

ATIVIDADE INSETICIDA DO SPINOSAD SOBRE *Alphitobius diaperinus* EM FEZES DE POEDEIRAS COMERCIAIS NATURALMENTE INFESTADAS

INSECTICIDAL ACTIVITY OF SPINOSAD AGAINST *Alphitobius diaperinus* IN NATURALLY INFESTED EXCREMENTS OF COMMERCIAL HENS

L. M. SOUZA^{1,7}, G. S. SILVA², M. A. A. BELO^{3,4}, V. E. SOARES¹, I. C. SILVA⁵, A. J. COSTA⁶

RESUMO

Objetivou-se neste ensaio experimental avaliar a eficácia do Spinosad contra *Alphitobius diaperinus* desenvolvendo-se em fezes de galinhas poedeiras de ovos comerciais. Foi avaliada a presença de adultos e larvas de *A. diaperinus*, presentes no estercor localizado sob as gaiolas, nos dias -2 e -1, 1, 3, 6, 12, 19, 26, 33, 40, 47, 54 e 61 pós-tratamento. O Spinosad, na concentração de 250ppm, quando aplicado na dose de 0,126L/m² mostrou-se ineficaz contra “cascudinhos”. As doses de 0,252L/m² e de 0,504L/m² (400ppm) mostraram-se igualmente eficazes contra adultos de cascudinhos até o 6ºDPT, atingindo percentuais de eficácia de 91,30% e 90,15%. Contra larvas de *A. diaperinus*, as diluições de 0,126L/m² e de 0,252 L/m² (Spinosad – 400ppm) foram eficazes, respectivamente, até o 19ºDPT (96,71%) e 33ºDPT (85,70%). Período mais prolongado de eficácia contra *A. diaperinus* foi observado com Spinosad a 400ppm, na dose de 0,504L/m²: 19DPT (89,55%) para adultos e 54DPT (92,72%) para larvas, demonstrando o período ativo deste tratamento, confirmando a hipótese de que o Spinosad apresenta potencial inseticida para controle de infestações de *A. diaperinus* infestando em fezes de poedeiras comerciais, representando uma alternativa para programas sanitários avícolas que utilizem a rotação de princípios ativos como forma de mitigar a seleção de resistência nas populações do coleóptero.

PALAVRAS-CHAVE: Avicultura. Cascudinho. Galinhas poedeiras. Ornitopatologia. *Saccharopolyspora spinosa*.

SUMMARY

The objective of this experimental trial was to evaluate the efficacy of Spinosad against *Alphitobius diaperinus* developing in feces from laying hens of commercial eggs. The presence of adults and larvae of *A. diaperinus*, present in the manure located under the cages, on days -2 and -1, 1, 3, 6, 12, 19, 26, 33, 40, 47, 54 and 61 was evaluated after treatment. Spinosad, at a concentration of 250ppm, when applied at a dose of 0.126L / m² was shown to be ineffective against “lesser mealworm”. The doses of 0.252L / m² and 0.504L / m² (400ppm) proved to be equally effective against adults of strawberries up to the 6th PDT, reaching efficacy percentages of 91.30% and 90.15%. Against *A. diaperinus* larvae, the dilutions of 0.126 L / m² and 0.252 L / m² (Spinosad - 400ppm) were effective, respectively, up to 19ºDPT (96.71%) and 33ºDPT (85.70%). The longest period of effectiveness against *A. diaperinus* was observed with Spinosad at 400ppm, at a dose of 0.504L / m²: 19DPT (89.55%) for adults and 54DPT (92.72%) for larvae, demonstrating the active period of this treatment, confirming the hypothesis that Spinosad has potential insecticide to control infestations of *A. diaperinus* infesting in commercial laying faeces, representing an alternative for poultry health programs that use the rotation of active ingredients as a way to mitigate the selection of resistance in populations of the coleoptera.

KEY-WORDS: Darkling beetle control. Hens. Lesser mealworm. Ornithopathology. Poultry facilities. *Saccharopolyspora spinosa*

¹ Laboratório de Parasitologia Veterinária – Universidade Brasil – Campus de Descalvado/SP.

² Laboratório de Parasitologia Animal de Votuporanga – Instituto Biológico - APTA/SP.

³ Laboratório de Farmacologia e Toxicologia Animal – Universidade Brasil – Campus de Descalvado/SP.

⁴ Departamento Medicina Veterinária Preventiva – FCAV/UNESP – Campus de Jaboticabal.

⁵ Departamento de Farmacologia, Instituto de Ciências Biomédicas. Universidade de São Paulo, USP, São Paulo/SP.

