



Toxicidade da cipermetrina sobre a reprodução de colêmbolos *Folsomia candida*⁽¹⁾

Talyta Zortéa⁽²⁾; Vanessa Mignon Dalla Rosa⁽³⁾; Daniel Augusto Barreta⁽³⁾;
Aleksandro Schafer da Silva⁽⁴⁾; José Paulo Sousa⁽⁵⁾; Dilmar Baretta⁽⁴⁾

⁽¹⁾Trabalho executado com recursos da Universidade do Estado de Santa Catarina-UDESC, Centro de Educação Superior do Oeste-CEO, Departamento de Zootecnia- DZO.

⁽²⁾Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC/CEO) Chapecó – SC; E-mail: talytazortea@gmail.com; ⁽³⁾Acadêmico do Curso de Zootecnia da Universidade do Estado de Santa Catarina UDESC/CEO, Chapecó, SC; ⁽⁴⁾Professor Efetivo do Curso de Zootecnia com Ênfase em Produção Animal Sustentável da UDESC/CEO; Chapecó - SC; E-mail: dilmar.baretta@udesc.br; ⁽⁵⁾Professor da Universidade de Coimbra, Coimbra, Portugal (IMAR-CMA).

RESUMO: Cipermetrina é um piretróide amplamente utilizado na agricultura e no controle de ectoparasitas em animais, sendo eficaz contra um grande número de insetos, no entanto, até o momento são poucos os dados quanto à ocorrência e impactos ambientais desse composto. Portanto, este estudo teve como objetivo avaliar os efeitos de cipermetrina sobre reprodução de colêmbolos *Folsomia candida*, por meio de ensaios ecotoxicológicos padronizados. Para o ensaio foi utilizado o Cambissolo Háplico eutroférico, na camada superficial (0-20 cm profundidade). Os tratamentos foram constituídos por cinco concentrações de cipermetrina (0, 7,5, 15,0, 22,5 e 30,0 mg kg⁻¹). Foi avaliado o número de juvenis de *F. candida* através de ensaios padronizados. Os resultados obtidos com os testes de *F. candida* mostraram toxicidade em todas as doses testadas e os valores apresentados para EC₂₀ foi de 5,05 mg kg⁻¹ e para EC₅₀ de 15,05 mg kg⁻¹. Os dados obtidos no presente estudo mostram que a cipermetrina afetou negativamente a reprodução de colêmbolos *F. candida*, evidenciando a toxicidade em todas as doses testadas. Também o número de juvenis reduziu com o aumento da dose de cipermetrina aplicada.

Termos de indexação: cambissolo, ecotoxicologia terrestre, piretróides.

INTRODUÇÃO

A cipermetrina é um piretróide sintético de amplo espectro largamente utilizado na agricultura e no controle ectoparasitário de animais, pois apresenta baixa toxicidade a mamífero e ação rápida (Santos et al., 2007) e sua persistência no ambiente é moderada, aproximadamente 30 dias (USEPA, 2013). No entanto, cuidados devem ser tomados para sua utilização, já que podem exercer uma série de efeitos tóxicos nos organismos não alvos.

O mecanismo de ação é tóxico e consiste em evitar o encerramento dos canais neuronais de Na⁺, prolongando o tempo de entrada dos ions para

dentro da célula, causando paralisia e morte rápida em insetos (Santos et al., 2007).

Apesar do uso deste inseticida ser rotineiro na produção animal e agrícola, até o momento são desconhecidos os efeitos causados pela adição de cipermetrina no solo e em organismos da fauna edáfica. Sendo assim, a avaliação destes efeitos pode ser feita através da ecotoxicologia terrestre (Solomon et al., 2001).

Nesse sentido, o estudo teve por objetivo avaliar o efeito da adição de concentrações crescentes do piretróide cipermetrina em Cambissolo Háplico eutroférico sobre a reprodução de colêmbolos da espécie *Folsomia candida*.

