

Utilização de biochar de dejetos bovino com casca de arroz para mitigação de solos contaminados com rejeito de mineração

Use of bovine manure with rice husk biochar to mitigate soils contaminated with mining waste

Caroline Aparecida Matias^{1*}, Betel Cavalcante Lopes¹, Daniely Neckel Rosini¹, Sofia Ines Verdugo Palma¹, Fernanda Cantoni², Mari Lucia Campos¹

¹Laboratório de Levantamento de Análises Ambientais, Departamento de Solos, Universidade do Estado de Santa Catarina - Centro de Ciências Agroveterinária, Lages-SC, Brasil.

²Doutora em Ciência do Solo, Universidade do Estado de Santa Catarina - Centro de Ciências Agroveterinária, Lages-SC, Brasil.

*Autora para correspondência: carolineaparecidamatias@gmail.com.

RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar a eficiência do biochar de dejetos bovino com casca de arroz para mitigação da toxicidade de elementos-traço no crescimento de plantas de soja em solos contaminados com rejeito de mineração. O solo foi coletado em área contaminada com rejeito piritoso localizada no município de Lauro Muller, Santa Catarina. O biochar foi produzido através do processo de pirólise sob 600 °C por 90 min. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com cinco repetições. Os tratamentos consistiram em aplicação de doses crescentes de biochar de dejetos bovino com casca de arroz (0,0; 7,5; 15,0 e 30,0 %) no solo. Foram avaliadas as variáveis de altura de plantas (cm), índice SPAD (cm), área foliar total (cm), comprimento foliar (cm), largura foliar (cm) e massa seca total (g). Os dados foram submetidos à análise de variância utilizando o teste F, ao nível de significância de 5%. Os modelos foram ajustados em equações de regressão linear e quadrática. Para altura de planta observou-se decréscimo linear de 54,87% para a máxima dose de biochar. Enquanto o índice SPAD aumentou linearmente, alcançando 7,61%, 8,40 e 11,23% para as doses de 7,5; 15 e 30%, respectivamente. A massa seca total apresentou redução linear de 54,55 para a dose de 30% de biochar. O biochar de dejetos bovino com casca de arroz não representa uma alternativa eficiente para mitigação da toxicidade dos elementos-traço no crescimento de plantas de soja em solos contaminados com rejeito de mineração.

Palavras-chave: Mineração. Soja. Biochar.

Realização:



Apoio:



ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the efficiency of bovine manure with rice husk biochar on the growth of soybean plants in soils contaminated with pyrite waste. The soil was collected in an area contaminated with pyrite waste located in the municipality of Lauro Muller, Santa Catarina. The biochar was produced through the pyrolysis process under 600 °C for 90 min. The experimental design was completely randomized, with five replications. The treatments consisted of applying increasing doses of bovine manure with rice husk biochar (0.0; 7.5; 15.0 and 30.0%) to the soil. The variables of plant height (cm), SPAD index (cm), total leaf area (cm), leaf length (cm), leaf width (cm) and total dry mass (g) were evaluated. Data were examined by analysis of variance using the F test, at a significance level of 5%. The models were fitted under linear and quadratic regression. For plant height, a linear decrease of 54.87% was observed for the maximum dose of biochar. While the SPAD index increased linearly, reaching 7.61%, 8.40 and 11.23% for doses of 7.5; 15 and 30%, respectively. The total dry mass showed a linear reduction of 54.55 for a dose of 30% biochar. The bovine manure with rice husk biochar does not represent an efficient alternative for mitigating the toxicity of trace elements in the growth of soybean plants in soils contaminated with mining tailings.

Keywords: Mining. Soy. Biochar.

1 INTRODUÇÃO

O carvão mineral é um combustível fóssil, fonte de energia não renovável. No estado de Santa Catarina, a exploração do carvão concentra-se, essencialmente, na região sul, destinando o uso, exclusivamente, para a geração termoelétrica (SILVESTRINI; D'AQUINO, 2020).

A atividade de mineração desencadeia problemas ambientais, modificando a estrutura do meio ambiente, em decorrência da disposição inadequada dos rejeitos piritosos, contaminando águas superficiais e subterrâneas, alterando a atmosfera ao entorno das minas e, também, reduzindo a qualidade do solo (SILVA; FERREIRA, 2015).