⁶ Departamento Patologia Veterinária – FCAV/UNESP – Campus de Jaboticabal.

⁷ Laboratório de Parasitologia Veterinária – Instituto Federal do Sul de Minas, Campus Muzambinho, MG.

* Autor correspondente: Prof. Dr. Luciano Melo de Souza. E-mail: lucianomelos@gmail.com

INTRODUÇÃO

O controle do *Alphitobius diaperinus* em ambientes avícolas tem sido realizado com a finalidade de reduzir a população dos besouros, com menor custo, menor risco e maior eficiência (SILVA et al., 2007, VITTORI et al., 2007, MARCOMINI, et al., 2009, SOUZA et al., 2009, WOLF et al., 2015, DEL VALLE et al., 2016). Uma vez estabelecidos nas instalações, tais coleópteros, conhecidos como “cascudinhos”, multiplicam-se rapidamente, sendo encontradas elevadas populações em cama de frangos de corte, de matrizes, e em fezes de poedeiras confinadas em gaiolas (ARENA et al., 2020). Adultos, ovos, larvas e pupas vivem sob a superfície da cama e/ou esterco, em equipamentos e em frestas dos pisos e das paredes (CHARLIE-SILVA et al., 2019), alimentando-se de ração, aves debilitadas ou mortas, fezes e outros materiais orgânicos encontrados no galpão.

O *A. diaperinus* tornou-se uma das principais pragas avícolas (SILVA et al., 2007; SOUZA et al., 2009; CHARLIE-SILVA et al., 2019) de grande preocupação sanitária devido os vários prejuízos que podem ocasionar. Podem ser reservatórios de patógenos como *Clostridium perfringens*, *Campilobacter* spp., *Escherichia*, *Salmonella* e vírus causadores das doenças de Marek, Gumboro e Newcastle (SAFRIT; AXTELL, 1984; BATES et al., 2004; SEGABINAZI et al., 2005; VITTORI et al., 2007; GEHRING et al., 2020).

Dada à importância destes coleópteros, o manejo integrado e o controle químico são os meios pelos quais os produtores têm lançado mão visando o controle desta praga. Piretróides (HAMM et al., 2006; TOMBERLIN et al., 2008); Fenitrothion (LAMBKIN, 2005), Imidacloprida (SINGH & JOHNSON, 2015), benzoilfenilureia (CHERNAKI-LEFFER et al., 2011) e Spinosad (SOUZA et al., 2009; SINGH & JOHNSON, 2015), organofosforados (KAUFMAN et al., 2008; YEASMIN et al., 2014), dentre outros produtos químicos, têm sido pesquisados e empregados em todo o mundo. No entanto, o uso indiscriminado e incorreto destas formulações antiparasitárias em ambientes infestados pode favorecer a seleção de insetos resistentes (SOARES et al., 2009; BELO et al., 2012; SOUZA et al., 2017; CHARLIE-SILVA et al., 2018).

O Spinosad é resultante da fermentação aeróbica do actinomiceto *Sacharopolyspora spinosa*, sendo constituído pela mistura de dois de seus metabólitos naturais, spinosyn A e spinosyn D. Possui baixa toxicidade após administração oral, dermal e inalatória, além de apresentar pouca irritação ocular. Estudos em camundongos, ratos e cães sugerem que o princípio ativo não seja carcinogênico. Nos tecidos animais é prontamente metabolizado e eliminado pelas fezes, urina e bile nas primeiras 24 horas (BARDEN, 1998, KIRST, 2010). Seu modo de ação sobre insetos é diferenciado, caracterizando-se pela excitação do sistema nervoso, levando a contrações involuntárias dos músculos, prostração com tremores e paralisia. Estes efeitos estão ligados à ativação de receptores nicotínicos e acetilcolínicos (THOMPSON, 1995, SOUZA et al, 2009). Lambkin e Rice (2007) demonstraram o efeito inseticida

do Spinosad aplicado em galpões de frango de corte na Austrália. Kirst (2010), relata que o fármaco possui atividades inseticidas potentes contra muitas espécies causadoras de danos às culturas vegetais, aos parasitas externos de bovinos, de animais de companhia, de aves e de humanos.

Quando comparado com outros inseticidas, o Spinosad mostra maior seletividade para insetos-alvo e menor atividade contra predadores benéficos, bem como mamíferos e outros animais aquáticos e aves (KIRST, 2010).

Em busca de alternativas eficazes e seguras ambiental e biologicamente para o controle deste coleóptero avaliou-se, neste estudo, a atividade inseticida do Spinosad nas concentrações de 250ppm e 400ppm, em três dosagens 0,126, 0,252 e 0,504L/m², aplicadas contra *Alphitobius diaperinus* em fezes de poedeiras comerciais naturalmente infestadas.

MATERIAL E MÉTODOS

Local de estudo.

Sete galpões de poedeiras, naturalmente infestados por *Alphitobius diaperinus*, na “Granja Katayama”, situada no município de Guararapes (Latitude: -21.2594, Longitude: -50.6439 21° 15' 34" Sul, 50° 38' 38" Oeste), Estado de São Paulo, foram avaliados e selecionados. A dimensão de cada galpão era de 330 m² (3m x 110m) dispostos em duas fileiras de gaiolas suspensas em dois andares.

Delineamento experimental.

Foi avaliada a presença de adultos e larvas de *A. diaperinus*, presentes no esterco localizado sob as gaiolas, nos dias -2 e -1, sendo colhidas amostras de fezes de cinco repetições de 22 metros lineares em cada galpão. Após avaliação nos dias anteriores ao tratamento os galpões foram sorteados, ao acaso, para distribuição dos grupos experimentais e então, procedidos os tratamentos (Tabela 1).

A medicação foi realizada com auxílio de bomba costal, sendo realizada aspersão direta nas fezes, piso do corredor, ripas de secagem de fezes e postes de sustentação das gaiolas. Novas avaliações foram realizadas nos dias 1, 3, 6, 12, 19, 26, 33, 40, 47, 54 e 61 pós-tratamento – DPT. A colheita era realizada tomando-se quantidades de fezes em vários pontos de cada parcela e as amostras eram acondicionadas em recipientes plásticos adequados; para avaliação, todas as amostras devidamente identificadas eram transportadas até o laboratório da FCAVJ/UNESP. Nas contagens eram pesados, após homogeneização, 220 gramas do conteúdo de cada recipiente padronizando-se as amostras. Foi considerado o número de adultos e de larvas de *A. diaperinus* que se encontravam vivos e se movimentando normalmente.

A partir dos resultados (médias geométricas) do número de adultos e/ou larvas, vivos, nos grupos controle e tratados, foram calculados os percentuais de eficácia do Spinosad, conforme a Portaria 88 de 06 de novembro de 2015 do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2015).

$$\text{Eficácia (\%)} = \frac{(\text{n.º de indivíduos vivos no grupo controle} - \text{n.º de indivíduos vivos no grupo tratado})}{\text{n.º de indivíduos vivos no grupo controle}} \times 100$$

Tabela 1 - Distribuição dos grupos experimentais para estudo do Spinosad* contra *Alphitobius diaperinus* em fezes de galinhas poedeiras naturalmente infestadas. Guararapes, SP, Brasil.

Grupo	Nº de repetições	Tratamento	Concentração	Dose (L/m ²)	Via de aplicação
I	5	Spinosad	250 ppm	0,126	aspersão
II	5	Spinosad	250 ppm	0, 252	aspersão
III	5	Spinosad	250 ppm	0,504	aspersão
IV	5	Spinosad	400 ppm	0,126	aspersão
V	5	Spinosad	400 ppm	0, 252	aspersão
VI	5	Spinosad	400 ppm	0,504	aspersão
VII	5	Controle	água	-	-

* Eli Lilly do Brasil Ltda.

Foi utilizado um delineamento em parcela subdividida no tempo (“Split Plot in Time”), sendo considerados, como tratamentos principais, as diferentes aplicações do fármaco (concentrações/doses) e o controle (05 repetições cada) e, como secundário, as datas de observações. As análises dos dados foram realizadas aplicando-se o teste F e as médias com dados transformados em log (x+1) e comparadas pelo teste de Tukey usando o programa R Core Team, versão 3.5 (2016). Para efeito de análise estatística dos dados observados antes do tratamento, foram calculadas médias das observações dos dias -2 e -1.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Antes do estabelecimento dos tratamentos (AT), a infestação dos galpões experimentais apresentava-se homogênea, sem diferença significativa ($P > 0,05$), quanto ao número de cascudinhos adultos. Por se tratar de ambiente infestado naturalmente, não se observou o mesmo fato para larvas, porém, todos os grupos submetidos aos tratamentos não diferenciavam entre si, não havendo, assim, comprometimento das inferências relativas a tal parâmetro (Tabelas 2 e 3).

