

COMPORTAMENTO DE FUGA DE *FOLSOMIA CANDIDA* EXPOSTOS A SOLOS CONTAMINADOS COM AMETRINA

Juliana Jacomini Oliveira¹, Letícia de Jesus Ferreira², Cassiana Maria Reganhan Coneglian²

RESUMO – O Brasil está entre os países que mais consomem e utilizam agrotóxicos do mundo, entre janeiro de 2019 a maio de 2021, 1.201 novos agrotóxicos foram registrados, o maior número de liberações já ocorrido. Estudos que utilizam a fauna edáfica como bioindicadores da qualidade do solo são de grande importância para entender os efeitos que esses agrotóxicos podem causar nos organismos, podendo alterar a estabilidade dos ecossistemas, visto que a fauna edáfica mantém os processos ecológicos fundamentais. Um dos agrotóxicos utilizados nas grandes monoculturas brasileira como de café e de cana-de-açúcar é o herbicida ametrina, classificação toxicológica Classe III, medianamente tóxico e sem legislação que regulamente as concentrações máximas permitidas no solo. O objetivo deste trabalho foi estudar o efeito da aplicação de diferentes doses de ametrina e avaliar o comportamento de fuga de colêmbolos da espécie *Folsomia candida*. Foi utilizado 4 concentrações de ametrina e solo sem aplicação, denominado de controle em triplicata, em Latossolo Vermelho. A distribuição dos indivíduos foi de 50 %, permanecendo na faixa de 40 a 60% no controle duplo, com mortalidade dos colêmbolos inferior a 20 %, validando o teste. A fuga dos colêmbolos ocorreu já na primeira dose de ametrina (2,8 µl/Kg de solo seco) e na dose máxima (22,2 µl/Kg de solo seco) obteve-se a maior porcentagem de fuga (46,6 %), porém para o contaminante ser considerado tóxico, deve ocorrer fuga superior a 80 %. Neste estudo organismos tiveram preferência ao solo controle na maioria das amostras (62,71 %), indicando um alerta de possível toxicidade. De acordo com o teste de Fisher, não foi encontrada diferença significativa mesmo tendo sido evidenciado o comportamento de fuga. Portanto, presumiu-se que no presente estudo o herbicida não apresentou toxicidade para *Folsomia candida*, sendo necessário mais estudos para fomentar resultados que evidenciem o impacto que esses ativos podem causar na reprodução dessa e outras espécies não-alvos, a saúde do ambiente e consequentemente a saúde humana.

Palavras chave: Collembola, ecotoxicologia, herbicida.

ESCAPE BEHAVIOR OF *FOLSOMIA CANDIDA* EXPOSED TO SOILS CONTAMINATED WITH AMETRYN

ABSTRACT – Brazil is among the countries that most consume and use pesticides in the world, from January 2019 to May 2021, 1,201 new pesticides were registered, the highest number of releases ever. Studies that use the edaphic fauna as bioindicators of soil quality are of great importance to understand the effects that these pesticides can have on organisms, which can alter the stability of ecosystems, since the edaphic fauna maintains fundamental ecological processes. One of the pesticides used in large Brazilian monocultures such as coffee and sugarcane is the herbicide ametryn, toxicological classification Class III, moderately toxic and without legislation regulating the maximum concentrations allowed in the soil. The objective of this work was to study the effect of the application of different doses of ametryn and to evaluate the escape behavior of springtails of the *Folsomia candida* species. Four concentrations of ametryn and soil without application were used, called control in triplicate, in Red Oxisol. The distribution of individuals was 50 %, remaining in the range of 40 to 60 % in the double control, with springtail mortality lower than 20 %, validating the test. The escape of springtails occurred in the first dose of ametryn (2.8 µl/kg of dry soil) and at the maximum dose (22.2 µl/kg of dry soil) the highest percentage of escape was obtained (46.6 %), but for the contaminant

^{1,2} Doutoranda em Tecnologia e Meio Ambiente pela Universidade Estadual de Campinas- UNICAMP campus Limeira, Rua Paschoal Marmo, 1888- Jd. Nova Itália, CEP: 13484332, Limeira, SP. E-mail: juliana.biofv@hotmail.com. ² Professora Dr.^a na Faculdade de Tecnologia da Universidade Estadual de Campinas –UNICAMP campus Limeira.



*to be considered toxic, more than 80% leakage must occur. In this study, organisms preferred the control soil in most samples (62.71 %), indicating a warning of possible toxicity. According to Fisher's test, no significant difference was found even though the escape behavior was evidenced. Therefore, it was assumed that in this study the herbicide did not show toxicity to *Folsomia candida*, further studies are needed to promote results that show the impact that these actives can cause on the reproduction of this and other non-target species, the health of the environment and consequently human health.*

Keywords: Collembola, ecotoxicology, herbicide.

INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos países que mais utilizam agrotóxicos na produção agrícola, representando 30% de todo o mercado global consumidor e sendo o maior mercado consumidor individual (IBAMA, 2018; CONAB, 2019). Em 2019, segundo o Diário Oficial da União, o Brasil aprovou 503 novos registros de agrotóxicos, batendo o recorde histórico no número de aprovações (BRASIL, 2019), e em 2020 o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2020) autorizou mais 493 novos registros. Até maio de 2021 foram 205 novos agrotóxicos registrados (FIOCRUZ, 2021), totalizando 1.201 novos registros desde 1º de janeiro de 2019.

A ametrina (2-etilamina-4-isopropilamina-6-metil-s-2,4,6-triazina) é um herbicida seletivo, de ação sistêmica, do grupo químico das triazinas, com classificação toxicológica Classe III, medianamente tóxico, utilizada nas culturas de cana-de-açúcar, café, uva, banana e cítricos para o controle de plantas espontâneas (ANVISA, 2017). A ametrina tem amplo uso, pois é utilizada nas maiores culturas brasileiras, com poucos estudos sobre seus efeitos em organismos não-alvos, sendo um herbicida sem regulamentação de concentrações máximas permitidas no solo (Oliveira, 2021).

Os agrotóxicos geram resíduos que tendem a permanecer no ambiente por longos períodos, podendo causar impactos nocivos a diferentes ecossistemas (Souza *et al.*, 2020, Giordani *et al.*, 2021). Embora o seu uso seja comum e visto como importante para o controle de pragas na agricultura convencional, o uso exagerado e errado pode prejudicar outros organismos além das pragas, como colêmbolos, devido à não seletividade dessas substâncias químicas (Aktar *et al.*, 2009, Souza *et al.*, 2020, Giordani *et al.*, 2021). Portanto, monitorar regularmente a quantidade desses compostos no ar, na água e no solo, é de grande importância para que problemas de saúde sejam minimizados e até evitados (Silva *et al.*, 2011).

Uma vez aplicados na cultura, os agrotóxicos atingem o solo de forma direta ou indireta, e a fauna edáfica que é responsável por manter processos ecológicos

fundamentais como ciclagem de nutrientes, incorporação de matéria orgânica nas diferentes camadas do solo e responsáveis por processos de umidificação e mineralização são afetados pelo uso excessivo dos mesmos (Carneiro, 2015; Buch *et al.*, 2016).

A espécie *Folsomia candida* utilizada nesse ensaio é um artrópode, ápteros da família isotomidae que vivem em todo o mundo, estando amplamente difundidos (Coleman & Crossley, 1995), sendo considerado bom indicador biológico pois desempenham funções vitais para o solo, como a degradação da matéria orgânica, ciclagem de nutrientes e são de fácil reprodução e cultivo em laboratório (Bianchi, 2010). A espécie foi amplamente adotada como modelo de *Collembola* para uso em testes de ecologia e ecotoxicologia do solo (Coyle *et al.*, 2017), pois permite obter resposta em curto período de tempo, indicando condições desfavoráveis em um ambiente, apresentando alta sensibilidade (Natal da Luz *et al.*, 2004).

Os ensaios ecotoxicológicos são fundamentais para avaliação da segurança ambiental dos agrotóxicos (Niva, 2019; Oliveira, 2021; Triques *et al.*, 2021). Alguns produtos são reavaliados quanto à dosagem recomendada, reforçado as quantidades determinadas pelo MAPA evitando ocasionar efeitos subletais aos organismos (Costa *et al.*, 2015).

Estudos envolvendo a avaliação dos vários efeitos em diferentes organismos de diferentes níveis tróficos e em diferentes tipos de solo, geram dados de ocorrências no ambiente que reforçam os relatórios de alteração dos Valores Máximos Permitidos, ou incluem novos compostos nos programas de monitoramento e fiscalização (Oliveira, 2021). Considerando a ocorrência de variados tipos de solo do Brasil, com diversidade de organismos em cada tipo de solo, é urgente avaliar a influência a toxicidade dos agrotóxicos sobre a fauna edáfica (Triques *et al.*, 2021).

Segundo Lewis *et al.* (2016) e Nunes *et al.* (2016) os dados ecotoxicológicos sobre os efeitos dos agrotóxicos em espécies de solo não-alvo em condições tropicais são escassos. Novas pesquisas com a finalidade de buscar instrumentos que possibilitem avaliar a qualidade do ambiente e minimizar os impactos da intervenção antrópica

e ainda auxiliar no manejo adequado do solo para produção de alimentos, torna-se urgente e necessário e acrescentam especificações de risco dos agrotóxicos que são também importantes instrumentos utilizados como referências para políticas públicas, contribuindo para ações sociais, econômicas e ambientais (Niva, 2019).

Portanto, diante do cenário de aumento expressivo de registros de agrotóxicos no Brasil e a enorme lacuna de conhecimento quanto aos indicadores de risco ambiental de formulações comercializadas mundialmente para o solo, metodologias e estudos sobre o uso correto desses produtos se tornam indispensáveis para diminuir impactos e acrescentar especificações de risco dos ingredientes ativos registrados, isto justifica a necessidade de estabelecer valores seguros para o uso desses produtos.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o comportamento de fuga de colêmbolos da espécie *Folsomia candida* mantidos em latossolo vermelho contaminados com diferentes concentrações de ametrina na composição comercial Herbipak 500 BR®.

METODOLOGIA

Os ensaios de toxicidade foram realizados em setembro de 2020 no Laboratório de Ecotoxicologia do Solo (LAECOS) na Faculdade de Tecnologia da Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP, situado no campus de Limeira-SP.

Amostra de solo natural - latossolo vermelho

Utilizou-se o latossolo natural vermelho coletado no campus da Universidade de São Paulo (USP) localizado no município de Itirapina/Broa, SP. A Tabela 1 apresenta a caracterização do solo natural utilizado.

A utilização de solos naturais em estudos ecotoxicológicos oferecem uma dinâmica mais realista dos possíveis efeitos que o contaminante pode causar ao ambiente, distinguindo o comportamento de organismos não alvos, importantes para o equilíbrio do ecossistema e mantem a qualidade do ambiente terrestre (Nunes; Espíndola, 2016).

Tabela 1 - Características físico-químicas da amostra de solo natural tropical utilizados nos experimentos

Parâmetro	Resultado	Unidade
MO	100	g.dm ⁻³
pH (cal2)	5	-
P	8	mg.dm ⁻³
K	1	mmolc.dm ⁻³
Ca	21	mmolc.dm ⁻³
Mg	9	mmolc.dm ⁻³
CTC	111,1	mmolc.dm ⁻³
CR	69,8	%
CE	0,1	dS/m
Cu	3,2	mg.dm ⁻³
Fe	31	mg.dm ⁻³
Mn	16,4	mg.dm ⁻³
Zn	0,5	mg.dm ⁻³

MO = matéria orgânica, CR = coeficiente de retenção hídrica, CTC = capacidade de troca catiônica, CE = condutividade elétrica.

Ensaio ecotoxicológico

De acordo com o protocolo da ISO 17512 -2 (ISO, 2011), foram utilizados recipientes plásticos de 380 g (diâmetro: 9 cm; altura: 8 cm) divididos em dois lados iguais por uma divisória de papelão introduzida verticalmente (Figura 1A).

Um lado do recipiente foi preenchido com 30 g de solo controle e outro lado com 30 g de solo contaminado com ametrina (Figura 1B). Após a remoção da divisória, 10 colêmbolos (com idade entre 10 e 12 dias de vida) foram colocados no centro de cada réplica. As concentrações de ametrina em triplicata foram de 0,0 (controle); 2,8; 5,5; 11,1; 16,6 e 22,2 µl.kg⁻¹ de solo seco, baseadas na quantidade recomendada pela bula do produto Herbipak 500 BR® que utiliza a ametrina como princípio ativo (Bula Herpipak, S/D).

Os recipientes permaneceram em estufa, com temperatura controlada de 20 ± 2°C. Durante o teste os indivíduos não receberam alimentação. Após 48 horas a divisória foi novamente inserida e o número de organismos foi contabilizado em cada seção do recipiente, onde cada porção foi transferida para outro recipiente, adicionando-se água para melhor visualização e realização da quantificação dos organismos.



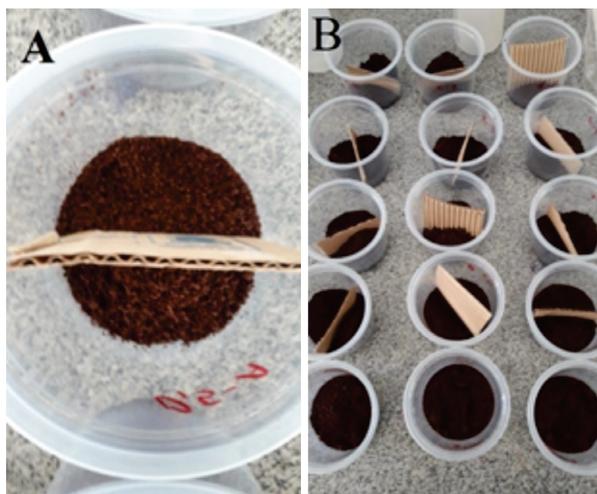


Figura 1 - O recipiente é dividido ao meio e em cada lado é colocado 30 g de solo, sendo o lado A solo controle e lado B solo contaminado. Figura 1B: Todos os recipientes já com os solos.

Fonte: autora.

Análise estatística

Após a quantificação dos organismos no solo teste e no solo controle, realizou-se o cálculo para o teste de fuga de acordo com a equação 1

$$A = ((C-T)/N) * 100 \quad (1)$$

A: porcentagem de fuga

C: número de organismos no solo de referência

T: número de organismos no solo contaminado

N: número total de organismos.

Equação 1: Equação utilizada para cálculo do teste de fuga dos *F. candida*.

Avaliou-se a significância do teste usando o programa STATISTICA 7, com Análises de Variância (ANOVA) por meio de teste do teste de Dunnett ($P \leq 0,05$) e do teste de Fisher. Antes da avaliação de significância, o número de indivíduos foi corrigido usando a taxa de letalidade registrada nos testes (STATISTICA, 2004).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A avaliação do risco ecotoxicológico de agrotóxicos com organismos bioindicadores deve ser feita antes que o efeito seja a mortalidade, isto é, se utiliza doses

subletais para verificar os efeitos potenciais das condições de risco no ambiente. Protocolos internacionais de testes garantem o prognóstico do efeito biológico que medem: a sobrevivência, a reprodução e a rejeição de organismos como os colêmbolos *Folsomia candida* (Andréa, 2012).

Para determinar a validade do teste é necessário que os controles duplos não apresentem diferença de distribuição significativa entre os dois lados do recipiente teste. Para os ensaios realizados neste trabalho as duas seções do recipiente do controle duplo foram preenchidas com solo sem adição de ametrina e a distribuição dos indivíduos permaneceu na faixa de 40 a 60 %, faixa de distribuição determinada pela ISO 17512-2 (2011)).

Os resultados obtidos no teste de fuga em solo contaminado com ametrina, tendo como organismo teste *Folsomia candida* estão dispostos na Tabela 2.

Tabela 2 - Resultados do teste de fuga de colêmbolos *Folsomia candida* em solo natural tropical contaminado com ametrina durante o período de 48 horas

Concentração [µl/kg de solo seco]	Total	Total	Letalidade
Controle duplo (C0)	14	14	2
	Controle	Ametrina	
2,8 (C1)	17	13	0
5,5 (C2)	15	14	1
11,1 (C3)	20	9	1
22,2 (C4)	22	8	0

Decorridos 48 horas da exposição de *Folsomia candida* a ametrina em solo natural, quantificou-se 118 organismos, com a letalidade total de 4 organismos, sendo que 74 foram encontrados no solo controle, ou seja, sem ametrina e 44 no solo contaminado. O teste apresentou os critérios de validação determinados pela ISO 17512-2 (2011), onde a distribuição dos indivíduos permaneceu dentro da faixa de 40 a 60 % no controle duplo, com 50 % e com mortalidade dos colêmbolos inferior a 20 %.

Não foi encontrado percentual de fuga maior ou igual a 80 % que demonstre toxicidade, porém os organismos preferiram o solo controle na maioria das amostras, (62,71 %) indicando alerta de possível toxicidade (Figura 2). O percentual de fuga encontrado foi de 25,4 %.

Não foi encontrada diferença significativa através do teste de Fisher, com $p = 0,32$, mas o ensaio foi homogêneo e considerado válido.

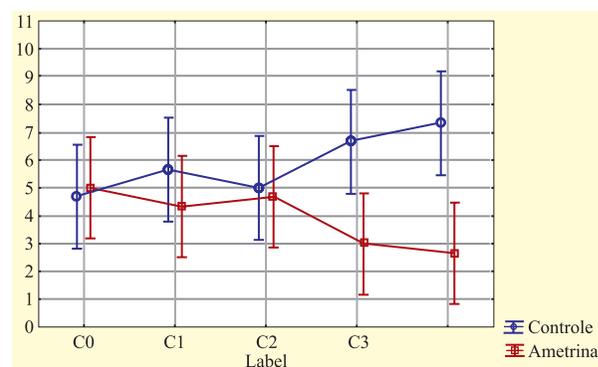


Figura 2 - Representação do número de *F. candida* encontrados no solo controle (linha azul) e o número de *F. candida* encontrados no solo contaminado com ametrina (linha vermelha).

Os resultados obtidos neste estudo corroboram com o resultado encontrado por De Santos *et al.* (2020), no qual avaliaram o comportamento de fuga do *Folsomia candida* com o herbicida Isoxaflutole (IFT). Os autores não obtiveram resposta de fuga nas doses avaliadas, presumindo que o herbicida não apresenta toxicidade para colêmbolos.

Mesmo não sendo estatisticamente significativo, se observa (Figura 3) que a fuga dos colêmbolos ocorreu já na primeira concentração de ametrina testada (0,5 $\mu\text{l/kg}$) e na dose máxima (6 $\mu\text{l/kg}$) obteve a maior porcentagem de fuga, 46,6 %, como demonstrado na figura 2, o que demonstra um potencial de risco, um alerta sobre a toxicidade da ametrina sobre esses organismos. Segundo Hund-Rinke e Wiechering (2001) a habilidade dos organismos em perceber e evitar solos contaminados indica um estresse potencial do solo.

Os resultados encontrados nesse estudo também corroboram com estudos já realizados de outros agrotóxicos, como a Cipermetrina, estudada por Zortéa *et al.* (2015), onde a fuga ocorreu desde a primeira dose aplicada do produto, indicando que o mesmo afetou negativamente o comportamento dos colêmbolos, induzindo a fuga para o solo controle, presumindo que o agrotóxico afetou negativamente o organismo testado, impactando diretamente nos serviços ecossistêmicos oferecidos por esse organismo.

