

INFLUÊNCIAS DO TIPO DE SOLO NO POTENCIAL TÓXICO DE CLOTIANIDINA PARA *FOLSOMIA CANDIDA*

JULIANE BRANCALIONE ^{1*}, THALIA SMANIOTTO GRACIANI², FELIPE
OGLIARI BANDEIRA³, PAULO ROGER LOPES ALVES⁴

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 para o tratamento químico de sementes, destaca-se o aumento do consumo do ingrediente ativo (i.a.) clotianidina, pertencente à classe dos neonicotinoides. Essa molécula age sobre o sistema nervoso central de insetos, atuando como agonista nos receptores da acetilcolina, inibindo a ação da enzima acetilcolinesterase (RITCHIE et al., 2019). Dessa forma, causa uma hiperexcitabilidade devido à transmissão contínua e descontrolada de impulsos nervosos, causando paralisia e morte de insetos-praga.

Alguns estudos demonstram a toxicidade da clotianidina em organismos não-alvo do solo. Ritchie et al. (2019), observaram que a toxicidade da clotianidina e tiametoxan em solo canadense com textura arenosa. Entretanto, não se sabe qual é a toxicidade desta molécula em solos tropicais brasileiros, visto que, até o momento, não foram encontrados estudos com clotianidina nestes solos. Por outro lado, sabe-se que o tipo de solo tropical pode influenciar significativamente na toxicidade dos neonicotinoides, como foi observado por Bandeira et al. (2020) para imidacloprid, além de outras classes de inseticidas, como, por exemplo, os fenilpirzois (TONIOLO, 2020; ZÓRTEA et al., 2018).

Considerando que, no Brasil, cerca de 98% das sementes de soja e milho híbrido são tratadas com inseticidas, e que a clotianidina está entre as moléculas utilizadas (NUNES, 2016), torna-se necessário estudar os efeitos deste tipo de formulação sobre a fauna do solo em solos brasileiros, de modo a determinar, com maior segurança, os limites de exposição para as espécies edáficas.

2 OBJETIVOS

1 Graduanda em Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), *campus Chapecó*, contato: julianeadm42@gmail.com

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

3 Mestre em Ciência do Solo, Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Lages.

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

- Avaliar os efeitos da clotianidina sobre a reprodução da espécie de colêmbolos *Folsomia 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) e comparar os valores gerados após a exposição de *F. candida* nos três solos testados;
- Comparar a toxicidade da clotianidina para colêmbolos em 3 solos tropicais distintos.

3 METODOLOGIA

Os ensaios ecotoxicológicos para avaliar a toxicidade da formulação comercial contendo clotianidina foram realizados com um solo artificial (SAT) e com dois solos naturais. O SAT foi preparado em laboratório, o qual é uma adaptação do solo artificial OECD n° 207, proposta por Garcia (2004). Foram utilizados dois solos naturais nos testes, um Latossolo e um Neossolo, coletados em áreas sem histórico de contaminação por pesticidas.

Os experimentos foram realizados em um delineamento inteiramente casualizado (DIC), com sete tratamentos (seis concentrações + controle) para cada solo, com cinco réplicas cada. As concentrações de clotianidina (variando entre 0,011 a 0,3 mg kg⁻¹), aplicadas via formulação comercial Inside FS® (600 mg de i.a. L⁻¹), foram estabelecidas com base na literatura (RITCHIE et al., 2019), e a partir da realização de ensaios preliminares (ISO, 2014). Para o controle foi usada água destilada. A contaminação dos solos foi realizada por meio de solução aquosa contaminada com as concentrações do i.a., cujo volume foi calculado para atingir 60% da capacidade máxima de retenção de água (CRA) dos solos.

As unidades experimentais foram constituídas por um recipiente cilíndrico de vidro, que receberam 30 g de solo úmido (contaminado ou solo controle) e 10 colêmbolos com idade entre 10 a 12 dias. Os colêmbolos foram alimentados com 2 mg de levedura no início do ensaio e após 14 dias. Os recipientes foram hermeticamente fechados e mantidos em uma câmara climática com temperatura de 25 ± 2 °C e fotoperíodo de 12 h. Semanalmente, os recipientes foram abertos para permitir trocas gasosas e para a reposição da umidade pela diferença de peso. Após 28d do início, os ensaios foram avaliados e analisados estatisticamente conforme descrito em Bandeira et al. (2020).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todos os critérios validação dos ensaios de toxicidade crônica com colêmbolos foram atendidos (ISO, 2014). Os valores do pH de todos os solos foram similares entre o início e o fim dos ensaios. Os valores de umidade de todos os solos também não se alteraram ao longo do ensaio, e, permaneceram próximos ao padrão recomendado (entre 45-60% da CRA - ISO, 2014).

A clotianidina causou redução do número de juvenis gerados pelos colêmbolos *F. candida* em todos os solos testados (Figura 1). Em Neossolo, houve diferença significativa em relação ao controle a partir da primeira concentração testada (concentração de efeito observado - CEO = 0,011 mg kg⁻¹). Em SAT (CEO = 0,09 mg kg⁻¹) e Latossolo (CEO = 0,135 mg kg⁻¹), os efeitos tóxicos significativos iniciaram a partir da terceira e quarta concentração testada, respectivamente.