O Spinosad na concentração de 250ppm quando aplicado na dose de 0,126L/m² foi ineficaz contra *A. diaperinus* (larvas e adultos), apresentando percentual de eficácia inferior a 85,00% e não se diferenciando estatisticamente ($P > 0,05$) do grupo controle (Tabelas 2 e 3). As doses de 0,252L/m² e 0,504L/m², nesta concentração, mostraram-se eficazes, apresentando para

formas adultas, 87,94% e 87,72% no 1ºDPT e 88,55% e 86,82% no 6ºDPT, respectivamente, com diferença significativa em relação ao controle ($P < 0,05$) (Tabela 2). Para larvas, a eficácia foi melhor, perdurando até o 19ºDPT – percentuais de eficácia de 95,48% (0,252L/m²) e de 88,91% (0,504L/m²) (Tabelas 3). Tais resultados estão em concordância aos descritos por LAMBKIN & RICE (2007), que demonstraram a eficácia inseticida do Spinosad em 13 cepas de *A. diaperinus* provenientes de aviários de frango de corte na Austrália e resistentes a diferentes piretródies. Este princípio ativo demonstrou resultados melhores no controle deste coleóptero quando comparados a outros produtos químicos.

Durante este estudo, foi notório o efeito dose-resposta entre os diferentes tratamentos, assim como, o período ativo da droga. Na Tabela 2, observa-se que o grupo tratado com 400ppm com dose de 0,126L/m², no que se refere às médias de adultos de *A. diaperinus*, teve eficácia máxima no 6ºDPT, quando alcançou 91,30%, decaindo para 75,22% na próxima data avaliada (12 DPT). O tratamento diferenciou-se significativamente ($P < 0,05$) do grupo não tratado até 26DPT. A aplicação de 0,252L/m² na concentração de 400ppm demonstrou a maior eficácia contra adultos. Nos dias 12 e 19 pós-tratamento as eficácias foram de 73,55% e 67,55%, respectivamente. Nestas datas o número de adultos foi significativamente ($P < 0,05$) inferior quando comparado ao grupo controle. Em estudo de dose-resposta com o uso do Spinosad para controle de *A. diaperinus*, Souza et al. (2009) observaram correlação significativa entre o aumento da dose e a letalidade deste coleóptero.

Tabela 2. Comparação múltipla do número médio* de adultos de *Alphitobius diaperinus* transformados em $\log(x+1)$, apresentando movimentos normais (locomovendo-se) e o percentual de eficácia nos grupos tratados com Spinosad. Guararapes, SP, Brasil.

TRATAMENTO	Nº MÉDIO DE ADULTOS DE <i>A. diaperinus</i> NORMAIS (LOCOMOVENDO-SE)/ DIAS PÓS-TRATAMENTO (DPT)											
	AT**	1	3	6	12	19	26	33	40	47	54	61
GI: Spinosad 250ppm (0,126L/m²)	2,5052 ^a	2,3956 ^a	2,4099 ^{ab}	2,5582 ^{ab}	3,0965 ^a	3,2053 ^a	3,3961 ^a	3,3431 ^a	3,2004 ^a	3,2139 ^a	3,0921 ^a	3,0506 ^a
% EFICÁCIA	-	26,72	37,08	59,44	0,00	16,92	2,54	0,00	0,70	6,72	22,01	6,83
GII: Spinosad 250ppm (0,252L/m²)	2,2753 ^a	1,6645 ^b	2,0240 ^{abc}	2,0794 ^{bc}	2,6160 ^{ab}	2,6638 ^{abc}	3,1361 ^{ab}	3,0590 ^{ab}	2,8096 ^{ab}	2,8946 ^{ab}	3,0046 ^a	2,9420 ^a
% EFICÁCIA	-	87,94	76,37	88,55	65,96	75,63	48,55	41,79	60,29	51,96	35,06	27,38
GIII: Spinosad 250ppm (0,504L/m²)	2,3859 ^a	1,6748 ^b	1,8566 ^{abc}	2,1502 ^{bc}	2,7649 ^{ab}	2,8153 ^{ab}	3,1205 ^{abc}	3,2246 ^a	3,0163 ^a	3,1063 ^{ab}	3,0876 ^a	2,9690 ^a
% EFICÁCIA	-	87,72	83,38	86,82	44,42	67,57	44,48	24,00	49,18	22,99	18,10	19,70
GIV: Spinosad 400ppm (0,126L/m²)	2,1958 ^a	1,7769 ^{ab}	1,6207 ^c	1,7588 ^c	2,2746 ^{bc}	2,5293 ^{bc}	2,7049 ^{cd}	2,7002 ^{bc}	2,8164 ^{bc}	2,8107 ^{ab}	2,8567 ^a	2,8449 ^a
% EFICÁCIA	-	76,95	85,94	91,30	75,22	75,41	67,96	61,46	43,11	43,23	34,06	12,77
GV: Spinosad 400ppm (0,252L/m²)	2,2183 ^a	1,7741 ^{ab}	1,7974 ^{bc}	1,8115 ^c	2,3028 ^{bc}	2,6494 ^{abc}	2,8425 ^{bcd}	2,7091 ^{bc}	2,5668 ^{bc}	2,7815 ^{ab}	2,8659 ^a	2,7997 ^a
% EFICÁCIA	-	77,10	78,71	90,15	73,55	67,55	55,99	60,66	68,01	46,93	32,65	21,40
GVI: Spinosad 400ppm (0,504L/m²)	2,0033 ^a	1,3408 ^b	1,8100 ^{bc}	1,7663 ^c	2,0590 ^c	2,1594 ^c	2,5637 ^d	2,4104 ^c	2,2548 ^c	2,7154 ^b	2,6996 ^a	2,5080 ^a
% EFICÁCIA	-	91,80	78,07	91,14	84,97	89,55	76,87	80,26	84,45	54,44	54,10	59,91
GVII: Controle	2,4302 ^a	2,4085 ^a	2,4637 ^a	2,8121 ^a	2,8787 ^a	3,1375 ^a	3,1987 ^{ab}	3,1137 ^{ab}	3,0610 ^{ab}	3,0563 ^{ab}	3,0374 ^a	2,90412 ^a

* Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo Teste de Tukey P>0,05)

** AT (antes do tratamento): Médias dos dia -2 e -1

Tabela 3. Comparação múltipla do número médio* de larvas de *Alphitobius diaperinus* transformados em $\log(x+1)$, apresentando movimentos normais (locomovendo-se) e o percentual de eficácia nos grupos tratados com Spinosad. Guararapes, SP, Brasil.

TRATAMENTOS	Nº DE LARVAS DE <i>A. diaperinus</i> NORMAIS (LOCOMOVENDO-SE)/ DIAS PÓS-TRATAMENTO (DPT)											
	AT**	1	3	6	12	19	26	33	40	47	54	61
G1: Spinosad 250ppm (0,126L/m²)	1,7531 ^b	1,8841 ^{ab}	1,9715 ^{ab}	2,3732 ^{ab}	2,5514 ^a	2,6620 ^a	2,9389 ^a	2,7866 ^{ab}	3,1733 ^a	3,3153 ^a	3,1075 ^a	3,1681 ^a
% EFICÁCIA	-	77,33	82,09	75,51	40,44	22,81	3,85	53,67	0,00	0,00	0,00	0,00
GII: Spinosad 250ppm (0,252L/m²)	1,3574 ^b	1,0382 ^b	1,5383 ^{bc}	1,4180 ^c	1,6308 ^b	1,4405 ^{bc}	2,5011 ^{ab}	2,6862 ^{ab}	2,8788 ^{ab}	3,1787 ^{ab}	3,0449 ^a	3,0854 ^a
% EFICÁCIA	-	97,51	93,92	97,27	91,74	95,48	50,82	59,63	0,00	0,00	0,00	0,00
GIII: Spinosad 250ppm (0,504L/m²)	1,7175 ^b	1,2860 ^b	1,2615 ^{bc}	1,8968 ^{bc}	1,6015 ^b	1,8207 ^b	2,4026 ^{ab}	2,7659 ^{ab}	2,5706 ^{ab}	3,0845 ^{ab}	3,0221 ^a	3,0520 ^a
% EFICÁCIA	-	91,85	95,29	87,12	91,91	88,91	67,05	56,46	33,94	8,76	2,17	3,97
GIV: Spinosad 400ppm (0,126L/m²)	1,4163 ^b	1,3775 ^b	1,3213 ^{bc}	1,3479 ^c	1,4901 ^b	1,3158 ^{bc}	2,1135 ^{abc}	2,3656 ^b	2,7736 ^{ab}	2,8075 ^b	2,8930 ^a	2,9762 ^a
% EFICÁCIA	-	95,15	95,97	97,83	95,69	96,71	84,61	72,83	16,40	37,38	22,25	23,54
GV: Spinosad 400ppm (0,252L/m²)	1,7037 ^b	1,3688 ^b	1,2957 ^{bc}	1,3447 ^c	1,3958 ^b	1,2023 ^c	1,7611 ^c	2,2330 ^b	2,3017 ^b	3,0846 ^{ab}	2,9682 ^a	2,9801 ^a
% EFICÁCIA	-	94,26	97,73	96,51	96,16	95,77	91,85	85,70	40,07	3,87	17,03	7,26
GVI: Spinosad 400ppm (0,504L/m²)	1,2688 ^b	0,7482 ^b	1,0045 ^c	1,1181 ^c	1,1512 ^b	0,3362 ^d	0,6919 ^d	1,4021 ^c	1,1120 ^c	1,7239 ^c	1,9234 ^b	2,2700 ^b
% EFICÁCIA	-	98,69	98,84	98,55	97,68	99,79	99,37	98,09	98,08	95,30	92,72	81,43
GVII: Controle	2,2938 ^a	2,4873 ^a	2,7300 ^a	2,9327 ^a	2,7818 ^a	2,7828 ^a	2,9243 ^a	3,1048 ^a	2,9220 ^{ab}	3,1121 ^{ab}	3,0560 ^a	3,0647 ^a

* Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo Teste de Tukey P>0,05)

** AT (antes do tratamento): Médias dos dia -2 e -1

Ação mais prolongada, contra os coleópteros adultos, foi observada com a diluição do fármaco em 0,504L/m² a 400ppm (19DPT – 89,55% de eficácia). As médias de larvas de cascudinhos dos grupos tratados com as doses de 0,126L/m² e 0,252L/m² (400ppm) diferenciaram-se do grupo não tratado até o 33ºDPT. No entanto, o percentual de eficácia da primeira dosagem, manteve-se elevado até o 19º DPT (96,71%), apresentando, nos dias 26 e 33 pós-tratamento, valores inferiores a 85,00% (84,61% e 72,83%, respectivamente). Os níveis de eficácia da dosagem de 0,252L/m² no 19º, 26º e 33ºDPT foram de 95,77%, 91,85% e 85,70%, respectivamente (Tabelas 2). Estes resultados corroboram com os encontrados por Lyons et al. (2017) que observaram controle adequado de larvas e adultos no ambiente com o uso de piretróides em dose-dependência.

Semelhantemente à ação contra os parasitos adultos, a concentração de 400ppm, na dose de 0,504L/m², mostrou também para larvas, período de eficácia mais prolongado (54DPT-92,72%).

Verificou-se, ainda, que na última data avaliada (61DPT), ao contrário dos demais tratamentos, que apresentaram eficácias variando de 6,83% a 27,38% para adultos e de 0,00% a 23,54% para larvas, o tratamento com 400ppm, na dose de 0,504L/m², atingiu eficácia de 59,91% e 81,43%, respectivamente, contra adultos e larvas de *A. diaperinus* (Tabelas 2 e 3), demonstrando o período ativo deste tratamento, confirmando a hipótese de que o Spinosad apresenta potencial para controle de infestações de *A. diaperinus* presentes em fezes de poedeiras comerciais, representando uma alternativa para programas sanitários avícolas que priorizem a rotação de princípios ativos como forma de se minimizar a ocorrência de resistência dos coleópteros em consórcio com medidas de manejo nos aviários.

CONCLUSÃO

Os resultados permitem extrair as seguintes inferências:

- O Spinosad, na concentração de 250ppm, quando aplicado na dose de 0,126L/m² mostrou-se ineficaz contra cascudinhos (*Alphitobius diaperinus*) infestando fezes de galinhas poedeiras de ovos comerciais.
- As doses de 0,252L/m² e de 0,504L/m² de Spinosad (400ppm) mostraram-se igualmente (P<0,05) eficazes contra adultos de cascudinhos até o 6ºDPT, atingindo percentuais de eficácia de 91,30% e 90,15%, respectivamente.
- Contra larvas de *A. diaperinus*, as diluições de 0,126L/m² e de 0,252 L/m² (Spinosad – 400ppm) foram eficazes, respectivamente, até o 19ºDPT (96,71%) e 33ºDPT (85,70%).
- Período mais prolongado de eficácia contra *A. diaperinus* foi observado com Spinosad a 400ppm, na dose de 0,504L/m²: 61DPT (59,91%) para adultos e (81,43%) para larvas.

Conforma-se desta forma a hipótese de que o Spinosad apresenta potencial efeito inseticida para controle de infestações de *A. diaperinus* presentes em

fezes de poedeiras comerciais, representando uma alternativa para programas sanitários avícolas que utilizem a rotação de princípios ativos como forma de mitigar a seleção de resistência nas populações do coleóptero.

REFERÊNCIAS

- ARENA, J. S.; MERLO, C.; DEFAGÓ, M. T.; J.A. ZYGADLO, J. A. Insecticidal and antibacterial effects of some essential oils against the poultry pest *Alphitobius diaperinus* and its associated microorganisms. *Journal of Pest Science*, 93(1), 403-414, 2020.
- BARDEN, G. Evaluation of the new active Spinosad in the products lases naturalyte insect control and tracer naturalyte insect control, NRA (National Registration Authority for Agricultural and Veterinary Chemical, Canberra, Australia, 54.p., 1998.
- BATES, C.; HIETT, K.L.; STERN, N. J. Relationship of *Campylobacter* isolated from poultry and from darkling beetles in New Zealand. *Avian Diseases*, Washington, V. 48, p.138-147, 2004.
- BELO, M. A. A.; PRADO, E. J. R.; SOARES, V. E.; SOUZA, L. M.; MOTA, F. C. C.; GIAMLORENÇO, T. F.; GÍRIO, T. M. S. Eficácia de diferentes formulações no controle da mosca *Haematobia irritans* em bovinos naturalmente infestados. *Bioscience Journal*, Uberlândia, v. 28, p. 245-250, 2012.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA). Consulta Pública, Portaria da Secretaria de Defesa Animal nº 88, de 06 de novembro de 2015 – Projeto de Regulamentação Técnica sobre Antiparasitários de Uso Veterinário. 2015.
- CHARLIE-SILVA, I.; SOUZA, L. M.; BELO, M.A.; MORAES, A.C.; PRADO, E.J.R.; MOLENTO, M. B.; MARCHIORI-FILHO, M. In vitro toxicity of cypermethrin and deltamethrin on the cattle tick *Rhipicephalus microplus*. *Ars Veterinária*, Jaboticabal, v. 33, p. 51-56, 2018.
- CHARLIE-SILVA, I.; SOUZA, L. M.; PEREIRA, C. C.; MAZZONETTO, F.; BELO, M. A. A. INSECTICIDAL EFFICACY OF AQUEOUS EXTRACTS OF *Ricinus communis*, *Baccharis trimera* AND *Chenopodium ambrisioides* ON ADULTS OF *Alphitobius diaperinus*. *Ars Veterinária*, v. 35, p. 07-11, 2019.
- CHERNAKI-LEFFER, A.M.; SOSA-GÓMEZ, D.R.; ALMEIDA, L.M.; LOPES, I.O. Susceptibility of *Alphitobius diaperinus* (Panzer) (Coleoptera; Tenebrionidae) to cypermethrin, dichlorvos and triflumuron in southern Brazil. *Rev. Bras. Entomol.* v.55: p.125-128, 2011.

