

1 **EFICÁCIA *IN VITRO* DO SPINOSAD CONTRA *Alphitobius diaperinus***

2 **(Panzer) (Coleoptera: Tenebrionidae)**

3  
4 ***IN VITRO* EFFECTIVENESS OF SPINOSAD AGAINST *Alphitobius***

5 ***diaperinus* (Panzer) (Coleoptera: Tenebrionidae)**

6  
7  
8 **Resumo**

9 Com a expansão avícola industrial, o *Alphitobius diaperinus* tem se apresentado,  
10 mundialmente, como uma das principais pragas da avicultura moderna. Destacam-se  
11 inúmeros prejuízos de importância para avicultura causados por este parasito. Medidas de  
12 controle sanitário como manejo correto e tratamento das instalações têm sido pesquisadas e  
13 aplicadas. Em busca de uma nova alternativa para o controle do *A. diaperinus* avaliou-se,  
14 neste estudo, a ação do spinosad, síntese da fermentação aeróbica de um fungo  
15 actinomiceto presente no solo, o *Sacharopolyspora spinosa*. Para tanto, dois experimentos  
16 “in vitro” foram conduzidos, o primeiro utilizando-se tratamento direto dos coleópteros em  
17 placas de petri e o segundo, em condições simuladas de “cama de aves” utilizando-se a  
18 casca de arroz. Os estudos em placas de petri revelaram percentuais de eficácia de 99,67%  
19 e 99,33% no controle de adultos (24DPT), bem como 97,0% e 96,0% no controle de larvas  
20 (24°DPT) respectivamente para o tratamento com Spinosad nas concentrações de 400ppm  
21 e 250ppm. A aplicação do 250 ppm Spinosad na casca de arroz resultou em percentuais de  
22 eficácia superiores (74,39%, 76,92% e 77,82% nos 16°DPT, 23°DPT e 30°DPT,  
23 respectivamente) quando comparados ao tratamento com 400ppm (68,51%, 68,18% e  
24 70,55% nos 16°DPT, 23°DPT e 30°DPT, respectivamente), apesar de não ter sido

25 observada diferença estatística significativa entre estes achados ( $P>0,05$ ). Contudo,  
26 verificou-se que o Spinosad, nas concentrações de 400ppm e 250ppm, via spray, mostrou-  
27 se eficaz tanto aplicado diretamente sobre *A. diaperinus* (adultos e larvas) ou quando  
28 dispersados em casca de arroz parasitada.

29

30 Palavras-chave: Cascudinho, antiparasitários, controle, avicultura, quimioterápicos.

31

32

### 33 **Abstract**

34 With the expansion of industrial poultry, *Alphitobius diaperinus* has presented itself,  
35 worldwide, as one of the main pests of modern poultry. Noteworthy are important losses  
36 for poultry caused by this parasite. Sanitary control measures such as correct handling and  
37 treatment of facilities have been researched and applied. In search of a new alternative for  
38 the control of *A. diaperinus*, in this study, the action of spinosad, synthesis of the aerobic  
39 fermentation of an actinomycete fungus present in the soil, *Sacharopolyspora spinosa*, was  
40 evaluated. For this purpose, two "in vitro" experiments were conducted, the first using  
41 direct treatment of the coleoptera in petri dishes and the second, under simulated  
42 conditions of "poultry litter" using the rice husk. Petri dish studies revealed 99.67% and  
43 99.33% efficacy percentages for adult control (24DPT), as well as 97.0% and 96.0% for  
44 larvae control (24°DPT) respectively for treatment with Spinosad in concentrations of  
45 400ppm and 250ppm. The application of 250 ppm Spinosad in the rice husk resulted in  
46 higher efficacy percentages (74.39%, 76.92% and 77.82% in the 16°DPT, 23°DPT and  
47 30°DPT, respectively) when compared to the 400ppm treatment (68.51 %, 68.18% and  
48 70.55% in the 16th PDT, 23rd PDT and 30th PDT, respectively), although no statistically  
49 significant difference was observed between these findings ( $P> 0.05$ ). However, it was

50 found that Spinosad, in concentrations of 400ppm and 250ppm, via spray, proved to be  
51 effective both applied directly on *A. diaperinus* (adults and larvae) or when dispersed in  
52 parasitized rice husks.

53 Keywords: mealworm, antiparasitic, control, poultry, chemotherapy.

54

## 55 **1. Introdução**

56 O *Alphitobius diaperinus*, considerado inicialmente uma praga secundária de grãos  
57 armazenados, tem se apresentado, mundialmente, como uma das principais pragas da  
58 avicultura moderna (SOUZA et al., 2020). Com a expansão avícola industrial este  
59 coleóptero, pertencente à família Tenebrionidae e popularmente conhecido como  
60 “cascudinho”, encontrou junto às instalações avícolas hábitat ideal para seu  
61 desenvolvimento.

62 Uma vez estabelecidos, multiplicam-se rapidamente, sendo encontradas elevadas  
63 populações em cama de frangos de corte, de matrizes, e mesmo nas fezes de poedeiras de  
64 ovos comerciais confinadas em gaiolas (CHARLIE-SILVA et al., 2019). Adultos, ovos,  
65 larvas e pupas vivem sob a superfície da cama, em equipamentos e em frestas dos pisos e  
66 paredes, alimentando-se de ração, aves mortas, aves debilitadas, esterco e outros materiais  
67 orgânicos encontrados no galpão (SOUZA et al., 2009). Podem voar mais de 1600 metros  
68 e apresentam fototropismo negativo, sendo mais ativos à noite, o que os constituem,  
69 também, num problema para residências situadas próximas aos aviários.

