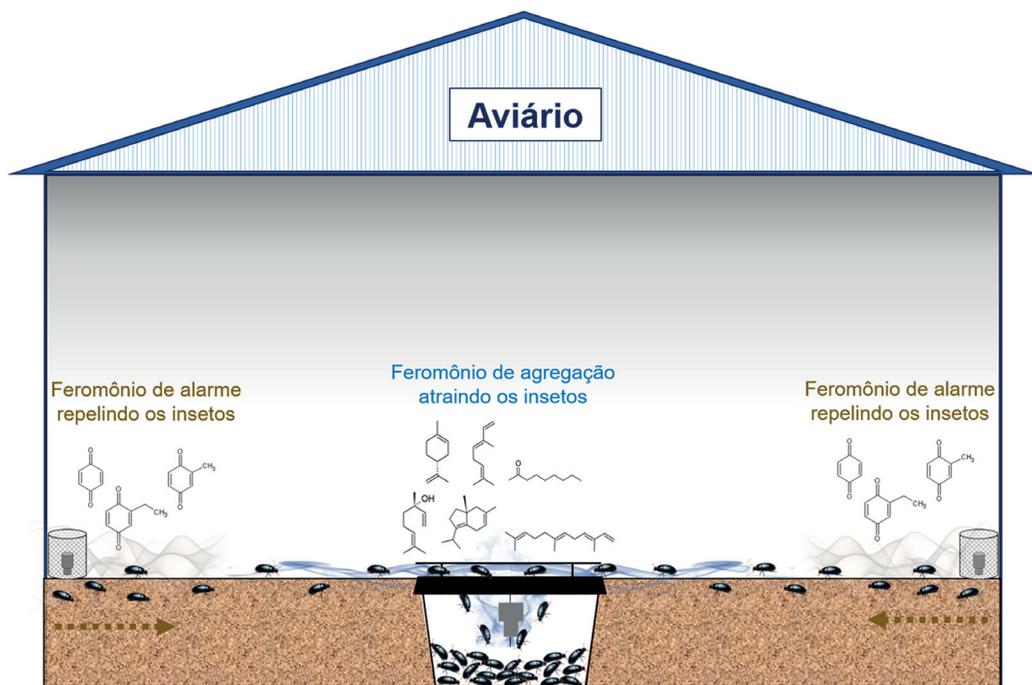


Feromônios como alternativa sustentável para o manejo do cascudinho-dos-aviários *Alphitobius diaperinus*



**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**

**BOLETIM DE PESQUISA
E DESENVOLVIMENTO
359**

**Feromônios como alternativa
sustentável para o manejo
do cascudinho-dos-aviários
*Alphitobius diaperinus***

*Marla Juliane Hassemer
Maria Carolina Blassioli-Moraes
Miguel Borges
Raul Alberto Laumann*

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia

Parque Estação Biológica
PqEB, Av. W5 Norte (final)
70970-717, Brasília, DF
Fone: +55 (61) 3448-4700
Fax: +55 (61) 3340-3624
www.embrapa.br
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações
da Unidade Responsável

Presidente
Milene Castellen Sathler

Secretária-Executiva
Ana Flávia do N. Dias Côrtes

Membros
Bruno Machado Teles Walter; Daniela Aguiar de Souza; Eudes de Arruda Carvalho; Luiz Joaquim Castelo Branco Carvalho; Marcos Aparecido Gimenes; Solange Carvalho Barrios Roveri Jose; Márcio Martinello Sanches; Sérgio Eustáquio de Noronha

Supervisão editorial
Ana Flávia do N. Dias Côrtes

Revisão de texto
Maria Carolina Blassioli-Moraes

Normalização bibliográfica
Rosameres Rocha Galvão

Tratamento das ilustrações
Adilson Werneck

Projeto gráfico da coleção
Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica
Adilson Werneck

Ilustração da capa
Marla Juliane Hassemer

1ª edição
1ª impressão (ano): tiragem

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia

Feromônios como alternativa sustentável para o manejo do cascudinho-dos-aviários *Alphitobius diaperinus* / Marla J. Hassemer... [et al.]. – Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2020.

17 p. - (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 359).

1. Avicultura industrial. 2. Praga. 3. Controle biológico. I. Hassemer, Marla, J. II. Blassioli-Moares, M. C. III. Borges, M. IV. Laumann, R. A. V. Série.

CDD 632.96

Sumário

Resumo	5
Abstract	6
Introdução.....	7
Material e Métodos	9
Resultados e Discussão	12
Conclusões.....	14
Referência Bibliográfica.....	15

Feromônios como alternativa sustentável para o manejo do cascudinho-dos-aviários *Alphitobius diaperinus*

Marla Juliane Hassemer¹

Maria Carolina Blassioli-Moraes²

Miguel Borges³

Raul Alberto Laumann⁴

Resumo – O cascudinho-dos-aviários *Alphitobius diaperinus* (Coleoptera: Tenebrionidae) é uma das principais pragas da avicultura industrial a nível mundial. Atualmente, o controle desse inseto dentro dos aviários é realizado através da aplicação de inseticidas químicos, durante o vazio sanitário, isto é, sem a presença das aves. Neste momento, a oferta de alimento é menor e, devido ao hábito críptico do inseto, estes migram para esconderijos, como frestas no piso, para próximo dos pilares estruturais dos galpões e até mesmo para o solo, de forma que os inseticidas não atingem de maneira efetiva toda a população. Sendo assim, estudos de métodos de controle mais eficientes e mais sustentáveis para o manejo de *A. diaperinus* vêm sendo conduzidos. Um destes estudos é a viabilidade do uso de feromônios para o monitoramento e controle do *A. diaperinus*. O feromônio de agregação produzido pelos machos da população brasileira do cascudinho-dos-aviários foi identificado e sua atratividade, tanto para machos e fêmeas foi comprovada. Este feromônio de agregação consiste de uma mistura de seis componentes: (*R*)-limoneno, (*E*)-ocimeno, 2-nonanona, (*S*)-linalol, (*R*)-dauceno e (*E,E*)- α -farneseno. Além do feromônio de agregação, machos e fêmeas de *A. diaperinus* produzem um feromônio de alarme que é composto por três benzoquinonas: 1,4-benzoquinona, 2-metil-1,4-benzoquinona e 2-etil-1,4-benzoquinona. Estudos mostraram que o uso conjunto do feromônio de agregação, para atrair os insetos, e o feromônio de alarme, para fazer com que os insetos saiam dos esconderijos, mostrou-se eficiente na atração dos insetos podendo ser uma nova ferramentas para o manejo e controle desses insetos em aviários comerciais. Este documento descreve os

¹ Bióloga, doutora, bolsista Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia

² Química, doutora, pesquisadora Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia

³ Biólogo, doutor, pesquisador Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia

⁴ Biólogo, doutor, pesquisador Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia

principais resultados obtidos e discute o potencial uso dessa nova tecnologia nos aviários no Brasil. O objetivo deste trabalho é descrever os principais resultados que mostram o potencial do uso dos feromônios de agregação e de alarme da população brasileira de *A. diaperinus* como estratégia para o seu manejo em aviários comerciais.

Termos para indexação: avicultura industrial, controle de praga, semioquímicos.

Pheromones as a sustainable alternative for the management of the lesser mealworm *Alphitobius diaperinus*.

Abstract – The lesser mealworm, *Alphitobius diaperinus* Panzer (Coleoptera: Tenebrionidae), is the most important pest in poultry production systems worldwide. Currently, the control of this insect is carried out through the application of chemical insecticides when the birds are not in the aviaries. However, the application is not efficient, because during this time the supply of food is lower and, due to the cryptic behavior of the insect, the insects migrate to hiding places, like cracks in the floor, close to the structural pillars of the sheds and even to the soil, so that the insecticides do not reach effectively the entire population. Thus, studies of more efficient and more sustainable control methods for *A. diaperinus* management have been conducted. One of these studies is the feasibility of using pheromones to monitor and control *A. diaperinus*. The aggregation pheromone produced by males of the lesser mealworm Brazilian population has been identified and its attractiveness for both males and females has been proven. This aggregation pheromone consists of a mixture of six components: (*R*)-limonene, (*E*)-ocimene, 2-nonanone, (*S*)-linalol, (*R*)-daucene and (*E, E*)- α -farnesene. In addition to the aggregation pheromone, males and females of *A. diaperinus* produce an alarm pheromone that is composed by three benzoquinones: 1,4-benzoquinone, 2-methyl-1,4-benzoquinone and 2-ethyl-1,4-benzoquinone. Studies have shown that the combined use of aggregation pheromone to attract insects and the alarm pheromone to push insects out of hiding places can lead to an efficient tool for controlling these insects in commercial poultry houses. The main objective of this document is describe the results obtained and discuss the potential use of this new technology in commercial poultry houses in Brazil.

Index terms: poultry industry, pest control, semichemicals.

Introdução

A avicultura industrial é um dos setores que mais se destaca no agronegócio brasileiro, sendo responsável por aproximadamente 1,5% do PIB nacional (Associação..., 2019). O Brasil é atualmente o terceiro maior produtor de frango de corte e sustenta a posição de maior exportador mundial desde 2004 (Associação..., 2019). Mesmo com este alto desempenho, uma das maiores dificuldades encontradas durante a produção é a manutenção da condição sanitária dos aviários que acabaram se tornando habitats ideais para a proliferação de diversas pragas (Axtell; Arends 1990). Dentre estas destaca-se o cascudinho-dos-aviários, *Alphitobius diaperinus* Panzer (Coleoptera: Tenebrionidae), inseto com distribuição cosmopolita que encontrou nos ambientes avícolas condições ideais para seu desenvolvimento, como alimento a vontade, alta temperatura e umidade (Axtell; Arends 1990).

A presença de *A. diaperinus* nos galpões de produção afeta diretamente o desenvolvimento das aves, que ingerem os adultos e as larvas do inseto principalmente nos seus primeiros dias de vida, causando efeito negativo na conversão alimentar, e conseqüentemente reduzindo seu ganho de peso (Despins; Axtell, 1995) (Figura 1). Além disso, estes insetos podem ser potenciais vetores ou portadores de patógenos, como bactérias, fungos e vírus (Axtell; Arends 1990; Despins et al., 1994). Isto deve-se principalmente ao hábito que eles têm de se alimentar da carne de aves mortas ou moribundas, e viverem em meio à cama em contato direto com as excretas das aves (Chernaki-Leffer et al. 2002, Vittori et al. 2007). Além da relação direta com a transmissão de patógenos e a influência negativa na alimentação das aves, as larvas deste inseto constroem galerias nas instalações avícolas, comumente construídas em madeira, o que compromete sua estrutura e reduz sua vida útil (Despins et al., 1987, Dunford; Kaufman, 2006).

O manejo de *A. diaperinus* é difícil devido, principalmente, ao seu comportamento críptico, que os fazem abrigarem-se em locais escuros e de difícil acesso tais como fendas, rachaduras, próximo aos pilares, sob os comedouros e até mesmo no solo, onde geralmente completam o seu ciclo de vida (Alves et al. 2004).



Figura 1. Infestação de aviários por *Alphitobius diaperinus*.

Em função dos danos causados por essa praga nos sistemas atuais de produção e os problemas encontrados nas metodologias de controle empregadas atualmente, este documento descreve o estudo conduzido na Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia visando o desenvolvimento de um método de monitoramento e controle destes insetos em aviários comerciais através de armadilhas feromonais.

Feromônios são moléculas químicas utilizadas na comunicação entre indivíduos de uma mesma espécie. Tais substâncias fornecem informações aos insetos sobre a localização de sítios de alimentação, por exemplo, a localização de parceiros para a cópula, bem como sobre a presença de inimigos naturais (Cox, 2004; Matthews; Matthews, 2010; Borges; Blassioli-Moraes, 2017). Recentemente, Hassemer et al. (2015) descreveram três benzoquinonas, 1,4-benzoquinona, 2-metil-1,4-benzoquinona e 2-etil-1,4-benzoquinona, produzidas nas glândulas abdominais de ambos os sexos de *A. diaperinus*. Bioensaios comportamentais mostraram que estes compostos provocam a repelência de coespecíficos, atuando, portanto, como um feromônio de alarme (Hassemer et al., 2015). Além disso, o feromônio de agregação produzido por machos de *A. diaperinus* também já foi descrito para duas populações que apresentaram composições diferentes (Bartelt et al., 2009, Hassemer et al., 2016). Os machos da população brasileira produzem uma mistura de seis componentes, composta por (*R*)-limoneno, (*E*)-ocimeno, 2-nonanona, (*S*)-linalol, (*R*)-dauceno e (*E,E*)- α -farneseno (Hassemer et al., 2016), enquanto que a população norte-americana produz uma mistura de apenas cinco destes componentes, não produzindo o composto (*E,E*)- α -farneseno (Bartelt et al., 2009).