MATERIAL E MÉTODOS

Para o estudo foram utilizadas amostras da camada superficial (0- 20 cm de profundidade) de um Cambissolo Háplico eutroférico característico da região Oeste de Santa Catarina.

O experimento foi conduzido sob delineamento experimental inteiramente casualizado, com cinco repetições. Para o teste o pH do solo foi corrigido para 6,0 + 0,5 com adição de CaCO₃, e o conteúdo de água foi ajustado para 65% da máxima capacidade de retenção de água (CRA).

Os exemplares de *Folsomia candida* utilizados nos testes foram obtidos da criação em laboratório, sendo mantidos de acordo com diretrizes estabelecidas pela ISO 11268-2 (1998). O teste foi desenvolvido em condições controladas de temperatura (20 °C ± 2 °C) e fotoperíodo (12:12 h).

O teste de reprodução foi conduzido baseado no protocolo ISO 11267 (1999), com duração de 28 dias. Cada replica consistia em um pote preenchido com 30 g de solo com a respectiva concentração de cipermetrina, onde foram adicionados 10 colêmbolos juvenis (10-12 dias de idade). No início do teste e após 14 dias, os organismos foram alimentados semanalmente com fermento biológico e os frascos foram abertos para aeração. Após 28 dias do início do teste, o conteúdo do frasco foi esvaziado para outro recipiente no qual foram



adicionadas água e algumas gotas de tinta preta. Após uma agitação suave os indivíduos vivos encontrados à superfície foram fotografados e posteriormente contados.

Tratamentos e amostragens

Os tratamentos utilizados em todos os ensaios consistiam em doses crescentes de cipermetrina aplicada no solo em sua forma diluída, nas seguintes concentrações: 0; 7,5; 15; 22,5 e 30 mg kg⁻¹ de solo.

Análise estatística

Os dados de reprodução foram submetidos à análise de variância (ANOVA One-way) seguida pelo teste Dunnett ($p < 0,05$) utilizando Software Statística 7.0 (StatSoft, 2004).

Foram estimados através do Pri Probit 1.63 software valores de EC₂₀ e EC₅₀ (Concentração efetiva à 20 e 50%) (Sakuma, 1998), CENO (Maior concentração sem efeito observado) e CEO (Menor concentração com efeito observado) utilizamos regressão não linear com modelo pré-definido (Gompertz) por meio do Software Statística 7.0.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A reprodução dos colêmbolos foi significativamente afetada ($F = 17,20$, $p < 0,05$) em todas as concentrações do fármaco avaliadas (**Figura 1**). Houve redução no número de juvenis gerados com o aumento da concentração de cipermetrina, sendo que a maior concentração sem efeito observado (CENO) foi inferior à primeira dose avaliada e, conseqüentemente, a menor concentração com efeito observado (CEO) foi à primeira dose. Valores de EC₂₀ e EC₅₀ e seus respectivos intervalos de confiança estão descritos na **Tabela 1**.

Tabela 1 - Parâmetros ecotoxicológicos (NOEC, LOEC, EC₂₀ e EC₅₀) calculado com base em teste de reprodução em colêmbolos *Folsomia candida*, expostos a diferentes concentrações de cipermetrina (valores em mg kg⁻¹ solo seco).

Parâmetros	Cipermetrina (mg kg ⁻¹ solo)
CENO	< 7,5
CEO	7,5
EC ₂₀ ¹	5,05 (1,75 - 8,35)
EC ₅₀ ¹	15,05 (11,40 - 18,60)

¹Valores estimados.

Os piretróides são compostos lipofílicos que se ligam facilmente aos tecidos biológicos de insetos e provocam perturbações nos impulsos nervosos e disfunção muscular resultando em paralisia e morte dos indivíduos (He et al., 2007). Os efeitos observados em *F. candida* após 28 dias de teste

são devidas à ação rápida que os piretróides têm sobre os insetos (Santos et al., 2007).