70 Destacam-se dentre os inúmeros prejuízos causados pelo *A. diaperinus*: Constitui-se  
71 reservatório de patógenos de fundamental importância para avicultura, como *Eimeria*,  
72 *Escherichia*, *Salmonella*, *Bacillus*, *Streptococcus*, *Aspergillus*, vírus causadores das  
73 doenças de Marek, Gumboro e Newcastle (SEGABINAZI et al., 2005; VITTORI et al.,  
74 2007; GEHRING et al., 2020); pelo desenvolvimento de cisticercóides, são considerados

75 hospedeiros intermediários de cestódeos parasitos de aves (ARENDS, 1987). Interfere no  
76 desenvolvimento das aves causando desuniformidade do lote, pelo fato de se constituir  
77 alimento alternativo principalmente para pintinhos (SOUZA et al., 2020).

78 Afim de reduzir a população dos besouros, com menor custo, menor risco e maior  
79 eficiência, medidas de controle sanitário como manejo correto e tratamento das instalações  
80 têm sido aplicadas e pesquisadas (SOUZA et al., 2009). Estudos envolvendo controle  
81 biológico foram realizados com o intuito de controlar este importante parasito (GEDEN et  
82 al., 1998). Contudo, devido a dinâmica de sua proliferação, o manejo integrado e o  
83 controle químico são os meios mais utilizados pelos produtores.

84 No manejo sanitário das produções animais, o uso inadequado das formulações  
85 antiparasitárias em ambientes infestados resulta na seleção de insetos resistentes (SOARES  
86 et al., 2009; BELO et al., 2012; SOUZA et al., 2017; CHARLIE-SILVA et al., 2018). No  
87 controle químico do cascudinho tem-se utilizado, dentre outros, tratamentos piretróides  
88 (HAMM et al., 2006; TOMBERLIN et al., 2008); Imidacloprida (SINGH & JOHNSON,  
89 2015), benzoilfenilureia (CHERNAKI-LEFFER et al., 2011) e organofosforados  
90 (LAMBKIN, 2005, KAUFMAN et al., 2008; YEASMIN et al., 2014).

91 O spinosad é síntese da fermentação aeróbica do fungo actinomiceto presente no solo, o  
92 *Sacharopolyspora spinosa*, e faz parte de um novo grupo de acaricidas conhecido como  
93 naturalyte, sendo constituído pela mistura de dois metabólitos naturais do fungo, spinosyn  
94 A e spinosyn D. Este quimioterápico tem modo de ação diferenciado. Em insetos,  
95 caracteriza-se pela excitação do sistema nervoso, levando a contrações involuntárias dos  
96 músculos, provocando prostração com tremores e paralisia. Esses efeitos estão ligados a  
97 ativação de receptores nicotínicos e acetilcolínicos por um mecanismo de ação totalmente  
98 novo (ORR et al, 2009).

99 Em busca de nova alternativa para o controle do *A. diaperinus* avaliou-se, neste estudo,  
100 a ação do spinosad. Para tanto, dois experimentos “in vitro” foram conduzidos: o primeiro  
101 utilizando-se tratamento direto dos coleópteros em placas de petri, e o segundo, em  
102 condições simuladas de “cama de aves” utilizando-se a casca de arroz.

103

## 104 **2. Material E Métodos**

### 105 **2.1. Local e formulação medicamentosa**

106 Os dois estudos foram conduzidos na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias  
107 (FCAV-UNESP), campus de Jaboticabal. Foram utilizadas, em cada experimento, duas  
108 concentrações de spinosad (400 ppm e 250 ppm) aplicadas, via tópica sob forma de  
109 aspersão (spray), diretamente sobre formas adultas e imaturas (larvas) de *A. diaperinus*  
110 acondicionados em placas de petri (experimento 1) e/ou em casca de arroz (experimento  
111 2). Utilizou-se para aplicação, frasco com dispositivo de borrifação atomizada, “spray”,  
112 com controle de volume e pressão.

113

### 114 **2.2. *A. diaperinus***

115 Os estágios adulto e larval de *Alphitobius diaperinus* foram obtidos em uma granja  
116 comercial com histórico de elevada infestação por cascudinhos pertencentes ao município  
117 de Descalvado, SP (Latitude: 21° 54' 14" Sul, Longitude: 47° 37' 12" Oeste).

118

### 119 **2.3. Avaliação Em Placas De Petri**

120 Placas de petri contendo *A. diaperinus* foram sorteadas ao acaso para distribuição de seis  
121 grupos experimentais (Tabela 1). As placas possuíam perfurações que permitiam aeração e  
122 periodicamente eram colocadas, em cada uma, pequenas quantidades de ração (aves) e gotas  
123 de água para alimentação dos cascudinhos.

124 Na ocasião do tratamento, os indivíduos de cada repetição foram transferidos para  
125 peneiras de “nylon” de 7cm de diâmetro, o que proporcionou escoamento do excesso de  
126 solução e homogeneidade na administração do tratamento. Cada aplicação teve duração de  
127 cinco segundos, correspondendo ao conteúdo de 6,5 mL para cada repetição. Após  
128 medicação, os cascudinhos foram alocados em suas respectivas placas de petri.

129 Avaliações da efetividade do tratamento foram realizadas, em todas as parcelas, logo  
130 após o tratamento (1HPT e 4HPT - correspondendo ao “dia zero”), e ainda, um, três, cinco,  
131 sete, 14, 17 e 24 dias pós-tratamento (DPT). Para avaliação, foram observados os  
132 cascudinhos (adultos e/ou larvas) que se apresentavam vivos e com movimentos normais  
133 (locomovendo-se), vivos, porém em estado de prostração/paralisia, e mortos.

