

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

Proisotoma minuta

PEDRO EDUARDO PASQUALI^{1,2*}, SABRINA OROSKI³, NORDEI RODRIGUES⁴,
MARCO AURÉLIO TRAMONTIN⁵, PAULO ROGER LOPES ALVES⁶

1 INTRODUÇÃO

Como as projeções de expansão populacional indicam um crescimento contínuo e acelerado nas próximas décadas, a demanda por alimentos deve-se aumentar, levando-se a um acréscimo no uso de pesticidas (FAO, 2009). Com o intuito de evitar possíveis perdas decorrentes da ação de pragas que danificam sementes e plântulas em estabelecimento, tem-se como opção o uso de inseticidas como tratamento de sementes (MARTINS et al., 2009).

O fipronil ($C_{12}H_4Cl_2F_6N_4OS$), é um dos inseticidas sintéticos mais utilizados no tratamento químico de sementes. Essa molécula apresenta um amplo espectro que danifica o sistema nervoso central de insetos, inibindo a permeabilidade da membrana das células nervosas aos íons cloreto, causando uma excitação dos nervos e músculos dos insetos infectados, levando-os a morte (RAYMOND-DELPECHV et al., 2005).

Estudos de Zortéa *et al.* (2018a; 2018b) demonstraram que baixas concentrações de fipronil via fármaco veterinário, podem reduzir em até 50% a reprodução de colêmbolos *Folsomia candida*, em Solo Artificial Tropical (SAT - $CE_{50} = 0,29 \text{ mg kg}^{-1}$), Neossolo ($CE_{50} = 0,14 \text{ mg kg}^{-1}$) e Latossolo ($CE_{50} = 0,26 \text{ mg kg}^{-1}$). Essas diferenças de toxicidade indicam que as características e as propriedades dos solos influenciam nas toxicidades da molécula. Portanto, este trabalho tem como objetivo avaliar os efeitos de uma formulação do inseticida fipronil, usada no tratamento de sementes, sobre colêmbolos em diferentes tipos de solo.

2 OBJETIVOS

- Avaliar os efeitos do fipronil sobre a reprodução de colêmbolos, em Solo Artificial Tropical (SAT), Latossolo e Neossolo;

1 Graduando em Agronomia, Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), *campus Chapecó*, contato: pedropasquali11@gmail.com

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

3 Graduanda em Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), *campus Chapecó*.

4 Graduando em Agronomia, Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), *campus Chapecó*.

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

6 Doutor em Ciências, professor na UFFS, *campus Chapecó*.

- Determinar a CENO (maior concentração testada sem efeito observado), CEO (menor concentração testada com efeito observado), CE_{50} e CE_{10} (concentração que causa redução de 50% e 10%, no número de juvenis, respectivamente) para a exposição de colêmbolos 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 *Proisotoma minuta* 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 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). As concentrações foram definidas em ensaios preliminares (dados não apresentados). 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.

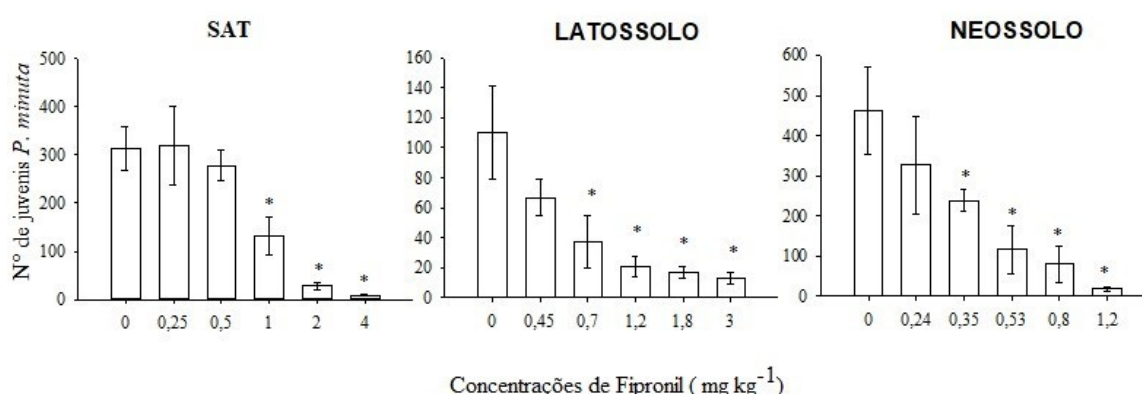
O risco ecológico foi calculado através de duas metodologias: Razão Toxicidade-Exposição (RTE) e Quociente de Perigo (QP), conforme descrito em Bandeira et al. (2020). As concentrações previstas de fipronil no ambiente (CAE), necessárias para o cálculo do risco, foram estimadas conforme Toniolo (2020).

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 dos solos também não se alteraram significativamente entre o início e o fim dos ensaios, permanecendo próximos 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 *P. minuta* em todos os solos testados (Figura 1). Em SAT os efeitos tóxicos foram observados a partir de 1 mg kg⁻¹. Porém, em Latossolo e Neossolo os efeitos tóxicos significativos, em relação ao controle, iniciaram a partir de 0,7 e 0,35 mg kg⁻¹, respectivamente.

Figura 1. Número médio de *P. minuta* juvenis gerados após exposição a concentrações crescentes de fipronil nos solos. * indicam redução significativa em relação ao controle (Dunnet - $p \leq 0,05$).



A CENO em SAT (0,5 mg kg⁻¹) e Latossolo (0,45) foram aproximadamente duas vezes maiores do que em Neossolo (0,24 mg kg⁻¹), confirmando que a toxicidade se inicia em menores concentrações quando os colêmbolos são expostos em Neossolo (Tabela 1). Os valores estimados da CE50 e CE10 foram maiores em SAT, seguidos por Latossolo e Neossolo (Tabela 1), onde pode ser confirmada a maior toxicidade do fipronil.

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

Espécie	Parâmetro	Tipo de solo		
		SAT	Neossolo	Latossolo
<i>P. minuta</i>	CENO	0,50	0,24	0,45
	CEO	1,00	0,35	0,70
	CE ₅₀	0,90 (0,79 - 1,04)	0,36 (0,26 - 0,46)	0,52 (0,37 - 0,68)
	CE ₁₀	0,45 (0,28 - 0,61)	0,09 (0,02 - 0,16)	0,13 (0,03 - 0,23)

O método RTE indicou risco significativo de fipronil para o colêmbolos em Latossolo e Neossolo, mas não indicou risco em SAT (Tabela 2). Por outro lado, a metodologia QP indicou risco significativo em todos os solos testados (Tabela 2). Ambas as metodologias indicaram que o risco de toxicidade do Fipronil em Neossolo é aproximadamente 2 vezes maior do que em Latossolo e 5 vezes maior do que no solo artificial padrão (SAT).

Tabela 2. Concentração ambientalmente estimada (CAE) de fipronil, valores de risco ecológico Razão Toxicidade-Exposição (RTE) e Quociente de Perigo (QP) para a espécie *P. minuta* nos solos testados.

Espécie	Parâmetro	Tipo de solo		
		SAT	Neossolo	Latossolo
<i>P. minuta</i>	CAE (mg kg ⁻¹)	0,064	0,064	0,043
	QP	14,298*	71,111*	33,646*
	RTE	6,994	1,406*	2,972*

CAE: Concentrações expressas em mg de fipronil por kg solo seco (mg kg⁻¹); RTE < 5 = risco significativo para *P. minuta* (*); QP > 1, = risco significativo e a necessidade de investigações futuras (*).

Em nosso estudo, a maior toxicidade e risco do fipronil em Neossolo quando comparado com Latossolo e SAT (Tabelas 1 e 2) pode estar relacionada com menor teor de argila e MO do Neossolo, os quais formam um complexo coloidal, onde ocorre ligações químicas entre os átomos eletronegativos do fipronil tais como F, Cl, O e N com os colóides do solo (SINGH et al., 2014). Portanto, é provável que ocorra menor concentração de fipronil na solução do solo e, conseqüentemente, menor toxicidade para os colêmbolos em solos com maior teor de argila e/ou MO.

5 CONCLUSÕES

- Fipronil reduz o número de juvenis em colêmbolos *P. minuta* em SAT, Latossolo e Neossolo, contudo, há diferenças na toxicidade do i.a. entre os solos.
- Todos os parâmetros estimados indicaram maior toxicidade em Neossolo: a CENO foi menor em Neossolo, comparada ao Latossolo e SAT. As CEO determinada para SAT e Latossolo também foram maiores, comparadas a Neossolo. Os valores de CE50 e CE10 foram menores em Neossolo, seguido por Latossolo e SAT.
- Através das metodologias de risco ecológico (QP e RTE), também 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. How to feed the world in 2050. High level expert forum. Convened at FAO Headquarters in Rome on 12-13 October, 2009.

ISO 11267. International Organization for Standardization. Soil Quality e Inhibition of Reproduction of Collembola (*Folsomia candida*) by Soil Pollutants. Genera, Switzerland, 2014.

MARTINS, G. M. et al. Inseticidas químicos e microbianos no controle da lagarta-do-cartucho na fase inicial da cultura do milho. Revista Caatinga, v. 22, n. 2, p. 170-174, 2009.

RAYMOND-DELPECH *et al.* Ion channels: molecular targets of neuroactive insecticides. Invert Neurosci: 1-15 2005.

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-2021-0131

Financiamento: UFFS