Styrishave et al. (2010) avaliaram os efeitos de concentrações de 10, 100 e 1000 mg kg⁻¹ de α -cipermetrina numa floresta e em um solo de culturas, respectivamente, com alto (5,5%) e baixo (1,3%) teor de matéria orgânica no solo. Os autores descobriram que a EC₅₀ para a reprodução de *F. candida* sobre o solo da cultura foi de 23,4 mg kg⁻¹ de solo seco, ao passo que no solo de floresta a toxicidade foi marginal e não pode ser calculado de EC₅₀. Os resultados obtidos para o solo da cultura são superiores aos encontrados neste estudo. Estes autores também descobriram que os efeitos deste piretróide estavam mais relacionados à sua concentração na água dos poros do solo do que com a sua concentração total. A toxicidade inferior em solo de floresta pode ser atribuída ao maior teor de água dos poros do solo (devido a uma maior retenção de água do solo proveniente do teor de matéria orgânica) que causou uma diluição do piretróide, assim, a uma menor biodisponibilidade do composto.

Bandow et al. (2014) avaliaram a toxicidade de lambda-cialotrina para *F. candida* no solo OCDE (com 5% de matéria orgânica) sob diferentes temperaturas (20°C e 26°C) e regimes de humidade (30%, 50% e 70% de água capacidade de retenção - CRA). Aos 20°C e com umidade do solo ajustado para 70% CRA (condições ambientais similares a este estudo) o valor de EC₅₀ era entre 5 e 7,5 mg kg⁻¹. Isto revela uma sensibilidade muito mais elevada desta espécie para este piretróide quando comparado com o valor de EC₅₀ de 15,05 mg kg⁻¹ para a cipermetrina obtida neste estudo.

Além da possível diferença no modo de ação tóxica entre os dois compostos, a menor sensibilidade dos colêmbolos também pode ser explicada pela diferença de parâmetros do solo, ou seja, a textura. O solo OCDE utilizado por Bandow et al. (2014) é um solo arenoso, otimizando assim a biodisponibilidade de contaminantes, enquanto o solo utilizado neste estudo é argiloso, assim com uma biodisponibilidade inferior.

Em contraste com os resultados encontrados no presente estudo, Badji et al. (2007), ao avaliarem o efeito da deltametrina aplicado por pulverização sobre a fauna do solo em áreas de milho, não encontraram nenhuma diferença significativa nas populações de colêmbolos quando comparando áreas com e sem aplicação deste piretróide.

Os valores de toxicidade similares de EC₅₀ derivado neste estudo, foram encontrados por Sechi et al. (2014), quando avaliaram os efeitos de alfa-cipermetrina para com várias espécies colêmbolos em um sistema de teste na presença de múltiplas espécies de minhocas ou enquitreídeos. Com exceção da espécie *Proisotoma minuta* que após 8 semanas de exposição na presença de minhocas



(EC_{50} de $2,7 \text{ mg kg}^{-1}$), todos os valores de EC_{50} obtidos para as espécies *Folsomia fimetaria*, *Protaphorura fimata*, *Mesaphorura macrochaeta* (após 4 ou 8 semanas de exposição, quer na presença de minhocas ou enquitreídeos) e *P. minuta* (após 8 semanas de exposição na presença de enquitreídeos) oscilaram entre $10,8$ e $18,9 \text{ mg kg}^{-1}$. Estes valores mostram uma sensibilidade semelhante aos encontrados para *F. candida* neste estudo.