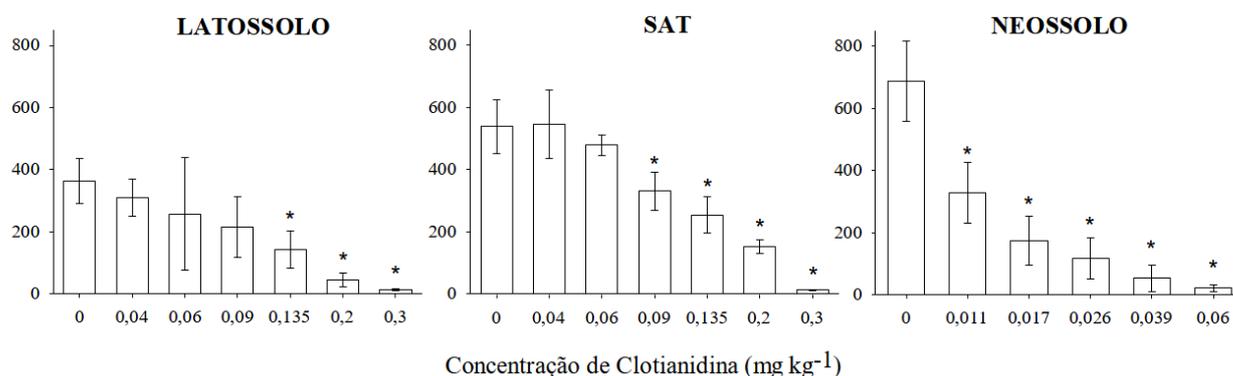


Figura 1. Número médio de juvenis *F. candida* gerados em Latossolo, SAT e Neossolo, submetidos a concentrações crescentes de clotianidina. Asteriscos (*) indicam redução significativa do número de juvenis em relação ao controle pelo teste de Dunnett ($p \leq 0,05$). (T) Desvio padrão. Concentrações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

Os valores estimados das concentrações de efeito em 50% da população dos colêmbolos (CE₅₀) foram maiores em SAT, seguido por Latossolo e por fim Neossolo. As concentrações de efeito em 10% (CE₁₀) foram maiores em Latossolo, SAT e Neossolo respectivamente (Tabela 1). A concentração de efeito não observado (CENO) em Neossolo não pode ser determinada, visto que os efeitos significativos neste solo, em relação ao controle, foram observados a partir da primeira concentração testada (Tabela 1).

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

Parâmetros	Latossolo	SAT	Neossolo
CENO	0,090	0,060	< 0,011
CEO	0,135	0,090	0,011
CE ₅₀	0,122 (0,081 - 0,162)	0,126 (0,105 - 0,146)	0,010 (0,007 - 0,013)
CE ₁₀	0,059 (0,013 - 0,105)	0,049 (0,031 - 0,067)	0,003 (0,001 - 0,005)

Com base nos valores de CE₅₀ estimados (Tabela 1), é possível afirmar que a toxicidade para *F. candida* foi semelhante em SAT e Latossolo, enquanto que a maior toxicidade foi observada no Neossolo. Os dois primeiros solos possuem maior teor de matéria orgânica e/ou teor de argila, quando comparado ao Neossolo (dados disponíveis em Bandeira et al., 2020). Por isso, é provável que nesses dois primeiros solos também ocorra maior quantidade de cargas negativas e, conseqüentemente, maior poder de adsorção das moléculas da clotianidina. Este fato provavelmente é a principal razão para que o inseticida se torne menos disponível na solução do solo, onde ocorre maior interação com os organismos e, portanto, menos tóxico para a espécie de colêmbolos estudada. Resultados similares foram obtidos por Bandeira et al. (2020) e Ogungbemi e Van Gestel (2018), os quais também associaram a maior toxicidade ao menor poder de sorção dos diferentes solos.

5 CONCLUSÕES

- Clotianidina 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 em Neossolo não foi possível fazer a determinação. As CEO determinadas para SAT e Neossolo foram menores, comparadas a Latossolo. Os valores de CE₅₀ foram menores em Neossolo, seguido por Latossolo e SAT. Para os valores de CE₁₀, os valores foram menores em Neossolo, SAT e Latossolo, respectivamente.

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.

GARCIA, M.V. **Effects of pesticides on soil fauna: development of ecotoxicological test methods for tropical regions**. 2004. 291 f. Tese (Doutorado em Agricultura) -Rheinische Friedrich Wilhelms, Universität Bonn, 2004.

GARCIA M., *et al.* Effects of three pesticides on the avoidance behavior of earthworms inlaboratory tests performed under temperate and tropical conditions. **Environmental Pollution**. [s.l.], v. 153, p. 450-456, 2008.

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, 2006.

NUNES, J.C.S. Tratamento de sementes de soja, como um processo industrial no Brasil. **SEED NEWS**, XX ed., jan.2016. Disponível em:<https://seednews.com.br/edicoes/artigo/334-tratamento-de-sementes-de-soja-como-um-processo-industrial-no-brasil-edicao-janeiro-2016>. Acesso em: 27 jan. 2020.

RITCHIE, E.E. *et al.* Lethal and Sublethal toxicity of thiamethoxam and clothianidin commercial formulations to soil invertebrates in a natural soil. **Environmental Toxicology and Chemistry**. [s. l.], v.38, p. 2111 –2120, 2019.

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, 2018.

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

Nº de Registro no sistema Prisma: PES-2020-0115.

Financiamento da bolsa: UFFS.