Feromônios são compostos que possuem grande versatilidade e potencial para serem utilizados no manejo de insetos praga. Estes compostos podem ser aplicados, por exemplo, em estratégias de “repulsão-atração” (do inglês *push-pull*) combinando estímulos que modificam o comportamento do inseto, como compostos repelentes (feromônio de alarme) e atrativos (feromônio de agregação) para manipular a distribuição e a abundância da praga (Cook et al., 2007; Zhang et al., 2013; Pickett et al., 2014; Khan et al., 2016). Desta forma é possível manter as pragas afastadas das áreas de interesse, ao passo que as mesmas são atraídas simultaneamente para outros locais, contendo armadilhas de coleta massal, evitando assim os prejuízos econômicos (Cook et al., 2007). O objetivo foi descrever os principais resultados que mostram o potencial do uso dos feromônios de agregação e de alarme da população brasileira de *A. diaperinus* como estratégia para o seu manejo em aviários comerciais.

Material e Métodos

Preparação das iscas feromonais: Foram utilizados septos de borracha cinza de 1mm (Supelco, USA) impregnados com os feromônios de *A. diaperinus* como iscas. O feromônio de agregação de *A. diaperinus* foi preparado nos septos na mesma proporção produzida pelos machos na concentração final de 1 mg do feromônio: (*R*)-limoneno: 0,23 mg, (*E*)-ocimeno: 0,16 mg, 2-nonanona: 0,04 mg, (*S*)-linalol: 0,26 mg, (*R*)-dauceno: 0,08 mg e (*E,E*)- α -farneseno: 0,23 mg em 200 μ L de hexano destilado. O feromônio de alarme também foi preparado na concentração final de 1 mg: p-benzoquinona: 0,001 mg, 2-metil-benzoquinona: 0,250 mg e 2-etil-benzoquinona: 0,750 mg em 200 μ L de éter etílico destilado.

Confeção das armadilhas: Foram confeccionadas armadilhas do tipo “*pitfall*” a partir de recipientes plásticos de 1 L (10 cm de altura e 14 cm de diâmetro). No centro da tampa de cada pote foi feito um corte circular de 5 cm de diâmetro, onde também foi acoplada uma placa circular de papelão (14 cm de diâmetro) a 1 cm de distância da tampa com o auxílio de três parafusos. No centro da placa de papelão foi colocada a isca (septo de borracha) que foi presa por um arame de ferro de 2 mm de diâmetro (Figura 2). A armadilha

foi idealizada de forma que pudesse ser enterrada na cama de frango até a altura da tampa, permitindo a formação da pluma de odor acima da cama de frango e a entrada dos insetos através da fresta formada entre a tampa e a placa de papelão.

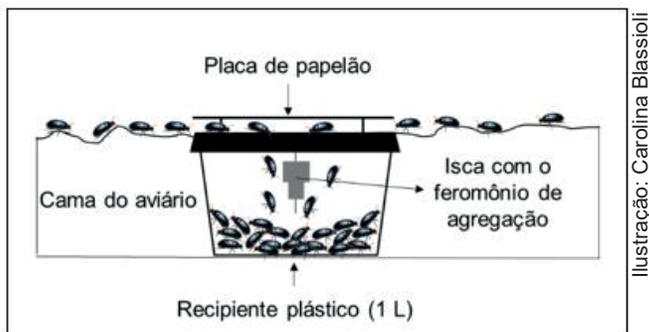


Figura 2. Modelo esquemático da armadilha utilizada nos experimentos de campo para captura massal do cascudinho-dos-aviários *Alphitobius diaperinus*.

Teste de campo: Para avaliar o potencial do uso de liberadores com feromônio de alarme (“repele”) para a dispersão dos insetos em aviários comerciais ao mesmo tempo que os mesmos são atraídos para armadilhas iscadas como o feromônio de agregação (“atrai”), foram conduzidos experimentos de campo em aviários comerciais situados na região do Programa de Assentamento Dirigido do Distrito Federal (PAD-DF). A unidade experimental consistiu de dois aviários comerciais pareados e com nível semelhante de infestação por *A. diaperinus*. Para tanto foram realizadas amostragens manuais de cama de frango (1000 cm³) em 20 pontos previamente definidos, para contagem dos insetos presentes antes da instalação do experimento (Figura 3). Um dos aviários consistiu do experimento com o sistema “atrai” contendo dois tratamentos armadilhas iscadas com o feromônio de agregação do cascudinho-dos-aviários e armadilhas controle. As armadilhas do tipo “pitfall” foram dispostas nos aviários a cada 10 m em duas linhas, sendo a distância entre as linhas de 6 m. Como a distribuição populacional de *A. diaperinus* não é uniforme ao longo das instalações, as armadilhas iscadas com feromônio de agregação e as armadilhas controle (hexano) foram pareadas (Figura 3). O outro galpão recebeu o experimento com o sistema “atrai-repele”, contendo os seguintes tratamentos: as armadilhas com os septos impregnados com o feromônio de agregação, armadilhas controle (septos impregnados com o solvente) e 17 liberadores de feromônio de alarme distribuídos ao longo da

instalação, sendo 12 próximos as muretas e 5 próximos aos pilares centrais do galpão (Figura 3). Os liberadores foram dispostos dentro de uma gaiola de arame (5 cm de altura x 3 cm de diâmetro) e deixadas sobre a cama. Os experimentos foram realizados durante o intervalo entre lotes, após as aves serem removidas para o abate em cama reutilizada por dois ou mais lotes, sendo realizadas seis repetições por tratamento. As armadilhas permaneceram nos galpões por 24 horas e em seguida foram recolhidas para contagem dos insetos capturados. O número de insetos adultos capturados por tratamento foi submetido a análise de modelos lineares generalizados (MLG) com distribuição de Poisson ($p \leq 0,05$), utilizando o software estatístico R-Studio (Foundation for Statistical Computing, versão 0.99.467).

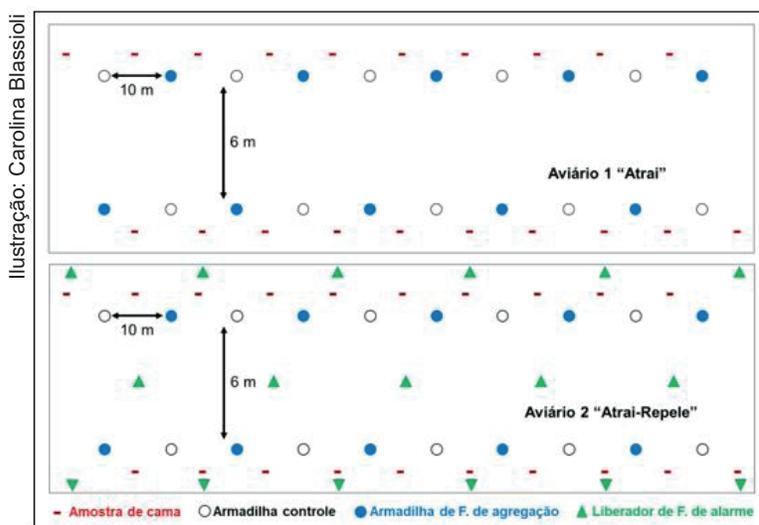


Figura 3. Desenho esquemático da disposição das armadilhas e tratamentos ao longo do galpão de produção de frangos. Aviário 1 sistema "atrain" e Aviário 2 sistema "atrain-repele". — pontos de amostragem de cama, ○ armadilha controle (hexano), ● armadilha iscada com feromônio de agregação, ▲ liberador de feromônio de alarme.

Resultados e Discussão

Os testes conduzidos em aviários comerciais empregando dois sistemas experimentais, um utilizando armadilhas iscadas com o feromônio de agregação, sistema atrai, e outro utilizando além das armadilhas iscadas com o feromônio de agregação, iscas repelentes com o feromônio de alarme, sistema atrai-repele, mostraram que as armadilhas de feromônio de agregação promovem a atração e captura dos insetos nos dois sistemas testados (Figuras 4 e 5)



Foto: Maria Hassemer

Figura 4. Armadilha iscada com o feromônio de agregação do cascudinho-dos-aviários, *Alphitobius diaperinus*, em campo.

Para fins de comparação, os sistemas experimentais foram realizados em galpões pareados que apresentaram o mesmo nível de infestação ($\chi^2=3,154$, $gl=1$, $p=0,076$). De acordo com os resultados obtidos, foi possível observar que as armadilhas iscadas com o feromônio de agregação de *A. diaperinus* capturaram significativamente mais insetos em relação às armadilhas controle tanto nos aviários que receberam o sistema “atrai” ($\chi^2=42,253$, $gl=1$, $p<0,001$) (Figura 5) quanto nos aviários que receberam o experimento com o sistema “atrai-repele” ($\chi^2=5,545$; $gl=1$; $p=0,018$) (Figura 5), confirmando a eficiência deste tipo de dispositivo para a coleta massal do cascudinho-dos-aviários.

Além disso, quando levado em consideração o mesmo tipo de armadilha entre os dois sistemas experimentais avaliados, o sistema “atrai-repele” contendo também os liberadores de feromônio de alarme capturou significativamente mais insetos em relação ao sistema “atrai” que continha somente as armadilhas iscadas com o feromônio de agregação (armadilhas controle: $\chi^2=21,646$; $df=1$; $p<0,001$ e armadilhas de feromônio de agregação: $\chi^2=32,870$; $df=1$; $p<0,001$) (Figura 5). Confirmando a hipótese de que

o feromônio de alarme age desalojando os insetos de seus esconderijos, promovendo a movimentação de um maior número de insetos dentro das instalações e, por consequência, maximizando as capturas nas armadilhas de coleta massal iscadas com o feromônio de agregação.

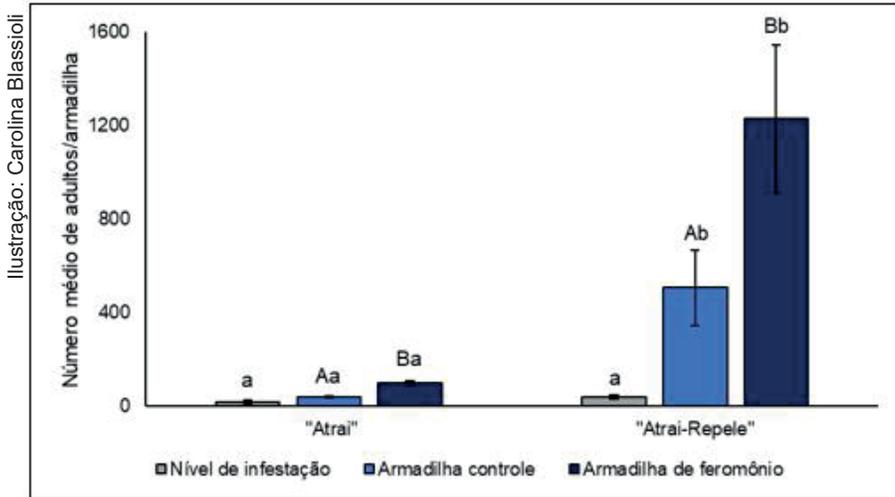


Figura 5. Número médio \pm erro padrão da média de *Alphitobius diaperinus* adultos capturados nos diferentes tratamentos: nas amostras de cama (nível de infestação), nas armadilhas controle e nas armadilhas iscadas com o feromônio de agregação nos aviários que receberam o experimento com o sistema "atrain" e o experimento com o sistema "atrain-repele". Letras maiúsculas distintas mostram que os tratamentos diferem significativamente pelo teste MLG, com distribuição de Poisson ($p \leq 0,05$) dentro do mesmo experimento. As letras minúsculas distintas diferem significativamente comparando o mesmo tipo de tratamento e amostragem entre os experimentos atrain e atrain-repele pelo teste MLG, com distribuição de Poisson ($p \leq 0,05$). O número de insetos capturados nas amostras de cama (nível de infestação) só foi comparado entre os experimentos.