- DEL VALLE, E. E.; FRIZZO, L. S.; MALMIERCA, M. Biological control of *Alphitobius diaperinus* with *Steinernema rarum* CUL and *Heterorhabditis bacteriophora* SMC and feasibility of application in rice hull. Journal of Pest Science, Innsbruck, v. 89, p. 161-170, 2016.
- GEHRING, V. S.; SANTOS, E. D.; MENDONÇA, B. S.; SANTOS, L. R.; RODRIGUES, L. B.; DICKEL, E. L.; DAROIT, L.; PILOTTO, F. *Alphitobius diaperinus* control and physicochemical study of poultry litters treated with quicklime and shallow fermentation. Poultry Science v.99, n.4, p.2120-2124, 2020.
- HAMM, R.L.; KAUFMAN, P.E.; REASOR, C.A.; RUTZ, D.A.; SCOTT, J.G. Resistance to cyfluthrin and tetrachlorvinphos in the lesser mealworm, *Alphitobius diaperinus*, collected from the eastern United States. Pest Management Science, Cambridge, V.62, p. 673-677, 2006.
- KAUFMAN, P.E.; STRONG, C.; RUTZ, D.A. Susceptibility of lesser mealworm (Coleoptera: Tenebrionidae) adults and larvae exposed to two commercial insecticides on unpainted plywood panels. Pest Management Science, Cambridge, V.64, p. 108-111, 2008.
- KIRST, H. The spinosyn family of insecticides: realizing the potential of natural products research. The Journal of Antibiotics, v.63, p.101-111, 2010.
- LAMBKIN, A.T. 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, Baltimore, V.98, n.5, p.938-942, 2005.
- LAMBKIN, A.T.; RICE, S.J. Baseline responses of *Alphitobius diaperinus* (Coleoptera: Tenebrionidae) to spinosyn, and susceptibility of broilers population in Eastern and Southern Australia. Journal of Economic Entomology, Baltimore, V.100, n.4, p.1423-1427, 2007.
- LYONS, B. N.; CRIPPEN, T. L.; ZHENG, L.; TEEL, P. D.; SWIGER, S. L.; TOMBERLIN, J. K. Susceptibility of *Alphitobius diaperinus* in Texas to permethrin and β -cyfluthrin treated surfaces. Pest management science, 73(3), 562-567, 2017.
- MARCOMINI, A.M.; ALVES, L.F.A.; BONINI, A.K.; MERTZ, NR.; SANTOS, J.C. Atividade inseticida de extratos vegetais e do óleo de Nin sobre adultos de *Alphitobius diaperinus*, Panzer (Coleoptera, Tenebrionidae): Arq. Inst. Biol., São Paulo, v.76, n.3, p.409-416, jul/set., 2009.
- SAFRIT, R.D.; AXTELL, R.C. Evaluations of sampling methods for darkling beetles (*Alphitobius diaperinus*) in the little of turkey and broiler houses. Poultry Science, Savoy, V.63, p.2368-2375, 1984.
- SEGABINAZI, S.D.S.; FLORES, M.L.; SILVA BARRETOS, A.; JACOBSEN, G.; ELTZ, R.D. Bactérias da família enterobacteriaceae em *Alphitobius diaperinus* oriundos de granja avícolas dos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. Acta Scientiae Veterinariae, v.33, n.1, p.51-55, 2005.
- SILVA, G.S.; MICHELS, M. G.; TOMA, S. B.; TERRA, F. E.; SOARES, V. E.; and COSTA, A. J. Effectiveness of the compound Chlorpyrifos + Cypermethrin + Citronella against *Alphitobius diaperinus*. Laboratory analysis and residue determination in carcasses. Brazilian Journal of Poultry Science, Campinas, V.9, n.3, 1p.67-170, 2007.
- SINGH, N.; JOHNSON, D. Baseline susceptibility and cross-resistance in adult and larval *Alphitobius diaperinus* (Coleoptera: Tenebrionidae) collected from poultry farms in Arkansas. Journal of Economic Entomology, Riverside, v. 108, n. 4, p. 1994-1999, 2015.
- SOARES, V. E.; BELO, M. A. A.; SOUZA, L. M.; GUIARO, C. R.; BORTOLETTO NETO, O.; GIRIO, T. M. S. Associação de cipermetrina, diclorvós e butóxido de piperonila contra *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* em bovinos naturalmente infestados. Archives of Veterinary Science, Curitiba, v. 14, p. 1-8, 2009.
- SOUZA, L. M.; BELO, M. A. A.; SILVA, I. C. Eficácia de diferentes formulações de acaricidas sobre larvas de *Rhipicephalus sanguineus* (Latreille, 1806) (Acari: Ixodidae) e *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (Canestrini, 1887) (Acari: Ixodidae). Biotemas, Florianópolis, v. 30, p. 65 de 2017.
- SOUZA, L. M.; SILVA, G. S.; BELO, M. A. A.; SOARES, V. E.; COSTA, A. J.. CONTROLE DE *Alphitobius diaperinus* (Panzer) (Coleoptera: Tenebrionidae) EM INSTALAÇÕES PARA FRANGOS DE CORTE. Archives of Veterinary Science, v. 14, p. 214-220, 2009.
- R CORE TEAM R. A language and environment for statistical computing. 2016. Vienna: R Foundation for Statistical Computing. Disponível em <<https://www.R-project.org/>>.
- THOMPSON, G.D. Spinosyns: an overview of new natural insect management systems. In Proceedings of the 1995 Beltwide cotton production conference. National Cotton Council, Memphis TN. P.1039-1042, 1995.
- TOMBERLIN, J.K.; RICHMAN, D.; MYERS, H.M. Susceptibility of *Alphitobius diaperinus* (Coleoptera: Tenebrionidae) from broiler facilities in Texas to four insecticides. Journal of Economic Entomology, Baltimore, v.101, n.2, p.480-483, 2008.
- VITTORI, J.; SCHOCKEN-ITURRINO, R.P.; TROVÓ, K.P.; RIBEIRO, C.A.M.; BARBOSA, G.G.;

SOUZA, L.M.; PIGATTO, C.P. *Alphitobius diaperinus* como veiculador de *Clostridium perfringens* em granjas avícolas do interior paulista – Brasil. *Ciência Rural*, Santa Maria, V.37, n.3, p.894-896, 2007.

YEASMIN, A. M.; WALIULLAH, T. M.; RAHMAN, A. S. Synergistic effects of chlorpyrifos with piperonyl butoxide (pbo) against the lesser mealworm, *Alphitobius diaperinus* (Panzer) (Coleoptera: Tenebrionidae). *Asian Pacific Journal of Reproduction*, Amsterdam, v. 3, n. 4, p. 305-310, 2014.

WOLF, J.; POTRICH, M.; LOZANO, E.R., GOUVEA, A.; PEGORINI, C.S. Combined physical and chemical methods to control lesser mealworm beetles under laboratory conditions. *Poultry Science* v.94 p.1145-1149. 2015.