

TOXICIDADE DO INSETICIDA CLOTIANIDINA PARA ESPÉCIES ALTERNATIVAS DE COLÊMBOLOS

GUSTAVO PICCOLOTTO DA ROZA^{1,2*}, WILLIAM EDUARDO DOS SANTOS³,
LUANA NARDI⁴, SIMONE ZAPPE⁵, GISELE ORSO⁶, ANDRÉ PERUCHI⁷, PAULO
ROGER LOPES ALVES^{2,8}

1 Introdução

O tratamento químico de sementes, segundo Mertz *et al.* (2009), tem como principal finalidade controlar o ataque de patógenos e pragas do solo para permitir boa germinação das sementes. A clotianidina é um ingrediente ativo (i.a) do grupo dos neonicotinoídeos, presente em algumas formulações de inseticidas utilizados nas sementes de algumas culturas agrícolas como algodão, feijão, milho e soja (EPA, 2020).

Alguns estudos demonstraram o efeito tóxico da molécula para organismos não-alvo da fauna edáfica, como os colêmbolos (Alves *et al.*, 2014; Silva *et al.*, 2020). Entretanto, esses são baseados em experimentos realizados com espécies padronizadas por protocolos internacionais, como *Folsomia candida* e/ou *Folsomia fimetaria* que, por seus rápidos ciclos de vida e reprodução, são usados como indicadores da contaminação de solos por inseticidas (Oliveira Filho *et al.*, 2018). Por outro lado, espécies alternativas como *Sinella curviseta* e *Proisotoma minuta* também podem oferecer diferentes níveis de sensibilidade para as análises de risco, visto que são de reprodução sexuada e de ocorrência diferente daquela do gênero *Folsomia*, além de serem pouco conhecidas suas sensibilidades aos efeitos da clotianidina em solos naturais tropicais brasileiros.

2 Objetivos

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

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

3 Graduado em Engenharia Ambiental e Sanitária na UFFS, *campus* Chapecó.

4 Graduanda em Engenharia Ambiental e Sanitária na UFFS, *campus* Chapecó.

5 Graduada em Engenharia Ambiental e Sanitária na UFFS, *campus* Chapecó.

6 Graduada em Engenharia Ambiental e Sanitária na UFFS, *campus* Chapecó.

7 Graduando em Engenharia Ambiental e Sanitária na UFFS, *campus* Chapecó.

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

Comparar o potencial tóxico e o risco ecológico da clotianidina para duas espécies alternativas de colêmbolos com os resultados existentes para a espécie padrão em Solos Tropicais, previamente contaminados com doses crescentes do inseticida.

3 Metodologia

Os colêmbolos (*P. minuta* e *S. curviseta*) foram criados em laboratório, em recipientes plásticos contendo substrato à base de carvão ativado, água e gesso na proporção 1:6:10 (p:p:p), mantidos a uma temperatura de 20 ± 2 °C e fotoperíodo de 12:12h (claro:escuro). Semanalmente, foram alimentados com levedura (*Saccharomyces cerevisiae*), induzida a reprodução e coletados os ovos, obtendo-se organismos com idades entre 10-12 dias (*P. minuta*) e 20-23 dias (*S. curviseta*) para a realização dos ensaios de toxicidade. Com estes, foram realizados com o inseticida Inside FS® (600 g L⁻¹ de clotianidina). A contaminação do solo foi realizada por diluição do agrotóxico em água destilada e aplicado manualmente no solo. A solução de contaminação foi aplicada no solo de modo a manter umidade próxima a 60% da capacidade de retenção de água (CRA), conforme ISO 11274 (2019). Para o tratamento controle foi utilizado apenas água destilada. Após aplicação, os solos foram homogeneizados e introduzidos os colêmbolos (10 e 20 indivíduos para *P. minuta* e *S. curviseta*, respectivamente) nos recipientes de teste.

Os ensaios de toxicidade crônica foram executados por 28 dias, conforme ISO 11267 (ISO, 2014). Foi utilizado um delineamento experimental inteiramente casualizado, com seis tratamentos (concentrações + controle) e cinco repetições por tratamento. Os experimentos foram mantidos em ambiente com temperatura e fotoperíodo iguais aos da criação. Os colêmbolos foram alimentados com 2 mg de leveduras no primeiro e no 14º dia do ensaio e, semanalmente, os recipientes foram abertos para aeração e reposição de água por diferença de peso. A avaliação foi realizada conforme descrito em Alves *et al.* (2014). Foi realizada ANOVA, seguida do teste de Dunnett ($p < 0,05$) para determinar a menor concentração com efeito observado (LOEC) e a maior concentração sem efeito observado (NOEC). As concentrações com efeitos em 10% e 50% da população (EC10 e EC50, respectivamente) foram determinadas conforme Environmental Canada (2007). Análises foram realizadas no software Statistica 7.0®.