134 Adultos foram considerados em estado de prostração quando não conseguiam se  
135 locomover, porém, apresentavam, em posição decúbito dorsal, movimentos de patas e/ou  
136 antenas. Para os estágios larvais considerou-se, também, os que não se locomoviam  
137 normalmente, em sua maioria na posição decúbito dorsal, e com movimentos apenas de  
138 patas e antenas. Eram considerados como mortos, para efeito de avaliação crítica e  
139 estimativa do percentual de mortalidade, aqueles que se apresentavam sem qualquer  
140 movimento e enrijecidos (adultos e larvas).

141

#### 142 **2.4. Avaliação Em Casca De Arroz**

143 *A. diaperinus* foram distribuídas em recipientes plásticos (12cm x 10cm) contendo casca  
144 de arroz. Foram considerados seis grupos experimentais, os quais, por sorteio, foram  
145 submetidos aos tratamentos (Tabela 1). Após alojamento dos adultos e larvas de *A.*  
146 *diaperinus* nos recipientes, procedeu-se a aplicação dos tratamentos. A altura da casca de  
147 arroz era de 4cm. As soluções preparadas com spinosad foram aplicadas via tópica, por  
148 meio de spray, durante 25 segundos, na superfície de cada cama (27,5mL de solução,

149 correspondendo a 0,012L/m<sup>2</sup>). Cada recipiente foi acondicionado em caixas entomológicas  
150 individuais, devidamente identificadas.

151 Após 1, 3, 6, 9, 16, 23 e 30 dias pós-tratamento (DPT) o conteúdo de cada recipiente era  
152 retirado e o número de adultos ou larvas com movimentos normais (locomovendo-se) era  
153 computado, sendo a casca de arroz e os *A. diaperinus* devolvidos nos respectivos  
154 recipientes e caixas. Por ocasião das avaliações, pequenas quantidades de ração e água  
155 foram misturadas à casca de arroz, para alimentação dos cascudinhos.

156

### 157 **2.5. Eficácia Terapêutica**

158 A partir dos resultados do número de adultos e/ou larvas, vivos, nos grupos controle e  
159 tratados, foram calculados os percentuais de eficácia do spinosad em cada data avaliada,  
160 conforme a Portaria 88 de 06 de novembro de 2015 do Ministério da Agricultura Pecuária e  
161 Abastecimento (BRASIL, 2015):

162

$$\begin{array}{l} 163 \\ 164 \\ 165 \\ 166 \end{array} \text{Eficácia (\%)} = \frac{(\text{n.º de indivíduos vivos no grupo controle} - \text{n.º de indivíduos vivos no grupo tratado})}{\text{n.º de indivíduos vivos no grupo controle}} \times 100$$

167

### 168 **2.6. Delineamento Experimental**

169 Foi utilizado, em cada experimento, delineamento em parcela subdividida no tempo  
170 (“Split Plot in Time”), sendo considerados, como tratamentos principais, as concentrações  
171 do fármaco e o controle e, como secundário, as datas de observações (BANZATTO e  
172 KRONKA, 1989). As análises dos dados foram realizadas aplicando-se o teste F e as médias  
173 comparadas pelo teste de Tukey (SAS, 2012).

174

## 175 **3. Resultados**

176 **3.1. Placas de Petri**

177 As duas concentrações do fármaco avaliado (400 e 250ppm) apresentaram diferenças  
178 significativas ( $P < 0,05$ ) em relação ao grupo controle em todas as análises (1, 3, 5, 7, 14,  
179 17 e 24 DPT) no que se refere a adultos e larvas normais (Tabelas 2 e 3). Portanto, o  
180 número de sobreviventes nos grupos medicados foi significativamente menor quando  
181 comparado ao grupo controle, o que comprova a ação do spinosad sobre *A. diaperinus*.

182 O percentual de eficácia, já no primeiro dia pós-tratamento de adultos, apresentou-se  
183 elevado para as duas concentrações do medicamento (99,32% para 400 ppm e 98,63% para  
184 250 ppm). Nos dias três, cinco, 7, 14 e 17 DPT, a maior concentração do medicamento  
185 (400ppm) apresentou-se 100% eficaz. Com exceção do terceiro dia (99,66%), a  
186 concentração de 250 ppm, também proporcionou 100% de eficácia contra adultos de *A.*  
187 *diaperinus*.

188 Os índices de eficácia de 99,65% e 99,30% alcançados no 24ºDPT, respectivamente,  
189 para as concentrações de 400 e 250ppm, decorreram do fato de alguns poucos (1 a 2)  
190 indivíduos que se apresentavam paralisados retomarem seus movimentos normais,  
191 locomovendo-se.

192 Em larvas, os percentuais de eficácia variaram de 62,89% a 97,96% e de 77,32% a  
193 95,92%, respectivamente, para 400 e 250ppm do composto aplicado, nas diferentes datas  
194 de avaliação. Não houve diferença estatisticamente significativa ( $P > 0,05$ ) entre os grupos  
195 medicados.

