

Utilização do pó de caulim e mastruz sobre *Alphitobius diaperinus* (Panzer, 1797) (Coleoptera: Tenebrionidae)

Use of kaolin and mast powder on *Alphitobius diaperinus* (Panzer, 1797) (Coleoptera:
Tenebrionidae)

Uso de caolín y polvo de mástil em *Alphitobius diaperinus* (Panzer, 1797) (Coleoptera:
Tenebrionidae)

Recebido: 13/01/2021 | Revisado: 20/01/2021 | Aceito: 22/01/2021 | Publicado: 28/01/2021

Maria Micaele Pereira Arruda

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2381-7104>
Universidade Federal de Campina Grande, Brasil
E-mail: micaeli.pereira@hotmail.com

Renato Isidro

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3467-5455>
Universidade Federal de Campina Grande, Brasil
E-mail: renatoisidro01@gmail.com

Khyson Gomes Abreu

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3439-6598>
Universidade Federal da Paraíba, Brasil
E-mail: khysonabreu@gmail.com

Maria Alaíne Da Cunha Lima

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0645-8886>
Universidade Federal da Paraíba, Brasil
E-mail: alainelima1@gmail.com

Maria Silvana Nunes

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5185-2893>
Universidade Federal da Paraíba, Brasil
E-mail: Silvana.nunes@hotmail.com.br

Tracy Amélia Pereira Lopes

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1641-6214>
Universidade Federal de Campina Grande, Brasil
E-mail: Tracyamelia.lopes@gmail.com

Resumo

A avicultura brasileira vem evoluindo a cada ano, com isso surgiram também sérios problemas relacionados aos insetos-praga, como é o caso do *Alphitobius diaperinus*. Objetivou-se avaliar o efeito da ação bioinseticida do pó de caulim e de mastruz para o controle do *Alphitobius diaperinus* (Panzer, 1797) (Coleóptera: Tenebrionidae) sobre cama de aviário em laboratório. Calculou-se a eficiência do pó de caulim pelo método de Abbott (1925). Avaliou-se o potencial do pó em repelir *A. diaperinus*, pelo Índice de Repelência (IR). Para a associação do pó de caulim e mastruz verificou-se também o índice de repelência e foi utilizado a menor dose do pó de caulim que se mostrou mais eficiente e econômica. Também, avaliou-se a eficiência da associação nas mesmas condições testadas anteriormente. De acordo com os resultados, pode-se concluir que o pó de caulim na concentração de 0,50 g/cm² mostrou-se mais eficiente com uma eficiência de 59,86% aos sete dias e 100% aos 21 dias dos períodos avaliados. Verificou-se ainda que o Índice de Repelência obtidos nos tratamentos com o uso do caulim variaram de 0,25 a 0,75 g/cm² e foram todos menores que 1, indicando repelência destas concentrações. Verificou-se também, que o IR nos tratamentos da menor dose do caulim associados com as concentrações do mastruz foram todos menores que 1, indicando repelência sobre os insetos de *A. diaperinus*. Quanto a eficiência da associação, verificou-se que a concentração de 0,50 g/cm² do pó de caulim associado com 1,00 g/cm² foi a mais eficiente no controle de *Alphitobius diaperinus*.

Palavras-chave: Associação; Bioatividade; Bioinseticida; Cascudinho.

Abstract

Brazilian poultry farming has been evolving every year, which has also led to serious problems related to pest insects, such as *Alphitobius diaperinus*. The objective of this study was to evaluate the effect of the bioinsecticidal action of kaolin and mast powder for the control of *Alphitobius diaperinus* (Panzer, 1797) (Coleoptera: Tenebrionidae) on aviary bed in laboratory. The efficiency of kaolin powder was calculated by the method of Abbott (1925). The potential of the powder to repel *A. diaperinus* was evaluated by the Repellency Index (IR). For the association of kaolin powder and mast, the repellency index was also verified and the lowest dose of kaolin powder was used, which

proved to be more efficient and economical. Also, the efficiency of the association was evaluated under the same conditions previously tested. According to the results, it can be concluded that kaolin powder at a concentration of 0.50 g/cm² was more efficient with an efficiency of 59.86% at seven days and 100% at 21 days of the evaluated periods. It was also found that the Repellency Index obtained in the treatments with the use of kaolin varied from 0.25 to 0.75 g/cm² and were all less than 1, indicating repellency of these concentrations. It was also found that the IR in the treatments of the lowest dose of kaolin associated with the concentrations of the mast were all less than 1, indicating repellency on the insects of *A. diaperinus*. As for the efficiency of the association, it was found that the concentration of 0.50 g/cm² of the kaolin powder associated with 1.00 g/cm² was the most efficient in controlling *Alphitobius diaperinus*.

Keywords: Association; Bioactivity; Bioinsecticide; Cascudinho.

Resumen:

La industria avícola brasileña ha ido evolucionando año tras año, por lo que también han surgido graves problemas relacionados con insectos plaga, como es el caso de *Alphitobius diaperinus*. El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de la acción bioinsecticida del caolín y el polvo de mástil para el control de *Alphitobius diaperinus* (Panzer, 1797) (Coleoptera: Tenebrionidae) en lecho de pajarera en laboratorio. La eficiencia del caolín en polvo se calculó mediante el método de Abbott (1925). El potencial del polvo para repeler *A. diaperinus* se evaluó mediante el índice de repelencia (IR). Para la asociación de caolín en polvo y mástil, también se verificó el índice de repelencia y se utilizó la dosis más baja de caolín en polvo, que resultó ser más eficiente y económica. Asimismo, se evaluó la eficiencia de la asociación en las mismas condiciones previamente probadas. De acuerdo con los resultados, se puede concluir que el caolín en polvo a una concentración de 0,50 g/cm² fue más eficiente con una eficiencia del 59,86% a los siete días y del 100% a los 21 días de los periodos evaluados. También se encontró que el Índice de Repelencia obtenido en los tratamientos con el uso de caolín varió de 0.25 a 0.75 g/cm² y todos fueron menores a 1, indicando repelencia de estas concentraciones. También se encontró que las RI en los tratamientos de la dosis más baja de caolín asociada con las concentraciones del mástil fueron todas menores de 1, lo que indica repelencia sobre los insectos de *A. diaperinus*. En cuanto a la eficacia de la asociación, se encontró que la concentración de 0,50 g/cm² del polvo de caolín asociado a 1,00 g/cm² fue la más eficaz en el control de *Alphitobius diaperinus*.

Palabras clave: Asociación; Bioactividad; Bioinsecticida; Cascudinho.

1. Introdução

A avicultura brasileira é uma das atividades agropecuárias de maior desenvolvimento nas últimas décadas, apresentando índices que possibilitam a indústria avícola um notável potencial econômico (Rodrigues et al., 2014). O Brasil é um grande produtor de carne de frango. Em 2018, sua produção foi de 13,35 milhões de toneladas a qual manteve o país na posição de maior exportador mundial e de segundo maior produtor de carne de frango, atrás apenas dos Estados Unidos, de acordo com dados da USDA (2019), (Garcia & Gomes, 2019).

A. diaperinus (Panzer, 1797), pertencente à família “Tenebrionidae” e popularmente conhecido como “cascudinho” é considerado um dos problemas enfrentados na avicultura moderna. É registrado como praga secundária de grãos armazenados, se alojando dentro dos galpões e podendo ser encontrado junto às rações fornecidas para as aves causando grandes perdas econômicas na produção. Com a grande expansão avícola industrial, este coleóptero, encontrou, junto as instalações avícolas, habitat ideal para seu desenvolvimento (Silva, et al., 2001).

O *A. diaperinus* (Panzer), possui uma grande facilidade de adaptação, por isso sua reprodução é considerada bastante alta nas condições aviárias, causando certos danos sanitários, ambientais e principalmente econômicos. O *A. diaperinus* causa sérios problemas sanitários nas granjas avícolas e interfere no desempenho zootécnico de frangos de corte, com sérios prejuízos financeiros (Japp et al, 2010).

O cascudinho apresenta importância sanitária e econômica, pois larvas e adultos são ingeridos pelas aves como alimento alternativo, interferindo na conversão alimentar e desenvolvimento das aves, ocorrendo redução no peso e desuniformidade do lote, podendo também contaminar a carcaça de frangos durante o processamento (Matias, 1992; Despina & Axtell, 1994; Despina & Axtell, 1995; Chernaki-Leffer & Almeida, 2001).

De acordo com Rodrigueiro (2008), *A. diaperinus* é conhecido por ser vetor de diversos patógenos causadores de várias doenças aviárias e por seu potencial como inseto-praga, pelos seus danos causados aos materiais de isolamento térmico e

estruturas de sustentação dos galpões. Estes coleópteros além de causadores de problemas econômicos representam também sérios problemas à saúde pública nos períodos de aumentos populacionais, quando os adultos deixam os galpões e se aproximam às áreas urbanas.

Uma das formas mais utilizadas no controle do cascudinho está baseado na utilização de inseticidas químicos (Uemura et al., 2008), cuja utilização é limitada pela presença constante das aves nos aviários, e ainda que eficientes podem causar a intoxicação aos animais, homem e ao meio ambiente (Alves et al., 2004).

Neste sentido, é de fundamental importância o desenvolvimento de alternativas de controles que sejam eficientes. Entre as principais alternativas, destaca-se os inseticidas naturais, que tem sido cada vez mais requisitado, principalmente os à base de plantas, apresentando vantagens como origem em recursos renováveis e degradação rápida, não deixando resíduos em alimento e no meio ambiente (Prado, 2007).

Dentre as inúmeras espécies vegetais com atividade inseticida utilizada para o controle de insetos-praga, destaca-se a erva-de-santa-maria, também conhecida em outras regiões como o nome popular de mastruz (*C. ambrosioides* L.) (Tavares & Vendramim, 2005).

Não só as plantas são usadas para o controle de insetos praga, outra fonte de estudo são os minerais como os pós de inerte (Santoro et al., 2010). Por serem ricos em silício, são associados também a resistência das plantas ao ataque de pragas e doenças (Korndorfer & Datnoff, 1995).

Com relação aos minerais no controle de insetos praga, sabe-se que o caulim, um pó de rocha composto principalmente por silicato de alumínio hidratado, é um exemplo de mineral permitido e comercializado para o controle de insetos-pragas e doenças, principalmente para cultivos orgânicos, e já vem sendo utilizado em alimentos processados nos Estados Unidos (Rasad & Rangeshwaraw, 2000).

Portanto objetivou-se com este trabalho, avaliar o efeito da ação bioinseticida de pó de caulim e de mastruz para o controle do *Alphitobius diaperinus* (Panzer, 1797) (Coleóptera: Tenebrionidae) sobre cama de aviário em laboratório.

2. Metodologia

Os bioensaios foram desenvolvidos no Laboratório de Fitossanidade (LAFISA) da Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Desenvolvimento Sustentável do semiárido – Sumé, PB.

2.1 Criação e manutenção de *A. diaperinus*

A coleta do *A. diaperinus*, conhecido popularmente como “cascudinho” foi realizada em granjas da região. Após a coleta feita, foi levada ao Laboratório de Fitossanidade (LAFISA). Os adultos de *A. diaperinus*, eram mantidos em recipientes de plástico, com capacidade de 500 ml. E semanalmente eram feitas as manutenções, onde os mesmos eram alimentados por grãos (milho e feijão) e ração para frango de corte. Para que houvesse o controle e a permanência dos mesmos para a realização dos bioensaios.

2.2 Coleta e preparação do pó de mastruz e aquisição do caulim

Com o auxílio de produtores rurais, foi feita a coleta de mastruz (*Chenopodium ambrosioides* L.) Depois de coletado, houve armazenamento, a secagem, e em seguida a obtenção do pó para a realização da pesquisa. Foi realizado o processo de desidratação e secagem do mastruz no Laboratório de Solos (LASOL) da instituição.

O processo de secagem durou 72h, a uma temperatura de 45° em estufa. Após a secagem do mastruz, o material foi moído e triturado em um moinho do tipo Willye TE-650 TECNAL, onde foi obtido um pó fino de granulação uniforme e armazenado em recipientes de plásticos e mantidos na B.O.D, com uma temperatura ambiente. A partir do qual foram

obtidas as dosagens desejadas, pesadas em balança digital de precisão para, em seguida, serem utilizadas nos bioensaios. Essa metodologia foi adaptada de Souza & Melo Trovão (2009). O caulim comercial (Protesyl®) é de fácil obtenção e foi obtido de casas agropecuárias da região para serem utilizados nos bioensaios.

2.3 Descrição metodológica por bioensaios

2.3.1 Bioensaio 1: Testou-se a eficiência do pó de caulim sobre adultos de *A. diaperinus*

Este bioensaio avaliou a eficiência do pó de caulim sobre adultos de *A. diaperinus* com dez repetições, em diferentes concentrações (0,0; 0,25; 0,50; 0,75; e 1,00 g/cm²) e nos períodos de avaliação (7,14, 21 e 28 dias). A unidade experimental foi construída a semelhança de camas de aviário em recipientes plásticos de 6 x 5 cm (30 cm²), o pó de caulim foi colocado abaixo da casca de arroz em uma camada de 2 cm de altura. Adicionalmente foi colocado 0,328g de ração de aves como medida padrão. Os recipientes foram hermeticamente fechados com um tecido fino tipo voil e logo em cima tampados com as devidas tampas, nas condições ambientais. Após este período, em cada unidade experimental foram colocados 30 insetos adultos de *A. diaperinus* com até 30 dias de emergência. Foram avaliadas a mortalidade cumulativa dos insetos e a eficiência (E%) do pó de caulim sobre adultos de *A. diaperinus* calculada pelo método de Abbott (1925).

2.3.2 Bioensaio 2: Testou-se a repelência do pó de caulim sobre adultos de *A. diaperinus*

Este bioensaio avaliou a repelência do pó de caulim sobre adultos de *A. diaperinus*. Foi avaliado o efeito do pó de caulim em unidades experimentais construída de forma semelhante às camas de aviários, com cinco repetições, em diferentes concentrações (0,25; 0,50; 0,75; e 1,00 g/cm²) em comparação com os recipientes sem o caulim. Foi utilizado um modelo de arena com recipientes dois a dois, de 6 x 6 cm (36 cm²), conectados a um recipiente central com uma portinha para a passagem dos insetos adultos. Os recipientes tiveram uma camada de aproximadamente 2 cm de casca de arroz + caulim e ração nos tratamentos com o pó de caulim e as mesmas camadas sem o caulim como testemunha. No centro da arena foram liberados 30 insetos adultos de *A. diaperinus*, com 24 h em inanição.

O número de insetos (NI) nos recipientes tratados e não tratados foram avaliados 24 horas após a liberação dos insetos nas arenas. Para análise do Índice de repelência, foi utilizada a fórmula $IR=2G/(G + P)$, onde G = % de insetos nos recipientes com pó de caulim e P = % de insetos na Testemunha. Os valores de IR que variam de 0 a 1, indicando: IR = 1, produto neutro; IR > 1, produto atraente e IR < 1, produto repelente (Lin et al.,1990). Para análise estatística dos dados, os percentuais de insetos nas diferentes dosagens foram submetidos ao teste do Qui-Quadrado.

2.3.3. Bioensaio 3: Testou-se a eficiência das doses do pó de mastruz e de caulim sobre adultos de *A. diaperinus*

Neste bioensaio foi repetida a mesma metodologia do bioensaio 1, respectivamente para se testar a eficiência do pó de mastruz nas mesmas concentrações do bioensaio, associado a menor dose de caulim que se mostrou mais eficiente sobre as populações de *A. diaperinus*.

2.3.4 Bioensaio 4: Testou-se a repelência, respectivamente das doses do pó de mastruz e caulim sobre adultos de *A. diaperinus*

Neste bioensaio foi repetida a mesma metodologia do bioensaio 2, para se testar a repelência do pó de mastruz nas mesmas concentrações do bioensaio, associado a menor dose de caulim que se mostrou mais eficiente e econômica sobre as populações de *A. diaperinus*.

3. Resultados e Discussão

3.1 Bioensaio 1. Eficiência do pó de caulim sobre adultos de *Alphitobius diaperinus*

Na Tabela 1, estão representados os percentuais de eficiência (E%) do pó de caulim nas diferentes concentrações estudadas nos 4 períodos de avaliações do bioensaio sobre *A. diaperinus*, calculadas pelo método Abbott e o número de insetos vivos. Aos sete dias da 1ª avaliação do bioensaio houve uma eficiência de 59,86% para o tratamento contendo o pó de caulim na concentração de 0,50 (g/cm²). Verificou-se ainda, que o teste de eficiência atingiu os 98,16% na segunda avaliação, chegando aos 100,00% a partir da terceira avaliação. Em relação ao número de insetos vivos, verificou-se um menor número médio na concentração de 0,50 (g/cm²) de 11,60 na primeira avaliação em comparação com as demais concentrações testadas. Os resultados comprovaram a eficiência do pó nas demais avaliações interferindo na sobrevivência dos insetos quando comparados com o número médio de insetos vivos verificados na testemunha.

Entre as alternativas ao uso de agrotóxicos, o caulim tem sido relatado por sua eficiência contra coleópteros (Showler, 2003). Não só as plantas são estudadas para o controle de pragas alguns minerais também estão sendo, e dentre eles se destaca o caulim, um pó de rocha composto principalmente por silicato de alumínio hidratado, é um exemplo de mineral permitido e comercialização para o controle de algumas pragas e doenças, principalmente no cultivo orgânico (Rasad & Rangeshwaran, 2000).

Constanski et al. (2016) testaram o potencial dos pós inertes: bentonita, caulim e da terra de diatomáceas (TD), na forma sólida e em suspensão aquosa isoladamente e associados ao óleo de nim no controle das lagartas de segundo instar de *Spodoptera eridania* e *Spodoptera frugiperda*. Os autores observaram que, quando os pós foram aplicados em suspensão em água separadamente ou em combinação com óleo de neem, os melhores resultados foram observados na combinação bentonita (10%) + neem, com 100% de mortalidade para ambas as espécies e caulim (10%) + neem com 78,5% e 95,6% de mortalidade para *S. frugiperda* e *S. eridania*, respectivamente.

Tabela 1. Eficiência (E%) de diferentes concentrações do pó de Caulim e sobrevivência de *Alphitobius diaperinus* nas avaliações estudadas, Sumé-PB.

Tratamento	1ª Avaliação		2ª Avaliação		3ª Avaliação		4ª Avaliação	
	Nº médio de Insetos Vivos	E%	Nº médio de Insetos Vivos	E%	Nº médio de Insetos Vivos	E%	Nº médio de Insetos Vivos	E%
0,00 (g/cm ²)	28,90	-	27,20	-	24,40	-	22,00	-
0,25 (g/cm ²)	23,10	20,07	15,80	41,91	7,30	70,08	2,70	87,73
0,50 (g/cm ²)	11,60	59,86	0,50	98,16	0,00	100,00	0,00	100,00
0,75(g/cm ²)	12,60	56,40	0,50	98,16	0,10	99,59	0,00	100,00
1,00 (g/cm ²)	13,80	52,25	0,80	97,06	0,00	100,00	0,00	100,00

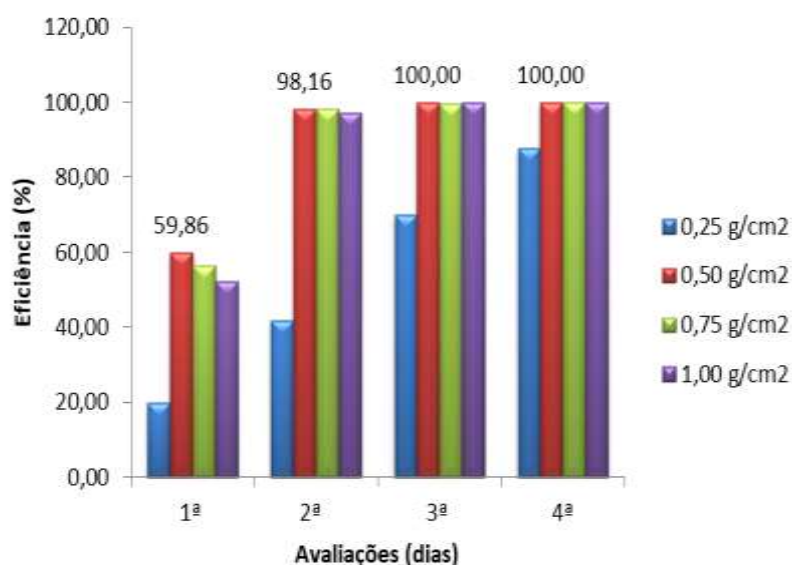
Fonte: Dados da pesquisa.

Na Figura 1, estão representados os percentuais de eficiência (%E) do pó de caulim dentro dos tratamentos estudados sobre os adultos de *A. diaperinus*, verificou-se que já aos sete dias da 1ª avaliação do bioensaio houve uma eficiência de 59,86% para o tratamento contendo o pó de caulim na concentração de 0,50 g/cm². Verificou-se um aumento nesta eficiência aos 14 dias de 98,16%, chegando na terceira avaliação aos 21 dias como foi constatada com uma eficiência de 100% nesta concentração.

Constanski et al., (2011) ao estudarem o controle alternativo de *Hypothenemus hampei* (Ferrari, 1876) (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE) com a utilização de pós inertes, encontraram níveis de mortalidade acima de 50%, valor considerado satisfatório para produtos naturais. Segundo Wolf et al., (2014) que avaliou os fatores do caulim, temperatura e umidade na cama de aviários sobre a mortalidade do *A. diaperinus*. Este tem efeito relacionado com as mudanças nos gradientes de umidade na cama, produção de gases no interior das instalações, controle de microrganismos de interesse epidemiológico e alterações das propriedades do adubo residual da atividade.

O caulim tem sido utilizado como dessecante, absorvendo o excesso de umidade e promovendo a secagem, criando assim um ambiente hostil para insetos e patógenos levando a dedução possível para o resultado de redução dos cascudinhos observada diz respeito à mudança do gradiente iônico do substrato (Dai pra et al., 2009).

Figura 1. Eficiência de controle do Caulim sobre *A. diaperinus*, Sumé-PB.

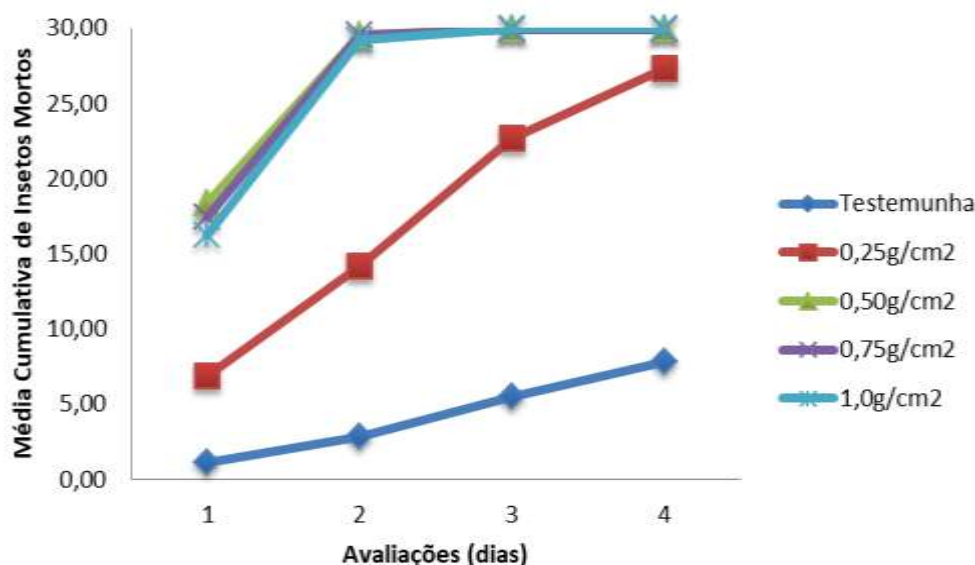


Fonte: Dados da pesquisa.

Na Figura 2, estão representados os números médios de insetos mortos cumulativos de *A. diaperinus* submetidos a diferentes concentrações do pó de Caulim nas avaliações estudadas. Conforme o resultado apresentado, verificou-se que já aos sete dias da 1ª avaliação do bioensaio foi constatada uma excelente resposta de mortalidade na concentração de 0,50g/cm² de 59,86% para esta concentração, ou seja já acumulava um total de insetos mortos de 18,40, e, apresentando 100% de mortalidade, ou seja os 30 insetos mortos já na terceira avaliação aos 21 dias, mostrando a eficiência do pó em causar a mortalidade dos insetos.

Watson et al. (2003), em bioensaio ao seu presente estudo, verificou-se ao aplicar a adição de 600g m⁻² de cal hidratada proporcionou mortalidade de 26,6% e 66,5% de adultos e larvas de *A. diaperinus*. Wolf et al., (2014) em estudos sobre métodos físicos e cal hidratada para manejo do cascudinho dos aviários quanto a sua eficiência, observou-se percentual médio de mortalidade crescente para adultos. Não obstante, os tratamentos 400 e 600g m², com 35,62% e 40,62% de mortalidade, respectivamente.

Figura 2. Mortalidade média cumulativa de *A. diaperinus* submetidos a diferentes concentrações de *C. ambrosioides*, Sumé-PB.



Fonte: Dados da pesquisa.

3.2 Bioensaio 2. Repelência do pó de caulim sobre adultos de *Alphitobius diaperinus*

Avaliou-se, ainda o potencial do pó de caulim em repelir adultos de *A. diaperinus*. O efeito deste pó nas diferentes concentrações estudadas foi analisado utilizando o Índice de Repelência (IR). Verificou-se que o IR nas concentrações de 0,25 a 0,75 g/cm² foram todos menores que 1, variando de 0,50 a 0,72, indicando que as concentrações utilizada nos bioensaios foram consideradas repelentes e a concentração de 1,00 g/cm² teve uma ação atraente, pois o índice de repelência foi maior que 1 (Tabela 2).

A quantidade de adultos de *A. diaperinus* nos recipientes tratados com o pó de caulim nas três primeiras concentrações foram inferiores, indicando uma ação repelente do produto. No entanto a quantidade de adultos na concentração de 1,0 g/cm² foi significativamente superior ao encontrado na testemunha, valores oscilando entre 50,00 e 16,67%, respectivamente, indicando que a ação do produto foi considerada atraente.

Silva e Almeida (2018), ao estudarem o efeito repelente de sementes tratadas com caulim sobre *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae), verificou-se que em todas as concentrações estudadas de caulim, os percentuais de insetos foram maiores para as sementes não tratadas, ou seja, todas as concentrações foram consideradas repelentes ao *T. castaneum*.

De acordo com Gullan & Cranston (2008) a repelência é uma reação do sistema sensorial do inseto, quando o mesmo é exposto a substâncias indesejáveis. Os insetos possuem quimiorreceptores localizados em diversas partes do seu corpo, tais como tíbias, tarsos, antenas e outros. Esses são responsáveis por avaliar as condições do ambiente onde o inseto se encontra. Se essas condições não forem favoráveis, o inseto procura fugir, deslocando-se para outra localidade.

Tabela 2. Porcentagem de insetos no tratamento, testemunha e Índice de Repelência das concentrações de pó de caulim sobre *Alphitobius diaperinus* nos tratamentos estudados. Sumé-PB.