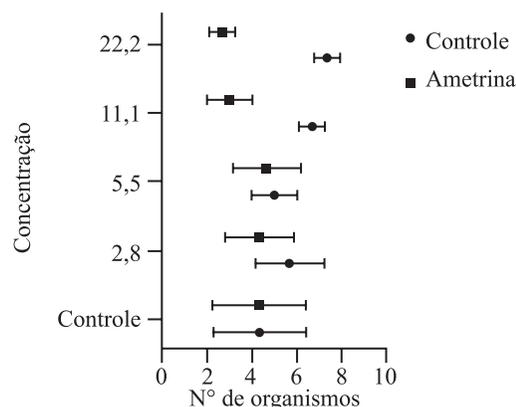


Figura 3 - Resultado do teste de fuga de *F. candida* em solo contaminado com ametrina – Número total de fugas dos organismos em cada concentração testada.

Desta forma, ressalta-se a importância de avaliar a toxicidade de agrotóxicos, como a ametrina, utilizada nas principais culturas agrárias do Brasil e a utilização de organismos variados da mesofauna é de fundamental valor, para fomentar resultados que evidenciem o impacto que esses ingredientes ativos podem causar na reprodução dessa e outras espécies não-alvos, assim como a saúde do ambiente e consequentemente a saúde humana.

CONCLUSÃO

As condições do teste ocorreram dentro das instruções de aplicação em campo, porém são desconhecidos os efeitos que a aplicação desse composto junto com outros utilizados nas culturas, ou até mesmo aplicações sucessivas e misturas de produtos, possam causar a esses organismos já em situação de estresse, necessitando-se de estudos complementares. Pois esse conhecimento pode permitir a prevenção do risco do uso de agrotóxicos nos ecossistemas terrestres brasileiros.

A partir dos resultados obtidos não houve toxicidade para os organismos-testes *F. candida*, porém o fato dos organismos apresentarem preferência pelo solo controle em todas as amostras, principalmente nas maiores concentrações analisadas, indica alerta de possível toxicidade no solo, podendo acarretar alterações no comportamento de organismos terrestres não-alvos mesmo quando a dosagem aplicada seja a recomendada, indicando o potencial risco ecotoxicológico, demonstrando a importância desses tipos de estudos para garantir a sobrevivência da mesofauna e consequentemente a manutenção da qualidade do solo.

LITERATURA CITADA

- AKTAR, W.; SENGUPTA, D.; CHOWDHURY, A. Impacto do uso de pesticidas na agricultura: seus benefícios e perigos. *Interdiscip. Toxicol.* 2 (2009), pp. 1 - 12, 10.2478/v10102-009-0001-7
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Resolução: ABNT NBR ISO-17512/2011. Qualidade do solo – Ensaio de fuga para avaliar a qualidade de solos e efeitos de substâncias químicas no comportamento. – Part 2: Test with collembolans (*Folsomia candida*). Rio de Janeiro (Brasil): ABNT; 2011
- ANDRÉA, Mara Mercedes. Abordagens em ecotoxicologia terrestre no Brasil. XII Congresso Brasileiro de Ecotoxicologia, 2012.
- ANVISA - Agência nacional de vigilância sanitária; Regularização de Produtos – Agrotóxicos. Monografias Autorizadas. 2017. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/documents/111215/117782/a11.pdf/06ee492f-745b-4da9-ae2d-a24bd84ae8e9>. Acessado dia 14 de fevereiro de 2021.
- BIANCHI, M.O. Importância de estudos ecotoxicológicos com invertebrados no solo. *Embrapa Agrobiologia Seropédica*, RJ, 2010. p. 13, 18. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/50057/1/DOC266-10.pdf>. Acesso em: 20 de março de 2021.
- BRASIL, Assembleia Legislativa do Estado de São Paulo. Projeto sobre fiscalização de agrotóxico na agricultura. 2019. Disponível em: <https://www.al.sp.gov.br/noticia/?10/04/2019/projeto-sobre-fiscalizacao-de-agrotoxicos-na-agricultura&textoBusca=147/2018;lei;projeto&fRealca=T>. Acesso em: 15 de janeiro de 2021.
- BUCH, A.C.; NIEMEYER, J.C.; FERNANDES CORREIA, M.E.; SILVA-FILHO, E.V. Ecotoxicidade do mercúrio para *Folsomia candida* e *Proisotoma minuta* (Collembola: Isotomidae) em solos tropicais: Linha de base para avaliação de risco ecológico *Ecotoxicol. Environ. Saf.*, 127 (2016), pp. 22 de - 29 de, 10.1016/j.j.ecoenv.2016.01.009.
- BULA HERBIPAK 500 BR. Registrado no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento sob nº 0128405. Disponível em: <http://www.adapar.pr.gov.br/arquivos/File/defis/DFI/Bulas/Herbicidas/herbipak500br.pdf>. Acesso em 15 de janeiro de 2021.
- CARNEIRO, F. F. 2015. Dossiê ABRASCO: um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde. EPSJV/Expressão Popular. Rio de Janeiro/São Paulo. Escola Politécnica de Saúde Joaquim Venâncio Expressão Popular, 2015. Disponível em: https://www.abrasco.org.br/dossieagrotoxicos/wp-content/uploads/2013/10/DossieAbrasco_2015_web.pdf. Acessado em: 15 de fevereiro de 2021.
- COLEMAN, D.C.; CROSSLEY, D.A.J. *Fundamentals of soil ecology*. San Diego: Academic, 1995. 205p.
- CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento; Acompanhamento da Safra Brasileira. V. 2 – Safra 2018/2019 – N4, 2019. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safra>. Acesso em: 19 de junho de 2021.
- COSTA, D.G da, CAMPOS, T.M.P. de; CESAR, R.G.; CASTILHOS, Z.C.; ROCHA, B.C.R.C. da. Ecotoxicidade do 2,4-D a oligoquetas em função do tipo de solo. 2015. *Rev. Bras. Herbic.* 2015;14:248-255.
- COYLE, D.R.; NAGENDRA, U.J.; TAYLOR, M.K.; CAMPBELL, J.K.; CUNARD, C.R.; JOSLIN, A.H.; MAC JR. Respostas da fauna do solo a distúrbios naturais, espécies invasoras e mudanças climáticas globais: estado atual da ciência e um apelo à ação. *Soil Biol. Biochem.* 110 (2017), pp. 116 – 133.
- De SANTOS F.B.; RAMOS, G.A.R.; FILHO, A.M.R.; MARCHIORO, C.A.; NIEMEYER, J.C. *Revista de Ciências Agroveterinárias* 19 (2): 2020 Universidade do Estado de Santa Catarina. DOI: 10.5965/223811711922020217.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Responsabilidade socioambiental. 2014. Disponível em: <https://www.embrapa.br/meio-ambiente/responsabilidade-socioambiental>. Acesso em: 12 de fevereiro de 2021.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 2020. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/55415349/exportacoes-do-caffe-soluvel-brasileiro-atingem-volume-equivalente-a-294-milhoes-de-sacas-de-60kg-em-nove-meses>. Acesso em: 18 de janeiro de 2021.
- FIOCRUZ. Governo federal prepara decreto para mudar a regulação sobre o registro de agrotóxicos por André Antunes - EPSJV/Fiocruz - Atualizado em 13/05/2021. Disponível em: <https://www.epsjv.fiocruz.br/noticias/reportagem/governo-federal-prepara-decreto-para-mudar-a-regulacao-sobre-o-registro-de>. Acesso em: 30 de janeiro de 2021.

- GIORDANI, I., BUSATTA, E., BONFIM, E., OLIVEIRA FILHO, LC, BARETTA, D., & BARETTA, C. (2021). Efeito da toxicidade em *Folsomia candida* pelo uso de fungicida e inseticida em solo subtropical. *Revista Brasileira de Ciências Ambientais (Online)*, 56 (1), 91-98. <https://doi.org/10.5327/Z2176-947820200692>
- HUND-RINKE, K.; WIECHERING, H. Earthworm avoidance test for soil assessment. *Journal for Soils Sediments*, v. 1, p. 15-20, 2001. DOI: 10.1007/BF02986464.
- INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS, IBAMA. Brasil: Boletins anuais de produção, importação, exportação e vendas de agrotóxicos no Brasil. [cited 2018 oct 09]. Available from: <http://www.ibama.gov.br/agrotoxicos/relatorios-de-comercializacao-de-agrotoxicos>.
- LEWIS, S.E.; SILBURN, D.M.; KOOKANA, R.S.; SHAW, M. Comportamento, destino e efeitos dos pesticidas nos trópicos: uma visão geral do estado atual de conhecimento. *J. Agric. Food Chem.*, 64 (2016) , pp. 3917 - 3924 , 10.1021 / acs.jafc.6b01320.
- MAPA, Ministério da agricultura, pecuária e abastecimento. Registros concedidos - 2005-2020. 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/agrotoxicos/informacoes-tecnicas>. Acesso em 20 de novembro de 2020.
- NATAL DA LUZ, T.; RIBEIRO, R.; SOUSA, J. P. Avoidance tests with collembola and earthworms as early screening tools for site specific assessment of polluted soils. *Environmental Toxicology and Chemistry*, New York, v. 23, p. 2188-2193, 2004.
- NIVA, C. C. (2019). *Ecotoxicologia terrestre: métodos e aplicações dos ensaios com oligoquetas*. Cintia Carla Niva, George Gardner Brown, editores técnicos. Brasília, DF: EMBRAPA.
- NUNES, M.E.T.; DAAM, M.A.; ESPÍNDOLA, E.L.G. Sobrevivência, morfologia e reprodução de *Eisenia andrei* (Annelida, Oligochaeta) afetada por Vertimec® 18 EC (ai abamectin) em testes realizados em condições tropicais. *Appl. Soil Ecol.* 100 (2016), pp. 18 de - 26 de, 10.1016 / j.apsoil.2015.11.023.
- OLIVEIRA, JULIANA JACOMINI. Avaliação da toxidade do herbicida ametrina para *Folsomia candida* e *Enchytraeus crypticus* em latossolo vermelho e solo artificial / Dissertação de mestrado. Unicamp – Limeira, SP: [s.n.], 2021.
- SILVA, J. M.; ZINI, C. A.; CARAMÃO, E. B. Aplicação da cromatografia gasosa bidimensional abrangente com microdetector de captura de elétrons para determinação de agrotóxicos em sedimentos. *Química Nova*, v. 34, n. 6, p. 962-967, 2011.
- SOUZA, M.; SEIBERT, D. de; QUESADA, H.B.; BASSETTI, F.D.J.; FAGUNDES-KLEN, M.R.; BERGAMASCO, R. Ocorrência, impactos e aspectos gerais dos pesticidas em águas superficiais: uma revisão. *Processo Saf. Environ. Prot.* 135 (2020), pp. 22 de- 37, 10.1016/j.psep.2019.12.035.
- STATISTIC. StatSoft, Inc. (2004). *STATISTICA (data analysis software system)*, version 7.
- TRIQUES, M.C.; OLIVEIRA, D.; GOULART, B.V.; MONTAGNER, C.C.; ESPÍNDOLA, E.L.G.; MENEZES-OLIVEIRA, V.B. de. Assessing single effects of sugarcane pesticides fipronil and 2,4-D on plants and soil organisms, *Ecotoxicology and Environmental Safety*, Vol. 208, 2021, 111622, ISSN 0147-6513, <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2020.111622>.
- ZORTÉA, T.; BARETTA, D.; MACCARI, A. P.; SEGAT, J. C.; BOIAGO, E. S.; SOUSA, J. P.; SILVA, A. S. Comportamento de fuga de colêmbolos expostos a solos contaminados com Cipermetrina. *REVISTA SCIENTIA AGRARIA (SA)*, 2015, Nº 4, VOL 16, PÁGINA 49-58.

Recebido para publicação em 18/05/2021, aprovado em 10/09/2021 e publicado em 30/10/2021.

