela 2).

TABELA 2. GÊNEROS DE ALGAS DIATOMÁCEAS ENCONTRADOS EM DIFERENTES MINAS DE TERRA DIATOMÁCEA (MI, CO E CM) POR GRANULAÇÃO (0,5 E 3 MM).

Minas- amostras/ granulação	Gêneros	
	Algas cêntricas	Algas penadas
MI-MD1 0,5 mm 3 mm	<i>Aulacoseira</i>	<i>Fragilaria</i>
MI-MD2 0,5 mm 3 mm	<i>Aulacoseira</i>	<i>Fragilaria</i>
MI-MD3 0,5 mm 3 mm	<i>Aulacoseira</i> <i>Aulacoseira</i>	<i>Fragilaria</i> <i>Fragilaria, Gomphonema</i>
MI-MD4 0,5 mm 3 mm	<i>Aulacoseira</i> <i>Aulacoseira</i>	<i>Fragilaria</i> <i>Fragilaria, Cymbella</i>
CO	0,5 mm <i>Aulacoseira</i>	<i>Fragilaria, Gomphonema, Eunotia, Cymbella, Achnantidium, Melosira, Cyclotella, Tetracyclus</i>
	3 mm <i>Aulacoseira</i>	<i>Fragilaria, Gomphonema, Eunotia, Achnantidium, Tetracyclus</i>
CM	0,5 mm <i>Aulacoseira</i>	<i>Fragilaria, Gomphonema, Eunotia, Cymbella, Achnantidium, Navicula, Cyclotella, Tetracyclus</i>
	3 mm <i>Aulacoseira</i>	<i>Fragilaria, Gomphonema, Eunotia, Achnantidium, Tetracyclus</i>

Em relação à composição química há presença dos seguintes óxidos: sílica, alumínio, ferro, cálcio, potássio, sódio, magnésio, manganês, titânio e fósforo (Tabela 3). Destacando-se maior quantidade do óxido de sílica em todas as amostras de terra diatomácea. A composição mineralógica encontra-se na tabela 4 e pode-se observar a presença de montimorilonita e quartzo em todas as amostras de terra diatomácea, apenas a amostra proveniente da mina CO possui, além das citadas, a Albita.

TABELA 3. ANÁLISE QUANTITATIVA DOS ÓXIDOS ENCONTRADOS EM TERRAS DIATOMÁCEAS PROVENIENTES DE DIFERENTES MINAS (MI, CO E CM).

Minas - amostras	Porcentagem (%)									
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	MgO	MnO	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
MI-MD1	60,53	11,13	6,92	1,94	0,91	0,39	2,58	0,03	0,44	0,03
MI-MD2	63,58	11,39	3,76	1,96	0,91	0,62	2,37	0,03	0,47	0,04
MI-MD3	65,25	10,53	3,41	2	0,66	0,45	2,59	0,03	0,43	0,15
MI-MD4	65,58	9,8	3,86	1,75	0,68	0,38	2,52	2,52	0,39	0,02
CO	61,89	14,63	5,37	2	0,85	1,1	2,52	0,08	0,38	0,24
CM	75,31	6,93	3,61	1,09	0,11	0,64	1,25	1,18	0,28	0,03

TABELA 4. ANÁLISE QUALITATIVA DOS MINERAIS ENCONTRADOS EM TERRAS DIATOMÁCEAS PROVENIENTES DE DIFERENTES MINAS (MI, CO E CM).

<b>Minas - amostras</b>	<b>Mineral</b>
MI-MD1	Montimorilonita e Quartz
MI-MD2	Montimorilonita e Quartz
MI-MD3	Montimorilonita e Quartz
MI-MD4	Montimorilonita e Quartz
CO	Montimorilonita, Quartz e Albita
CM	Montimorilonita e Quartz

O bioensaio com os cascudinhos foi realizado em sala climatizada (25°C e 60% U.R.), do Departamento de Zoologia, da Universidade Federal do Paraná. Em placas de petri foram acondicionados 20 adultos (não sexados) e 20 larvas (de mesmo instar), que receberam manualmente 0,0063 g/cm<sup>2</sup> de cada uma das seis amostras das TDs. O delineamento experimental foi subparcela no tempo, contendo sete tratamentos, com cinco repetições cada. Um dos tratamentos serviu como testemunha onde nada foi aplicado. A taxa de mortalidade foi contabilizada após 48 horas e 96 horas da aplicação das TDs. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 1% de probabilidade.

Os adultos mortos de *A. diaperinus*, oriundos do tratamento com a TD mais eficaz, assim como da testemunha, foram dissecados e fotografados através da Lupa *Leica MZ16*, câmera *Leica DFC 500* e *software Auto-Montage Pro* (Syncroscopy) do Departamento de Zoologia e em microscopia eletrônica de varredura, ambos os procedimentos realizados na Universidade Federal do Paraná.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resultado do efeito das terras diatomáceas das minas MI-MD1, MI-MD2, MI-MD3, MI-MD4, CO e CM, com granulação de 0,5 mm, na mortalidade de adultos de *Alphitobius diaperinus* está representado na Tabela 5. Verifica-se que elas diferem estatisticamente entre si, e que as TDs da mina MI mostram-se mais eficientes no controle dos adultos de *A. diaperinus* quando comparada as demais, com destaque para a da MI-MD1 (15,9 mortos). Em resposta ao tempo de tratamento, quanto maior o tempo de exposição à TD maior a mortalidade (10 mortos em 96 horas). Em relação à interação entre a TD e o tempo de exposição, observa-se que em 96 horas de exposição não houve diferença significativa entre as TDs da MI-MD1 (19,6

mortos), MD2 (16 mortos), MD3 (17,4 mortos) e MD4 (17,4), apresentando diferença significativa quando comparadas com as TDs das minas CO (4 mortos), CM (1,4 mortos) e testemunha (0 mortos) (Tabela 5).

TABELA 5 – MORTALIDADE DE ADULTOS DE *ALPHITOBIOUS DIAPERINUS* EM FUNÇÃO DAS DIFERENTES AMOSTRAS DE TERRA DIATOMÁCEA (GRANULAÇÃO DE 0,5 MM) E DO SEU TEMPO DE EXPOSIÇÃO.

0,5 mm								
Tempo	MI-MD1	MI-MD2	MI-MD3	MI-MD4	CO	CM	Test.	Média
48 h	12,2 A b ± 3,27	3,8 BC b ± 3,63	6,2 B b ± 4,92	5,6B C b ± 5,77	1,0 BC b ± 1,41	1,0 BC a ± 1,22	0 C a ± 0	4,25 y ± 4,25
96 h	19,6 A a ± 0,89	16 A a ± 2,35	17,4 A a ± 1,82	17,4 A a ± 2,61	4,0 B a ± 2,55	1,4 B a ± 1,34	0 B a ± 0	10 x ± 8,59
Média	15,9 x ± 0,28	9,9 y ± 2,83	11,8 xy ± 1,84	11,5 z ± 1,84	2,5 z ± 11,17	1,2 z ± 12,59	0 z ± 0	

Médias seguidas de letras diferentes maiúsculas (linhas), minúsculas (coluna) indicam diferença estatística ( $p < 0,01$ , CV parcela= 46,06%, CV subparcela= 25,10%).

O resultado do efeito das terras diatomáceas das minas MI-MD1, MI-MD2, MI-MD3, MI-MD4, CO e CM, com granulação de 3 mm, na mortalidade de adultos de *Alphitobius diaperinus* está representado na Tabela 6. Pode-se constatar que elas também diferem estaticamente entre si, e que as TDs da mina MI mostram-se mais eficientes no controle dos adultos de *A. diaperinus*, com destaque para a da MI-MD1 (8,5 mortos) Assim como a granulação de 0,5 mm, quanto maior o tempo de exposição a TD, maior a mortalidade dos insetos (8,56 mortos em 96 horas) (Tabela 6).

TABELA 6 – MORTALIDADE DE ADULTOS DE *ALPHITOBIOUS DIAPERINUS* EM FUNÇÃO DAS DIFERENTES AMOSTRAS DE TERRA DIATOMÁCEA (GRANULAÇÃO DE 3 MM) E DO SEU TEMPO DE EXPOSIÇÃO.

3 mm								
Tempo	MI-MD1	MI-MD2	MI-MD3	MI-MD4	CO	CM	Test.	Média
48 h	2,2 A b ± 1,30	1,6 A b ± 0,89	2,6 A b ± 1,14	0,8 A b ± 0,45	0,6 A a ± 0,55	0 A a ± 0	0 A a ± 0	1,11 y ± 1,0
96 h	14,8 A a ± 2,77	9,4 C a ± 3,36	13,8 AB a ± 2,17	10,4 BC a ± 4,93	1,8 D a ± 1,92	1,2 D a ± 1,10	0 D a ± 0	7,34 x ± 6,2
Média	8,5 X ± 8,91	5,5 Y ± 5,52	8,2 XY ± 7,92	5,6 XY ± 6,79	1,2 Z ± 0,85	0,6 Z ± 0,85	0 Z ± 0	

Médias seguidas de letras diferentes maiúsculas (linhas), minúsculas (colunas) indicam diferença estatística ( $p < 0,01$ , CV parcela= 7,87%, CV subparcela= 6,52%).

Quanto mortalidade de larvas de *Alphitobius diaperinus* pode-se verificar o resultado do efeito das terras diatomáceas das minas MI-MD1, MI-MD2, MI-MD3, MI-MD4, CO e CM, com granulação de 0,5 mm, na Tabela 7. Constata-se que elas não diferem estaticamente entre si, exceto pela TD da mina CM, que por sua vez se difere do testemunha. Todas as TDs mostram-se eficientes no controle das larvas de *A. diaperinus*. Em resposta ao tempo de tratamento, quanto maior o tempo de exposição à TD, maior a mortalidade (17 mortos em 96 horas) (Tabela 7).

TABELA 7 - MORTALIDADE DE LARVAS DE *ALPHITOBIUS DIAPERINUS* EM FUNÇÃO DAS DIFERENTES AMOSTRAS DE TERRA DIATOMÁCEA (GRANULAÇÃO DE 0,5 MM) E DO SEU TEMPO DE EXPOSIÇÃO.

0,5 mm								
Tempo	MI-MD1	MI-MD2	MI-MD3	MI-MD4	CO	CM	Test.	Média
48 h	20 A a ± 0	20 A a ± 0	19,8 A a ± 0,45	19,8 A a ± 0,45	18,6 A a ± 1,67	13,2 B b ± 3,96	0 C a ± 0	15,9 Y ± 7,43
96 h	20 A a ± 0	20 A a ± 0	20 A a ± 0	20 A a ± 0	19,8 A a ± 0,45	19,2 A a ± 0,84	0 B a ± 0	17 X ± 7,50
Média	20 X ± 0	20 X ± 0	19,9 X ± 1,14	19,9 X ± 0,14	19,2 X ± 0,85	16,2 B ± 4,24	0 C ± 0	

Médias seguidas de letras diferentes maiúsculas (linhas), minúsculas (colunas) indicam diferença estatística ( $p < 0,01$ , CV parcela= 49,16%, CV subparcela= 46,40).

Quanto a mortalidade de larvas de *Alphitobius diaperinus*, pode-se constatar o resultado do efeito das terras diatomáceas das minas MI-MD1, MI-MD2, MI-MD3, MI-MD4, CO e CM, com granulação de 3 mm, na Tabela 8. Verifica-se que não há diferença significativa entre as TDs da MI-MD1 (20 mortos), MD2 (19,9 mortos), MD3 (19,9 mortos), MD4 (19,3 mortos), mas diferem quando comparadas a CO (14,5 mortos), CM (10,5 mortos) e testemunha (0 mortos). Todas as TDs revelam-se eficientes para controlar as larvas de *A. diaperinus*. Em resposta ao tempo de tratamento, quanto maior o tempo exposição à TD, maior a mortalidade (16,25 mortos em 96 horas).

TABELA 8 - MORTALIDADE DE LARVAS DE *ALPHITOBIOUS DIAPERINUS* EM FUNÇÃO DAS DIFERENTES AMOSTRAS DE TERRA DIATOMÁCEA (GRANULAÇÃO DE 3 MM) E DO SEU TEMPO DE EXPOSIÇÃO.

3 mm								
Tempo	MI-MD1	MI-MD2	MI-MD3	MI-MD4	CO	CM	Test.	Média
48 h	20 A a ± 0	19,8 A a ± 0,45	19,8 A a ± 0,45	18,6 A a ± 1,52	10 B b ± 2,35	6,2 C b ± 1,92	0 D a ± 0	13,48 Y ± 8,1
96 h	20 A a ± 0	20 A a ± 0	20 A a ± 0	20 A a ± 0	19 A a ± 0,71	14,8 B a ± 2,77	0 C a ± 0	16,25 X ± 7,4
Média	20 A ± 0	19,9 A ± 0,14	19,9 A ± 0,14	19,3 A ± 0,99	14,5 B ± 6,36	10,5 C ± 6,08	0 D ± 0	

Médias seguidas de letras diferentes maiúsculas (linhas), minúsculas (coluna) indicam diferença estatística ( $p < 0,01$ , CV parcela = 8,56%, CV subparcela = 7,52%).

As mais altas taxas de mortalidade, tanto em larvas como em adultos, foram obtidas da atuação das TDs de amostras provenientes da mina MI, o que pode estar correlacionado com a quantidade de algas diatomáceas encontradas na amostra. Nelas há uma maior quantidade de algas diatomáceas cêntricas do que penadas ocorrendo o inverso com as amostras provenientes das minas CO e CM. As algas diatomáceas cêntricas possuem em sua carapaça auréolas (poros) de maior tamanho, o que, possivelmente, estariam absorvendo água do corpo do inseto e acarretando a sua morte por dessecação; já as do tipo penada não apresentam auréolas de grande tamanho, e, portanto, não retêm água com tanta eficiência.

Em relação às granulações testadas, a que apresentou os melhores índices de controle para *A. diaperinus* foi a de 0,5 mm. Segundo Korunic (1998), a ação inseticida da TD depende de fatores chaves, como o tamanho médio das partículas, igual ou inferior a 10  $\mu\text{m}$ , e sua uniformidade, além da quantidade de óxido de sílica amorfa presente, os quais são responsáveis pela melhor eficácia no controle de insetos. PARKIN (1944) *apud* EBELING (1971) tratou grãos com pó inerte com diâmetros de partículas que variavam entre 0,5 a 15  $\mu\text{m}$  e encontrou em seus resultados que pós com 1,8  $\mu\text{m}$  foram efetivos no controle do coleóptero *Sitophilus granarius* (L.).

De acordo com os resultados encontrados, quanto maior o tempo de exposição dos insetos a TD, maior é a mortalidade. ATHANASSIOU *et al.* (2004) relataram à existência da relação direta do aumento da mortalidade de adultos dos coleópteros *Tribolium confusum* (Du Val), *Tenebrio molitor* L. e *Sitophilus oryzae* (L.) à medida que os mesmos foram expostos por mais tempo a TD, em condições de laboratório.

### Adultos dissecados

Na análise do corpo dos adultos pode-se observar uma maior aderência da TD na região ventral do inseto, principalmente, junto às articulações e as peças bucais, assim como a redução na massa corpórea na região abdominal sob os élitros (Figura 1A). Na figura 2A pode-se observar a abrasão no exoesqueleto causado pela ação da terra diatomácea. Segundo EBELING *et al.* (1966), pós inertes, como a terra diatomácea, se aderem à epicutícula dos insetos por carga eletrostática e atuam por abrasão e adsorção de lipídios epiculares. Conseqüentemente, os insetos morrem por desidratação quando cerca de 60% de água, ou 30% da massa corporal total é perdida. A superfície específica devido à porosidade das carapaças das algas diatomáceas é o que confere à terra diatomácea o referido efeito (EBELING, 1971).

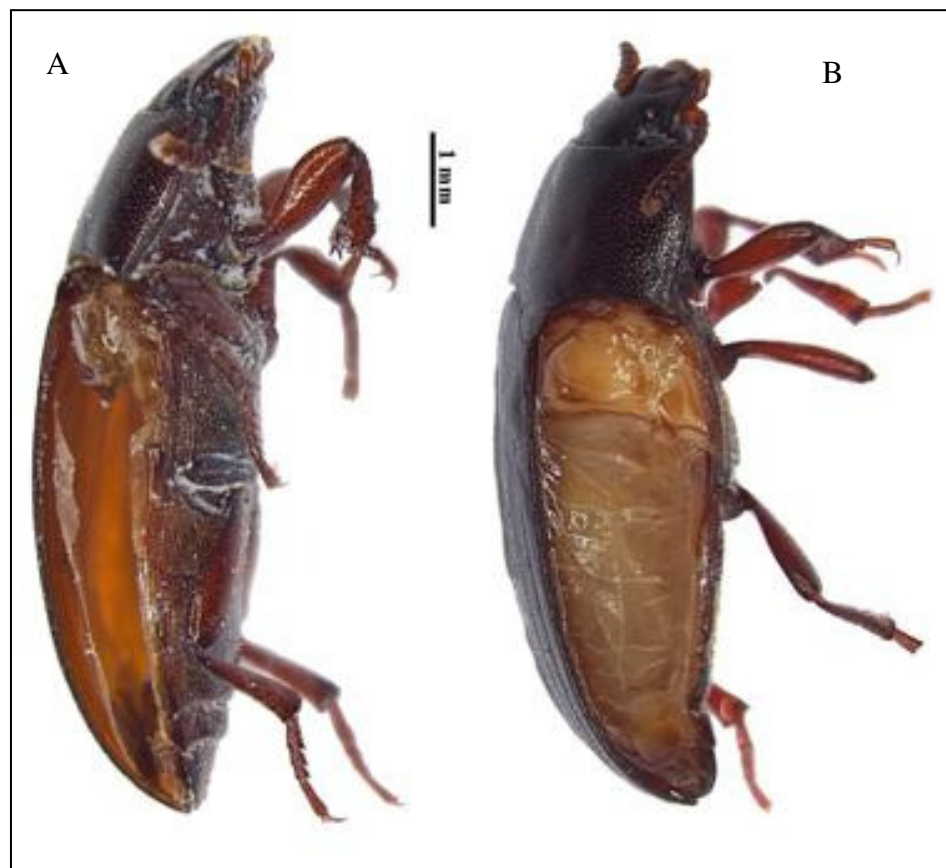


Figura 1 - Adultos de *Alphitobius diaperinus*: (A) tratado com a terra diatomácea da mina MI-MD1 e (B) testemunha na escala de 10:1 fotografias realizadas com foto estereomicroscópio.

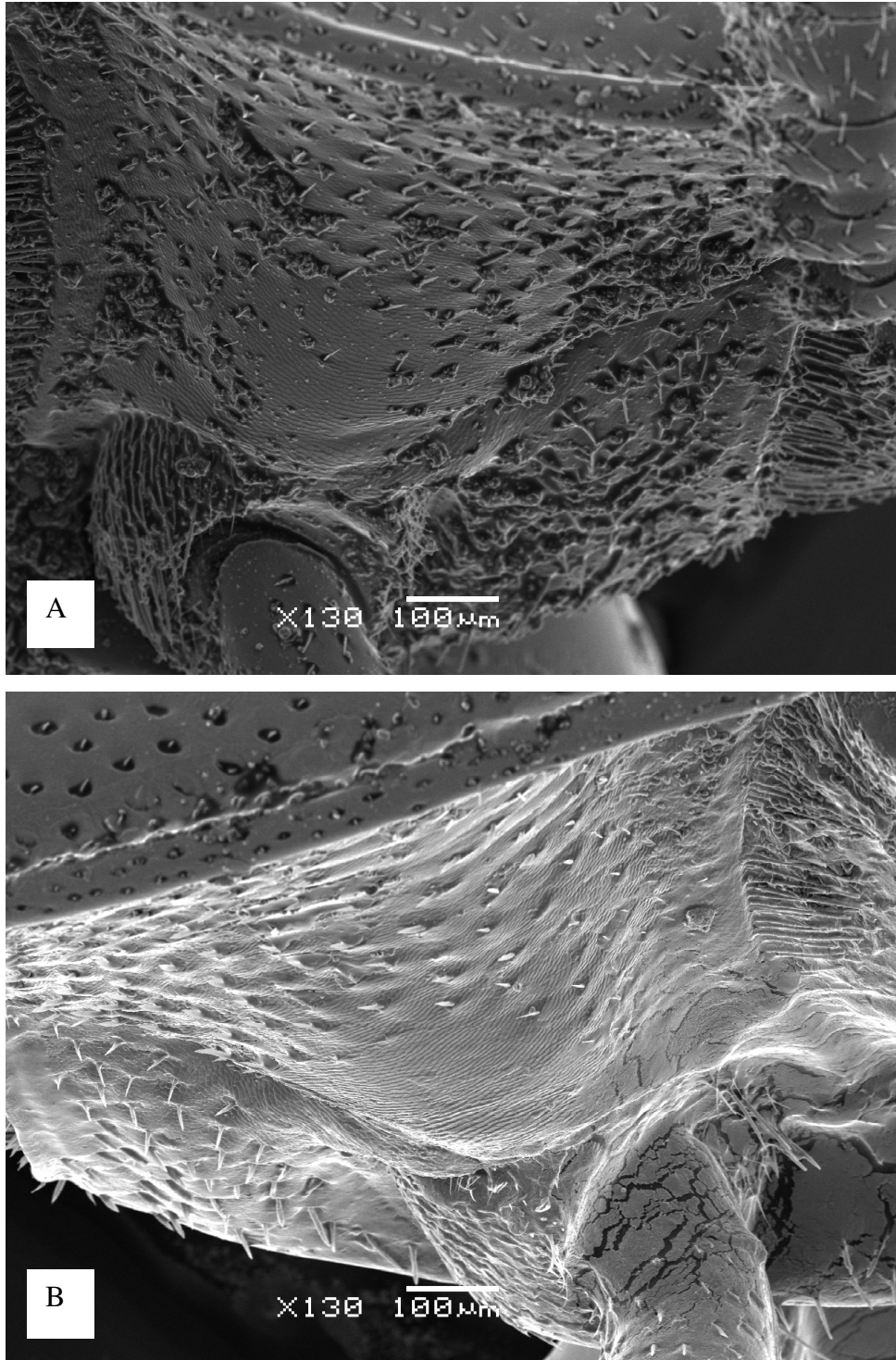


Figura 2 – Eletronmicrografias de varredura do detalhe do exoesqueleto de adultos de *Alphitobius diaperinus*: (A) tratado com a terra diatomácea da mina MI-MD1 (presença de abrasão) e (B) testemunha com aumento de 130 X.

## **CONCLUSÃO**

O uso da terra diatomácea em aviários de frango de corte é uma alternativa natural e atóxico, que não afetará as aves e nem as pessoas que virão a aplicar esse produto. Além do mais, por não deixar resíduo tóxico, como os inseticidas químicos comumente usados pelos produtores, estará contribuindo de forma importante e fundamental para a preservação do meio ambiente.

## REFERÊNCIAS

- ALVES, L. F. A.; BUZARELLO, G. D.; OLIVEIRA, D. G. P.; ALVES, S. B. Ação da terra de diatomácea contra adultos do cascudinho *Alphitobius diaperinus* (Panzer, 1797) (Coleoptera: Tenebrionidae). **Arquivos do Instituto Biológico** v. 73, n. 1, p. 115-118, 2006.
- ALVES, L. F. A.; ROHDE, C.; ALVES, V. S. Patogenicidade de *Steinernema glaseri* e *S. carpocapse* (Nematoda: Rhabdita) contra o cascudinho, *Alphitobius diaperinus* (Panzer) (Coleoptera: Tenebrionidae) **Neotropical Entomology** v. 34, n.1, p. 139 – 141, 2005.
- ARENDS, J. J. Control, management of the litter beetle. **Poultry Digest** v. 28, 1987.
- ATHANASSIOU, C. G., KAVALLIERATOS, N. G., ANDRIS, N. S. Insecticial effect of three diatomaceous earth formulations against adults of *Sithophilus oryzae* (Coleoptera: Curculionidae) and *Tribolium confusum* (Coleoptera: Tenebrionidae) on Oat, Rye, and Triticale. **Journal of Economic Entomology** v. 97, n. 6, p. 2160-2167, 2004.
- CASAS, E. DE LAS; B. S. POMEROY, E P. K. HAREIN. Infection and Quantitative recovery of *Samonella typhimurium* and *Escherichia coli* from within the lesser mealworm, *Alphitobius diaperinus* (Panzer). **Poultry Science** v. 47, p. 1871-1875, 1968.
- CHERNAKI-LEFFER, A. M.; BIESDORF, S. M.; ALMEIDA, L. M.; LEFFER, E. V. B.; VIGNE, F. Isolamento de enterobactérias em *Alphitobius diaperinus* e na cama de aviários no Oeste do Estado do Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Ciência Avícola** v. 4, n. 3, p. 243-247, 2002.
- DESPINS, J. L.; TURNER, E. G., JR.; RUSZLER, P. L. Construction profiles of high rise caged layer houses in association with insulation damage caused by the lesser mealworm, *Alphitobius diaperinus* (Panzer) in Virginia. **Poultry Science** v. 66, p. 243 – 250, 1987.
- DESPINS, J. L.; AXTELL, R. C. Feeding behavior and growth of broiler chicks fed larvae of the darkling beetle, *Alphitobius diaperinus*. **Poultry Science** v. 74, p. 331-336, 1995.
- EBELING, W. Sorptive dust for pest control. **Annual Review of Entomology** v. 16, p. 123-158, 1971.
- EBELING, W.; WAGNER, R.E.; REIERSON, D. A. Influence of repellency on the efficacy of blatticides. I.. Learned modification of behavior of the German cockroach. **Journal Economic Entomology** v. 59, p. 1374-1388, 1966.
- GOODWIN, N. Say “Diatomaceous Earth”. **Industrial and engineering chemistry** v. 97, 1923.