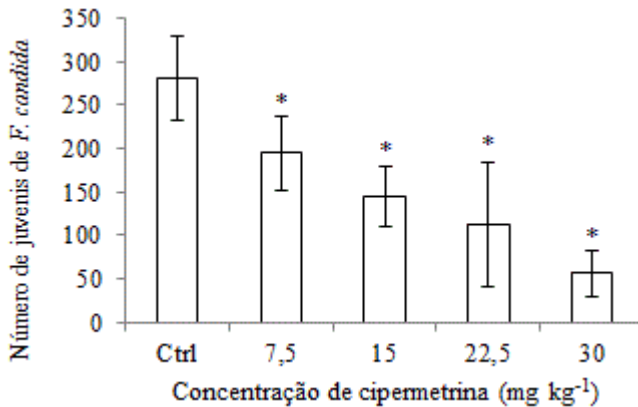


Figura 1 - Reprodução de *Folsomia candida* quando expostos a solo não contaminado (Ctrl) e doses crescentes de cipermetrina. *significativo, $p \leq 0,05$. Significância avaliada pelo teste de Dunnett (\bar{x}) desvio padrão ($n = 5$).

CONCLUSÕES

A aplicação de cipermetrina afetou negativamente a reprodução de colêmbolos *F. candida*.

Os resultados obtidos com o teste evidenciam toxicidade em todas as doses testadas, ocasionando redução no número de juvenis com o aumento da dose de cipermetrina aplicada.

REFERÊNCIAS

- BADJI, C. A.; GUEDES, R. N. C.; SILVA, A. A.; CORREA, A. S.; QUEIROZ, M. E. L. R. & MICHEREFF-FILHO, M. Non-target impact of deltamethrin on soil arthropods of maize fields under conventional and no-tillage cultivation. *Journal of Applied Entomology*, 131:50-58, 2007.
- BANDOW, C.; COORS, A.; KARAU, N. & RÖMBKE, J. Interactive effects of lambda-cyhalothrin, soil moisture, and temperature on *Folsomia candida* and *Sinella curviseta* (Collembola). *Environmental Toxicology Chemistry*, 33:654-661, 2014.
- HE, L.M.; WENG, A.; TROIANO, J. & GOH, K. *Environmental Chemistry, Ecotoxicity, and Fate*

of Lambda-Cyhalothrin. *Reviews of Environmental Contamination and Toxicology*, 95:71-91, 2008.

ISO (International Organization for Standardization). *Soil Quality – Inhibition of reproduction of Collembola (*Folsomia candida*) by soil pollutants*. ISO 11268-2. Geneve, Switzerland, 1998.

ISO (International Organization for Standardization). *Soil Quality – Inhibition of reproduction of Collembola (*Folsomia candida*) by soil pollutants*. Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization. ISO 11267. Geneve, Switzerland, 1999.

SAKUMA, M. Probit analysis of preference data. *Applied Entomology Zoology*, 33:339- 347, 1998.

SANTOS, M. A. T.; AREAS, M. A. & REYES, F. G. R. Piretróides - uma visão geral. *Revista Brasileira de Alimentos e Nutrição*, 18:339-349, 2007.

SECHI, V.; D'ANNIBALE, A.; MARALDO, K.; JOHANSEN, A.; BOSSI, R.; JENSEN, J. & KROGH, P.H. Species composition of a soil invertebrate multi-species test system determines the level of ecotoxicity. *Environmental Pollution*, 184:586-596, 2014.

SOLOMON, K.R.; GIDDINGS, J.M. & MAUND, S.J. Probabilistic risk assessment of cotton pyrethroids: I. Distributional analyses of laboratory aquatic toxicity data. *Environmental Toxicology Chemistry*, 20:652-659, 2001.

STATSOFT Inc, 2004. STATISTICA 7.0 Data Analysis Software System, version 7 <<http://www.statsoft.com>>.

STYRISHAVE, B.; HARTNIK, T.; CHRISTENSEN, P.; ANDERSEN, O. & JENSEN, J. Influence of soil type and organic matter content on the bioavailability, accumulation, and toxicity of α -cypermethrin in the springtail *F. candida*. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 29:1084-1090, 2010.

USEPA - United States Environmental Protection Agency, 2008. Pesticides: Reregistration: Cypermethrin. Available online at: <http://www.epa.gov/oppsrrd1/reregistration/cypermethrin/> (accessed 23 August 2013).