

UNIVERSIDADE BRASIL

Programa de Pós Graduação em Produção Animal, Campus Descalvado – SP

WILLIAN QUEIROZ

USO DE FOSFETO DE ALUMÍNIO COMO CONTROLE ALTERNATIVO
DE *Alphitobius diaperinus* EM CAMA DE FRANGO DE CORTE

USE OF ALUMINUM PHOSPHITE AS ALTERNATIVE CONTROL OF *Alphitobius*
diaperinus IN BROILER LITTER

Descalvado, SP

2020

Willian Queiroz

USO DE FOSFETO DE ALUMÍNIO COMO CONTROLE ALTERNATIVO DE
Alphitobius diaperinus EM CAMA DE FRANGO DE CORTE

Orientador: Prof. Dr. Vando Edésio Soares

Coorientadora: Profa. Dra. Sarah Sgavioli

Dissertação de Mestrado apresentado ao Programa de Pós Graduação em
Produção Animal da Universidade Brasil, como complementação dos créditos
necessários para obtenção do título de Mestre em Produção Animal.

Descalvado – SP

2020

FICHA CARTOGRÁFICA

Q48a QUEIROZ, Willian
Uso de Fosfeto de Alumínio como controle alternativo de
Alphitobius Diaperinus em cama de frango de corte / Willian
Queiroz. -- São Paulo, 2020.
46 f.: il. color.

Dissertação de Mestrado defendida no Programa de Pós-
graduação do Curso de Produção Animal da Universidade
Brasil.

Orientação: Prof. Dr. Vando Edésio Soares.

Coorientação: Profa. Dra. Sarah Sgavioli.

1. Fosfeto de Alumínio. 2. Insetos. 3. Alphitobius
Diaperinus. I. Soares, Vando Edésio. II. Título.

CDD 636.08



Termo de Autorização

Para Publicação de Dissertações e Teses no Formato Eletrônico na Página WWW do Respectivo Programa da Universidade Brasil e no Banco de Teses da CAPES

Na qualidade de titular(es) dos direitos de autor da publicação, e de acordo com a Portaria CAPES no. 13, de 15 de fevereiro de 2006, autorizo(amos) a Universidade Brasil a disponibilizar através do site <http://universidadebrasil.edu.br/portal/cursos/ppgpa/>, na página do respectivo Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu*, bem como no Banco de Dissertações e Teses da CAPES, através do site <http://bancodeteses.capes.gov.br>, a versão digital do texto integral da Dissertação/Tese abaixo citada, para fins de leitura, impressão e/ou *download*, a título de divulgação da produção científica brasileira.

A utilização do conteúdo deste texto, exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, fica condicionada à citação da fonte.

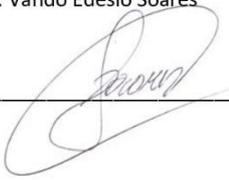
Título do Trabalho: **“Uso de fosfato de alumínio como controle alternativo de *Alphitobius diaperinus* em cama de frango de corte”**

Autor(es):

Discente: Willian Queiroz

Assinatura: _____ 

Orientador: Prof. Dr. Vando Edésio Soares

Assinatura: _____ 

Data: 28 de abril de 2020.



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

Willian Queiroz

“Uso de fosfato de alumínio como controle alternativo de *Alphitobius diaperinus* em cama de frango de corte”

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre no Programa de Pós-Graduação em Produção Animal da Universidade Brasil, pela seguinte banca examinadora:



Prof. Dr. Vando Edésio Soares
(Orientador)

Programa de Pós-Graduação em Produção Animal

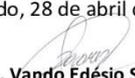


Profa. Dra. Kathery Brennecke
Programa de Pós-Graduação em Produção Animal



Dra. Michele Bernardino Lima
Nutrição e Produção de Monogástricos
Unesp/Jaboticabal

Descalvado, 28 de abril de 2020



Prof. Dr. Vando Edésio Soares
Presidente da Banca

A esposa e família.

Dedico

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço à Deus, por encorajar-me a buscar conhecimentos na minha vida e me manter forte na luta para alcançar os objetivos.

À minha esposa, que batalhou junto comigo durante o período de realização do curso.

À minha família, que incentivou e ajudou nesse caminho percorrido desde o início da minha educação.

À família Bickel, que disponibilizou materiais e trabalho para realização do experimento.

Aos colegas de turma, que sempre se mantiveram unidos e apoiando uns aos outros para conclusão do curso.

Ao Orientador, Prof. Dr. Vando Soares e a Coordenadora Prof.a Dra. Sarah Sgavioli, que contribuíram durante toda a construção do trabalho realizado.

USO DE FOSFETO DE ALUMÍNIO COMO CONTROLE ALTERNATIVO DE *Alphitobius diaperinus* EM CAMA DE FRANGO DE CORTE

RESUMO

Embora a avicultura de corte tenha evoluído nos últimos anos, o controle do *Alphitobius diaperinus*, mais conhecido como cascudinho, não acompanhou tal evolução e essa praga tem causado grandes perdas a cadeia. Diversas metodologias são aplicadas para controlar a alta infestação pelo inseto, entretanto a eficácia apresenta-se menor e questionável. O objetivo do estudo foi avaliar em condições experimentais o uso de fosfeto de alumínio como alternativa de controle ao *A.diaperinus* comparando-o à dois dos químicos utilizados com mais frequência. O experimento constou de quatro tratamentos: controle (sem aplicação de inseticida); uma solução de 202,5ml (200ml de água e 2,5ml de Colosso®); 3g de Vetancid® aplicado com auxílio de um pulverizador; 1 pastilha de 3g do produto com princípio ativo a base de fosfeto de alumínio (Gastoxin®B57). Os insetos foram colocados em quatro caixas distintas construídas em madeira com cama de aviário no interior. O delineamento foi de 4 tratamentos com 4 repetições cada. A população de insetos adultos e larvas foram avaliadas ao longo de cada repetição que teve igual período de realização. Utilizou-se um delineamento em quadrado latino (4x4), considerando como efeito fixo os fármacos e os efeitos aleatórios as caixas. As médias dos tratamentos foram confrontadas pelo teste Tukey ($p < 0,05$), constatou-se que o tratamento com fosfeto de alumínio eliminou 96,8% dos insetos adultos, 59,9% mais eficaz que o Vetancid® que eliminou 36,9% e 66,8% melhor que o Colosso® que eliminou 30%. Desta forma, o Fosfeto de alumínio poderá ser uma nova alternativa de controle do *Alphitobius diaperinus*.

Palavras chaves: Fosfeto de alumínio; Insetos; *Alphitobius diaperinus*.

USE OF ALUMINUM PHOSPHITE AS ALTERNATIVE CONTROL OF *Alphitobius diaperinus* IN BROILER LITTER

ABSTRACT

Although the poultry industry has evolved in recent years, the control of *Alphitobius diaperinus*, better known as "black beetles", has not follow this evolution and this pest has caused big losses to the chains. Several methodologies are used to control the high infestation in the poultry houses, however the effectiveness is less and questionable. The objective of the study was to evaluate under experimental conditions the use of aluminum phosphide as a control alternative to *A.diaperinus* comparing it to two of the most frequently used chemicals. The experiment consisted of four treatments: control (without application of insecticide); a 202.5ml solution (200ml of water and 2.5ml of Colosso®); 3g of Vetacid® applied with the aid of a spray; 1 tablet of 3g of the product with active ingredient based on aluminum phosphide (Gastoxin®B57). The insects were placed in four different boxes made of wood with poultry litter inside. The design consisted of 4 treatments with 4 repetitions each. The population of adult insects and larvae was evaluated during each repetition that had an equal period of performance. A Latin square (4x4) design was used, considering drugs as fixed effects and random effects as boxes. The treatment means were compared by the Tukey test ($p < 0.05$), it was found that the treatment with aluminum phosphide eliminated 96.8% of the adult insects, 59.9% more effective than the Vetacid® that eliminated 36.9% and 66.8% better than Colosso® that eliminated 30%. In this way, aluminum phosphide may be a new alternative for controlling *Alphitobius diaperinus*.

Keywords: aluminum phosphide; Insect; *Alphitobius diaperinus*.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Ranking de produção mundial de carne de frango por mil toneladas em 2017	16
Figura 2: Ranking mundial de exportação de carne de frango por mil toneladas em 2017	18
Figura 3: Exportação de carne de frango por estado brasileiro em 2017.....	18
Figura 4: <i>Alphitobius diaperinus</i> adulto	20
Figura 5: Aplicação inseticida líquido para controle de cascudinho	22
Figura 6: Controle biológico de cascudinho com o uso de lona plástica sobre a leira de esterco.	24
Figura 7: Reação química de transformação do fosfeto de alumínio em gás fosfina.	25
Figura 8: Caixotes de madeira utilizados no experimento.	28
Figura 9: Contagem manual dos cascudinhos com o auxílio de uma peneira 10mm.	30
Figura 10: Curva de liberação do gás fosfina após iniciar a reação química.	36

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Descrição dos tratamentos de controle do <i>Alphitobius diaperinus</i>	29
Tabela 2: Médias de instares de <i>Alphitobius diaperinus</i> vivos e percentuais de eficácia dos grupos experimentais.	35
Tabela 3: Médias, desvios padrões (dados de contagem de instares de <i>Alphitobius diaperinus</i> transformados em $[\log(\text{contagem}+1)]$ e resultados das comparações múltiplas das contagens de em caixas pertencentes aos grupos experimentais.	35

LISTA DE ABREVEATURAS, SIGLAS E SIMBOLOS

ABPA	Associação Brasileira de Proteína Animal
g	Gramas
<i>A.diaperinus</i>	<i>Alphitobius diaperinus</i>
Kg	Quilograma
° C	Graus Celsius
CO₂	Dióxido de Carbono
cm	Centímetros
mm	Milímetros
ml	Mililitros

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	15
1.1. Importância do tema	15
1.2. Estado atual da arte	16
1.2.1. Dinamismo da produção de carne de frango no Brasil	16
1.2.2. Desafios relacionados a produção em alta escala da avicultura.....	18
1.2.3. O cascudinho	20
1.2.4. Medidas de controle do cascudinho.....	21
1.2.4.1. Controle químico	21
1.2.4.2. Controle físico	23
1.2.5. Fosteto de alumínio no controle de pragas da agricultura	24
1.3. Objetivos	25
1.3.1. Objetivo geral.....	25
1.3.2. Objetivo específico.....	26
2. MATERIAIS E MÉTODOS	27
2.1. Local de realização	27
2.2. Estrutura experimental.....	27
2.3. Químicos utilizados	27
2.4. Delineamento experimental	28
2.5. Descrição de cada tratamento	29
2.6. Contagem dos cascudinhos.....	29
2.7. Descrição estatística	30
2.7.1. Eficácia dos fármacos	30
2.7.2. Análise dos dados.....	31
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
3.1. Resultados Cipermetrina líquida	32
3.2. Resultado Cipermetrina em pó.....	33
3.3. Resultados fosfeto de alumínio	33
3.4. Análise de eficácia dos tratamentos.....	34
3.5. Viabilidade do fosfeto de alumínio no controle de <i>Alphitobius diaperinus</i> na avicultura.....	36
4. CONCLUSÃO	38
ANEXO A	39
ANEXO B	40

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICAS	41
---------------------------------	----

1. INTRODUÇÃO

1.1. Importância do tema

A avicultura mundial passa por inúmeras melhorias tecnológicas e genéticas a cada ano, sempre tendo como principal objetivo a melhor performance e sanidade dos planteis. Sem falar que, empresas e produtores buscam redução nos custos de produção com medidas para manter-se competitivos em relação ao mercado [1].

Neste contexto, o reuso da cama de aviário tornou-se uma prática comum na atividade trazendo grandes desafios em relação a sanidade, entre eles a alta infestação por *Alphitobius diaperinus* (cascudinho), que em contato direto com a cama das aves ou alimentando-se de animais mortos e moribundos faz deste inseto um veiculador de diversos patógenos como bactérias, protozoários e vírus que causam imunossupressão nas aves [2]. Fato esse também descrito por [3] que cita perdas em ganhos de peso, conversão alimentar, além de danos estruturais ao galpão, sem falar no grande potencial que o inseto tem de transmitir doenças bacterianas (*Salmonella*, *Escherichia coli*), fungos (*Aspergillus*) e vírus (Birnavírus, Paramyxovírus e Herpesvírus).

Esta praga não traz somente prejuízo sanitário as aves mas também pode também causar perdas significativas no desempenho zootécnico delas. As aves podem substituir a ração balanceada por larvas e adultos que se movimentam na cama já que o instinto do animais é ciscar em busca por alimento, essa troca da dieta balanceada pode trazer um prejuízo de até 173g no peso médio corporal ao final do ciclo da ave. Os insetos podem também causar danos estruturais ao galpão de criação das aves, especialmente no que diz respeito a vedação do local, eles tem a capacidade de formar galerias no solo e estruturas de concreto, fazendo com que a vida útil das instalações diminua e demande investimentos prematuros [4].

Atualmente existem no mercado inseticidas com diversos princípios ativos utilizados para o controle do inseto, sendo os piretróides e organofosforados os principais deles. Uma vez que os produtos já estão em uso há pelo menos 20 anos, sua utilização em alta escala e de longo prazo tem levado a resistência do *A. diaperinus* tornando a eficácia de aplicação e mortalidade questionável [5].

Os piretróides e organofosforados tem mecanismos de ação diferentes para eliminação do inseto, sendo assim o uso de uma das moléculas isoladamente pode não trazer grande resultado no controle do *A.diaperinus*. Com isso a indústria química apresenta compostos com a associação dos princípios ativos, tornando-o mais efetivo no combate dessa praga [6].

Sendo assim, o objetivo do presente trabalho foi testar o fosfeto de alumínio para o controle do *Alphitobius diaperinus* em cama de aviário, comparando sua eficácia aos inseticidas a base de piretróides e organofosforados utilizados atualmente.

1.2. Estado atual da arte

1.2.1. Dinamismo da produção de carne de frango no Brasil

O mercado mundial de carne de frango está em constantemente crescimento, principalmente no Brasil. Na [Figura 01](#) nota-se que em 2017 o Brasil ocupou a segunda posição como maior produtor de carne de frango mundialmente com 13,05 milhões de toneladas produzidas, sendo que no ano de 2016 a produção havia sido de 12,90 milhões de toneladas, um aumento de 1,16%. Em relação a exportações, o Brasil ocupa a primeira posição com 4,32 milhões de toneladas em 2017, [7].

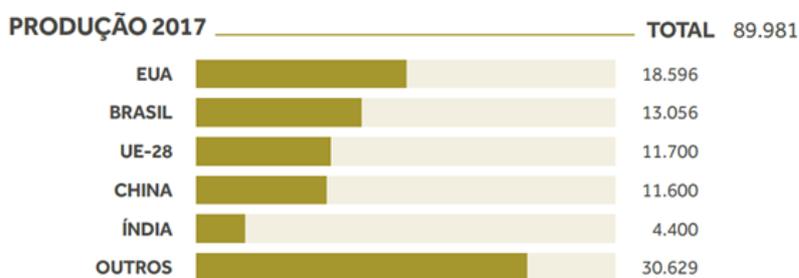


Figura 1: Ranking de produção mundial de carne de frango por mil toneladas em 2017

Fonte: USDA/ABPA [7]

O cenário é favorável para o Brasil devido a fatores que tornam a produção brasileira de proteína de frango muito competitiva em relação a maioria dos países estrangeiros. O país que tem um clima favorável (tropical) ao longo de todo o ano para a produção avícola nas mais diversas regiões do país. Esse dinamismo do processo de produção de frangos no Brasil pode ser atribuído a mudanças no sistema de produção a partir da década de 60 quando iniciou-se a criação dos animais no sistema de integração, onde existe um contrato firmado entre a empresa e o produtor, dando a este último a garantia da venda do seu produto (frango) e a segurança no recebimento pelo seu serviço e aos expressivos investimentos na cadeia produtiva. Neste novo modelo de produção a empresa é responsável pelo fornecimento dos animais e insumos utilizado para a produção e o produtor entra com a instalação e mão de obra, isto faz com que os custos de produção e logística sejam todos otimizados para alcançar a competitividade do mercado [8].

A Produção de grãos do Brasil tem aumentado a cada ano, nos últimos 40 anos passou de 40,6 milhões para 187 milhões de toneladas/ano. Este aumento na produtividade faz com que diminua o custo na produção de alimentos para os animais contribuindo também para o crescimento da produção de frango [9].

Essa crescente produção de carne de frango no país só é possível ainda graças a um aumento no mercado consumidor do produto, em especial o aumento das exportações, já que o Brasil passou de terceiro maior exportador na década de 90 para o maior exportador da proteína a partir dos anos 2004-2005, tendo como destaque de produção a região sul do país com o Paraná na liderança de exportações [10].

Analisando as Figuras 02 e 03, verifica-se que mesmo ocupando a 2º posição mundial em produção o Brasil é o maior exportador da proteína de frango no mundo, destacando os estados do Sul que contribuíram com mais de 77% desse volume exportado no ano de 2017. Todo esse comércio é fundamental pois acelera a economia do país.

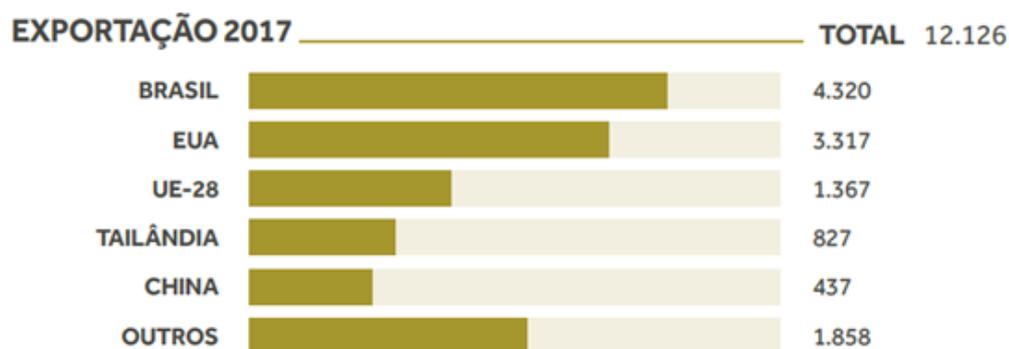


Figura 2: Ranking mundial de exportação de carne de frango por mil toneladas em 2017

Fonte: TRADEMA/ABPA [7]



Figura 3: Exportação de carne de frango por estado brasileiro em 2017.

Fonte: ABPA [7].

O aumento do consumo de carne de frango no mundo mantém a produção de carne no Brasil em alta. A China tem aumentando constantemente a importação de produtos agrícolas brasileiro, dado o aumento de consumo da população [11].

1.2.2. Desafios relacionados a produção em alta escala da avicultura

Inúmeros avanços estão ocorrendo na cadeia produtiva avícola e tal evolução se dá a constantes ganhos na produtividade, particularmente na evolução da conversão alimentar, ganhos nutricionais, genéticos, aprimoramento e automação dos processos produtivos de criação. Na década de 1930 o peso médio de abate das aves era de 1,500kg com 105 dias de criação, e com uma conversão alimentar de 3,500kg de ração para cada kg de carne. Atualmente já são observadas aves sendo abatidas com peso médio de 3,100kg com 40 dias de idade, e uma conversão alimentar média de 1,450kg de ração para cada kg de carne [12].

Os avanços em genética, vacinas, nutrição, e principalmente biossegurança são os diferenciais que colocam o Brasil em destaque em sanidade dos seus plantéis avícolas. As normativas existentes no país conferem ao sistema de criação uma barreira a entrada de patógenos [13].

Entretanto a busca por aumentar a margem de lucro torna o sistema mais vulnerável e aumenta os riscos sanitários. O sistema imunológico das aves não teve o mesmo desenvolvimento genético que o ganho de massa muscular e isto trouxe prejuízos com o aparecimento de doenças secundárias [14].

A preocupação não é somente em desafios microbiológicos, o *Alphitobius diaperinus* (cascudinho) tem encontrado no aviário um ambiente ideal para seu habitat e proliferação, pois encontra oferta de alimento, água e condição climáticas ideais para seu desenvolvimento. Juntamente com toda a evolução da cadeia produtiva o inseto vem se adaptando ao novo ecossistema e assim tornado o seu controle cada vez mais dificultoso [2].

Com a competitividade do mercado e os custos de produção, há a necessidade buscar alternativas para se manter competitivo. Nas principais integrações avícolas de hoje o reuso da cama após o carregamento das aves para o abate é uma prática utilizada antes do alojamento do próximo lote, o que contribuir para o aumento populacional de *Alphitobius diaperinus* [15]. A proliferação desta praga nos aviários é muito rápida e durante o vazio sanitário os insetos sobrevivem buscando abrigo no solo para aguardar o lote seguinte e repovoar a cama, pois o solo apresenta umidade e temperatura favoráveis para o seu desenvolvimento [16].

A contaminação pela bactéria salmonela tem gerado grandes perdas a cadeia avícola brasileira atualmente. Existem mais de 2500 sorotipos de salmonela já identificados e a forma de contaminação dos lotes pode ser das mais diversas. Entre elas pode-se destacar o cascudinho, uma vez que já foi isolado a bactéria em larvas e adultos do inseto [17].

A presença desta praga no interior do aviário é tão significativa que até mesmo insetos mortos são capazes de ser vetores de patógenos, pois o cascudinho é um grande portador de salmonelas e outras enterobacterias tanto na sua superfície interna quanto externa [18].

1.2.3. O cascudinho

O *Alphitobius diaperinus* (Figura 4) é um inseto Coleóptera, vulgarmente chamado de cascudinho, coloração preta brilhante ou marrom, na forma adulta podendo chegar a 6mm de comprimento e de forma oval. Originário da África, porém se espalhou por todos continentes do planeta. A fêmea pode produzir até 2000 ovos durante o período de vida. O hábito de vida dos insetos adultos é noturno que buscam fazer galerias subterrâneas, em madeira ou postes dos aviários para completar o seu ciclo de vida, causando danos e perdas estrutural aos galpões. [19].

O ciclo de vida (do ovo a adulto) pode levar 89 dias a uma temperatura de 22° C ou 26 dias a uma temperatura de 31° C. Com base nisto, a maior ou menor incidência da praga está relacionada a estação climática do ano, e o tempo de vida de um adulto pode chegar até um ano [20].



Figura 4: *Alphitobius diaperinus* adulto

Fonte: K.V. Makarov

Sua distribuição na cama aviário varia conforme o estágio de vida, larvas adultas e pupa são encontradas geralmente no solo a 10cm de profundidade, e insetos adultos encontrados sobre a cama, embaixo de comedouros ou aves mortas que servirão de alimento aos mesmos [16].

Uma alta infestação de larvas e insetos adultos ao longo do aviário tendem a afastar as aves do local onde os insetos se encontram, uma vez que estes “mordem” e podem causar lesões. Quando essa alta infestação se dá durante a fase inicial do lote, os animais podem alimentar-se do cascudinho e ter um menor desempenho zootécnico inicial e aumento na mortalidade [15].

O *A.diaperinus* é um dos vetores de *Clostridium perfringens*, responsável por causar a enterite necrótica das aves. O quadro clínico não leva somente a perda zootécnica do animal mas também a alta mortalidade do plantel [21].

1.2.4. Medidas de controle do cascudinho

Uma série de medidas de controle são realizadas buscando controlar estes pequenos besouros, processos físicos de abafamento e fermentação da cama do aviário com o uso de lonas e ainda o uso de inseticidas químicos a base de piretróides e organofosforados.

O controle do *Alphitobius diaperinus* é considerado difícil, já que seus inimigos naturais são pouco conhecidos e até os dias de hoje não existe nenhum método eficiente e seguro. Os químicos usados no controle são de difícil aplicação em razão dos ambientes habitados por esses insetos, tais como o solo, os locais com grande quantidade de matéria orgânica, entre as cortinas e as frestas dos galpões, o que inviabiliza a ação dos produtos [3].

1.2.4.1. Controle químico

Um dos protocolos mais utilizados na avicultura brasileira atual é o uso de uma associação de piretróides com organofosforados. A causa da morte imediata do inseto

é a paralisia. A aplicação é feita durante o intervalo entre lotes quando não tem aves alojadas no galpão. O produto deve ser aplicado diretamente sobre a cama do aviário e frestas da estrutura. Na [Figura 5](#) podemos visualizar a forma de aplicação da Cipermetrina líquida.



Figura 5: Aplicação inseticida líquido para controle de cascudinho

Fonte: Ouro Fino

Um dos possíveis fatores que torna questionável a eficácia desse princípio ativo de controle é a sua correta aplicação, ou seja, dosagem correta para o tamanho da estrutura, grau de infestação, quantidade de cama presente dentro do aviário, o momento de realizar a aplicação do produto bem como o correto equipamento utilizado nessa aplicação, pois na grande maioria dos casos é o próprio produtor rural quem faz a aplicação dos produtos e a forma correta de aplicação de acordo com o fabricante do produto é questionável.

O uso de terra diatomácea no controle do cascudinho também é uma alternativa aplicada, utiliza-se um pó proveniente da moagem de depósitos fossilizados de algas fitoplanctônicas e evidencia-se uma mortalidade de até 78% dos insetos causada por estresse e desidratação. Porém a utilização desse princípio também é questionável uma vez que a eficácia pode variar dependendo da temperatura durante a aplicação e a dosagem aplicada. Sem falar que não é um produto facilmente encontrado no mercado e muito menos a um valor acessível para uso em grande escala [22]

Ainda em relação ao controle químico o uso de cal virgem ou hidratada e gesso agrícola também é bastante difundido por algumas regiões do país. Esses compostos causam mudanças nos gradientes de umidade da cama, produção de

gases e controle de microrganismos, levando assim a absorção do excesso de umidade na cama e tornando o ambiente hostil para insetos e patógenos. Entretanto somente a redução da umidade não tem sido o suficiente para controlar essa praga [23].

Mais recentemente um produto que utiliza como princípio ativo o Spinosad, químico derivado da fermentação aeróbica do fungo *Saccharopolyspora spinosa*, que apresenta baixos efeitos ao ambiente porém alto poder de controle de insetos, motivo este pelo qual esse produto é utilizado preferencialmente sobre a cama do aviário quando da presença de aves alojadas. A aplicação da calda é realizada sob os comedouros e próximos as muretas pois são os locais de maior concentração dos insetos. Este fármaco é capaz de controlar insetos que apresentavam resistência aos piretróides e organofosforados. Entretanto o custo de aplicação do produto no Brasil ainda é um tanto quanto inviável [24].

1.2.4.2. Controle físico

Um processo bastante utilizado para o controle do inseto, ainda que como resultado secundário, é a fermentação da cama do aviário com lona plástica. Neste procedimento uma lona plástica é disposta sobre toda a extensão da cama do aviário, seja ela na forma plana ou sobre o monte de cama feito por uma máquina (Figura 6). Sob a lona ocorre elevação da temperatura decorrente do processo fermentativo da matéria orgânica presente na cama. Microrganismos utilizam o oxigênio presente ali e isto reduz a oferta no meio, o resultado é a morte de cascudinhos adultos e larvas [25].

Dois são os principais fatores para que este método tenha caído em desuso, o primeiro é a necessidade de mão de obra e/ou máquinas para realizar o procedimento de colocação da lona, e o segundo é a alta umidade que fica na cama após a remoção da lona, umidade essa que contribui para proliferação de microrganismos patogênicos.



Figura 6: Controle biológico de cascudinho com o uso de lona plástica sobre a leira de esterco.

Fonte: Própria

1.2.5. Fosfeto de alumínio no controle de pragas da agricultura

Assim como nas atividades agrícolas de produção animal existem vetores e pragas que atrapalham o bom andamento das atividades, na agricultura de grãos não é diferente e uma série de pragas afetam a qualidade dos grãos principalmente durante o armazenamento após colheita e secagem. É possível encontrar vários besouros da ordem Coleoptera como *Lasioderma serricorne*, *Oryzaephilus surinamensis*, *Cryptolestes ferrugineus*, *Ephestia kuehniella*. Por pertencerem a mesma ordem do *Alphitobius diaperinus*, possuem forma de sobrevivência semelhantes diferindo no que diz respeito a base da alimentação [26].

Esses besouros causam perdas significativas a produção de grãos do país, pois quando de uma infestação desses insetos no campo ou em locais de armazenamento, o ataque dos mesmos ao grão causa dano físico e qualitativo a este podendo levar ao descarte do produto e perda de valor de mercado [27].

Um das medidas mais utilizadas para o controle dessas pragas durante o armazenamento dos grãos é a fumigação, também conhecida como expurgo, que leva a uma alteração da atmosfera presente no local de aplicação. Neste processo pode-se utilizar diferentes princípios ativos como o brometo de metila, fosfeto de magnésio e o fosfeto de alumínio, este último é responsável por liberar o gás fosfina após a reação química completa. Para a fumigação dois fatores estão diretamente relacionados ao resultado do tratamento, umidade e temperatura. Por se tratar de um

gás, é esperado que o local de aplicação seja o mais fechado e vedado o possível. O eficiente controle de insetos em pragas de armazenamento depende de três fatores: dosagem, vedação e tempo de exposição [28].

O fosfeto de alumínio pode ser encontrado no mercado nas seguintes formas de apresentação: em pastilhas, comprimidos, sachês fumigantes ou placas fumigantes. Este produto em contato com umidade do ambiente reage liberando o gás fosfina (PH₃), gás tóxico que afeta o sistema respiratório do inseto e é capaz de mata-lo, conforme podemos observar a reação química na Figura 7.



Figura 7: Reação química de transformação do fosfeto de alumínio em gás fosfina. *Fonte: Bequisa Company of Degesch Group*

A morte do besouro ocorre pela inalação desse gás que é tóxico, podendo eliminar os insetos nas diversas fases de desenvolvimento dependendo da correta forma de aplicação. O mecanismo de ação é baseado na inibição parcial da cadeia de transporte de elétrons, aumentando a produção de radicais superóxidos e hidroxilas. Os radicais inativam a peroxidação de lipídeos e o resultado é a morte da célula com posterior morte do inseto [29]. Sabidamente a maior quantidade de pragas afetada será o inseto na fase adulta pois tem uma taxa respiratória maior que as demais fases, porém é mais letal para as larvas. O uso de atmosfera modificada, ou seja, associação de CO₂ com o gás fosfina facilita a distribuição do gás fosfina por entre os grãos e reduz a disponibilidade de oxigênio no local, reduzindo assim o tempo necessário para que se tenha a morte dos besouros [30].

O tempo de liberação do gás fosfina na reação química pode variar dependendo da temperatura e umidade presente no local, sendo assim é importante respeitar o tempo de exposição mínimo descrito pelo fabricante do produto.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo geral

Avaliar o efeito do fosfeto de alumínio, aplicado sobre a cama de aviário em ambiente experimental simulando condições presentes em galpões, a fim de comparar a

eficácia desse químico no controle de *A. diaperinus* nos estágios de larvas e adultos em relação aos produtos utilizados atualmente a base piretróides e organofosforados.

1.3.2. Objetivo específico

Verificar a efetividade do fosfeto de alumínio sob os insetos nas fases adulta e larval.

Realizar contagem dos insetos após a aplicação dos produtos de controle para avaliar estatisticamente qual princípio ativo é mais eficaz no controle do *Alphitobius diaperinus*.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Local de realização

O experimento foi realizado na cidade de Toledo-Paraná em um ambiente experimental sem o uso de animais (não necessitando da aprovação do comitê de ética), construído para simular a condição de sobrevivência do inseto dentro do aviário, com acesso a água, alimento e cama extraída de um aviário de criação de frangos de corte.

O projeto teve início em Julho de 2019 e foi finalizado no mês de Dezembro de 2019, e através dos site ACCUWEATHER foi obtido informação da temperatura ambiental média do período.

2.2. Estrutura experimental

Foram construídos 4 caixotes de madeira com 1 metro de largura x 1 metro de comprimento x 50 cm de profundidade cada, revestidos internamente com lona plástica de 8 micras e isolamento do topo da caixa com tela de sombrite de 2mm, para evitar a fuga dos cascudinhos, [Figura 8](#).

No interior da caixa foi adicionado cama de aviário (maravalha de pinos) seca e sem cascões obtida de um aviário de produção de aves de corte com 7 lotes de criação.

Antes de colocar a cama dentro das caixas, uma etapa prévia de peneirar toda a cama extraída do aviário foi realizada com o auxílio de uma peneira de 10mm para evitar que insetos adultos e larvas fossem colocados nos caixotes sem a prévia contagem. A quantidade de cama utilizada dentro das caixas foi o suficiente para que uma altura total de 12 cm.

2.3. Químicos utilizados

Foram testados no experimento dois dos produtos mais utilizados na região Oeste do Paraná para o controle do *A. diaperinus*, o Colosso® que contém em sua fórmula

química uma associação do piretróide cipermetrina com o organofosforado clorpirifós, comercializado na forma líquida, e o Vetacid® que é composto pelo piretróide cipermetrina 5% e óleos essenciais e comercializado em pó.

O terceiro produto utilizado no teste foi o Gastoxin®B57, composto por fosfeto de alumínio que em contato com umidade ambiental libera o gás fosfina. Sua forma de apresentação é pastilhas.



Figura 8: Caixotes de madeira utilizados no experimento.

Fonte: Própria

2.4. Delineamento experimental

Para a obtenção dos dados foram realizadas 4 repetições de 4 tratamentos, sendo que para cada repetição foram utilizados 200 insetos vivos na fase adulta contados manualmente.

Após a contagem, os insetos foram depositados em uma das caixas de tratamento e mantidos com água e comida a vontade. Não foi realizado monitoramento de temperatura e umidade dentro das caixas de tratamentos. Cada vez que se iniciava uma nova repetição o processo de contagem era repetido e os insetos inseridos nas caixas vazias.

Para cada repetição, os insetos permaneceram dentro das caixas por um período de 25 dias até a aplicação dos inseticidas testados para controle do

casquinho. Após a aplicação dos químicos, as caixas foram vedadas na parte superior com uma lona plástica, evitando rápida volatilização dos produtos para atender o tempo mínimo de contato descrito pelos fabricantes (5 dias). A dosagem utilizada de cada produto atendeu as recomendações de cada fabricante.

2.5. Descrição de cada tratamento

Os dados da Tabela 1 apresentam os protocolos realizados. O tratamento 1 foi o controle, nele não foi realizada aplicação de inseticida para eliminar os insetos. No tratamento 2 foi aplicado 202,5ml de solução (200ml de água e 2,5ml de inseticida) inseticida líquido Colosso® sobre toda a superfície da cama com o auxílio de um borrifador.

Para o tratamento 3 foi utilizado 3g de inseticida em pó Vetacid® aplicado sobre toda a superfície da cama com o auxílio de um pulverizador. E no tratamento 4, foi utilizada 1 pastilha de 3g de um composto a base de fosfeto de alumínio Gastoxin® B57 depositado sobre a cama.

Tabela 1: Descrição dos tratamentos de controle do *Alphitobius diaperinus*.

	Tratamento 1	Tratamento 2	Tratamento 3	Tratamento 4
Nº insetos vivos depositados	200/cada repetição	200/cada repetição	200/cada repetição	200/cada repetição
Inseticida utilizado	Nenhum	2,5ml de Cipermetrina líquida (Colosso®)	3g de Cipermetrina pó (Vetacid®)	3g de fosfeto de alumínio (Gastoxin®B57)

2.6. Contagem dos casquinhos

Após os requeridos períodos de tratamento, cada caixa foi aberta e 100% da cama peneirada com o auxílio de uma peneira de 10mm a fim de separar o substrato dos insetos.

Os insetos foram contados um a um, avaliado quanto ao status vital do adulto (vivo ou morto) e quanto a presença de larvas (vivas ou mortas), Figura 9. Ao final dessa etapa, todos os insetos, independentemente, do tratamento foram descartados antes de iniciar uma nova repetição, porém a cama foi reutilizada.

Entre uma repetição e outra foi respeitado um intervalo mínimo de 5 dias para evitar residual e interferências dos produtos na próxima repetição.



Figura 9: Contagem manual dos cascudinhos com o auxílio de uma peneira 10mm.

Fonte: Própria

2.7. Descrição estatística

2.7.1. Eficácia dos fármacos

A partir dos resultados de número de adultos e/ou estágios larvais, vivos e com movimentos normais, presentes nos grupos controle e tratados, foram calculados os percentuais de eficácia dos tratamentos, em cada data avaliada de acordo com a fórmula abaixo:

% Eficácia = $(A-B) / A \times 100$, onde

A – Número de indivíduos vivos no grupo controle negativo;

B – Número de indivíduos vivos no grupo tratado.

2.7.2. Análise dos dados

Os dados referentes as contagens de instares de *Alphitobius diaperinus* foram transformados em $\text{Log}(\text{contagem}+1)$ para atender as prerrogativas de normalidade, homogeneidade de variâncias e análise de resíduos. Utilizou-se um delineamento em quadrado latino (4x4), considerando como efeito fixo os fármacos e os efeitos aleatórios as caixas e as médias dos tratamentos foram confrontadas pelo teste Tukey ($p < 0,05$), obtidas utilizando o procedimento GLS do programa Statistical Analysis System, versão 9.4 (SAS, 2004).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados apresentados no Anexo 1 mostram as contagens reais dos insetos adultos e larvas e a avaliação quanto ao status vital dos mesmo. Já no Anexo 2 pode-se observar os dados das contagens dos insetos transformados em log (contagem+1), os quais posteriormente foram utilizados para realização do teste Tukey.

No período de realização do experimento a temperatura ambiental média foi de 27,83°C (ACCUWEATHER). Essa condição de temperatura foi uma característica muito importante para propiciar o aparecimento de larvas nas caixas de experimento, visto que os insetos tiveram acesso a comida e água a vontade durante os 25 dias. Segundo [20] o tempo de ciclo do cascudinho varia de acordo com a temperatura ambiente, sendo que em temperaturas médias de 31°C o tempo do ciclo (ovo a adulto) é de 26 dias.

A mortalidade do *Alphitobius diaperinus* pôde ser observada em todos os tratamentos.

Constatou-se um número inferior à 200 insetos adultos em todos os tratamentos em algumas contagens, fato este já observado por [31], pois insetos adultos ou larvas mais fracas podem sofrer canibalismos do demais. Isto explica também o fato de ter ocorrido a mortalidade de adultos e larvas na caixa controle.

3.1. Resultados Cipermetrina líquida

Conforme dados apresentados de médias aritméticas e geométricas, a aplicação da Cipermetrina na forma líquida foi capaz de eliminar *A. diaperinus* tanto no estágio adulto quanto larva. Quando observado apenas os dados de insetos adultos, o maior número de insetos encontrados nas repetições estavam vivos. Já quando fala-se de larvas, o número maior é de larvas mortas.

Uma das causas do insucesso no controle do inseto com a aplicação da cipermetrina líquida é a forma de aplicação, pois muitas vezes é utilizado pulverizador costal que se torna dispendioso fisicamente para uma aplicação em larga escala, e que investimentos para melhorar essa aplicação tornam o processo caro. Apesar de eficiente no controle, a Cipermetrina na forma líquida sofre interferência da cama na

eficácia final, pois a partir de 15cm de espessura da cama o efeito residual é reduzido, para isso deverá ser aumentada a quantidade de químico ou removida toda a cama para controle [32].

Apesar disso, a Cipermetrina líquida é uma das principais forma de controle utilizadas atualmente devido ao baixo custo e ao baixo residual que deixa na cama do aviário, mas as falhas no processo de aplicação tem feito com que o *A.diaperinus* se torne cada vez mais resistente [25].

3.2. Resultado Cipermetrina em pó

Nesse tratamento os dados mostram um aumento no número de insetos adultos mortos quando comparados ao tratamento 2. Nota-se ainda que houve um equilíbrio entre os adultos e larvas vivos e mortos encontrados nas contagens.

A molécula utilizada para controle nesse tratamento possui traz o princípio ativo Cipermetrina encapsulado e o libera aos poucos deixando um residual sobre a cama conforme informações do fabricante. O residual é capaz de eliminar os insetos ao longo do tempo conforme eles venham à superfície em busca de água/alimento.

Da mesma forma que o tratamento 2, é possível evidenciar uma resistência do *A.diaperinus* a essa forma de apresentação da molécula.

3.3. Resultados fosfeto de alumínio

Os resultados desse tratamento mostraram uma diferença tanto em relação ao número de insetos adultos quanto lavas se comparado aos demais tratamentos. Não foram evidenciados mais de 6 adultos vivos entre todas as contagens e houve ausência larvas vivas na repetições.

O fosfeto de alumínio apresentou o menor desvio padrão, pois neste tratamento ocorreu a morte da maioria dos adultos inseridos e 100% das larvas encontradas.

3.4. Análise de eficácia dos tratamentos

A Tabela 2 apresenta os resultados estatísticos de eficácia de cada tratamento. Não foi avaliado a eficácia do grupo controle pois o objetivo do trabalho foi verificar a diferença entre os princípios ativos testado. O tratamento 2 foi o que apresentou menor eficácia do fármaco utilizado na mortalidade de insetos adultos, apenas 30% dos cascudinhos inseridos experimentalmente sofreram ação do produto e foram eliminados. Já para a mortalidade de larvas, não teve eficácia estatística a aplicação desse químico. Nota-se que houve uma grande resistências dos insetos adultos ao Colosso®, assim como observado por [33]. [34] também evidenciou menor eficácia do produto Colosso® quando comparado ao produto Couro Limpo®.

Os resultados do tratamento 3 foram melhores que o tratamento 2, observa-se que 36,9% dos insetos adultos morreram após a aplicação deste químico. Assim como no tratamento 2, não houve eficácia estatística na mortalidade de larvas após a aplicação do fármaco. [35] concluiu que o produto Vetancid® (5% de cipermetrina) apresentou eficácia significativamente menor que novos produtos comerciais com 6% de cipermetrina, pois existe uma resistência do *A. diaperinus* aos produtos com 5% de cipermetrina que são os mais utilizados hoje no Brasil.

No tratamento 4 evidenciou-se a maior eficácia de mortalidade dos insetos adultos entre todos os tratamentos, 96,8% foram eliminados após a aplicação desse produto. O Gastoxin® foi 59,9% mais eficaz o Vetancid® (tratamento 3) e 66,8% mais eficaz que o Colosso® (tratamento 2). Outra diferença significativa foi a mortalidade de 100% dos insetos na fase larval, número este não foi evidenciado em nenhum outro tratamento.

[29] em seu trabalho com fosfeto de alumínio também observou alta mortalidade de insetos adultos e larvas, uma vez que não foi evidenciado resistência do cascudinho a este químico, ainda que já existam relatos de resistência de outros insetos ao fosfeto de alumínio.

Tabela 2: Médias de instares de *Alphitobius diaperinus* vivos e percentuais de eficácia dos grupos experimentais.

Tratamentos	Médias de Instares Vivos				Eficácia (%)			
	Aritmética		Geométrica		Média Aritmética		Média Geométrica	
	Adultos	Larvas	Adultos	Larvas	Adultos	Larvas	Adultos	Larvas
1 - Controle	170	21	59,83	9,85	-	-	-	-
2 - Colosso®	118	25	41,88	11,47	30,8	0,0	30,0	0,0
3 - Vetacid®	97	22	37,74	11,24	43,3	0,0	36,9	0,0
4 - Gastoxin®B57	4	0	1,91	0,00	97,8	100,0	96,8	100,0

Observando-se os dados da Tabela 3, nota-se que o tratamento 4 diferiu-se estatisticamente dos demais tratamentos tanto em relação aos insetos adultos vivos quanto mortos, demonstrando maior efetividade desse químico na mortalidade de insetos adultos.

Já na avaliação de larvas, é possível constatar que houve diferença estatística somente em larvas vivas do tratamento com fosfeto de alumínio em relação aos demais, pois somente este fármaco foi capaz de eliminar 100% das larvas desse inseto.

Tabela 3: Médias, desvios padrões (dados de contagem de instares de *Alphitobius diaperinus* transformados em $[\log(\text{contagem}+1)]$ e resultados das comparações múltiplas das contagens de em caixas pertencentes aos grupos experimentais.

Instares de <i>A. diaperinus</i>	Tratamentos / Médias e Desvios padrões ¹				
	Controle	Cipermetrina Líquida	Cipermetrina Pó	Fosfeto de Alumínio	
Adultos	Início	2,3032 ± 0,0000 ^A			
	Vivo	2,2301 ± 0,0653 ^A	2,0403 ± 0,2158 ^A	1,9852 ± 0,0669 ^A	0,5806 ± 0,3916 ^B
	Morto	1,2388 ± 0,2909 ^A	1,8670 ± 0,2287 ^B	2,0045 ± 0,0600 ^B	2,2882 ± 0,0151 ^C
	Faltantes	0,8063 ± 0,6017 ^A	0,3138 ± 0,2251 ^A	0,4886 ± 0,3497 ^A	0,2785 ± 0,5570 ^A
Total de Adultos	2,2812 ± 0,0212 ^A	2,3005 ± 0,0021 ^A	2,2972 ± 0,0049 ^A	2,2965 ± 0,0134 ^A	
Larvas	Vivo	1,2941 ± 0,2716 ^A	1,3696 ± 0,2007 ^A	1,3598 ± 0,0471 ^A	0,0000 ± 0,0000 ^B
	Morta	1,2516 ± 0,3149 ^A	1,4739 ± 0,3458 ^A	1,3837 ± 0,2890 ^A	1,4716 ± 0,3442 ^A

1: Valores seguidos pela mesma letra, na linha, não diferem entre si pelo teste Tukey ($p \geq 0,05$)

3.5. Viabilidade do fosfeto de alumínio no controle de *Alphitobius diaperinus* na avicultura

O gás fosfina tem excelente efeito no controle de pragas da ordem Coleóptera na agricultura [26], motivo este pelo qual foi testado esse químico para controle do cascudinho.

A forma de aplicação do produto é relativamente simples, pois existe no mercado uma apresentação em forma de pastilhas que devem ser aplicadas no local de tratamento. O local onde deseja-se realizar o controle do inseto deve apresentar boa vedação para evitar volatilização do gás e perda da efetividade. O peso da pastilha é de 3g, quantidade essa suficiente para tratar 1m³ de área [36].

A [Figura 10](#) mostra o tempo decorrido em horas para liberar o gás fosfina após o início da reação. Segundo [36], este tempo sofre influência na liberação total de acordo com a temperatura e umidade do local de aplicação, para temperaturas e umidade elevadas o tempo total de liberação de 100% do gás é menor, já para temperaturas e umidade baixas o tempo total é maior.

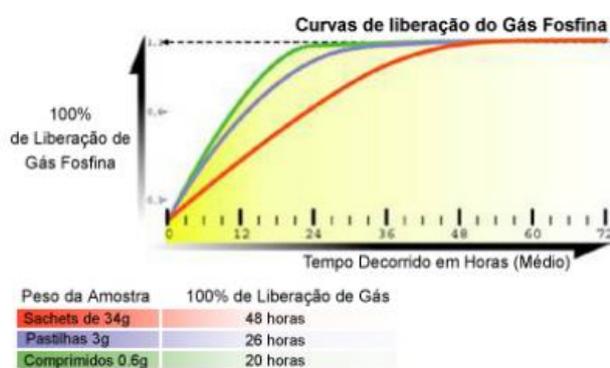


Figura 10: Curva de liberação do gás fosfina após iniciar a reação química.

Fonte: Bequisa Company of Degesch Group

Após aplicar o produto e respeitar o período necessário para que o gás elimine os insetos, é necessário que se faça a aeração do local onde foi realizado o controle. A fosfina é altamente volátil e após um intervalo de 4 dias com boa aeração do local ela desaparece completamente, pois sofre oxidação na atmosfera e transforma-se em formas não tóxicas de fósforo [36].

Com o objetivo de comprovar a ausência de resíduos na cama do aviário após o tratamento com fosfina, trabalhos futuros deverão ser realizados para garantir a ausência de resíduo tóxico na cama que possam contaminar as aves e até mesmo trazer risco a saúde humana. Porém sabe-se hoje que grãos expurgados com fosfina que cumpriram esse período de carência podem ser utilizados normalmente para consumo ou fabricação de rações.

4. CONCLUSÃO

Conclui-se que a aplicação do fosfeto de alumínio para controle de adultos e larvas de *Alphitobius diaperinus* foi mais eficaz quando comparado a aplicação de piretróides e organofosforados utilizados atualmente. Entretanto o produto comercial a base de fosfeto de alumínio utilizado no experimento ainda não possui liberação de uso em avicultura, para isso será necessário a realização de análises de comprovação de ausência de residual e registro do produto para uso em avicultura.

ANEXO A

Anexo A: Contagens de instares de *Alphitobius diaperinus* em caixas infestadas experimentalmente pertencentes aos grupos tratados e controle. Médias Aritmética.

Tratamento	<i>Alphitobius diaperinus</i>							
	Adultos			Discrepâncias		Total de Adultos	Larvas	
	Início	Vivo	Morto	Faltantes	Excedentes		Vivo	Morta
Controle	200	135	45	20	0	180	22	46
	200	176	9	15	0	185	7	19
	200	183	13	4	0	196	23	11
	200	187	13	0	0	200	33	8
Total	800	681	80	39	0	761	85	84
M. Aritmética	200	170	20	10	0	190	21	21
Desvio Padrão	0	24	17	9	0	9	11	17
Cipermetrina Líquida	200	138	60	2	0	198	14	77
	200	52	146	2	0	198	23	41
	200	159	41	0	0	200	18	14
	200	122	77	1	0	199	43	15
Total	800	471	324	5	0	795	98	147
M. Aritmética	200	118	81	1	0	199	25	37
Desvio Padrão	0	46	46	1	0	1	13	30
Cipermetrina Pó	200	78	117	5	0	195	24	60
	200	93	105	2	0	198	24	12
	200	103	97	0	0	200	19	23
	200	112	84	4	0	196	21	17
Total	800	386	403	11	0	789	88	112
M. Aritmética	200	97	101	3	0	197	22	28
Desvio Padrão	0	15	14	2	0	2	2	22
Fosfato de Alumínio	200	4	184	12	0	188	0	80
	200	6	194	0	0	200	0	32
	200	0	200	0	0	200	0	11
	200	5	195	0	0	200	0	23
Total	800	15	773	12	0	788	0	146
M. Aritmética	200	4	193	3	0	197	0	37
Desvio Padrão	0	3	7	6	0	6	0	30

ANEXO B

Anexo B: Contagens de instares de *Alphitobius diaperinus* em caixas infestadas experimentalmente pertencentes aos grupos tratados e controle. Médias Geométricas.

Tratamento	<i>Alphitobius diaperinus</i>							
	Adultos			Discrepâncias		Total	Larvas	
	Início	Vivo	Morto	Faltantes	Excedentes		Vivo	Morta
Controle	2,303	2,134	1,663	1,322	0,000	2,258	1,362	1,672
	2,303	2,248	1,000	1,204	0,000	2,270	0,903	1,301
	2,303	2,265	1,146	0,699	0,000	2,294	1,380	1,079
	2,303	2,274	1,146	0,000	0,000	2,303	1,531	0,954
Total	9,2	8,9	5,0	3,2	0,0	9,1	5,2	5,0
M. Geométrica	68,6	59,8	8,8	3,4	0,0	65,8	9,8	9,0
Desvio Padrão	0,0	1,4	1,2	1,0	0,0	1,0	1,1	1,3
Cipermetrina Líquida	2,303	2,143	1,785	0,477	0,000	2,299	1,176	1,892
	2,303	1,724	2,167	0,477	0,000	2,299	1,380	1,623
	2,303	2,204	1,623	0,000	0,000	2,303	1,279	1,176
	2,303	2,090	1,892	0,301	0,000	2,301	1,643	1,204
Total	9,2	8,2	7,5	1,3	0,0	9,2	5,5	5,9
M. Geométrica	68,6	41,9	30,2	0,8	0,0	68,2	11,5	14,1
Desvio Padrão	0,0	1,7	1,7	0,3	0,0	0,3	1,1	1,5
Cipermetrina Pó	2,303	1,898	2,072	0,778	0,000	2,292	1,398	1,785
	2,303	1,973	2,025	0,477	0,000	2,299	1,398	1,114
	2,303	2,017	1,991	0,000	0,000	2,303	1,301	1,380
	2,303	2,053	1,929	0,699	0,000	2,294	1,342	1,255
Total	9,2	7,9	8,0	2,0	0,0	9,2	5,4	5,5
M. Geométrica	68,6	37,7	39,1	1,5	0,0	67,8	11,2	11,8
Desvio Padrão	0,0	1,2	1,2	0,5	0,0	0,5	0,5	1,4
Fosfato de Alumínio	2,303	0,699	2,267	1,114	0,000	2,276	0,000	1,908
	2,303	0,845	2,290	0,000	0,000	2,303	0,000	1,519
	2,303	0,000	2,303	0,000	0,000	2,303	0,000	1,079
	2,303	0,778	2,292	0,000	0,000	2,303	0,000	1,380
Total	9,2	2,3	9,2	1,1	0,0	9,2	0,0	5,9
M. Geométrica	68,6	1,9	66,7	0,7	0,0	67,7	0,0	14,0
Desvio Padrão	0,0	0,6	0,9	0,8	0,0	0,8	0,0	1,5

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICAS

1. Rodrigues WOP, Garcia RG, Naas IA, Rosa CO, Caldarelli CE. Evolução da avicultura de corte no Brasil. **Centro Científico Conhecer**. v.10, n.18, p.1666-1684, Goiania, 2014. Disponível em: <http://conhecer.org.br/enciclop/2014a/AGRARIAS/EVOLUCAO.pdf>. Acesso em: 18 de abr. 2019.
2. Mendes LR, Povaluk M, Ciclo e controle do *Alphitobius diaperinus* (coleoptera, tenebrionidae) no município de Quitandinha, PR. **Saúde Meio Ambiente**. v. 6, n. 1, p. 107-122, jan./jun. 2017. Disponível em: <http://www.periodicos.unc.br/index.php/sma/article/view/596>. Acesso em 18 abr. 2019.
3. Goodwin MA, Waltman WD. Transmission of eimeria, viruses, and bacteria to chicks: darkling beetles (*Alphitobius diaperinus*) as vectors of pathog. **Poultry Science**, Res. 5:51-55, 1996, Athens/GA. Disponível em: <https://academic.oup.com/japr/article/5/1/51/721577>. Acesso em 07 jan. 2020.
4. Japp AK, Bicho CL, Silva AVF. Importância e medidas de controle para *Alphitobius diaperinus* em aviários. **Ciência Rural**, Santa Maria – RS, v.40, n.7, p. 1668-1673, jul, 2010. Disponível em: www.scielo.br/pdf/crv40n7a652cr2412.pdf. Acesso em: 21 abr. 2019.
5. Lambkin TA. Baseline Responses of Adult *Alphitobius diaperinus* (Coleoptera: Tenebrionidae) to Fenitrothion and Susceptibility Status of Populations in Queensland and New South Wales, Australia. **Journal of economic entomology**, v98, n.3, p.938-942, 2005. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Trevor_Lambkin/publication/7723077_Baseline_Responses_of_Adult_Alphitobius_diaperinus_Coleoptera_Tenebrionidae_to_Fenitrothion_and_Susceptibility_Status_of_Populations_in_Queensland_and_New_South_Wales_Australia/links/578867c508aedc252a93746d/Baseline-Responses-of-Adult-Alphitobius-diaperinus-Coleoptera-Tenebrionidae-to-Fenitrothion-and-Susceptibility-Status-of-Populations-in-Queensland-and-New-South-Wales-Australia.pdf. Acesso em 24 abr. 2019.
6. Silva GS, Michels MG, Toma SB, Terra FE, Soares VE, Costa AJ. Effectiveness of the Compound Chlorpyrifos+ Cypermethrin+Citronellal Against *Alphitobius*

- Diaperinus. Laboratory Analysis and Residue Determination in Carcasses. **Brazilian Journal of Poultry Science**. v. 9, n.3, p.157-160. 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbca/v9n3/03.pdf>. Acesso em 28 de jan. 2020.
7. Associação Brasileira de Proteína Animal – ABPA. **Relatório anual 2018**. Disponível em: <http://abpa-br.com.br/setores/avicultura/publicacoes/relatorios-anuais>>. Acesso em: 18 abr. 2019.
8. Filho Fernandes JF, Transformações recentes no modelo de integração na Avicultura de corte brasileira: explicações e impactos. **Revista Econômica do Nordeste**, v.35, n 1, jan-mar. 2004, Fortaleza - CE. Disponível em: <https://ren.emnuvens.com.br/ren/article/view/764>>. Acesso em 11 mai. 2019.
9. Formigoni I, Como evoluiu a produção de grãos e carnes nos últimos 40 anos de história. **Revista FarmNews**, 7 mar 2018, São Paulo – SP. Disponível em: <http://www.farmnews.com.br/historias/producao-de-graos-6/>>. Acesso em 11 mai. 2019.
10. Souza LGA, Camara MRG, Sereia VJ, Exportações e competitividade da carne de frango brasileira e paranaense no período de 1990 a 2005. **Ciências Sociais e Humanas**, v. 29, n. 1, p. 101-118, jan./jun. 2008, Londrina – PR. Disponível em: <http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/seminasoc/article/view/5480/5008>>. Acesso em 12 mai. 2019.
11. Santos DT, Batalha MO, Pinho M. A evolução do consumo de alimentos na China e seus efeitos sobre as exportações agrícolas brasileiras. **Revista Economia Contemporânea**. v.16, n.2, p.333-358, 2012. Acesso em 03 de mar. 2020.
12. Oliveira DRMS, Nãas IA, Mollo Neto M, Canuto SA, Walker R, Vendrametto O, Issues of sustainability on the Brazilian broiler meat production chain. **Monografia**, Cidade: São Paulo, Brasil, Universidade Paulista, 2012. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/72778/1/Issues.pdf>>. Acesso em 18 abr. 2019.
13. Milanez, G. Avicultura Brasileira: líder em qualidade e sustentabilidade, Goiás, Brasil. **Comunicação sistema Faeg/Senar**. Disponível em: <https://www.cnabrasil.org.br/noticias/avicultura-brasileira-lider-em-qualidade-e-sustentabilidade>. Acesso em: 05 jan. 2020.
14. Pinto Júnior AR, Carvalho RIN, Pellico Netto S, Weber SH, Souza E, Furiatti RS. Bioatividade de óleos essenciais de sassafrás e eucalipto em cascudinho. **Ciência Rural**. v.40, n.3, p. 637-643, fev 2010, Santa Maria – RS. Disponível em:

<[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-84782010000300023&script=sci_abstract&tlng=pt)

[84782010000300023&script=sci_abstract&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-84782010000300023&script=sci_abstract&tlng=pt)>. Acesso em 18 abr. 2019.

15. Chernaki-Leffer AM, Biesdorf SM, Almeida LM, Leffer EVB, 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. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbca/v4n3/14670.pdf>>. Acesso em 19 abr 2019.

16. Salin C, Delettre YR, Cannavacciuolo M, Vernon P. Spacial distribution of *Alphitobius diaperinus* (Panzer) (Coleoptera: Tenebrionidae) in the soil of a poultry house along a breeding cycle. **European Journal of Soil Biology**, v.36, n.2, p.107-115, 2000. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1164556300010542>>.

Acesso em 18 abr. 2019.

17. Roche AJ, Cox NA, Richardson LJ, Buhr RJ, Cason JA, FairChild BD, Hinkle NC. Transmission of *Salmonella* to broilers by contaminated larval and adult lesser mealworms, *Alphitobius diaperinus* (Coleoptera: Tenebrionidae). **Poultry Science**. V88, Issue 1, p. 44-48, 2009. Disponível em: <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S0032579119388935?token=0b9c3cf5f1753a1318e073b40fed6d498050a22594000331c731e5ed21d67d44e331a1243c6045160dd2c36f97984327>. Acesso em 18 jan. 2020.

18. Segabinazi SD, Flores ML, Barcelos AS, Jacobsen G, Eltz RD. Bactérias da família Enterobacteriaceae em *Alphitobius diaperinus* oriundos de granjas avícolas dos Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, Brasil. **Acta Scientiae Veterinariae**, 33(1): 51- 55, 2005. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/2890/289021867006.pdf>. Acesso em 07 jan. 2020.

19. Dinev, Ivan. The darkling beetle (*Alphitobius diaperinus*) – a health hazard for broiler chicken production, Stara Zagora, Bulgária. **Trakia Journal of Sciences**, Vol. 11, № 1, 2013. Disponível em: http://tru.uni-sz.bg/tsj/vol11N1_2013/lv.Dinev.pdf. Acesso em 05 jan. 2020.

20. Chernaki-Leffer AM, Almeida LM, Sosa-Gómez DR, Anjos A, Vogado KM, Populational fluctuation and spatial distribution of *Alphitobius diaperinus* (Panzer) (Coleoptera; Tenebrionidae) in a poultry house, Cascavel, Parana state, Brazil. **Brazilian Journal of Biololy**, v. 67 no 2 p. 209-213, São Carlos 2007. Disponível em:

<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1519-69842007000200005>. Acesso em 19 abr. 2019.

21. Vittori J, Schocken-Iturrino, RP, Trovó KP, Ribeiro CAM, Barbosa GG, Souza LM, Pigatto CP. *Alphitobius diaperinus* como veiculador de *Clostridium perfringens* em granja avícola no interior paulista – Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria v.37, n.3, p.894-896, mai-jun, Jaboticabal SP, 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/cr/v37n3/a48v37n3.pdf>. Acesso em 07 jan. 2020.
22. Alves LFA, Buzanello GD, Oliveira DGP, Alves SB. Ação da terra diatomácea contra adultos do cascudinho *Alphitobius diaperinus* (Panzer, 1797) (Coleoptera: Tenebrionidae). **Instituto Biológico São Paulo**. v.73, n.1, p.115-118, 2006. Disponível em: http://www.biologico.sp.gov.br/uploads/docs/arq/V73_1/alves.PDF. Acesso em 12 mai. 2019.
23. Wolf J, Gouvea A, Lozano da Silva ER, Potrich M, Appel A. Método físico e cal hidratada para manejo do cascudinho dos aviários. **Ciência Rural**. v.44, n.1, p.161-166, Santa Maria/RS 2014. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0103-84782014000100026&lng=en&nrm=iso&tlng=pt. Acesso em 18 jan. 2020.
24. Lambikin TA, Furlong MJ. Application of Spinosad Increases the Susceptibility of Insecticide Resistant *Alphitobius diaperinus* (Coleoptera: Tenebrionidae) to Pyrethroids. **Journal of Economic Entomology**. v.107, issue 4, p. 1590-1598, 2014. Disponível em: <https://search.proquest.com/openview/6c98d426da55afd436db3d03511e5f82/1?pq-origsite=gscholar&cbl=2044076>. Acesso em 21 jan. 2020.
25. Gazoni FL, Flores F, Bampi RA, Silveira F, Bouffleur R, Lovato M. Avaliação da resistência do cascudinho (*Alphitobius diaperinus*) (Panzer) (Coleoptera:Tenebrionidae) a diferentes temperaturas. **Instituto Biológico São Paulo**. v.79, n.1, p.69-74, 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/aib/v79n1/a10v79n1.pdf>. Acesso em 04 de mar. 2020.
26. Lorini I. Soja: manejo integrado de insetos e outros artrópodes-praga. **Embrapa**, Capítulo 6, p.421-444, 2012. Disponível em: <http://www.cnpso.embrapa.br/artropodes/Capitulo6.pdf>. Acesso em 09 jan. 2020.
27. Antunes LEG, Viebrantz PC, Gottardi R, Dionello RG. Características físico-químicas de grãos de milho atacados por *Sitophilus zeamais* durante armazenamento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.15, n.6, p.615-620, 2011.

Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v15n6/v15n06a12.pdf>. Acesso em 04 de mar. 2020.

28. Lima Junior AF, Oliveira IP, Rosa SRA, Silva AJ, Morais MM. Controle de pragas de grãos armazenados: uso e aplicação de fosfetos. **Revista Faculdade Montes Belos**, v.5, n.4, p. 180-194, 2012. Disponível em: <http://www.fmb.edu.br/revistaFmb/index.php/fmb/article/view/93>. Acesso em 11 jan. 2020.

29. Gazoni FL, Wilsmann CG, Flores F, Silveira F, Bampi RA, Boufleur R, Lovato M. Efficacy of Phosphine Gas Against the Dark Beetle (*Alphitobius diaperinus*). **Acta Scientiae Veterinariae**. 39(2): 965, 2011. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/2890/289022024010.pdf>. Acesso em 11 de mar. 2020.

30. Aguiar RWS, Sarmiento RA, Vieira SM, Didonet J. Controle de pragas de grãos armazenados e utilizando atmosfera modificada. **Bioscience Journal**, Uberlândia – MG, v.20, n.1, p. 21-27, jan/abr 2004. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/6485/4219>. Acesso em 11 jan. 2020.

31. Oliveira DGP, Pinto FGS, Barcellos FG, Alves LFA, Hungria M. Variabilidade genética de isolados de *Beauveria* spp. e virulência ao cascudinho *Alphitobius diaperinus* Panzer (Coleoptera: Tenebrionidae). **Ciências agrária**. Londrina, v. 32, n. 1, p. 147-156, 2011. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/897668/1/semina32.1.2011.pdf>. Acesso em 25 jan. 2020.

32. Santos JC, Alves LFA, Opazo MAU, Mertz NR, Marcomini AM, Oliveira DGP, Bonini AK. Eficácia da aplicação de inseticida químico no solo para controle de *Alphitobius diaperinus* Panzer (Coleoptera: Tenebrionide) em aviários de frango de corte. **Instituto Biológico São Paulo**. v.76, n.3, p.417-425, São Paulo, 2009. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/miguel_uribe_opazo/publication/267365819_eficiencia_da_aplicacao_de_inseticida_quimico_no_solo_para_o_controle_de_alphitobius_diaperinus_panzer_coleoptera_tenebrionidae_em_aviario_de_frango_de_corte/links/5578ed8308aeb6d8c01f1c6f.pdf. Acesso em 12 de nov. 2019.

33. Chernaki-Leffer AM, Sosa-Gomez DR, Almeida LM, Lopes ION. Susceptibility of *Alphitobius diaperinus* (Panzer) (Coleoptera, Tenebrionidae) to cypermethrin, dichlorvos and triflumuron in Southern Brazil. **Revista brasileira de Entomologia**.

v.55, n.1, p.125-128, 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbent/v55n1/a20v55n1.pdf>. Acesso em 24 de out. 2019.

34. Alves LFA, Uemura-Lima DH, Oliveira DGP, Godinho RPV. Eficiência de um novo inseticida comercial para o controle do cascudinho dos aviários (*Alphitobius diaperinus*) (panzer) (coleoptera: tenebrionidae). **Instituto Biológico São Paulo**. v.77, n.4, p.693-700, 2010. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Daian_Oliveira/publication/278027845_eficiencia_de_um_novo_inseticida_comercial_para_o_controle_do_cascudinho_dos_aviarios_alphitobius_diaperinus_panzer_coleoptera_tenebrionidae/links/5579e53108ae75363756fb1f.pdf. Acesso em 08 de fev. 2020.

35. Oliveira DGP, Cardoso RR, Mamprim AP, Angeli LF. Laboratory and Field Evaluation of a CypermethrinBased Insecticide for the Control of *Alphitobius diaperinus* Panzer (Coleoptera: Tenebrionidae) and Its In-Vitro Effects on Beauveria Bassiana Bals. Vuill. (Hypocreales: Cordycipitaceae). **Brazilian Journal of Poultry Science**. v.18, n.3, p.371-380, 2016. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbca/v18n3/1516-635X-rbca-18-03-00371.pdf>. Acesso em 08 de fev. 2020.

36. Bequisa 2019. Gastoxin®B57. www.bequisa.com.br/produtos/pos-colheita-bequisa/GASTOXIN-B57. Acesso em 11 de nov. 2019.