196 Observa-se através da Tabela 4 que os índices de mortalidade de adultos tratados  
197 elevaram-se gradativamente, evoluindo de 6,67% e 1,00% (1DPT) 99,67% e 99,33%  
198 (24DPT), correspondendo aos tratamentos 400 e 250 ppm, respectivamente. Esta  
199 conotação foi decorrente da evolução do estado de prostração, em que se encontravam

200 inicialmente adultos e larvas, para mortalidade. No grupo controle tal índice manteve-se  
201 inferior a 5% até o 17º DPT, atingindo esse percentual na última avaliação (24ºDPT).

202 Os índices de mortalidade de larvas tratadas foram de 7,00% e 8,00% no 1ºDPT e de  
203 97,0% e 96,0% no 24ºDPT, respectivamente, para as concentrações de 400 e 250ppm  
204 (Tabela 5). Para larvas do grupo controle, tal índice atingiu 6% nos dias três e cinco,  
205 elevando-se, gradativamente (10, 24, 32 e 51%, respectivamente, nos dias sete, 14, 17 e 24  
206 pós-tratamento). Apesar do grupo controle atingir elevada mortalidade, a diferença entre  
207 este e os grupos tratados manteve-se estatisticamente significativa ( $P < 0,05$ ) durante todo o  
208 período pós-tratamento.

209 Chama-se atenção ao fato de que nenhuma forma adulta de *A. diaperinus*, pertencente  
210 ao grupo controle (não tratado) apresentou-se em estado de prostração.

211 À título de observação, em algumas repetições dos grupos de adultos medicados foram  
212 observadas alterações morfofisiológicas como distensão da cloaca e presença de ovos nas  
213 placas, o que pode ser atribuído à ação do medicamento.

214 Após a última avaliação, ocasião do encerramento do período experimental, as larvas  
215 dos grupos tratados e controle foram alojadas em recipientes contendo casca de arroz.  
216 Decorrido período de 20 dias, nos recipientes que continham larvas do grupo controle  
217 foram observadas larvas vivas e mortas, pupas e algumas formas adultas. No entanto, não  
218 foi constatada a presença de pupas e adultos nos recipientes onde foram alojadas as larvas  
219 tratadas; a maioria estava morta. Tais observações deixam clara a interferência do  
220 tratamento com spinosad (duas concentrações) no ciclo biológico do *A. diaperinus*.

221

### 222 **3.2. Casca De Arroz**

223 Algumas oscilações quanto ao número de indivíduos normais foram observadas nos  
224 grupos tratados. Tal fato decorreu-se por terem sido considerados apenas os indivíduos que

225 se locomoviam normalmente. Possivelmente, alguns que se encontravam em paralisia, ou  
226 seja, com ausência de locomoção, recuperaram-se e foram contados na(s) data(s)  
227 seguinte(s). Reforça esta hipótese, a ausência de oscilações nas contagens realizadas no  
228 grupo controle.

229 As duas concentrações do fármaco avaliado (400 e 250ppm) apresentaram diferenças  
230 significativas ( $P < 0,05$ ), em relação ao grupo controle, em todas as datas analisadas (1, 3,  
231 6, 9, 16, 23 e 30 DPT) no que se refere ao número médio de adultos e de larvas normais de  
232 *A. diaperinus* (Tabela 6).

233 Em adultos, a menor concentração de spinosad (250ppm) apresentou percentual de  
234 eficácia superior (74,39%, 76,92% e 77,82% nos 16°DPT, 23°DPT e 30°DPT,  
235 respectivamente) à maior (400ppm, 68,51%, 68,18% e 70,55%); porém, quando analisada  
236 estatisticamente, tal diferença não foi significativa ( $P > 0,05$ ).

237 A diferença entre as duas concentrações, no tratamento de larvas (Tabela 7), também  
238 não foi significativa ( $P > 0,05$ ), embora a concentração de 400ppm tenha apresentado maior  
239 índice de eficácia durante o período experimental.

240 Após 23 dias do tratamento, em algumas repetições do grupo de larvas não tratadas,  
241 observou-se a presença de pupas, o que determinou o término do período de contagens de  
242 larvas. Não foram observadas pupas nos grupos tratados, mostrando, assim, um possível  
243 efeito dos tratamentos (Spinosad a 400ppm e a 250ppm) na interrupção do ciclo biológico  
244 do *A. diaperinus*.

245

#### 246 **4. Discussão**

247 A eficácia do spinosad contra *A. diaperinus*, obtida nos dois experimentos, estão  
248 compatíveis com resultados de pesquisas conduzidas por outros autores empregando outros  
249 inseticidas, seja em pesquisas de laboratório ou no campo, corroborando os achados de

250 Lambkin e Rice (2007), os quais relataram a eficácia inseticida do Spinosad em 13 cepas  
251 de *A. diaperinus* provenientes de aviários de frango de corte na Austrália e resistentes a  
252 diferentes piretróides.

253 Os resultados de eficiência dependem não somente do princípio ativo empregado, mas  
254 também do meio, dose e concentração a serem adotados. Assim, Morales et al (1991)  
255 comprovaram, in vitro, baixo controle biocida, contra cascudinhos, do malathion, carbaril e  
256 dipterex quando aplicados a 0,5 lb/m<sup>2</sup>. Porém, o espectro de ação foi melhor, atingindo até  
257 100% de mortalidade, quando se elevou a aplicação para 1L/m<sup>2</sup>. Estes resultados dose-  
258 resposta corroboram com aos descritos por Lyons et al. (2017) que observaram efeito dose-  
259 dependência com uso de piretróides aplicados no ambiente no controle de larvas e adultos  
260 deste coleóptero. De acordo com Souza et al. (2009), ocorreu correlação significativa entre  
261 aumento da dose e a letalidade deste coleóptero em estudo dose-resposta envolvendo o  
262 Spinosad para controle de *A. diaperinus*. Diferentemente deste estudo, não se observou  
263 significativa diferença de eficácia nas duas concentrações de Spinosad adotadas (400 e  
264 250ppm).

265 Verificou-se no presente trabalho, por meio dos delineamentos experimentais ensaiados,  
266 que o spinosad, nas concentrações de 400ppm e 250ppm, via tópica em forma spray,  
267 mostrou-se eficaz tanto aplicado diretamente sobre *A. diaperinus* (adultos e larvas) ou  
268 quando dispersados em casca de arroz parasitada.

269 Em face dos resultados alcançados, em laboratório, pelo spinosad contra *A. diaperinus* e  
270 atentando-se a todos os outros fatores envolvidos na eleição de um produto eficaz e seguro  
271 para controle de parasitos, as pesquisas com tal princípio ativo devem ter continuidade,  
272 incluindo-se testes de campo.

273

274 **Referências Bibliográficas**

- 275 ARENDS, J.J. Control, maagement of the litter beetle. *Poultry Digest*. 172-6, 1987.
- 276 BANZATO, D. A., KRONKA, S. N. Experimentação Agrícola. Jaboticabal, FUNEP, 1989.
- 277 BELO, M. A. A.; PRADO, E. J. R.; SOARES, V. E.; SOUZA, L. M.; MOTA, F. C. C.;
- 278 GIAMLORENÇO, T. F.; GÍRIO, T. M. S. Eficácia de diferentes formulações no
- 279 controle da mosca *Haematobia irritans* em bovinos naturalmente infestados. *Bioscience*
- 280 *Journal*, Uberlândia, v. 28, p. 245-250, 2012.
- 281 BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO
- 282 (MAPA). Consulta Pública, Portaria da Secretaria de Defesa Animal nº 88, de 06 de
- 283 Novembro de 2015 – Projeto de Regulamentação Técnica sobre Antiparasitários de Uso
- 284 Veterinário. 2015.
- 285 CHARLIE-SILVA, I.; SOUZA, L. M.; BELO, M.A.; MORAES, A.C.; PRADO, E.J.R.;
- 286 MOLENTO, M. B; MARCHIORI-FILHO, M.. *In vitro* toxicity of cypermethrin and
- 287 deltamethrin on the cattle tick *Rhipicephalus microplus*. *Ars Veterinária*, Jaboticabal, v.
- 288 33, p. 51-56, 2018.
- 289 CHARLIE-SILVA, I.; SOUZA, L. M.; PEREIRA, C. C.; MAZZONETTO, F.; BELO, M.
- 290 A. A. INSECTICIDAL EFFICACY OF AQUEOUS EXTRACTS OF *Ricinus*
- 291 *communis*, *Baccharis trimera* AND *Chenopodium ambrisioides* ON ADULTS OF
- 292 *Alphitobius diaperinus*. *Ars Veterinária*, v. 35, p. 07-11, 2019.
- 293 CHERNAKI-LEFFER, A.M.; SOSA-GÓMEZ, D.R.; ALMEIDA, L.M.; LOPES, I.O.
- 294 Susceptibility of *Alphitobius diaperinus* (Panzer) (Coleoptera; Tenebrionidae) to
- 295 cypermethrin, dichlorvos and triflumuron in southern Brazil. *Rev. Bras. Entomol.* v.55:
- 296 p.125-128, 2011.
- 297 GEDEN, C.J. et al. Laboratory evaluation of *Beauveria bassiana* (Moniliales:
- 298 Moniliaceae) against the lesser mealworm, *Alphitobius diaperinus* (Coleoptera:

299 Tenebrionidae). In poultry litter, soil, and a pupal trap. *Biological Control*. 13, 71-7.  
300 1998.

301 GEHRING, V. S.; SANTOS, E. D.; MENDONÇA, B. S.; SANTOS, L. R.; RODRIGUES,  
302 L. B.; DICKEL, E. L.; DAROIT, L.; PILOTTO, F. *Alphitobius diaperinus* control and  
303 physicochemical study of poultry litters treated with quicklime and shallow  
304 fermentation. *Poultry Science* v.99, n.4, p.2120-2124, 2020.

305 HAMM, R.L.; KAUFMAN, P.E.; REASOR, C.A.; RUTZ, D.A.; SCOTT, J.G. Resistance  
306 to cyfluthrin and tetrachlorvinphos in the lesser mealworm, *Alphitobius diaperinus*,  
307 collected from the eastern United States. *Pest Management Science*, Cambridge, V.62,  
308 p. 673-677, 2006.

309 KAUFMAN, P.E.; STRONG, C.; RUTZ, D.A. Susceptibility of lesser mealworm  
310 (Coleoptera: Tenebrionidae) adults and larvae exposed to two commercial insecticides  
311 on unpainted plywood panels. *Pest Management Science*, Cambridge, V.64, p. 108-111,  
312 2008.

313 LAMBKIN, A.T. Baseline responses of adult *Alphitobius diaperinus* (Coleoptera:  
314 Tenebrionidae) to fenitrothion and susceptibility status of populations in Queensland and  
315 New South Wales Australia. *Journal of Economic Entomology*, Baltimore, V.98, n.5,  
316 p.938-942, 2005.

317 LAMBKIN, A.T.; RICE, S.J. Baseline responses of *Alphitobius diaperinus* (Coleoptera:  
318 Tenebrionidae) to spinosad, and susceptibility of broiles population in Eastern and  
319 Southern Australia. *Journal of Economic Entomology*, Baltimore, V.100, n.4, p.1423-  
320 1427, 2007.

321 LYONS, B. N.; CRIPPEN, T. L.; ZHENG, L.; TEEL, P. D.; SWIGER, S. L.;  
322 TOMBERLIN, J. K. Susceptibility of *Alphitobius diaperinus* in Texas to

323 permethrin-and  $\beta$ -cyfluthrin-treated surfaces. Pest management science, 73(3), 562-567,  
324 2017.

325 MORALES, A. Control químico del coleóptero *Alphitobius diaperinus* com Malathion,  
326 Carbaril y Dipterex e granjas avícolas. *Rev. Cubana de Cien. Avícola.* 18, 205-209,  
327 1991.

328 ORR, N., SHAFFNER, A. J., RICHEY, K., CROUSE, G. D. Novel mode of action of  
329 spinosad: Receptor binding studies demonstrating lack of interaction with known  
330 insecticidal target sites. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, v.95, n.1, p.1-5, 2009.

331 SAS Institute, 2012. SAS<sup>®</sup> User's Guide: Estatistics. SAS Insntitute, Inc. Cary, NC, USA.

332 SINGH, N. & JOHNSON, D. Baseline susceptibility and cross-resistance in adult and  
333 larval *Alphitobius diaperinus* (Coleoptera: Tenebrionidae) collected from poultry farms  
334 in Arkansas. *Journal of Economic Entomology*, Riverside, v. 108, n. 4, p. 1994-1999,  
335 2015.

336 SOARES, V. E.; BELO, M. A. A.; SOUZA, L. M.; GUIARO, C. R.; BORTOLETTO  
337 NETO, O.; GIRIO, T. M. S. Associação de cipermetrina, diclorvós e butóxido de  
338 piperonila contra *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* em bovinos naturalmente  
339 infestados. *Archives of Veterinary Science*, Curitiba, v. 14, p. 1-8, 2009.

340 SOUZA, L., SILVA, G., BELO, M., SOARES, V., SILVA, I., COSTA, A.J. Atividade  
341 inseticida do spinosad sobre *Alphitobius diaperinus* em fezes de poedeiras comerciais  
342 naturalmente infestadas. *Ars Veterinaria*, v.36, n.2, p.109-116, 2020.

343 SOUZA, L. M.; BELO, M. A. A.; SILVA, I. C. Eficácia de diferentes formulações de  
344 acaricidas sobre larvas de *Rhipicephalus sanguineus* (Latreille, 1806) (Acari: Ixodidae)  
345 e *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (Canestrini, 1887) (Acari: Ixodidae). *Biotemas*,  
346 Florianópolis, v. 30, p. 65 de 2017.

347 SOUZA, L. M.; SILVA, G. S. ; BELO, M. A. A. ; SOARES, V. E. ; COSTA, A. J. .  
348 CONTROLE DE *Alphitobius diaperinus* (Panzer) (Coleoptera: Tenebrionidae) EM  
349 INSTALAÇÕES PARA FRANGOS DE CORTE. Archives of Veterinary Science, v.  
350 14, p. 214-220, 2009.

351 TOMBERLIN, J.K.; RICHMAN, D.; MYERS, H.M. Susceptibility of *Alphitobius*  
352 *diaperinus* (Coleoptera: Tenebrionidae) from broiler facilities in Texas to four  
353 insecticides. Journal of Economic Entomology, Baltimore, v.101, n.2, p.480-483, 2008.

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

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

362  
363  
364  
365  
366  
367  
368  
369  
370  
371  
372  
373  
374

375

376

377

378

379

380

Tabela 1. Distribuição dos grupos experimentais para avaliação do spinosad contra *A. diaperinus*. Teste em placa de petri ou em casca de arroz (Experimentos 1 e 2).

<b>Grupo</b>	<b>Nº de repetições<sup>1</sup> (placas de petri ou casca de arroz)</b>	<b><i>A. diaperinus</i> (estágio)</b>	<b>Tratamento</b>	<b>Concentração</b>	<b>Via de aplicação</b>
I	10	adulto	Spinosad	400 ppm	Spray
II	10	adulto	Spinosad	250 ppm	Spray
III	10	adulto	Controle (água)	-	Spray
IV	10	larvas	Spinosad	400 ppm	Spray
V	10	larvas	Spinosad	250 ppm	Spray
VI	10	larvas	Controle (água)	-	Spray

381

<sup>1</sup> (30 adultos e 10 larvas/repetição)

382

Tabela 2. Comparação múltipla do número médio\*\* de adultos de *Alphitobius diaperinus* apresentando movimentos normais nos grupos controle e tratados com spinosad - placas de petri; percentuais de eficácia.

TRATAMENTO	DIAS PÓS-TRATAMENTO / Nº MÉDIO DE ADULTOS NORMAIS							
	0	1	3	5	7	14	17	24
<b>GI: Spinosad (400ppm)</b>	30,00 <sup>A</sup>	0,20 <sup>B</sup>	0,00 <sup>B</sup>	0,10 <sup>B</sup>				
<b>% EFICÁCIA</b>	-	<b>99,32</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>99,65</b>
<b>GII: Spinosad (250ppm)</b>	30,00 <sup>A</sup>	0,40 <sup>B</sup>	0,10 <sup>B</sup>	0,00 <sup>B</sup>	0,00 <sup>B</sup>	0,00 <sup>B</sup>	0,00 <sup>B</sup>	0,20 <sup>B</sup>
<b>% EFICÁCIA</b>	-	<b>98,63</b>	<b>99,66</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>99,30</b>
<b>GIII: Controle</b>	30,00 <sup>A</sup>	23,60 <sup>A</sup>	29,00 <sup>A</sup>	28,80 <sup>A</sup>				

\*\* Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo Teste Tukey ( $P \geq 0,05$ ).

\*Eli Lilly do Brasil Ltda.

383

384

385

386

387

388

Tabela 3. Comparação múltipla do número médio\*\* de larvas de *Alphitobius diaperinus* apresentando movimentos normais nos grupos controle e tratados com Spinosad - placas de petri; percentuais de eficácia.

TRATAMENTO	DIAS PÓS-TRATAMENTO / Nº MÉDIO DE LARVAS NORMAIS							
	0	1	3	5	7	14	17	24
<b>GIV: Spinosad (400ppm)</b>	10,00 <sup>A</sup>	3,60 <sup>B</sup>	2,50 <sup>B</sup>	1,30 <sup>B</sup>	0,20 <sup>B</sup>	0,20 <sup>B</sup>	0,20 <sup>B</sup>	0,10 <sup>B</sup>
<b>% EFICÁCIA</b>	-	<b>62,89</b>	<b>73,40</b>	<b>85,87</b>	<b>97,73</b>	<b>97,37</b>	<b>97,06</b>	<b>97,96</b>
<b>GV: Spinosad (250ppm)</b>	10,00 <sup>A</sup>	2,20 <sup>B</sup>	1,40 <sup>B</sup>	1,20 <sup>B</sup>	1,00 <sup>B</sup>	0,30 <sup>B</sup>	0,30 <sup>B</sup>	0,20 <sup>B</sup>
<b>% EFICÁCIA</b>	-	<b>77,32</b>	<b>85,11</b>	<b>86,96</b>	<b>88,64</b>	<b>96,05</b>	<b>95,59</b>	<b>95,92</b>
<b>GVI: Controle</b>	10,00 <sup>A</sup>	9,70 <sup>A</sup>	9,40 <sup>A</sup>	9,20 <sup>A</sup>	8,80 <sup>A</sup>	7,60 <sup>A</sup>	6,80 <sup>A</sup>	4,90 <sup>A</sup>

\*\* Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo Teste Tukey ( $P \geq 0,05$ ).

\*Eli Lilly do Brasil Ltda.

Tabela 4. Comparação múltipla do número médio\*\* de adultos de *Alphitobius diaperinus* mortos e em paralisia, dos grupos controle e tratados com spinosad - placas de petri; % de mortalidade.

TRATAMENTO	DIAS PÓS-TRATAMENTO / Nº MÉDIO DE ADULTOS															
	0		1		3		5		7		14		17		24	
	Vivos	M***	P***	M***	P***	M***	P***	M***	P***	M***	P***	M***	P***	M***	P***	
<b>GI: Spinosad (400ppm)</b>	30,00 <sup>A</sup>	2,00 <sup>A</sup>	27,80	15,40 <sup>A</sup>	14,60	23,20 <sup>A</sup>	6,80	26,00 <sup>A</sup>	4,00	29,70 <sup>A</sup>	0,30	29,70 <sup>A</sup>	0,30	29,90 <sup>A</sup>	0,00	
<b>% MORTALIDADE</b>	-	<b>6,67</b>	-	<b>51,33</b>	-	<b>77,33</b>	-	<b>86,67</b>	-	<b>99,00</b>	-	<b>99,00</b>	-	<b>99,67</b>	-	
<b>GII: Spinosad (250ppm)</b>	30,00 <sup>A</sup>	0,30 <sup>B</sup>	29,30	0,30 <sup>B</sup>	29,60	21,50 <sup>A</sup>	8,50	25,5 <sup>A</sup>	4,50	29,60 <sup>A</sup>	0,40	29,70 <sup>A</sup>	0,30	29,80 <sup>A</sup>	0,00	
<b>% MORTALIDADE</b>	-	<b>1,00</b>	-	<b>1,00</b>	-	<b>71,67</b>	-	<b>85,00</b>	-	<b>98,67</b>	-	<b>99,00</b>	-	<b>99,33</b>	-	
<b>GIII: Controle</b>	30,00 <sup>A</sup>	0,70 <sup>A</sup>	0,00	1,00 <sup>B</sup>	0,00	1,20 <sup>B</sup>	0,00	1,20 <sup>B</sup>	0,00	1,20 <sup>B</sup>	0,00	1,20 <sup>B</sup>	0,00	1,50 <sup>B</sup>	0,00	
<b>% MORTALIDADE</b>	-	<b>2,33</b>	-	<b>3,33</b>	-	<b>4,00</b>	-	<b>4,00</b>	-	<b>4,00</b>	-	<b>4,00</b>	-	<b>5,00</b>	-	

\*\* Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo Teste Tukey

\* Eli Lilly do Brasil Ltda.

\*\*\* M: Mortos; P: Paralisia

Tabela 5. Comparação múltipla do número médio\*\* de larvas de *Alphitobius diaperinus*, mortas e em paralisia, dos grupos controle e tratados com spinosad - placas de petri; % de mortalidade.

TRATAMENTO	DIAS PÓS-TRATAMENTO / Nº MÉDIO DE LARVAS															
	0	1		3		5		7		14		17		24		
	Vivos	M***	P***													
<b>GIV: Spinosad (400ppm)</b>	10,00 <sup>A</sup>	0,70 <sup>A</sup>	5,70 <sup>A</sup>	3,80 <sup>A</sup>	3,70 <sup>A</sup>	5,00 <sup>A</sup>	3,70 <sup>A</sup>	6,80 <sup>A</sup>	3,00 <sup>A</sup>	9,10 <sup>A</sup>	0,70 <sup>A</sup>	9,50 <sup>A</sup>	0,30 <sup>A</sup>	9,70 <sup>A</sup>	0,20 <sup>A</sup>	
<b>% MORTALIDADE</b>		<b>7,00</b>	-	<b>38,00</b>	-	<b>50,00</b>	-	<b>68,00</b>	-	<b>91,00</b>	-	<b>95,00</b>	-	<b>97,00</b>	-	
<b>GV: Spinosad (250ppm)</b>	10,00 <sup>A</sup>	0,80 <sup>A</sup>	7,00	4,50 <sup>A</sup>	4,20	6,50 <sup>A</sup>	2,30	8,00 <sup>A</sup>	1,00	9,00 <sup>A</sup>	0,70	9,00 <sup>A</sup>	0,70	9,60 <sup>A</sup>	0,20	
<b>% MORTALIDADE</b>	-	<b>8,00</b>	-	<b>45,00</b>	-	<b>65,00</b>	-	<b>80,00</b>	-	<b>90,00</b>	-	<b>90,00</b>	-	<b>96,00</b>	-	
<b>GVI: Controle</b>	10,00 <sup>A</sup>	0,30 <sup>A</sup>	0,00	0,60 <sup>B</sup>	0,00	0,60 <sup>B</sup>	0,20	1,00 <sup>B</sup>	0,20	2,40 <sup>B</sup>	0,00	3,20 <sup>B</sup>	0,00	5,10 <sup>B</sup>	0,00	
<b>% MORTALIDADE</b>	-	<b>3,00</b>	-	<b>6,00</b>	-	<b>6,00</b>	-	<b>10,00</b>	-	<b>24,00</b>	-	<b>32,00</b>	-	<b>51,00</b>	-	

\*\* Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo Teste Tukey (P

\* Eli Lilly do Brasil Ltda.

\*\*\* M: Mortas; P: Paralisia

391

392

393

Tabela 6. Comparação múltipla do número médio\*\* de adultos de *Alphitobius diaperinus* apresentando movimentos normais nos grupos controle e tratados com spinosad (casca de arroz); percentuais de eficácia.

TRATAMENTO	Nº MÉDIO DE ADULTOS NORMAIS / DIAS PÓS-TRATAMENTO (DPT)							
	0	1	3	6	9	16	23	30
<b>G1: Spinosad (400ppm)</b>	30,00 <sup>A</sup>	8,50 <sup>C</sup>	8,20 <sup>B</sup>	8,30 <sup>B</sup>	8,10 <sup>B</sup>	9,10 <sup>B</sup>	9,10 <sup>B</sup>	8,10 <sup>B</sup>
<b>% EFICÁCIA</b>	-	<b>71,57</b>	<b>72,58</b>	<b>71,86</b>	<b>72,16</b>	<b>68,51</b>	<b>68,18</b>	<b>70,55</b>
<b>GII: Spinosad (250ppm)</b>	30,00 <sup>A</sup>	16,2 <sup>B</sup>	10,60 <sup>B</sup>	8,50 <sup>B</sup>	12,40 <sup>B</sup>	7,40 <sup>B</sup>	6,60 <sup>B</sup>	6,10 <sup>B</sup>
<b>% EFICÁCIA</b>	-	<b>45,82</b>	<b>64,55</b>	<b>71,19</b>	<b>57,39</b>	<b>74,39</b>	<b>76,92</b>	<b>77,82</b>
<b>GIII: Controle</b>	30,00 <sup>A</sup>	29,90 <sup>A</sup>	29,90 <sup>A</sup>	29,50 <sup>A</sup>	29,10 <sup>A</sup>	28,90 <sup>A</sup>	28,60 <sup>A</sup>	27,50 <sup>A</sup>

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

Tabela 7. Comparação múltipla do número médio\*\* de larvas de *Alphitobius diaperinus* apresentando movimentos normais nos grupos controle e tratados com spinosad (casca de arroz); percentuais de eficácia.

TRATAMENTO	Nº MÉDIO DE LARVAS NORMAIS / DIAS PÓS-TRATAMENTO (DPT)						
	0	1	3	6	9	16	23
<b>GIV: Spinosad (400ppm)</b>	10,00 <sup>A</sup>	3,80 <sup>B</sup>	2,90 <sup>B</sup>	2,60 <sup>B</sup>	2,10 <sup>B</sup>	0,70 <sup>B</sup>	0,60 <sup>B</sup>
<b>% EFICÁCIA</b>	-	<b>62,00</b>	<b>70,41</b>	<b>72,63</b>	<b>76,14</b>	<b>90,00</b>	<b>89,09</b>
<b>GV: Spinosad (250ppm)</b>	10,00 <sup>A</sup>	4,20 <sup>B</sup>	3,60 <sup>B</sup>	2,70 <sup>B</sup>	2,50 <sup>B</sup>	1,20 <sup>B</sup>	1,20 <sup>B</sup>
<b>% EFICÁCIA</b>	-	<b>58,00</b>	<b>63,27</b>	<b>71,58</b>	<b>71,59</b>	<b>82,86</b>	<b>78,18</b>
<b>GVI: Controle</b>	10,00 <sup>A</sup>	10,00 <sup>A</sup>	9,80 <sup>A</sup>	9,50 <sup>A</sup>	8,80 <sup>A</sup>	6,90 <sup>A</sup>	5,50 <sup>A</sup>

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