4 Resultados e Discussão

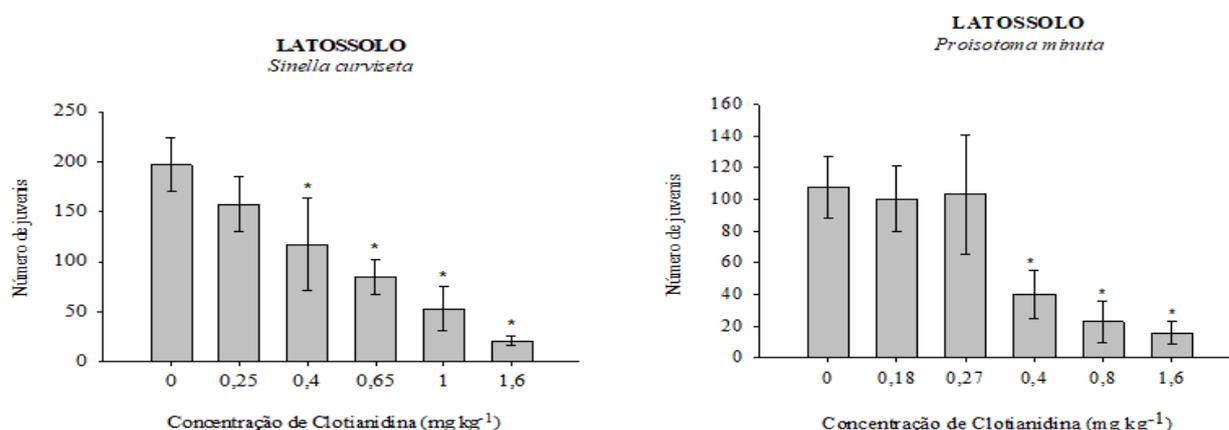
Foram observados efeitos na reprodução de ambas espécies, independentemente do tipo de solo testado (Tabela 1), embora a sensibilidade das espécies ao i.a. tenha sido similar, quando comparadas no mesmo tipo de solo (Figuras 1 e 2).

Tabela 1. Valores de LOEC e NOEC obtidos a partir dos testes crônicos com colêmbolos *P. minuta* e *S. curviseta*, em Latossolo e Neossolo.

Parâmetros	Concentrações (mg kg ⁻¹)			
	Latossolo		Neossolo	
	<i>P. minuta</i>	<i>S. curviseta</i>	<i>P. minuta</i>	<i>S. curviseta</i>
NOEC	0,270	0,250	≤ 0,080	0,065
LOEC	0,400	0,400	0,080	0,100

Nota: LOEC = menor concentração com efeito observado; NOEC = concentração sem efeito observado. Os valores estão expressos em mg de i.a por kg de solo seco (mg kg⁻¹).

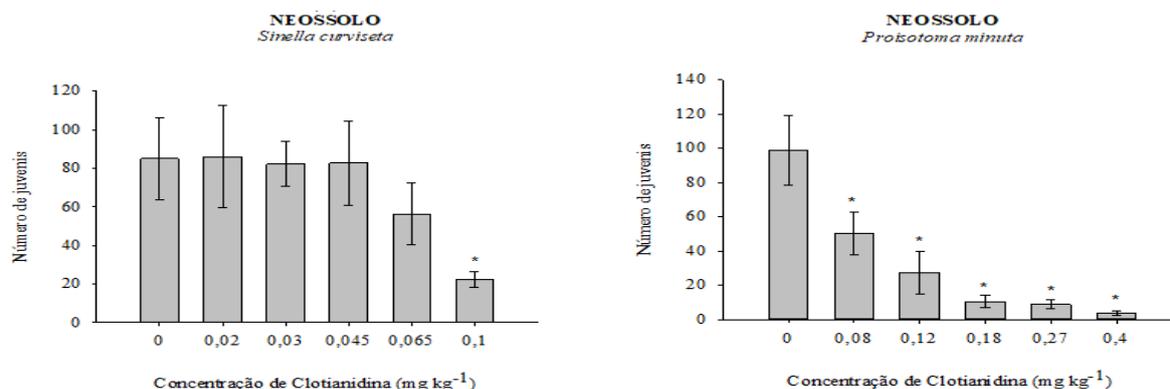
Figura 1. Número médio de juvenis de colêmbolos *P. minuta* e *S. curviseta* encontrados em Latossolo, após 28 dias de exposição a crescentes concentrações de clotianidina.



Nota: Asteriscos (*) indicam redução significativa do número médio de juvenis em relação ao controle (p<0,05).