Tratamento	% de Insetos no Tratamento	% de Insetos na Testemunha	Índice de Repelência (IR)	Ação do Produto
0,25 g/cm ²	17,33	51,33	0,50	Repelente
0,50 g/cm ²	22,00	39,33	0,72	Repelente
0,75 g/cm ²	19,33	43,33	0,62	Repelente
1,00 g/cm ²	50,00	16,67	1,50	Atraente

Fonte: Dados da pesquisa.

Foi utilizado ainda o teste de Qui-quadrado ($p < 0,05$) para comparação do NI nas diferentes concentrações do pó (Tabela 3). De acordo com os resultados verificou-se que algumas das concentrações não diferiram estatisticamente entre si para número de insetos coletados nos recipientes (tratados x não tratados). No entanto houveram diferenças na análise do teste entre as concentrações 0,25 e 1,00 g/cm² e 0,50 e 1,00 g/cm² indicando que o número de insetos coletados nos recipientes (tratados x não tratados) são diferentes estatisticamente de 10,05 e 5,96, respectivamente.

Tabela 3. Valores de Qui-quadrado do índice de repelência para comparações do número insetos de *A. diaperinus* submetidos a diferentes concentrações de pó de caulim, Sumé-PB.

Tratamento	0,50 g/cm ²	0,75 g/cm ²	1,00 g/cm ²
0,25 g/cm ²	0,52 ^{ns}	0,15 ^{ns}	10,05*
0,50 g/cm ²	-	0,11 ^{ns}	5,96*
0,75 g/cm ²	-	-	0,16 ^{ns}

* Significativo a 5% de probabilidade, ^{ns} Não significativo. Fonte: Dados da pesquisa.

3.3 Bioensaio 3. Eficiência das doses do pó de mastruz e de caulim sobre adultos de *Alphitobius diaperinus*

Na Tabela 4, estão representados os percentuais de eficiência (E%) do pó de Caulim na sua menor dose associado com o pó de mastruz nas diferentes concentrações estudadas nos 4 períodos de avaliações do bioensaio sobre *A. diaperinus*, calculadas pelo método Abbott e o número de insetos vivos. Aos sete dias da 1ª avaliação do bioensaio houve uma eficiência de 51,01% para o tratamento contendo o pó de caulim na concentração de 0,50 (g/cm²) e o mastruz na concentração de 1,00 (g/cm²). Verificou-se ainda, que o teste de eficiência só atingiu a máxima eficiência de 95,02% na quarta avaliação na concentração de 1,00 (g/cm²). Em relação ao número de insetos vivos, verificou-se um menor número médio na concentração de 1,00 (g/cm²) em todas as avaliações em comparação com as demais concentrações testadas. Os resultados comprovaram a eficiência do pó de caulim com as diferentes concentrações de mastruz nas demais avaliações interferindo na sobrevivência dos insetos quando comparados com o número médio de insetos vivos verificados na testemunha.

Como alternativa ao controle convencional tem-se o controle por meio de plantas inseticidas, que antes dos produtos sintéticos, eram comumente utilizadas nos países tropicais. Essas plantas podem ser utilizadas na forma de pós secos, óleos essenciais, extratos aquosos e orgânicos (metanólicos, etanólicos, acetônicos, etc.) (Gallo et al., 2002).

Marcomini et al. (2009) testaram extratos vegetais de *Ruta graveolens*, *Chenopodium ambrosioides* e *M. azedarach*, o óleo comercial de *A. indica* sobre adultos de *A. diaperinus*, e observaram que o óleo comercial de *A. indica* provocou 97,5% de mortalidade, seguido pelo extrato de *R. graveolens* com 61,3%.

Em estudo do produto Mitestop, formulado a partir de extrato de semente de nim, Walldorf et al. (2012) testaram em diferentes concentrações (1:20, 1:33, 1:60), pulverizados sobre adultos e larvas de *A. diaperinus*. Segundo os autores, o produto foi eficiente na concentração de 1:60, em que as larvas logo após a aplicação morreram. Após duas horas da aplicação dois terços dos adultos de *A. diaperinus* morreram e, após 24 horas, a mortalidade foi de 100%.

Tabela 4. Eficiência (E%) de diferentes concentrações do pó de Caulim associado com o mastruz e sobrevivência de *Alphitobius diaperinus* nas avaliações estudadas. Sumé-PB.

Tratamento	1ª Avaliação		2ª Avaliação		3ª Avaliação		4ª Avaliação	
	Nº médio de Insetos Vivos	E%	Nº médio de Insetos Vivos	E%	Nº médio de Insetos Vivos	E%	Nº médio de Insetos Vivos	E%
0,00 (g/cm ²).	29,60	-	28,30	-	27,10	-	24,10	-
0,25 (g/cm ²)	23,50	20,61	17,60	37,81	11,70	56,83	7,80	67,63
0,50 (g/cm ²)	19,20	35,14	15,30	45,94	9,60	64,58	5,80	75,93
0,75(g/cm ²)	15,50	47,64	11,70	58,66	7,90	70,85	3,50	85,48
1,00 (g/cm ²)	14,50	51,01	10,40	63,25	5,50	79,70	1,20	95,02

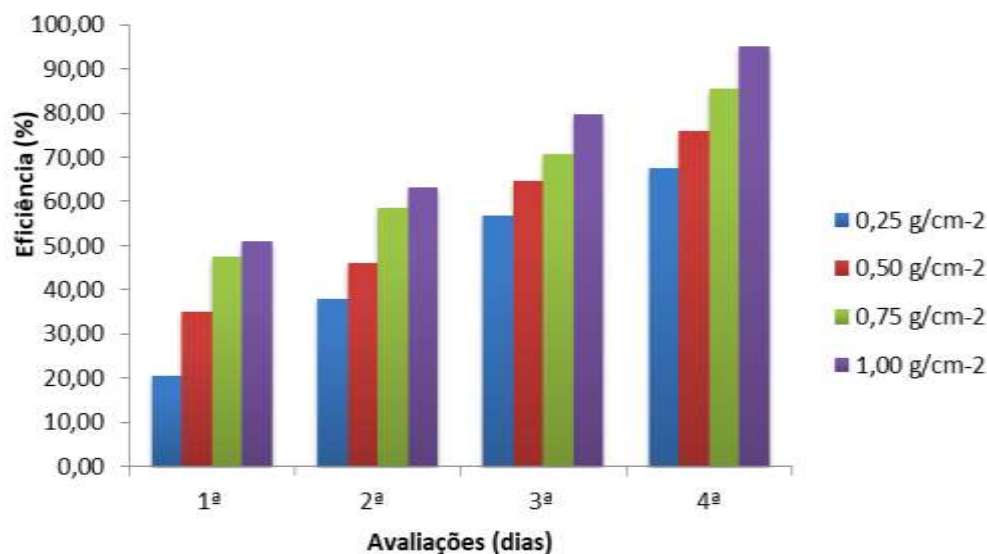
Fonte: Dados da pesquisa.

Na Figura 3, estão representados os percentuais de eficiência (%E) do pó de caulim associado com o mastruz dentro dos tratamentos estudados sobre os adultos de *A. diaperinus*. Verificou-se que já aos sete dias da 1ª avaliação do bioensaio houve uma eficiência de 51,01% para o tratamento contendo o pó de caulim na concentração de 0,50 g/cm² e o mastruz na concentração de 1,00 (g/cm²). Verificou-se ainda um aumento nesta eficiência e aos 28 dias foi registrado uma eficiência de 95,02%.

Azevedo et al., (2010) testaram a bioatividade de óleo de nim sobre *A. diaperinus* e observaram que após 90 dias de armazenamento, o extrato mostrou-se eficiente para o controle dos insetos adultos, causando 74,92% de mortalidade. Silva et al., (2019) em seu presente estudo, constatou que os extratos aquosos de *R. communis* e *C. ambrosioides* em 8% demonstraram resultados promissores para o controle de *A. diaperinus* adultos com eficácia de 59,0 e 44,6% respectivamente.

Almeida et al., (2018) verificou que o pó de *C. ambrosioides* em associação com caulim foi altamente eficiente a 1, 2, 3 e 4% no controle *T. castaneum*, com valores percentuais de 97,3% na menor concentração aos 15 dias; 100,0% nas concentrações a 2 e 4% no 13º dia e; 100,0% na concentração a 3% no 11º dia. As três maiores concentrações controlaram mais da metade da população de adultos de *T. castaneum* no 5º dia e na concentração a 1% no 7º dia.

Figura 3. Eficiência (E%) de controle do caulim associado com o mastruz sobre *A. diaperinus*.



Fonte: Dados da pesquisa.

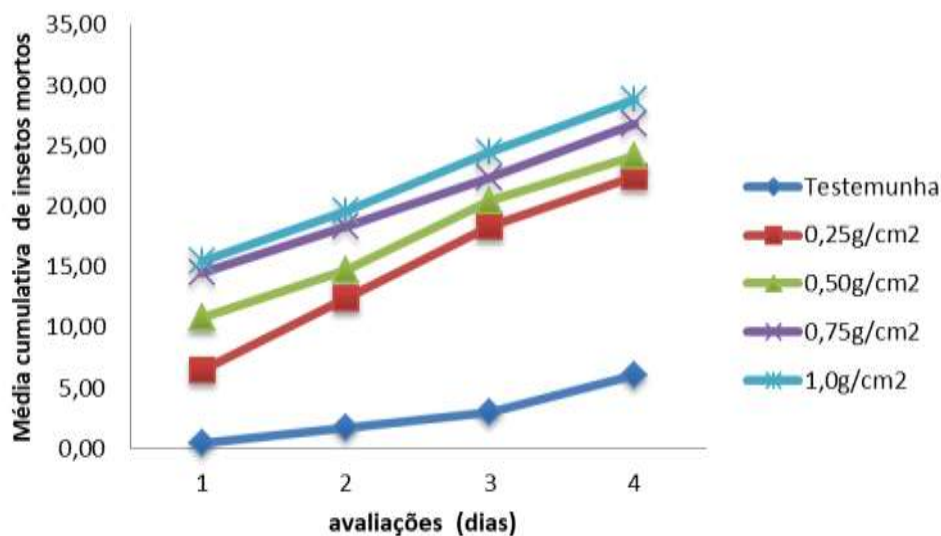
Na Figura 4, estão representados os números médios de insetos mortos cumulativos de *A. diaperinus* submetidos a diferentes concentrações do pó de mastruz associado com o pó de caulim na concentração de 0,50 (g/cm²) nas avaliações estudadas. Conforme o resultado apresentado verificou-se que já aos sete dias da 1ª avaliação do bioensaio foi constatada uma excelente resposta de mortalidade na concentração de 1,00g/cm² de 51,67% para esta concentração, ou seja, já acumulava um total de insetos mortos de 15,50, e apresentando uma mortalidade crescente, ou seja, de 28,80 insetos mortos na quarta avaliação aos 28 dias, mostrando a eficiência da associação do pó de caulim associado com o pó de mastruz em causar a mortalidade dos insetos.

Portanto, conforme os resultados apresentados neste bioensaio, verificou-se que dentre estes recursos, destaca-se a utilização das plantas com atividades biológicas diversas, dentre elas com atividades bioinseticidas, associando o uso alternativo de pós inertes à base de caulim com o mastruz *C. ambrosioides* que podem ser utilizados como ferramentas e métodos alternativos para o controle do cascudinho, a exemplo nas concentrações de 0,50 (g/cm²) do caulim associado com 1,00 (g/cm²) do mastruz, onde obteve resultados satisfatórios.

Conforme verificado por Abreu et al. (2017), que avaliaram o potencial do pó vegetal de *C. ambrosioides* em diferentes concentrações sobre *A. diaperinus* e verificaram os percentuais de eficiência (E%), já aos sete dias da 1ª avaliação do bioensaio, onde houve uma eficiência de 69,29% para o tratamento contendo o pó vegetal do mastruz na concentração de 1,0 (g/cm²) e que suas médias diferiram estatisticamente de todos os tratamentos nos períodos avaliados, chegando a 98,46% na última avaliação.

Segundo Alencar (2015), os efeitos inseticidas das plantas sobre insetos pragas variam de acordo com formas de extração das plantas, fase de vida do inseto, aplicação final do produto, etc. Pois a utilização de pó apresenta a desvantagem da não concentração dos metabólitos secundários. Porém, a distribuição de *A. diaperinus* dentro dos aviários facilita a utilização de pós introduzidos na ração de frangos de maneira que o maior nível populacional deste inseto é sobre os comedouros de aves.

Figura 4. Mortalidade média cumulativa de *A. diaperinus* submetidos a diferentes concentrações de *C. ambrosioides* associado ao pó de caulim na concentração de 0,50 (g/cm²).



Fonte: Dados da pesquisa.

3.4 Bioensaio 4. Repelência, respectivamente do pó de mastruz e caulim sobre adultos de *A. diaperinus*

Quando se utilizou o teste de repelência, respectivamente do pó de mastruz, associado a menor dose do caulim que se mostrou mais eficiente e econômica sobre as populações de adultos de *A. diaperinus*. Verificou-se que o IR nos tratamentos foram todos menores que 1, para todas as concentrações estudadas, variando de 0,24 a 0,44 indicando que todas as concentrações utilizadas nos bioensaios foram consideradas repelentes (Tabela 5). A quantidade de adultos de *A. diaperinus* nos recipientes tratados com o pó de mastruz associado ao caulim foram inferiores em todas as concentrações estudadas, indicando uma ação repelente do produto.

Alves et al., (2012) verificou-se que, independente da forma de aplicação, a quantidade de adultos do cascudinho na área tratada com torta de nim foi significativamente inferior, indicando uma ação repelente do produto, com valores oscilando entre 72 e 96%. O índice de repelência nos três diferentes tratamentos foi menor que 1, sendo a torta considerada repelente.

Tabela 5. Porcentagem de insetos no tratamento, testemunha e Índice de Repelência das concentrações de *C. ambrosioides* e caulim sobre *Alphitobius diaperinus* nos tratamentos estudados.

Tratamento	% de Insetos no Tratamento	% de Insetos na Testemunha	Índice de Repelência (IR)	Ação do Produto
0,25 g/cm ²	13,33	68,67	0,33	Repelente
0,50 g/cm ²	16,67	58,33	0,44	Repelente
0,75 g/cm ²	10,00	69,33	0,25	Repelente
1,00 g/cm ²	9,33	68,67	0,24	Repelente

Fonte: Dados da pesquisa.

Foi utilizado ainda o teste de Qui-quadrado ($p < 0,05$) para comparação do NI nas diferentes concentrações do pó de mastruz e caulim associado (Tabela 6). De acordo com os resultados as concentrações não diferiram estatisticamente entre si para número de insetos coletados nos recipientes (tratados x não tratados). Melo (2013) em estudo dos Índices de Repelências

(IR) obtidos para *A. diaperinus* em sementes de amendoim tratadas com extrato de nim e outros extratos, associado ou não a polímero para recobrimento de sementes, constatou diferença estatística entre os tratamentos para o IR, em que, todos apresentaram índices menores que 1 (um).

Segundo Coitinho et al., (2006) a ação repelente é uma propriedade relevante a ser considerada no controle de insetos-praga de produtos armazenados, pois quanto maior a repelência menor será a infestação, reduzindo ou suprimindo a postura e, conseqüentemente, com menor número de insetos emergidos.

Tabela 6. Valores de Qui-quadrado do índice de repelência para comparações do número insetos de *A. diaperinus* submetidos a diferentes concentrações de *C. ambrosioides* associados com o pó de caulim.

Tratamento	0,50 g/cm ²	0,75 g/cm ²	1,00 g/cm ²
0,25 g/cm ²	0,25 ^{ns}	0,13 ^{ns}	0,18 ^{ns}
0,50 g/cm ²	-	0,71 ^{ns}	0,82 ^{ns}
0,75 g/cm ²	-	-	0,17 ^{ns}

* Significativo a 5% de probabilidade, ^{ns} Não significativo. Fonte: Dados da pesquisa.

4. Considerações Finais

Diante os resultados alcançados, conclui-se que:

A concentração de 0,50 g/cm² do pó de caulim foi a mais eficiente no controle de *Alphitobius diaperinus*;

De acordo com o potencial das concentrações do pó de caulim testados em repelir adultos de *A. diaperinus*, verificou-se que o IR nas concentrações de 0,25 a 0,75 g/cm² foram todos menores que 1, consideradas repelentes e a concentração de 1,00 g/cm² teve uma ação atraente, pois o índice de repelência foi maior que 1;

A concentração de 0,25 g/cm² do pó de caulim repeliu 51,33% dos insetos *A. Diaperinus* com um IR de 0,50 e a concentração de 0,50 g/cm² do pó de caulim associado com 1,00 g/cm² foi a mais eficiente no controle de *Alphitobius diaperinus*

Quando se utilizou o teste de repelência, respectivamente dos pós de mastruz, associados a menor dose do caulim que se mostrou mais eficiente e econômica de 0,50 g/cm² sobre as populações de adultos de *A. diaperinus*. Verificou-se que o IR nos tratamentos foram todos menores que 1, para todas as concentrações estudadas, indicando que todas as concentrações utilizadas nos bioensaios foram consideradas repelentes.

Os resultados obtidos no presente trabalho indicam o potencial do caulim e do *Chenopodium ambrosioides* L para serem utilizados como uma ferramenta no manejo do *A. diaperinus* em aviário.

Referências

- Abbott, W. S. (1925). A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of American mosquito control association*, 3(2), 302-303.
- Abreu, K. C. *Bioatividade do Pó de Mastruz* (*Chenopodium ambrosioides* L.) *Sobre Alphitobius diaperinus* (Panzer, 1797) (Coleoptera: Tenebrionidae). (2017). Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agroecologia) – Universidade Federal De Campina Grande, Sumé-PB, 34 p.
- Alencar, R. V. (2015). *Associação de pós vegetais e Bacillus thuringiensis para o controle de Alphitobius diaperinus* (Panzer) (Coleoptera: Tenebrionidae). Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Tecnológica Federal Do Paraná. UFTPR. Dois Vizinhos. 56 p.
- Almeida, R. P., Sila, D. G., Martínez, M. H. P., & Silva, A. E. (2018). Tratamento de sementes de amendoim com pó de mastruz + caulim para o controle de *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae). *Cadernos de Agroecologia* – ISSN 2236-7934 – Anais do X CBA – 13(1).
- Alves, L. F. A., Alves, V. S., Bressan, D. F., Neves, P. M. O. J., & Alves, B. O. (2004). Ocorrência de *metarhizium anisopliae* (metsh) sarack, em adultos de cascudinho (*Alphitobius diaperinus*) (Panzer) (coleoptera: tenebrionidae) em aviários comerciais de cascavel PR. *Neotropical Entomology*, 33(6), 793-795.
- Alves, V. M., Alves, L. F. A., & Uemura-Lima, D. H. (2012). Atividade da torta de nim sobre adultos do cascudinho dos aviários em condições de laboratório. *Ciência Rural*, 42(5), 888-893.