A utilização de biochar para a mitigação dos constituintes do rejeito piritoso é uma alternativa sustentável (MOODLEY *et al.*, 2018). O uso de biochar proveniente da mistura de dejetos bovinos com casca de arroz é motivado pela abundante quantidade de biomassa produzida (EPAGRI, 2021). Ainda, a utilização deste biochar é fundamentada

Realização:



Apoio:



pela interação existente entre os grupos funcionais do biochar com os grupos químicos dos poluentes inorgânicos e orgânicos (ZHANG *et al.*, 2019; PANAHI *et al.*, 2020).

Portanto o objetivo deste estudo foi avaliar a eficiência do biochar de dejetos bovino com casca de arroz para mitigação da toxicidade de elementos-traço no crescimento de plantas de soja em solos contaminados com rejeito de mineração.

2 METODOLOGIA

O experimento foi realizado, entre fevereiro e julho de 2019, na casa de vegetação localizada no Departamento de Solos e Recursos Naturais da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), no município de Lages. O solo foi coletado, na profundidade de 0-40 cm, em uma área contaminada com rejeito piritoso localizada no município de Lauro Muller, Santa Catarina. Posteriormente, o solo foi seco ao ar livre, triturado e peneirado em malha de 4 mm de abertura. Logo após, realizou-se análise química (Tabela 1) consoante metodologia de Tedesco *et al.* (1995), EMBRAPA (1997) e USEPA (1996).

Tabela 1 - Análise química de solo contaminado com rejeito piritoso.

	pH H ₂ O	pH KCl	M.O	C.O	CTC	Al	Ca	K	P	Zn	Cu	Mn
			--- %	---	---	cmol/dm ³	---			mg/dm ³	---	
Solo	4,4	4,1	0,2	0,12	8,9	8,2	0,26	75	0,7	5,4	0,1	1,9

O biochar foi produzido a partir da pirólise, em mufla, do dejetos bovino com casca de arroz sob condição de ausência de O₂ e temperatura de 600 °C durante 90 min.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com cinco repetições. Os tratamentos consistiram em aplicação de doses crescentes de biochar de dejetos bovino (0,0; 7,5; 15,0; 30,0 %) no solo. Destacando que o tratamento 0,0% de biochar recebeu adubação mineral (NPK).

Em cada unidade experimental (vasos) foram semeadas três sementes de soja (*Glicine max* L.) com 1,5 kg de solo dos tratamentos. O período de cultivo foi de 21 dias após a emergência de 50 % do controle, segundo protocolo OECD 208 (OECD, 2006). Ainda, para controle da umidade foi realizado a pesagem diária dos vasos e adição de água destilada, a fim de manter a umidade ao entorno de 70% da capacidade de campo do solo.

Realização:



Apoio:



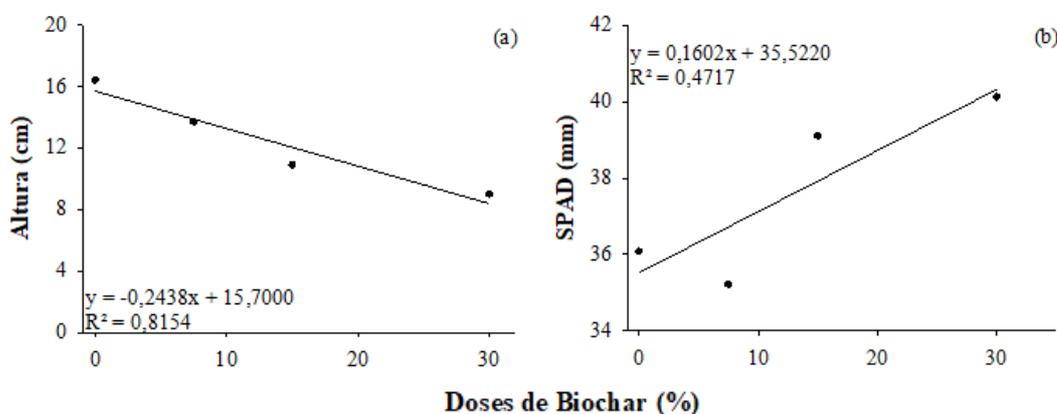
Logo após o estágio de florescimento as variáveis de altura de plantas (cm), índice SPAD (cm), área foliar total (cm), comprimento foliar (cm), largura foliar (cm), e massa seca total (MST) (g). A medição do índice SPAD foi realizada entre 09h00min e 10h00min da manhã em folhas totalmente expandidas, sem sintomas de toxidez e/ou doenças visíveis. A determinação de comprimento, largura e área foliar foi conduzida com uso de régua graduada. Por fim, para a determinação de MST foi conduzido a secagem das plantas em estufa sob condição de 65 °C até identificar-se massa constante, seguindo com a pesagem em balança analítica.

Os dados foram submetidos à análise de variância utilizando o teste F, considerando o nível de significância de 5%. Os modelos foram ajustados em equações de regressão linear e quadrática utilizando o software Sigma Plot 12.5.

3 RESULTADOS

Houve interação entre as doses de biochar com altura de planta e índice SPAD, como apresentado na Figura 1. Para a variável altura ocorreu redução linear de 54,87% para a dose de 30% de biochar. Enquanto para o índice SPAD aumentou linearmente com o aumento das doses de biochar, alcançando 7,61%, 8,40 e 11,23% para as doses de 7,5; 15 e 30%, respectivamente.

Figura 1- Altura de planta (a) e índice SPAD (b) de plantas de soja submetidas a diferentes doses de biochar de dejetos bovinos com casca de arroz aplicados em solo contaminado com rejeito de mineração.

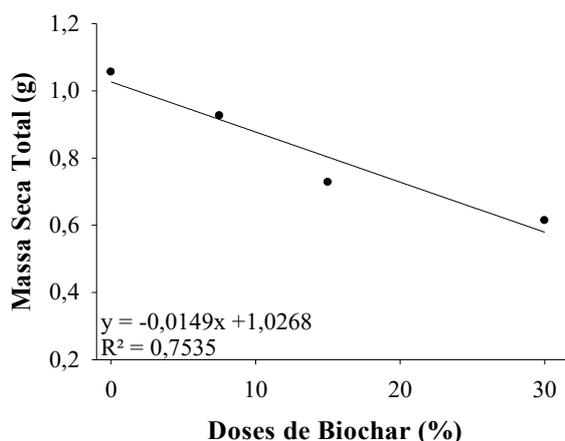


Realização:

Apoio:

Ocorreu interação significativa entre doses de biochar com MST (Figura 2). A regressão da massa seca total apresentou resposta linear com decréscimo de 54,55% para a máxima dose de biochar.

Figura 2- Massa seca total de plantas de soja submetidas a diferentes doses de biochar de dejetos bovinos com casca de arroz aplicados em solo contaminado com rejeito de mineração.



Não houve diferença significativa para comprimento foliar, largura foliar e área foliar total, como apresentado na Tabela 2.

Tabela 2- Valores de comprimento foliar, largura foliar e área foliar total de plantas de soja submetidas a diferentes doses de biochar de dejetos bovinos com casca de arroz aplicados em solo contaminado com rejeito de mineração.

Doses (%)	Comprimento foliar	Largura foliar	Área foliar total
		--- cm ---	
0,0	4,05	2,85	11,59
7,5	3,87	3,20	12,45
15,0	3,83	2,99	11,45
30,0	3,76	3,03	11,34

4 DISCUSSÃO

A altura é um parâmetro bastante utilizado em função da facilidade de obtenção e apresentar respostas diretas as condições do ambiente, como, por exemplo, presença de contaminantes, fertilizantes e entre outros (PORTO *et al.*, 2014). As plantas com maiores alturas no tratamento com 0,0% de biochar deve-se a adubação mineral realizada. Logo, o decréscimo observado ao elevar as doses de biochar é explicado pelo acúmulo dos constituintes do rejeito piritoso no sistema radicular, interferindo diretamente no

Realização:



Apoio:



desenvolvimento vegetativo da planta. Condição similar foi observada por Monteiro et al. (2021), os quais identificaram redução da altura de plantas ao avaliarem o comportamento de esterco bovino como amenizante em substrato composto por rejeito de mineração de cobre.

Ainda, o comportamento para MST corrobora com altura de plantas, isto é, plantas maiores possuem elevado acúmulo de biomassa. Logo, a redução linear de MST para os demais tratamentos deve-se, principalmente, a condição de estresse. Ainda, tal comportamento sinaliza que as plantas de soja apresentam baixa tolerância aos constituintes do rejeito piritoso (ALEXANDRE *et al.*, 2012). Assim como, a presença de biochar de dejetos bovinos com casca de arroz não induz alterações suficientes para alterar o comportamento de altura de planta e MST.