Maior toxicidade para ambas as espécies foi observada em Neossolo, onde valores de EC50 variaram de 0,077 a 0,081 mg kg⁻¹ entre as espécies, enquanto que, em Latossolo, os valores de EC50 variaram de 0,421 a 0,495 mg kg⁻¹ entre as espécies (Tabela 2).

Figura 2. Número médio de juvenis de colêmbolos *P. minuta* e *S. curviseta* encontrados em Neossolo, após 28 dias de exposição a crescentes concentrações de clotianidina. Asteriscos (*) indicam redução significativa do número médio de juvenis em relação ao controle ($p < 0,05$).



Nota: Asteriscos (*) indicam redução significativa do número médio de juvenis em relação ao controle ($p < 0,05$).

Tabela 2. Valores de EC10 e EC50 dos testes crônicos com colêmbolos *P. minuta* e *S. curviseta*, em Latossolo e Neossolo.

Parâmetros	Latossolo		Neossolo	
	<i>P. minuta</i>	<i>S. curviseta</i>	<i>P. minuta</i>	<i>S. curviseta</i>
EC ₁₀	0,226 (0,130 - 0,322)	0,120 (0 - 0,321)	0,034 (0,018 - 0,051)	0,048 (0,024 - 0,072)
EC ₅₀	0,421 (0,294 - 0,549)	0,495 (0,353 - 0,638)	0,081 (0,069 - 0,093)	0,077 (0,065 - 0,090)

Nota: Os valores estão expressos em mg de i.a por kg de solo seco (mg kg⁻¹). Entre parênteses estão apresentados os intervalos de confiança de 95%. EC10 e EC50 = concentrações com efeitos em 10% e 50% da população, respectivamente.

A redução de juvenis decorre do estresse provocado pela clotianidina, que aumenta as taxas metabólicas para manutenção da sobrevivência e pode interferir no reconhecimento de estímulos reprodutivos. Observou-se menor toxicidade para espécies alternativas em comparação a *F. candida* (espécie padrão), sobretudo em Neossolo, possivelmente devido a diferenças reprodutivas, no uso do habitat e na profundidade de ocorrência no solo. A menor toxicidade em Latossolo pode estar associada ao maior teor de matéria orgânica e argila, que favorece a adsorção do contaminante e reduz sua biodisponibilidade, ao contrário do Neossolo, de baixa capacidade de retenção. A alta persistência da clotianidina no solo, observada em outros estudos (Dos Santos, 2022), reforça o risco para colêmbolos, especialmente em

ambientes arenosos.

5 Conclusão

A clotianidina causou efeito tóxico sobre as espécies *P. minuta* e *S. curviseta* em solos naturais tropicais distintos, reduzindo a taxa de reprodução para os diferentes solos testados. Porém, para o mesmo tipo de solo, os efeitos foram semelhantes entre as espécies.

Referências Bibliográficas

- ALVES, P. R. L *et al.*; Seed dressing pesticides on springtails in two ecotoxicological laboratory tests. *Ecotoxicology and environmental safety*, v. 105, p. 65-71, 2014.
- ENVIRONMENTAL CANADA. Guidance Document on Statistical Methods for Environmental Toxicity Test. Environmental Protection Series, EPS 1/RM/46, Canada, Ottawa, 2007.
- EPA (United States Environmental Protection Agency). Proposed Interim Registration Review Decision Case Numbers 7620 and 7614. Clothianidin and Thiamethoxam. 2020.
- ISO 11267. International Organization for Standardization. Soil quality - Inhibition of reproduction of Collembola (*Folsomia candida*) by soil contaminants. Geneva, Switzerland, 2014.
- ISO 11274. International Organization for Standardization. Soil quality - Determination of the water-retention characteristics – Laboratory methods. Geneva, Switzerland, 2019.
- MERTZ, L. M; HENNING, F. A; ZIMMER, P. D. Bioprotetores e fungicidas químicos no tratamento de sementes de soja, *Ciência Rural*, v.39, n.1, jan-fev, 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/XC5Twdzjmjjcr5L8GnLHkTt/>.
- OLIVEIRA FILHO, L. C. I *et al.*; Ecotoxicologia terrestre: métodos e aplicações com collembola e isopoda. Florianópolis: UDESC, 2018.
- SILVA, C. L *et al.*; Toxicity in neonicotinoids to *Folsomia candida* and *Eisena andrei*, *Environmental Toxicology and Chemistry*, v. 39, 2020. Disponível em: <https://setac.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/etc.4634>. Acesso em: 09 ago. 2025.

Palavras-chave: agrotóxicos; ecotoxicologia terrestre; neonicotinoides; *Proisotoma minuta*; *Sinella curviseta*.

Nº de Registro no sistema Prisma: PES-2024-0448

Financiamento:

