



Avaliação ecotoxicológica de cinzas sobre a sobrevivência de colêmbolos *Folsomia candida* em solos do Estado de Santa Catarina⁽¹⁾.

André Júnior Ogliari⁽²⁾; Carolina R. Duarte Maluche Baretta⁽³⁾; Ana Paula Maccari⁽⁴⁾; Elston Kraft⁽⁵⁾; Vanessa Mignon Dalla Rosa⁽⁶⁾; Dilmar Baretta⁽⁷⁾.

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos da Universidade Comunitária da Região de Chapecó.

⁽²⁾ Bolsista de Iniciação Científica; Universidade Comunitária da Região de Chapecó, Chapecó, Santa Catarina; E-mail: andre_ogliari@unochapeco.edu.br; ⁽³⁾ Professora orientadora; Universidade Comunitária da Região de Chapecó e Centro de Educação Superior do Oeste da Universidade do Estado de Santa Catarina; ⁽⁴⁾ Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Universidade do Estado de Santa Catarina; ⁽⁵⁾ Acadêmico do curso de Agronomia; Universidade Comunitária da Região de Chapecó; ⁽⁶⁾ Acadêmica do curso de Zootecnia, Universidade do Estado de Santa Catarina; ⁽⁷⁾ Professor, Centro de Educação Superior do Oeste da Universidade do Estado de Santa Catarina.

RESUMO: A utilização de cinzas como fonte de nutrientes está sendo cada vez mais utilizada; no entanto, o seu uso excessivo pode causar danos ao solo por possuir metais pesados, podendo ocorrer contaminação por resíduos tóxicos e o desequilíbrio entre os nutrientes. O estudo objetivou avaliar por meio de testes ecotoxicológicos padronizados (ISO), o efeito de doses de cinzas sobre a taxa de sobrevivência de colêmbolos da espécie *Folsomia candida*. O teste de letalidade seguiu as recomendações da ISO 11267 (1999), e foi conduzido em delineamento experimental inteiramente casualizado com cinco repetições. Para o estudo foram utilizadas amostras da camada superficial (0,20m) de um Latossolo Vermelho distrófico e Neossolo Quartzarênico órtico típico; e cinzas provenientes de resíduos de caldeiras da indústria do segmento de alimentação animal. O solo artificial tropical (SAT) foi utilizado como padrão para o teste ecotoxicológico. Para o teste, o pH dos solos naturais e do SAT foram corrigidos para $6,0 \pm 0,5$ e umidade ajustada para 60% da máxima capacidade de retenção de água (CRA). Os tratamentos foram: T1) sem adubação e sem cinza; T2) adubação química recomendada e; cinzas a 5 ton.ha⁻¹ (T3); 10 ton.ha⁻¹ (T4) e 20 ton.ha⁻¹ (T5). Os resultados obtidos mostram que a sobrevivência dos organismos no Latossolo não foi significativamente afetada pela aplicação de doses crescentes de cinzas. No Neossolo foram encontrados efeitos significativos na sobrevivência dos colêmbolos pela aplicação de 20 ton.ha⁻¹ de cinzas. Sugerem-se mais estudos envolvendo outras doses e organismos para avaliar o efeito de toxicidade das cinzas.

Termos de indexação: Ecotoxicologia terrestre; fauna edáfica; resíduos orgânicos.

INTRODUÇÃO

O crescente uso de fertilizantes químicos atenta para a necessidade de um manejo do solo, com alternativas mais sustentáveis de adubação.

Segundo Alves et al. (2008) a adubação orgânica pode ser uma alternativa para o fornecimento de nutrientes para as plantas. No entanto, quando a aplicação de resíduos orgânicos no solo é realizada de maneira inadequada, pode afetar o meio ambiente, contaminando o solo (Cassol et al., 2001) e podendo influenciar a fauna edáfica (Baretta et al., 2003).

A utilização de cinzas de biomassa vegetal como fonte de nutrientes está sendo cada vez mais utilizada por ser um ótimo corretivo de solo, contribuindo com a elevação do pH e liberação de nutrientes essenciais para as plantas. As cinzas apresentam-se como fonte alternativa e barata de nutrientes para as plantas; porém, nada sabe-se sobre o efeito das cinzas sobre atributos biológicos do solo.

Estudos para conhecimento dos efeitos das substâncias são importantes para evitar a extinção dos organismos presentes em um determinado local (Magalhães & Ferrão-Filho, 2008). Deste modo, a ecotoxicologia torna-se uma ferramenta para avaliar os efeitos dos resíduos orgânicos em diferentes espécies de organismos (Segat, 2012; Maccari, 2014).

Ensaio ecotoxicológicos são realizados utilizando organismos bioindicadores de qualidade do solo. Assim, na presença de poluentes tóxicos tais organismos podem se intoxicar, morrer ou sobreviver, incorporar ou até bioacumular esses poluentes em seus tecidos, quantificando e qualificando o efeito da substância adicionada ao solo sobre a diversidade e funcionalidade da fauna edáfica (Andréa, 2008).

Segundo Segat et al. (2012) a espécie *Folsomia candida* é uma das espécies padrões de colêmbolos utilizados nos testes, sendo sensível a presença de algumas substâncias contaminantes, representando assim as demais espécies de colêmbolos, os quais são considerados indicadores ambientais por participarem de processos biológicos importantes do solo, como a decomposição da matéria orgânica (Damé et al., 1996).



O estudo teve por objetivo avaliar por meio de testes padronizados (ISO) o efeito da aplicação de cinzas com potencial fertilizante, sobre a taxa de sobrevivência de colêmbolos da espécie *Folsomia candida*.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Solos e Sustentabilidade da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC/CEO), no Campus de Chapecó, SC. Para o estudo foram utilizadas amostras da camada superficial de dois solos, classificados de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2013), como Latossolo Vermelho distrófico (Latossolo), coletado no município de Coronel Freitas, SC e Neossolo Quartzarênico órtico típico (Neossolo), coletado no município de Araranguá, SC. Ambos os solos, foram coletados na camada de 0 – 0,20 m, secos em estufa a 65 °C e tamisados em peneiras de 2 mm, para separação de resíduos vegetais e agregados de solo.

As cinzas utilizadas são provenientes de resíduos de caldeiras de indústria do segmento de produção de ingredientes para alimentação animal, localizada na região de Nova Itaberaba – SC.

O solo artificial tropical (SAT) foi utilizado como solo padrão para o teste ecotoxicológico, e consiste em uma mistura de 70% de areia industrial fina, 20% de areia caulínica e 10% de fibra de coco seca e peneirada (Garcia, 2004).

Tratamentos e amostragens

Para o teste, o pH dos solos naturais e do SAT foram corrigidos para $6,0 \pm 0,5$ com adição de CaCO_3 (ISO 10390, 2005) e a umidade ajustada para 60% da máxima capacidade de retenção de água (CRA) (ISO 11465, 1993).

Os tratamentos consistiram em doses de cinzas aplicadas ao Latossolo e Neossolo e adubação química: T1) sem adubação e sem cinza (controle); T2) adubação química recomendada; T3) 5 ton.ha⁻¹ de cinza; T4) 10 ton.ha⁻¹ de cinza e T5) 20 ton.ha⁻¹ de cinza. O experimento foi conduzido sob delineamento experimental inteiramente casualizado, com cinco repetições.

Os exemplares de *Folsomia candida* utilizados nos testes foram obtidos de culturas em laboratório mantidas à temperatura de 20 ± 2 °C e fotoperíodo de 12:12 h (luz/escuro). Para o ensaio, foram utilizados indivíduos com idade entre 10-12 dias de vida, obtidos a partir de culturas sincronizadas.

O ensaio de letalidade de *F. candida* seguiu as recomendações da ISO 11267 (1999). Para tanto, em recipientes plásticos com altura de 6,5 cm e diâmetro de 3,5 cm foram adicionados 30 g de solo

(peso úmido). Cada unidade experimental recebeu 10 indivíduos. No início do teste e após 14 dias decorridos, os organismos foram alimentados com fermento biológico e semanalmente a umidade do solo foi corrigida. Após 28 dias do início do teste foi realizada a avaliação de sobrevivência.

Análise Estatística

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA *One-way*), seguido pelo teste Dunnett ($p < 0,05$) utilizando Software Statistica 7.0 (STATSOFT, 2004).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teste cumpriu os critérios de validação de acordo com a respectiva norma ISO 11269 (1999). A taxa de sobrevivência dos colêmbolos no solo controle foi \geq que 80% (média de 94%) e o coeficiente de variação foi inferior a 30 % (CV = 5,82).

Os resultados obtidos no teste de letalidade mostram que a taxa de sobrevivência dos colêmbolos no Latossolo não foi significativamente afetada pela aplicação de doses crescentes de cinzas (**Figura 1**). No Neossolo a sobrevivência dos organismos não foi afetada pela aplicação de 5 e 10 ton ha⁻¹ de cinzas sendo significativamente afetada apenas na maior dose testada (20 ton ha⁻¹) (**Figura 2**). A adubação química não apresentou efeitos negativos para os colêmbolos em ambos os solos avaliados (**Figuras 1 e 2**).

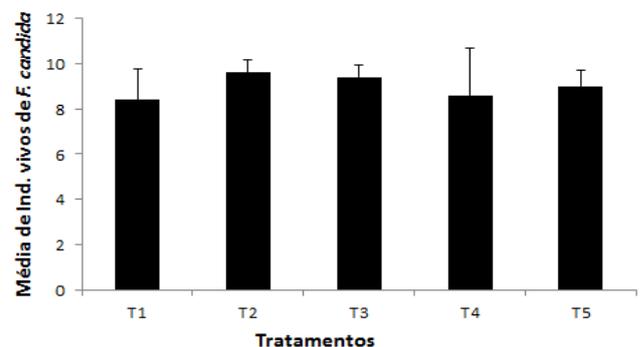


Figura 1. Média de Indivíduos (Ind.) vivos de *Folsomia candida* em Latossolo Vermelho distrófico contaminado com doses crescentes de cinzas. *Diferença estatística significativa ($*p \leq 0,05$) pelo teste de Dunnett. (⊥) Desvio padrão (n = 5).

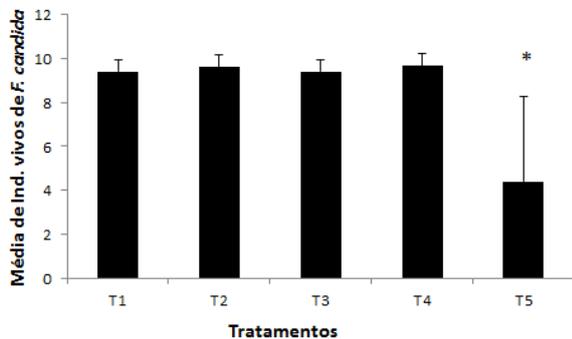


Figura 2. Média de Indivíduos (Ind.) vivos de *Folsomia candida* em Neossolo Quartzarênico órtico típico contaminado com doses crescentes de cinzas. *Diferença estatística significativa ($p \leq 0,05$) pelo teste de Dunnett. (–) Desvio padrão ($n = 5$).

Neste trabalho, a discussão dos dados obtidos a aplicação de cinzas sobre a ecotoxicologia do solo tiveram como base estudos com outros resíduos já testados, uma vez que não existem dados de literatura com a aplicação de cinzas em ecotoxicologia.

Os resultados obtidos no presente estudo indicam que os solos apresentam diferentes capacidades de suporte em termos de aplicação de cinzas como fertilizante. De acordo com Kuperman et al. (2009) os atributos do solo podem afetar diretamente os organismos, como também influenciar na disponibilidade dos contaminantes ao solo.

A alta mortalidade dos colêmbolos observada no Neossolo na maior dose testada (20 ton ha⁻¹) pode estar associada ao aumento no pH do solo com a adição de doses crescentes de cinzas (**Tabela 1**). De acordo com Jänsch et al. (2005) a espécie de *F. candida* apresenta uma grande variabilidade de tolerância ao pH, com valores de 3,2 a 7,6.

Tabela 1. Valores de pH (KCl) obtidos no final do ensaio de letalidade com *Folsomia candida* para Latossolo Vermelho distrófico e Neossolo Quartzarênico órtico típico contaminado com doses crescentes de cinzas.

Latossolo	
Doses	pH
Testemunha	5,86
5 ton.ha ⁻¹	6,13
10 ton.ha ⁻¹	6,34
20 ton.ha ⁻¹	6,46
Neossolo	
Doses	pH
Testemunha	4,90
5 ton.ha ⁻¹	6,69
10 ton.ha ⁻¹	6,80
20 ton.ha ⁻¹	8,07

Oliveira Filho (2013), em ensaios ecotoxicológicos utilizando *Folsomia candida* como bioindicador de qualidade de solo e resíduo da mineração de carvão encontrou altos índices de letalidade nas doses testadas para Cambissolo e Argissolo, mostrando que os organismos apresentam sensibilidade elevada à aplicação de resíduo de carvão. Domene et al. (2007) avaliaram diferentes resíduos orgânicos adicionados ao solo sobre a sobrevivência de colêmbolos e encontraram também altos índices de letalidade.

CONCLUSÕES

A adição de doses crescentes de cinzas no Latossolo não afetou a taxa de sobrevivência dos colêmbolos.

No Neossolo a aplicação de 20 ton ha⁻¹ de cinzas afetou negativamente os colêmbolos *F. candida*.

Recomenda-se realizar novos estudos incluindo outras doses e organismos para avaliar a toxicidade desse resíduo, devido não possuir estudos do mesmo sobre os organismos.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Universidade da Região de Chapecó – UNOCHAPECÓ pela concessão da bolsa e também ao Laboratório de Ecotoxicologia, do Centro de Educação Superior do Oeste, da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC/CEO), campus Chapecó – SC, por ceder o espaço físico para realização do experimento.

REFERÊNCIAS

ALVES, M. V.; SANTOS, J. C. P.; GOIS, D. T. et al. Macrofauna do solo influenciada pelo uso de fertilizantes químicos e dejetos de suínos no Oeste do Estado de Santa Catarina. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 32:589-598, 2008.

ANDRÉA, M. M. Bioindicadores ecotoxicológicos de agrotóxicos. Comunicado técnico 83, 2008. Disponível em: www.biologico.sp.gov.br/artigos_ok.php?id_artigo=83# Acesso em: 20 mai. 2015.

BARETTA, D.; SANTOS, J. C. P.; MAFRA, Á. L. Fauna edáfica avaliada por armadilhas de catação manual afetada pelo manejo do solo na região oeste catarinense. *Revista de Ciências Agroveterinárias*, 2:97-106, 2003.

CASSOL, P. C.; GIANELLO, C. & COSTA, V. E. U. Frações de fósforos em estrumes e sua eficiência como



- adubo fosfatado. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 25: 635-644, 2001.
- DAMÉ, P. R. V.; QUADROS, F. L. F.; KERSTING, C. E. B. Efeitos da queimada seguida de pastoreio ou diferimento sobre o resíduo, temperatura do solo e mesofauna de uma pastagem natural. Ciência Rural, 26: 391-396, 1996.
- DOMENE, X.; ALCANIZ, J. M. & ANDRÉS, P. Ecotoxicological assessment of organic wastes using the soil collembolan *Folsomia candida*. Applied Soil Ecology, 35: 461-472, 2007.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de solos. 3 ed. Brasília: Embrapa produção de informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2013. 353p.
- GARCIA, M. V. Effects of pesticides on soil fauna: development of ecotoxicological test methods for tropical regions. Germany: University of Bonn, 2004. 281p. (Ecology and Development Series).
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO 10390: Soil quality – Determination of pH. Geneva, Switzerland, 2005.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION . ISO 11465. Soil quality: Determination of dry matter and water content on a mass basis – Gravimetric method. Geneva, Switzerland, 1993.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION - ISO. Soil quality - Inhibition of reproduction of Collembola (*Folsomia candida*) by soil pollutants. ISO 11267. International Organization for Standardization, Geneva, 1999.
- JÄNSCH, S.; AMORIM, M.; RÖMBKE, J. Identification of the ecological requirements of important terrestrial ecotoxicological test species. Environmental Reviews, 13: 51-83, 2005.
- KUPERMAN, R. G.; CHECKAI, R. T.; GARCIA, M. V. B. State of the science and the way forward for the ecotoxicological assessment of contaminated land. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.44, p.811-824, 2009.
- MACCARI, A. P. Avaliação ambiental do uso de dejetos de suínos por meio de ensaios ecotoxicológicos em solos do Estado de Santa Catarina. 2014 - 135f. Dissertação (Mestrado) – Ciência do Solo, Universidade do Estado de Santa Catarina.
- MAGALHÃES, D. P. & FERRÃO FILHO, A. S. A ecotoxicologia como ferramenta no biomonitoramento de ecossistemas aquáticos. Oecologia Brasiliensis, 12: 355-381, 2008.
- OLIVEIRA FILHO, L. C. I. Análise de risco ecológica e mesofauna em áreas de mineração. Tese Doutorado em Manejo do Solo - Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias, Lages, SC, 2013.
- SEGAT, J. C. Avaliação Ecotoxicológica do uso de dejetos de suínos em solos de Santa Catarina. 2012. 130p. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Programa de Pós-Graduação em Solos e Nutrição de Plantas. Universidade de São Paulo. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP. 2012.
- STATSOFT, Inc., STATISTICA (data analysis software system). version 7, 2004. Disponível em: <http://www.statsoft.com>.