Este tipo de sistema, "atrain-repele", também já foi testado para outros coleópteros como o besouro do pinheiro *Dendroctonus ponderosae* Hopkins (Curculionidae) (Lindgren; Borden 1993) e o besouro Douglas-Fir *Dendroctonus pseudotsugae* Hopkins (Curculionidae) (Ross; Daterman 1994) combinando os feromônios de agregação e anti-agregação, sendo que os resultados confirmaram o aumento na captura destas pragas mediante

uso simultâneo de ambos, melhorando a eficiência do controle, assim como mostrado aqui para o cascudinho-dos-aviários.

O controle de *A. diaperinus* não é fácil principalmente devido ao seu hábito críptico, que faz com que a maior parte dos insetos não entre em contato com o ingrediente ativo dos inseticidas aplicados. Atualmente este tipo de controle é efetuado somente no período entre lotes, sem a presença das aves nos galpões. Os sistemas “atrai” e “atrai-repele”, no entanto, podem ser usados durante todo o período de produção sem riscos às aves. As armadilhas iscadas com o feromônio de agregação podem conter um agente de controle, como um inseticida ou um agente biológico para capturar, contaminar e matar os insetos. Além disso, armadilhas “atrai-e-mata” podem ser alocadas do lado de fora dos galpões para a captura dos insetos que estão migrando de uma instalação para outra.

Conclusão

Os resultados aqui apresentados mostram o potencial do uso de armadilhas feromonais para o controle de *A. diaperinus* em aviários comerciais. Atualmente, experimentos de longo prazo estão sendo conduzidos em aviários comerciais para avaliar se as armadilhas feromonais são capazes de manter a população de *A. diaperinus* em níveis que não comprometam a produção em termos econômicos e sanitários, diminuindo ou até mesmo excluindo a necessidade da utilização de inseticidas para o controle dessa praga. O uso de semioquímicos para o controle de *A. diaperinus* nos aviários comerciais, reduz ou pode até mesmo eliminar a aplicação de inseticidas, e assim aumentar a segurança da produção e a qualidade da carne que chega aos consumidores. Além disso, tem enorme potencial para melhorar diferentes setores da indústria, como o cultivo de plantas como fonte natural de semioquímicos e a indústria química para produzir semioquímicos sintéticos. Três dos semioquímicos presentes no feromônio de agregação de *A. diaperinus*, *R*-limoneno, *S*-linalol e *R*-dauceno podem ser obtidos a partir de plantas (Hassemer et al., 2016), 2-nonanona e *E*-ocimeno estão disponíveis comercialmente. Somente o sesquiterpeno (*E,E*)- α -farneseno requer síntese. Portanto, o uso de semioquímicos é uma tecnologia acessível e que pode

impulsionar produtos novos e mais sustentáveis para o monitoramento e controle pragas.

Agradecimentos

Nós agradecemos a Dra. Carmen Silvia Soares Pires e Sr. Tamin Mater em Brasília-DF e ao Sr. Nelson Bauermann e Sra. Graciani Panizzon da BRF de Concórdia- SC pela autorização para uso dos aviários. À Fundação de Apoio à pesquisa do Distrito Federal (Processo N°. 0190.001474/2016) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ) e a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária pelo suporte financeiro e de infraestrutura para conduzir os estudos.

Referência Bibliográfica

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL. (ABPA). **Relatório Anual 2019**. Disponível em: <<http://abpa-br.com.br/setores/avicultura/publicacoes/relatorios-anuais>> Acesso em: 09 de janeiro de 2020.

ALVES, L. F. A.; ALVES, V. S.; BRESSAN, D. F.; PEDRO M.O.J. NEVES, P. M. O. J.; ALVES, S. B. Ocorrência de *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok. (Moniliales: Moniliaceae) em adultos de cascudinho (*Alphitobius diaperinus*) (Panzer) (Coleoptera: Tenebrionidae), em aviários comerciais em Cascavel, PR. **Neotropical Entomology**. v.33, n.6, p. 793-795, 2004.

AXTELL, R. C.; ARENDS, J. J. Ecology and management of arthropod pests of poultry. **Annual Reviews Entomology**. v. 35, p. 101-126, 1990.

BARTELT, R. J.; ZILKOWSKI, B. W.; COSSÉ, A. A.; STEELMAN C. D.; SINGH, N. Male-Produced aggregation pheromone of the lesser mealworm beetle, *Alphitobius diaperinus*. **Journal of Chemical Ecology**, v.35, p.422-434. 2009.

BORGES, M.; BLASSIOLI-MORAES, M. C. Semiochemistry of pentatomidae: biorational control based on communication processes. In: **Stink Bugs: biorational control based on communication processes**. Boca Raton, Flórida,

EUA: CRC Press. 2017. p. 95-124.

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

COOK, S. M.; KHAN Z. R.; PICKETT, J. A. The use of 'push-pull' strategies in integrated pest management. **Annual Reviews of Entomology**. v. 52, p. 375-400, 2007.

COX, P. D. Potential for using semiochemicals to protect stored products from insect infestation. **Journal of Stored Products Research**. v. 40, p. 1-25, 2004.

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

DESPINS, J. L.; AXTELL, R. C.; RIVES, D. V.; GUY, J. S.; FICKEN, M. D. Transmission of enteric pathogens of turkeys by darkling beetle larva (*Alphitobius diaperinus*). **Journal of Applied Poultry Research**. v. 3, p. 61-65, 1994.

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

DUNFORD, J. C.; KAUFMAN, P. E. **Lesser mealworm, litter beetle, *Alphitobius diaperinus* (Panzer) (Insecta: Coleoptera: Tenebrionidae)**. Entomology and Nematology Department, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida, Gainesville, Fla, USA, 2006.

HASSEMER, M. J.; SANT'ANA, J.; OLIVEIRA, M. W. M. de; BORGES, M.; LAUMANN, R. A.; CAUMO, M.; MORAES, M. C. B. Chemical Composition of *Alphitobius diaperinus* (Coleoptera: Tenebrionidae) Abdominal Glands and the Influence of 1,4-benzoquinones on its Behavior. **Journal of Economic Entomology**, v. 108, n. 4, p. 2107-16, 2015.

HASSEMER, M. J.; SANT'ANA, J.; BORGES, M.; WITHALL, D.; PICKETT, J. A.; OLIVEIRA, M. W. M. de; LAUMANN, R. A.; BIRKETT, M. A.; BLASSIOLI-MORAES, M. C. Revisiting the male-produced aggregation pheromone of the lesser mealworm, *Alphitobius diaperinus* (Coleoptera, Tenebrionidae):

identification of a six-component pheromone from a Brazilian population. **Journal of Agricultural Food Chemistry**, v. 64, p. 6809-6818, 2016.

KHAN, Z. R.; MIDEGA, C. A. O.; HOOPER, A.; PICKETT, J. Push-Pull: chemical ecology-based integrated pest management technology. **Journal of Chemical Ecology**, v. 42, p. 689–697, 2016.

LINDGREN, B. S.; BORDEN, J. H. Displacement and aggregation of mountain pine beetles, *Dendroctonus ponderosae* (Coleoptera: Curculionidae), in response to their antiaggregation and aggregation pheromones. **Canadian Journal of Forest Research**, v. 23, n. 2, p. 286–290, 1993.

MATTHEWS, R. W.; MATTHEWS, J. R. **Insect Behavior**. Springer Netherlands, 518 p., 2010.

PICKETT, J. A.; WOODCOCK, C. M.; MIDEGA, C. A. O.; KHAN, Z. R. Push–pull farming systems. **Current Opinion in Biotechnology**, v. 26, p. 125–132, 2014.

ROSS, D. W.; DATERMAN, G. E. Reduction of Douglas-fir beetle infestation of high risk stands by antiaggregation and aggregation pheromones. **Canadian Journal of Forest Research**, v. 24, n. 11, p. 2184–2190, 1994.

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

ZHANG, Z. The manipulation mechanism of “push–pull” habitat management strategy and advances in its application. **Acta Ecologica Sinica**, v. 33, p. 94–101, 2013.



*Recursos Genéticos e
Biotecnologia*



CGPE: 16047