



## Alterações no comportamento e taxa de sobrevivência de colêmbolos *Folsomia candida* em solo contaminado com cipermetrina<sup>(1)</sup>

Talyta Zortéa<sup>(2)</sup>; Julia Corá Segat<sup>(3)</sup>; Ana Paula Maccari<sup>(3)</sup>; Aleksandro Schafer da Silva<sup>(4)</sup>; José Paulo Sousa<sup>(5)</sup>; Dilmar Baretta<sup>(4)</sup>

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

<sup>(2)</sup>Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC/CEO) Chapecó – SC; E-mail: [talytazortea@gmail.com](mailto:talytazortea@gmail.com); <sup>(3)</sup>Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo da Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC/CAV; Lages, SC; <sup>(4)</sup>Professor Efetivo do Curso de Zootecnia com Ênfase em Produção Animal Sustentável da UDESC/CEO; Chapecó - SC; E-mail: [dilmar.baretta@udesc.br](mailto:dilmar.baretta@udesc.br); <sup>(5)</sup>Professor do Departamento da Universidade de Coimbra, Coimbra, Portugal (IMAR-CMA).

**RESUMO:** A cipermetrina vem sendo amplamente utilizada no controle de pragas em lavouras e combate de parasitas em animais de produção. Entretanto, os resíduos deste composto químico pode se acumular no ambiente e causar efeitos negativos sobre os organismos do solo. O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito da cipermetrina sobre os parâmetros de comportamento e sobrevivência de colêmbolos *Folsomia candida*. Para o ensaio foi utilizado o Cambissolo Háplico eutroférico, na camada superficial (0-20 cm profundidade). Os tratamentos envolveram cinco concentrações de cipermetrina (0, 7,5, 15,0, 22,5 e 30,0 mg kg<sup>-1</sup>) e foram realizados teste de fuga e de sobrevivência de colêmbolos *F. candida* através de ensaios padronizados pela ISO. Os resultados obtidos com os testes de *F. candida* mostraram toxicidade em todas as doses testadas, resultando na redução da taxa de sobrevivência (LC<sub>50</sub> de 18,41 mg kg<sup>-1</sup>), e um aumento na fuga para o solo controle (AC<sub>50</sub> de 29 mg kg<sup>-1</sup>). Este estudo revelou que o composto químico cipermetrina tem efeitos tóxicos sobre a sobrevivência e comportamento de colêmbolos *F. candida*, podendo assim afetar uma gama de invertebrados que vivem no solo e alterar os serviços ecossistêmicos oferecidos por esses organismos.

**Termos de indexação:** ecotoxicologia do solo, piretróides, solos naturais.

### INTRODUÇÃO

A cipermetrina vem sendo amplamente utilizada no controle de pragas em lavouras e no combate de parasitas em animais de produção (Lin et al., 2011). Este composto tem como objetivo principal suprimir os efeitos danosos que são causados pelos organismos alvos, porém, a utilização inadequada pode causar danos irreversíveis à estrutura e funcionamento dos ecossistemas solo e água (Römbke et al., 2005; Reinecke & Reinecke, 2007).

Os resíduos deste composto químico tem capacidade de se acumular no ambiente, refletindo na vulnerabilidade e efeitos negativos sobre os organismos do solo (Zhou et al., 2011). Estes organismos edáficos possuem papel fundamental no ecossistema, promovendo melhorias nas propriedades químicas, físicas e biológicas do solo (Baretta et al., 2007; Carrillo et al., 2011).

Uma importante ferramenta para determinação da contaminação ambiental por compostos veterinários é a ecotoxicologia terrestre, a qual utiliza metodologias ISO (International Organization for Standardization) padronizadas internacionalmente para a avaliação mais ampla e segura dos efeitos causados na reprodução de organismos edáficos, dentre eles os colêmbolos.

Este estudo teve como objetivo avaliar os efeitos da cipermetrina sobre comportamento e sobrevivência de colêmbolos da espécie *Folsomia candida* em um Cambissolo Háplico eutroférico.

### MATERIAL E MÉTODOS

Os testes foram conduzidos no Setor de Ecotoxicologia do Laboratório de Solos e Sustentabilidade da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), no Campus de Chapecó, SC. Para o estudo foram utilizadas amostras da camada superficial (0-20 cm de profundidade) de um solo representativo da região Oeste de Santa Catarina, classificado como Cambissolo Háplico eutroférico (EMBRAPA, 1999).

O solo coletado foi seco em estufa a temperatura de 55 °C e peneirado (malha 2 mm). Amostras do solo foram retiradas para realização das análises de umidade, pH e posterior correção de acordo com as normas ISO.

O ensaio de sobrevivência fora realizado sobre as diretrizes da ISO 11267 (ISO, 1999). O ensaio fuga foi realizado de acordo com as normas ISO 17512-2 (ISO, 2005).