- Azevedo, A. I. B., Lira, A. S., & Cunha, L. C. (2010). Bioatividade do óleo de nim sobre *Alphitobius diaperinus* (Coleoptera: Tenebrionidae) em sementes de amendoim. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 14(3), 309–313.
- Chernaki-Leffer, A. M. & Almeida, L. M. (2001). Exigências térmicas período de desenvolvimento e sobrevivência de insetos de *Alphitobius diaperinus* (Panzer) (Coleoptera: Tenebrionidae). *Neotropical Entomology*, 30(3), 365-368.
- Coitinho, R. L. B. C., Oliveira, J. V., Gondim Junior, M. G. C., & Camara, C. A. G. (2006). Atividade inseticida de óleos vegetais sobre *Sitophilus zeamais* Mots. (Coleoptera: Curculionidae) em milho armazenado. *Revista Caatinga*, 19(2), 176-182.
- Constanki, K. C., Zorzetti, J. Santoro, P. H., Hoshino, A. T., & Neves, P. M. O. J. (2016). Inert powders alone or in combination with neem oil for controlling *Spodoptera eridania* and *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) larvae. *Semina: Ciências Agrárias*, 37(4), 1801-1810.
- Constanki, K. C., Zorzetti, J. Santoro, P. H., & Neves, P. M. O. J. (2011). Controle alternativo de *Hypothenemus hampei* (Ferrari, 1876) (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE) com a utilização de pós inertes. In: VII Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil. Araxá – MG.
- Dai pra, M. A et al., (2009). Uso de cal virgem para o controle de *Salmonella spp.* E *Clostridium spp.* em camas de aviários. *Ciência rural*, 39(4), 1189-1194.
- Despins, J. L. & Axtell, R. C. (1994). Feeding behavior and growth of broiler chicks fed larvae of the darkling beetle, *Alphitobius diaperinus*. *Poultry Science*, 73, 1526-1533.
- Despins, J. L. & Axtell, R. C. (1995). Feeding behavior and growth of broiler chicks fed larvae of the darkling beetle, *Alphitobius diaperinus*. *Poultry Science*, 74, 331-336.
- Gallo, D., Nakano, O., & Silveira Neto, S. (2002). *Manual de Entomologia Agrícola*. FEALQ. 920 p.
- Garcia, D. A., & Gomes, D. E. (2019). A avicultura brasileira e os avanços nutricionais. *Revista Científica*, 1(1), 1-16.
- Gullan, P. J. & Cranston, P. S. (2008). Os insetos: um resumo de entomologia. (3a ed.), Roca Ltda. 440 p.
- Japp, A. K., Bicho, C. L. A., & Silva, V. F. (2010). Importância e medidas de controle para *Alphitobius diaperinus* em aviários. *Revista Ciencia Rural*, 40(7), 1668-1673.
- Korndorfer, G. H. & Datnoff, L. E. (1995). Adubação com silício uma alternativa no controle de doenças de cana -de- açúcar e do arroz. *Informações agronomicas*, 70, 13 p.
- Lin, H., Kogan, M., & Fischer, D. (1990). Induced resistance in soybean to the Mexican bean beetle (Coleoptera: Coccinellidae): comparisons of inducing factors. *Environmental Entomology*, 19, 1852- 1857.
- Marcomini, A. M., Alves, L. F. A., & Bonini, A. K. (2009). Atividade Inseticida de Extratos Vegetais e do Óleo de Nim sobre Adultos de *Alphitobius diaperinus* Panzer (Coleoptera: TENEBRIONIDAE). *Arquivo Instituto de Biologia*, 76(3), 409-416.
- Matias, R. S. (1992). Controle de *Alphitobius diaoerinus* em piso e cama de aviário. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*. 27, 205-207.
- Melo, B. A. (2013). *Associação de defensivos natural e sintético à polímero para o controle de Alphitobius diaperinus* (Panzer, 1797) (COLEOPTERA: TENEBRIONIDAE) em sementes de amendoim. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Campina Grande. Centro de tecnologia e Recursos Naturais. 67 p.
- Prado, G. P. do. (2007). *Caracterização química e bioatividade do óleo essencial de Cunila angustifolia Benth* (Lamiaceae) sobre *Alphitobius diaperinus* (Panzer, 1797) (Coleoptera: Tenebrionidae). Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais). Chapecó. 60 p.
- Rodrigueiro, T. S. C. (2008). *Distribuição espacial, bioensaios com nematóides entomopatogênicos e inseticidas em população de Alphitobius diaperinus* (Panzer, 1797) (Coleoptera: Tenebrionidae), de aviário de corte do Estado de São Paulo: subsídios para programas de manejo integrado e controle biológico. Tese (Doutorado em Parasitologia) - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Biologia. UNICAMP. Campinas, 131p.
- Rodrigues, W. O. P., Garcia, R. G., Naas, I. A., Rosa, C. O., & Calderelli, C. E. (2014). Evolução da avicultura de corte no Brasil. *Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer*, 10(18), 1666-1684.
- Rasad, R. D. & Rangeshwaran, R. (2000). Shelf life and biooff icony of trichoderma horzianum formulaled im various carrier materiols. *Plant Disease Reserarch*, 15(1), 38-42.
- Santoro, P. H., Neves, P. M. O. J., Amaro, J. T., Constanski, K., Lema, L., Ernesto A., Alves, & Luis Francisco, A. (2010). Associação de pós inertes com fungo entomopatogênicos para o controle do cascudinho (*Alphitobius diaperinus*). *Ciência Rural*, 40, 1354-1359.
- Showler, A. T. (2003). Effects of kaolin particle film on beet armyworm, *Spodoptera exigua* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae), oviposition, larval feeding and development on cotton, *Gossypium hirsutum* L. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 95, 265- 271.
- Silva, G. S., Veronez, V. A., Oliveira, G. P., Borges, F. A., Silva, H. C., & Meireles, M. V. (2001). Avaliação de métodos de amostragem de “cascudinhos” *Alphitobius diaperinus* (Panzer) (Coleoptera: Tenebrionidae) em cama de frangos de corte. *Ciências Agrárias*, 22(1), 73-76.
- Silva, C., Souza, L. M., Pereira, C. C., Mazzonetto, F., & Belo, M. A. A. (2019). Insectidal efficacy of aqueous extracts of *Ricinus communis*, *Baccharis trimera* and *Chenopodium ambrosioides* on adults of *Alphitobius diaperinus*. *Ars Veterinária*, 35(1), 007-011.
- Silva, D. G. & Almeida, R. P. (2018). Efeito repelente de sementes tratadas com caulim sobre *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae). *Cadernos de Agroecologia – ISSN 2236-7934 – Anais do X CBA – 13(1)*.

- Souza, M. C. C. & Trovão, D. M. B. M. (2009). Bioatividade do extrato seco de plantas da caatinga e do Nim (*Azadiractha indica*) sobre *Sitophilus zeamais* Mots em milho armazenado. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, 4(1), 120-124.
- Tavares, M. A. G. C. & Vendramim, J. D. (2005). Atividade inseticida da erva-de-santa-maria *Chenopodium ambrosioides* L. (Chenopodiaceae) em relação a *Sitophilus zeamais* Mots., 1855 (Coleoptera:Curculionidae). *Arquivo Instituto de Biologia*, 72(1), 51-55.
- Uemura, D. H., Alves, L. F. A., Opazo, M. A. V., Alexandre, T. M., Oliveira, D. G. P., & Ventura, M. V. (2008). Distribuição e dinamica populacional do cascudinho *Alphitobius diaperinus* (coleoptera; Tenebrionidae) em aviários de frango de corte. *Arquivos do Instituto Biologico*, 75(4), 429-435.
- Walldorf, V., Mehlhorn, H., & Al-Quraishy, S. (2012). Treatment with a neem seed extract (MiteStop®) of beetle larvae parasitizing the plumage of poultry. *Parasitol Res.*, 110, 623–627.
- Watson, D. W., Denning, S. S., Zurek, L., Stringham, S. M., & Elliott, J. (2003). Effects of lime hydrate on the growth and development of darkling beetle, *Alphitobius diaperinus*. *International Journal of Poultry Science*, 2, 91-96.
- Wolf, J. B., Gouvea, A., Silva, E. R. L., Potrich, M., & Appel, A. (2014). Métodos físicos e cal hidratado para manejo do cascudinho dos aviário, *Ciência Rural*, 44(1),161-166.