GOODWIN, M. A.; WALTMAN, W. D. Transmission of *Eimeria*, viruses, and bacteria to chicks: darkling beetles (*Alphitobius diaperinus*) as vectors of pathogens. **Journal of Applied Poultry Research** v. 5, p. 51-55, 1996.

KORUNIC, Z. Review. Diatomaceous Earth, a group of natural insecticides. **Journal Stored Product Research** v. 34, n. 23, p. 87-97, 1998.

LESCHEN, R. A. B., STEELMAN, C. D. *Alphitobius diaperinus* (Coleoptera:Tenebrionidae) larva and adult mouthparts. **Entomological News** v. 99, n. 4, p. 221-224, 1988.

MCALLISTER, J. C.; STEELMAN, C. D.; NEWBERRY, L. A.; SKEELES, J. K. Isolation of infectious bursal disease virus from the lesser mealworm, *Alphitobius diaperinus* (Panzer). **Poultry Science** v. 74, p. 45-49, 1995.

SILVA, A. S.; QUINTAL, A. P. N.; MONTEIRO, S. G.; DOYLE, R. L.; SANTURIO, J. M.; BITTENCOURT, V. E. P. Ação do fungo *Beauveria bassiana*, isolado 986, sobre o ciclo biológico do cascudinho *Alphitobius diaperinus* em laboratório. **Ciência Rural** v. 36, n. 6, p.1944-1947, 2006.

STATHERS, T. E.; CHIGARIO, M.; MVUMI, M.; MVUMI, B.M.; GOLOB, P. Small-scale farmer perception of diatomaceous earth products as potential stored grain protectants in Zimbabwe. **Crop Protection** v. 21, p. 1049-1060, 2002.

WALLACE, M. M. H.; WINKS, R. G.; VOESTERMANS, J. The use a beetle, *Alphitobius diaperinus* (Panzer) (Coleoptera: Tenebrionidae) for the biological control of poultry dung in high-rise layer houses. **The Journal of the Australian Institute of Agricultural Science** v. 51, n. 3, p. 214-219, 1985.

VAUGHAN, J. A.; TURNER, E. C.; RUSZLER, P. L. Infestation and damage of poultry house insulation by the lesser mealworm, *Alphitobius diaperinus* (Panzer). **Poultry Science** v. 63, p. 1094 –1100, 1984.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base em nossos estudos pudemos observar e constatar que a presença de infestações de cascudinhos em aviários é um risco as aves, pois estes insetos se apresentam como veiculadores de bactérias deixando as aves suscetíveis a doenças que causam imunossupressão e comprometem negativamente o seu desenvolvimento por causar um desequilíbrio no ganho de peso de aproximadamente 12,92% daqueles animais que se alimentam apenas de ração. Quando levamos estes resultados para a agroindústria este valor é altamente significativo, pois uma empresa de porte médio com abate diário de 100.000 aves/dia, com peso médio de 2,6 Kg por ave abatida este desequilíbrio corresponde a 33.592kg de carne que a empresa deixa de processar, se considerar o preço do frango vivo de R\$ 1,80 Kg, isto representa um prejuízo de aproximadamente de R\$ 60.465,00 por dia de abate O prejuízo exato das agroindústria é difícil de ser calculado, uma vez que o custo de produção é fator competitivo e sigiloso.

O uso de inseticidas químicos para controle de pragas na avicultura, pode deixar resíduos na carne do frango, o que impossibilita a exportação para a União Européia, que é um dos maiores mercados consumidores dos produtos brasileiros. Neste caso para cumprimento as exigências da União Européia são necessárias à utilização de inseticidas que não deixem resíduos, como por exemplo, os naturais, devido a isto a busca de novos produtos, não químicos, é atualmente o foco das pesquisas mundiais.

Através dos resultados obtidos com nossos estudos a terra diatomácea se mostrou um produto de fácil aplicação, atóxico aos animais e ambiente, e, eficiente no controle do cascudinho, atendo as necessidades do mercado, principalmente nas produções destinados a exportação para União Européia.