

INFLUÊNCIAS DO TIPO DE SOLO NO POTENCIAL TÓXICO E RISCO ECOLÓGICO DE UM INSETICIDA À BASE DE FIPRONIL PARA COLÊMBOLOS

SABRINA OROSKI^{1,2*}, TÂNIA TONIOLO³, THUANNE BRAÚLIO HENNIG⁴,
PAULO ROGER LOPES ALVES⁵

1 INTRODUÇÃO

Com a demanda na produção de alimentos no mundo, houve também um acréscimo no uso de agrotóxicos (FAO, 2017). Dentre os inseticidas comercializados, estão os empregados no tratamento químico de sementes, que possuem como objetivo impedir ou dificultar o ataque de insetos-praga na germinação e na fase inicial de emergência das plântulas no campo (MACHADO *et al.*, 2006).

O fipronil é um dos inseticidas sintéticos usado no tratamento químico de sementes. Essa molécula atua sobre o sistema nervoso central de insetos, inibindo a permeabilidade da membrana das células nervosas ao íon cloreto (Cl⁻) e bloqueando o neurotransmissor ácido gama amido butírico (GABA), responsável pelo reestabelecimento de repouso das células após um impulso nervoso (GALLO, *et al.*, 2002; FAO, 2009).

Estudos de Zortéa *et al.* (2018a; 2018b) observaram que baixas concentrações de fipronil via fármaco veterinário, reduz em 50% a reprodução de colêmbolos *Folsomia candida*, em Solo Artificial Tropical (SAT - CE50 = 0,29 mg kg⁻¹), Neossolo (CE50 = 0,14 mg kg⁻¹) e Latossolo (CE50 = 0,26 mg kg⁻¹). Essas diferenças de toxicidade principalmente entre os dois solos naturais no estudo indicam que as características e as propriedades dos solos podem influenciar na toxicidade da molécula. Neste sentido, é este tipo de influência do tipo de solo na toxicidade de espécies não-alvo ocorram também para formulações de fipronil para tratamento de sementes, as quais ainda não foi avaliado o risco ecológico em solos tropicais.

1 Graduada em Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), *campus Chapecó*, contato: sabrina.oroski@estudante.uffs.edu.br

2 Grupo de Pesquisa: NEFIT - Núcleo de Estudos em Fitossanidade

3 Graduada em Agronomia na UFFS, *campus Chapecó*.

4 Mestra em Ciência do Solo pela Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Lages-SC.

5 Doutor em Ciências, professor na UFFS, *campus Chapecó*, **Orientador**.

2 OBJETIVOS

- Avaliar os efeitos do fipronil sobre a reprodução de colêmbolos *F. candida*, em Solo Artificial Tropical (SAT), Latossolo e Neossolo;
- Determinar a CENO (maior concentração testada sem efeito observado), CEO (menor concentração testada com efeito observado), CE50 e CE10 (concentração que causa redução de 50% e 10%, no número de juvenis, respectivamente) para a exposição de *F. candida* nos três solos testados;
- Calcular e comparar o risco ecológico de fipronil para colêmbolos nos diferentes tipos de solos testados.

3 METODOLOGIA

Foram realizados ensaios de toxicidade crônica com *F. candida* para avaliar o efeito de fipronil em três tipos de solo: Solo Artificial Tropical (SAT), Latossolo e Neossolo.

O SAT foi preparado em laboratório, conforme Garcia (2004). Os solos naturais (Latossolo e Neossolo) foram coletados em áreas sem histórico de contaminação por agrotóxicos. E a criação dos organismos-teste, assim como os ensaios ecotoxicológicos, foram realizados conforme as recomendações da ISO 11267 (ISO, 2014).

Os ensaios ecotoxicológicos foram realizados em um delineamento inteiramente casualizado, com duração de 28 dias, seis tratamentos (cinco concentrações + controle) com e cinco repetições em cada. Os solos receberam cinco concentrações crescentes do ingrediente ativo (i.a.) fipronil, via formulação comercial Shelter® FS (250 g i.a. L⁻¹): 0,25; 0,5; 1,0; 2,0 e 4,0 mg kg⁻¹. Para o tratamento controle foi utilizada água destilada. A contaminação dos solos ocorreu por meio de solução de água destilada contaminada com as concentrações do i.a., cujo volume foi calculado para atingir 60% da capacidade de retenção de água (CRA) dos solos.

O risco ecológico foi calculado através de duas metodologias: Razão Toxici-

dade-Exposição (RTE) e Quociente de Perigo (QP), conforme descrito em Bandeira et al. (2020). As concentrações previstas de fipronil no ambiente (CPA), necessárias para o cálculo do risco, foram estimadas conforme Toniolo (2020).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os critérios de validação dos ensaios de toxicidade crônica com colêmbolos, de acordo com a ISO 11267 (ISO, 2014), foram atendidos. Os valores do pH de todos os solos foram similares entre o início e o fim dos ensaios. Os valores da umidade do SAT e do Latossolo também não se alteraram e, permaneceram próximas ao padrão recomendado (entre 50-60% da CRA - ISO, 2014).

Nas condições deste estudo, o fipronil causou redução do número de juvenis gerados pelos colêmbolos *F. candida* em todos os solos testados (Figura 1). Em SAT e Neossolo, houve diferença significativa em relação ao controle a partir da primeira concentração testada (CEO = 0,25 mg kg⁻¹). Porém, em Latossolo, os efeitos tóxicos significativos iniciaram a partir da segunda concentração testada (CEO = 0,5 mg kg⁻¹).

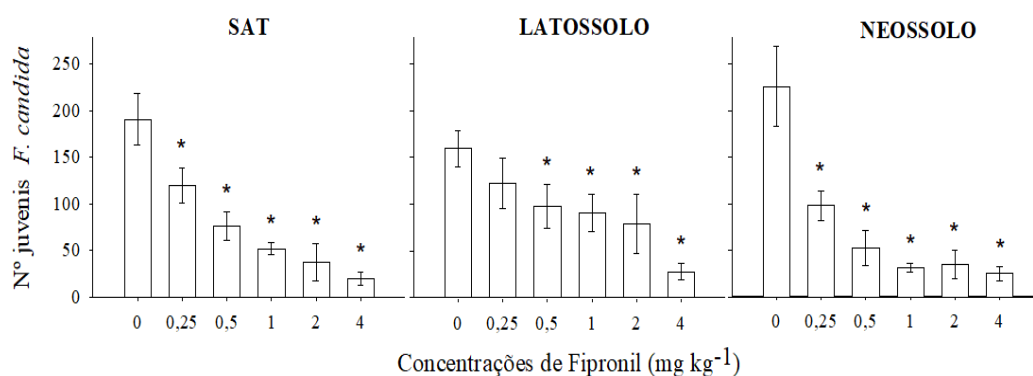


Figura 1. Número médio de juvenis *F. candida* gerados em SAT, Latossolo e Neossolo, submetidos a concentrações crescentes de fipronil. Asteriscos (*) indicam redução significativa do número de juvenis (*F. candida*) em relação ao controle pelo teste de Dunnet ($p \leq 0,05$). (⊥) Desvio padrão. Concentrações expressas em mg de fipronil por kg solo seco (mg kg⁻¹).

A CENO do SAT e Neossolo não puderam ser determinadas devido as

concentrações mais baixas já causarem efeitos significativos em relação ao controle (Tabela 1). Os valores estimados da CE50 e CE10 foram maiores em Latossolo, seguido por SAT e por fim Neossolo (Tabela 1).

Tabela 1. Parâmetros ecotoxicológicos (CENO, CEO, CE50, CE10) calculados com base em ensaios de toxicidade crônica com a espécie *F. candida*, em SAT, Latossolo e Neossolo, submetidos a concentrações crescentes de fipronil (mg kg⁻¹). O intervalo de confiança (IC) está entre parênteses.

| Parâmetros | SAT | Latossolo | Neossolo |
|------------------|------------------------|------------------------|-----------------------|
| CENO | < 0,25 | 0,25 | < 0,25 |
| CEO | 0,25 | 0,5 | 0,25 |
| CE ₅₀ | 0,38 (0,27 - 0,49) | 1,28 (0,65 - 1,91) | 0,22 (0,16 - 0,25) |
| CE ₁₀ | 0,04 (0,008 - 0,07) | 0,53 (0,004 - 1,07) | 0,06 (0,05 - 0,08) |

O método RTE indicou risco significativo de fipronil para o colêmbolos em SAT e Neossolo, mas não indicou risco em Latossolo (Tabela 2). Por outro lado, a metodologia QP indicou risco significativo em todos os solos testados (Tabela 2).

Tabela 2. Concentração prevista no ambiente (CPA) de fipronil em SAT, Latossolo e Neossolo e valores de risco ecológico Razão Toxicidade-Exposição (RTE) e Quociente de Perigo (QP) para a espécie *F. candida*.

| Parâmetros | SAT | Latossolo | Neossolo |
|------------|--------|-----------|----------|
| CPA | 0,064 | 0,064 | 0,043 |
| RTE | 2,03* | 7,81 | 1,41* |
| CSETP | 0,0013 | 0,005 | 0,0006 |
| QP | 49,23* | 12,80* | 71,11* |

CPA: Concentrações expressas em mg de fipronil por kg solo seco (mg kg⁻¹);
RTE < 5 = risco significativo para *F. candida* (*);

CSETP: concentração sem efeito tóxico potencial - fator de segurança (CE10 / 100);
QP > 1, = risco significativo e a necessidade de investigações futuras (*).

Em nosso estudo, a menor toxicidade e risco do fipronil em Latossolo quando comparado com SAT e Neossolo (Tabelas 1 e 2) pode estar relacionada com maior teor de argila e MO do Latossolo, os quais formam um complexo coloidal, onde ocorre ligações químicas entre os átomos eletronegativas do fipronil tais como F, Cl, O e N com os coloides do solo (SINGH; SRIVASTAVA; SRIVASTAVA, 2016; 2014). Desta maneira, é possível que ocorra menor contato entre a molécula de fipronil e os colêmbolos na solução do solo e conseqüentemente menor toxicidade a esses organismos em Latossolo.

5 CONCLUSÕES

- Fipronil reduz o número de juvenis em colêmbolos *F. candida* em SAT, Latossolo e Neossolo, contudo, há diferenças na toxicidade do i.a. entre os solos.
- A CENO em Latossolo foi maior comparada a SAT e Neossolo, onde não foi possível fazer a determinação. As CEO determinada para SAT e Neossolo foram menores, comparadas a Latossolo. Os valores de CE50 e CE10 foram menores em Neossolo, seguido por SAT e Latossolo.
- Através das metodologias de risco ecológico (QP e RTE), verificou-se que a exposição de colêmbolos pode apresentar maiores valores de risco em Neossolo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BANDEIRA *et al.* Toxicity of imidacloprid to the earthworm *Eisenia andrei* and collembolan *Folsomia candida* in three contrasting tropical soils. **Journal of Soils and Sediments**, v. 20, p.1997–2007, 2020.

FAO. Food and agriculture organization of the united nations: Global assessment of the impact of plant protection products on soil functions and soil ecosystems, Rome. 2017.40p.

FAO. Food and agriculture organization of the united nations: Specifications and evaluations for agricultural pesticides: Fipronil. 2009.

GALLO, D. *et al.* **Entomologia Agrícola**. Piracicaba: Fealq, 2002. 920 p.

ISO 11267. International Organization for Standardization. Soil Quality e Inhibition of Reproduction of Collembola (*Folsomia candida*) by Soil Pollutants. Genera, Switzerland,

2014.

MACHADO, J. C. *et al.* **Tratamento de sementes no controle de fitopatógenos e pragas**. Informe Agropecuário, Belo Horizonte: Embrapa, v.27, n.232, p.76 – 87, maio/jun, 2006.

SINGH, A.; SRIVASTAVA, A.; SRIVASTAVA, P. C. Sorption Kinetics of Fipronil on Soils.

Bull Environ Contam Toxicol. [s. l.], v. 93, p. 758 -763, 2014.

TONIOLO, T. avaliação ecotoxicológica de fipronil em solos tropicais: efeitos sobre *Folsomia candida* (collembola). 2020. 36p. Monografia de conclusão de curso, Agronomia - UFFS, Chapecó, 2020.

ZÓRTEA, T. *et al.* Ecotoxicological effect of fipronil and its metabolites on *Folsomia candida* in tropical soils. **Environmental Toxicology and Pharmacology**. [s. l.], v. 62, p.203-209, 2018a.

ZÓRTEA, T. *et al.* Ecotoxicological effects of fipronil, neem cake and neem extract in edaphic organisms from tropical soil. **Ecotoxicology and Environmental Safety**. [s. l.], v.

166, p. 207 - 214, 2018b.

Palavras-chave: Colêmbolos; Ecotoxicologia Terrestre; Fauna edáfica; Fenilpirazóis; Tratamento de sementes.

Nº de Registro no sistema Prisma: PES-2020-0113.

Financiamento: UFFS