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 ( $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) e fotoperíodo (12:12 h).

#### 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  $\text{mg kg}^{-1}$  de solo.

#### Análise estatística

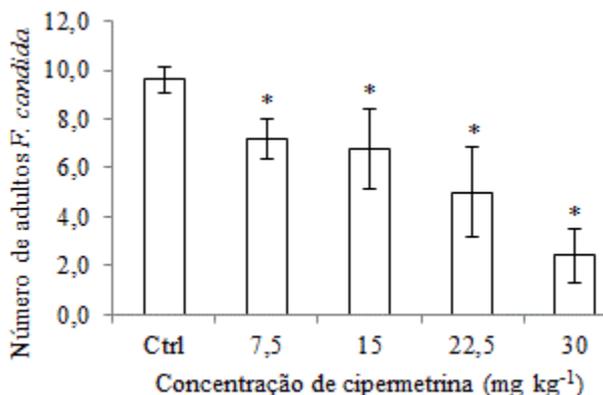
No teste de sobrevivência de *F. candida*, a diferença entre a dose e o controle foram avaliadas através de análise de variância (ANOVA One-way) seguida pelo teste de Dunnett, utilizando Software Statistica 7.0 (StatSoft, 2004).

A resposta para o teste de fuga de cada solo foi calculada de acordo com a diretriz da ISO 17512-1 (ISO, 2005), utilizando a fórmula:  $A = ((C - T)/N) \cdot 100$ , onde A = é a porcentagem de fuga, C = é o número de organismos no solo de referência, T = é o número de organismos no solo contaminado, N = é o número total de organismos, e a sua significância ( $p \leq 0,05$ ) avaliada usando o teste de Fisher (Zar, 1996).

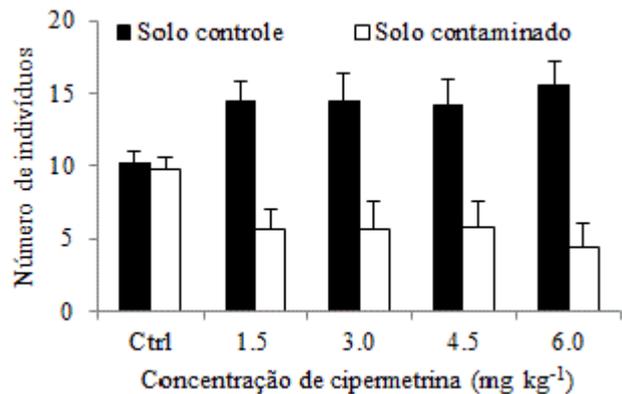
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em solos contaminados com cipermetrina observou-se uma redução taxa de sobrevivência de colêmbolos adultos ( $F = 22,56$ ,  $p < 0,01$ ). Os valores estimados para Concentração Letal que causa 50% de letalidade ( $LC_{50}$ ) foram  $18,41\text{ mg kg}^{-1}$  (intervalo de confiança não pôde ser calculado, neste caso) (Figura 1).

No teste de fuga todas as concentrações testadas induziram uma resposta de evitação de colêmbolos ( $p < 0,01$  para todas as doses, no teste exato de Fischer) (Figura 2). O valor da concentração que causa 50% de fuga ( $AC_{50}$ ) foi de  $29\text{ mg kg}^{-1}$  (sem intervalo de confiança).



**Figura 1** - Sobrevivência 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 ( $\top$ ) desvio padrão ( $n = 5$ ).



**Figura 2** - Resposta de fuga de *Folsomia candida* no teste de comportamento com Cambissolo háplico eutroférico. Solo de referência (Ctrl), não contaminado (barras pretas) e no solo contaminado (barras brancas). \*significativo,  $p \leq 0,05$ . Significância avaliada pelo teste de Fisher. ( $\top$ ) desvio padrão ( $n = 5$ ).

Os dados mostram que a dose mais baixa testada já causou um comportamento de fuga. Além disso, independentemente da dose avaliada, mais de 70% dos organismos foram encontrados no solo controle.

Sorensen e Holmstrup (2005) avaliaram a influência de cipermetrina sobre a sobrevivência de colêmbolos adultos e não encontraram efeitos significativos na dose  $16\text{ mg kg}^{-1}$  (a concentração mais alta testada). Também Hartnik et al. (2008), ao avaliarem o efeito de alfa-cipermetrina em *F. candida*, encontraram um valor de  $LC_{50}$  acima  $258\text{ mg kg}^{-1}$  (concentração testada mais alta), uma concentração 14 vezes mais elevada que a estimada neste estudo ( $18,41\text{ mg kg}^{-1}$ ).

Como visto pelos estudos apresentados acima, os dados sobre a toxicidade dos piretróides, especialmente, a cipermetrina, em colêmbolos são de alguma forma contraditória. É claro que uma comparação direta entre diferentes estudos devem ser sempre feito com cuidado devido às diferentes características dos solos testados, o que pode influenciar a toxicidade dos compostos testados.

Domene et al. (2012) compararam a toxicidade de um composto químico sobre *F. candida* em 12 solos naturais e descobriram que as propriedades do solo, como textura, CTC e umidade do solo alteram os valores de  $EC_{50}$  obtidos nos testes de reprodução. Para os testes de fuga, esses autores verificaram que matéria orgânica foi o parâmetro de modulação mais importante sobre os valores  $AC_{50}$ .

Além disso, especificamente em cipermetrina, Hartnik et al. (2008) descobriram que a forma com o composto é aplicado (pulverizado ou incorporados) e como é utilizado nos ensaios (ingrediente ativo puro ou em formulação comercial), podem originar diferentes níveis de toxicidade.



## CONCLUSÕES

Este estudo revelou que o composto químico cipermetrina tem efeitos tóxicos sobre a sobrevivência e comportamento de colêmbolos *F. candida*, podendo assim afetar uma gama de invertebrados que vivem no solo e alterar os serviços ecossistêmicos oferecidos por esses organismos.

## REFERÊNCIAS

- BARETTA, D.; BROWN, G.G.; JAMES, S.W. & CARDOSO, E.J.B.N. Earthworm populations sampled using collection methods in Atlantic Forests with *Araucaria angustifolia*. *Scientia Agricola*, 64:384-392, 2007.
- CARRILLO, G.; TROCH, P. A.; SIVAPALAN, M.; WAGENER, T.; HARMAN, C. & SAWICZ, K. Catchment classification: hydrological analysis of catchment behavior through process-based modeling along a climate gradient. *Hydrology and Earth System Science*, 15:3411–3430, 2011.
- DOMENE, X.; CHELINHO, S.; CAMPANA, P.; NATAL-DA-LUZ, T.; ALCAÑIZ, J.; RÖMBKE, J. & SOUSA, J.P. Applying a GLM-based approach to model the influence of soil properties on the toxicity of phenmedipham to *Folsomia candida*. *Journal Soils Sediments*, 12:888–899, 2012.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. Embrapa Produção de Informação, Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2 ed. 306p. 2006.
- HARTNIK, T.; SVERDRUP, L.E. & JENSEN, J. Toxicity of the pesticide alphacypermethrin to four terrestrial non-target invertebrates and implications on risk assessment. *Environmental Toxicology Chemistry*, 27:1408–1415, 2008.
- ISO (International Organization for Standardization). Soil Quality – Inhibition of reproduction of Collembola (*Folsomia candida*) by soil pollutants. ISO 11267. Geneve, Switzerland, 1999.
- ISO (International Organization for Standardization). Soil Quality – Avoidance test for testing the quality of soils and effects of chemicals on behavior – Part 2: Test with collembolan (*Folsomia candida*). ISO 17512-2 (Geneve, Switzerland, 2005).
- ISO (International Organization for Standardization). Soil Quality – Inhibition of reproduction of Collembola (*Folsomia candida*) by soil pollutants. ISO 11268-2. Geneve, Switzerland, 1998.
- LIN, Q. S.; CHEN, S. H.; HU, M. Y.; UL HAQ, M. R.; YANG, L. & LI, H. Biodegradation of cypermethrin by a newly isolated actinomycetes HU-S-01 from wastewater sludge. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 8:45-56, 2011.
- REINECKE, S.A. & REINECKE, A.J. The impact of organophosphate pesticides in orchards on earthworms in the Western Cape, South Africa. *Ecotoxicology Environmental Safety*, 66:244–251, 2007.
- ROMBKE, J.; FORSTER, B.; JANSCH, S.; SCHEFFCZYK, A. & GARCIA, M. Terrestrische okotoxikologische Testmethoden für die Tropen – Teil 2: Halbfreiland- und Freilandtests sowie Risikobeurteilung. *UWSF*, 17:85–93, 2005.
- SØRENSEN, T.S. & HOLMSTRUP, M. A comparative analysis of the toxicity of eight common soil contaminants and their effects on drought tolerance in the collembolan *Folsomia candida*. *Ecotoxicology Environmental Safety*, 60:132–139, 2005.
- STATSOFT, INC. STATISTICA (Data analysis software system). Version 7, 2004.
- ZAR, J. Biostatistical Analysis. 3.Ed. London: Prentice-Hall. 1996. 663p.
- ZHOU, S.; CHANGQUN, D.; MICHELLE, W. H. G.; YANG, F. & WANG, X. Individual and combined toxic effects of cypermethrin and chlorpyrifos on earthworm. *Journal of Environmental Sciences*, 23:676–680, 2011.