Por sua vez, o índice SPAD foi inversamente proporcional às demais variáveis. Logo, plantas maiores podem apresentar redução de atividade de clorofila, isto é, o maior crescimento de plantas é capaz de desencadear a diluição dos constituintes disponíveis na folha, proporcionando a redução da concentração da clorofila, e, por consequência, o valor médio de SPAD (MOURATO, 2021). O aumento linear do índice SPAD também é explicado pelo potencial do biochar de dejetos bovinos com casca de arroz em adsorver elementos-traço como, por exemplo, manganês (Mn), em decorrência a sua porosidade e presença de grupos funcionais como hidroxilas e carbonilas (CANTONI, 2022). A presença de Mn afeta negativamente a taxa fotossintética, refletindo no menor teor de clorofila nas plantas. Assim, a adsorção do Mn torna-o indisponível para absorção pelas raízes das plantas de soja, favorecendo o incremento da taxa fotossintética, observado pelo aumento do índice SPAD (MAIA, 2019).

5 CONCLUSÃO

O índice SPAD possui incremento linear com o aumento das doses de biochar, sendo inversamente proporcional ao comportamento de altura de planta e massa seca total, as quais apresentaram decréscimo com o aumento das doses.

Logo, a presença de biochar não configura-se como uma alternativa eficiente para mitigar o efeito da toxicidade de elementos-traço de solos contaminados com rejeito de mineração sob o crescimento de plantas de soja.

Realização:



Apoio:



REFERÊNCIAS

- ALEXANDRE, J. R *et al.* Zinco e ferro: de micronutrientes a contaminantes do solo. **Natureza on line, Santa Tereza**, v. 10, n. 1, p. 23-28, 2012.
- CANTONI, F. **Biocarvão e vermicomposto na adsorção de elementos-traço em drenagem ácida de mina de carvão**. 2022. 77 f. Tese (Doutorado) - Curso de Programa de Pós - Graduação em Ciência do Solo, Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, 2022.
- EPAGRI. Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina. **Síntese Anual da Agricultura de Santa Catarina: 2020-2021**.
- MAIA, E. P. V. **Respostas morfofisiológicas de sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* benth.) associado a micorrizas arbusculares e rizóbios em solo de mineração de manganês**. 2019. 71 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós - Graduação em Ciência do Solo, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019.
- MOODLEY, I. *et al.* Environmentally sustainable acid mine drainage remediation: Research developments with a focus on waste/by-products. **Minerals Engineering**, v. 126, p. 207-220, 2018.
- MONTEIRO, S. S. *et al.* Biofertilizante como bioestimulante na germinação de feijão de porco. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 16, n. 1, p. 09-17, 2021.
- MOURATO, J. M. F. **Efeito da aplicação de biochar de *Arundo donax* L. nas propriedades de um Arenossolo e no crescimento de plantas de alface**. 2021. 83 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Agrônômica, Unversidade de Lisboa, Lisboa, 2021.
- PANAHI, H. K. S. *et al.* A comprehensive review of engineered biochar: Production, characteristics, and environmental applications. **Journal of Cleaner Production**, v. 270, p. 122462-122491, 2020.
- PORTO, J. S. *et al.* Índice SPAD e crescimento do tomateiro em função de diferentes fontes e doses de nitrogênio. **Scientia Plena**, v. 10, n. 11, 2014.
- SILVA, L. M. DE.; FERREIRA, R. L. Impacto ambiental pela mineração de carvão no sul de Santa Catarina. **Caderno Meio Ambiente e Sustentabilidade**, v. 6, n. 4, p. 54 – 71, 2015.
- SILVESTRINI, T. A. M.; D’AQUINO, C. A. Dinâmica dos parâmetros oceanográficos em um estuário impactado por atividades de mineração de carvão. **Pesquisas em Geociências**, v. 47, n. 3, 2020.
- TEDESCO, M. J. *et al.* **Análise de solo, plantas e outros materiais**. 2.ed. Porto Alegre: Departamento de Solos, UFRGS. 174p, 1995.
- ZHANG, Z. *et al.* Insights into biochar and hydrochar production and applications: a review. **Energy**, v. 171, p. 581-598, 2019.

Realização:



Apoio:

