

AVALIAÇÃO DE MATERIAIS COMO AMENIZANTES DA TOXIDEZ DE METAIS PESADOS NO SOLO

M. R. Ribeiro Filho^{*1}; *N. Curi*²; *J. O. Siqueira*²

¹Embrapa Solos-UEP Recife, Rua Antônio Falcão, 402, 51020-240, Recife, PE. ²Universidade Federal de Lavras, Caixa Postal 37, 37200-000, Lavras, MG.

*e-mail: mateus@cnp.embrapa.br

Assim como em outros países, a legislação brasileira exige que áreas degradadas por contaminação sejam remediadas, de forma a minimizar os impactos ambientais. A maioria das técnicas de remediação baseia-se em processos de engenharia, que além de apresentarem custos elevados, demandam muito tempo e de certa forma também representam uma agressão ao meio ambiente. No entanto, algumas técnicas baseadas no uso de organismos vivos podem ser economicamente viáveis e ecologicamente aceitáveis, na medida em que visam ao crescimento de vegetação na área (fitoestabilização). O objetivo principal de métodos de fitoestabilização é a redução da fração biodisponível dos metais pesados no solo, de forma a favorecer o crescimento vegetal (Vangronsveld & Ruttens, 1999), o que muitas vezes apenas é conseguido através da adição de materiais com capacidade de retenção de metais ou insumos que favorecem o crescimento vegetal, pela redução do estresse e favorecimento nutricional. No presente trabalho, diferentes materiais foram testados quanto a sua capacidade de favorecer o crescimento vegetal e diminuir a disponibilidade de metais pesados em solo de uma área contaminada por rejeitos de indústria de processamento de zinco. Foram testados seis materiais: lama de mineração, Latossolo Vermelho perférrico, Beringita, “Steel Shots”, Siliférril e superfosfato triplo. A lama de mineração é um resíduo da extração de ferro da empresa Samarco Mineração, Mariana-MG, tendo o material sido obtido de barragem de rejeitos, e consiste no resíduo denominado na empresa de “lama de sílica baixa”, apresentando 75% de Fe₂O₃ (ataque sulfúrico). O Latossolo Vermelho perférrico-LVj foi coletado no Município de Nova Lima-MG (80-150cm, horizonte Bw), tendo o material coletado sido seco ao ar e peneirado a 2mm para então ser utilizado no ensaio. O “Steel Shots” é um material composto basicamente por óxidos de ferro, oriundo da Bélgica, consiste do resíduo deixado por polimentos fortes com limalhas finas de aço. A Beringita é um material mineral obtido pelo aquecimento de resíduos da mineração de carvão na Bélgica (aluminossilicato modificado) e que apresenta um alto potencial de retenção de metais em sua estrutura. O “Steel Shots” e a Beringita são materiais cujos efeitos na remediação de solos contaminados já são largamente estudados, não havendo, no entanto, pelo conhecimento dos autores deste trabalho, nenhum teste com os mesmos em condições brasileiras. O Siliférril é um material obtido do processamento da escória de siderurgia da Mannesmann (V & M do Brasil), produzido pela Siliférril Ambiental, que tem sido utilizado como fonte de silício e micronutrientes na agricultura. O superfosfato triplo foi o produto comercial tradicionalmente utilizado como fertilizante. O solo contaminado utilizado foi proveniente de área de rejeitos de uma unidade de extração e industrialização de zinco da Companhia Mineira de Metais-CMM, localizada no Município de Três Marias-MG, em local que apresenta-se sem vegetação, em estágio avançado de degradação ambiental em razão da presença de Zn (18.683 mg kg⁻¹), Cd (156 mg kg⁻¹), Cu (1.777 mg kg⁻¹) e Pb (551 mg kg⁻¹) em concentrações elevadas (Ribeiro-Filho et al., 1999). O solo contaminado foi então incubado com calcário por um período de 60 dias, utilizando-se um calcário dolomítico com PRNT 100%, 14% de MgO e 35% de CaO, a uma dose de 5 g kg⁻¹ de solo, para diminuir a fitotoxidez dos metais e permitir o ensaio com planta. A dose de calcário foi definida com base nos estudos de Simão (1999) e Accioly (2001), com este mesmo solo. Após a incubação com calcário foram aplicados os tratamentos com os amenizantes em suas respectivas doses. As doses de lama (0;

20; 40; 80 g kg⁻¹), LVj (0; 20; 40; 80 g kg⁻¹), Silifétil (0; 2,5; 10; 25; 50 g kg⁻¹) e superfosfato triplo (0; 5; 10; 20; 50 g kg⁻¹) foram definidas com base na disponibilidade dos metais obtida por extrações simples em ensaios preliminares. As doses de “Steel Shots” (0; 10; 15; 30; 55 g kg⁻¹) e de Beringita (0; 10; 20; 30; 55 g kg⁻¹) foram obtidas com base em estudos realizados em solos contaminados da Bélgica. O solo corrigido com calcário foi então incubado com os tratamentos por um período de 60 dias, em vasos de polietileno com capacidade para 1,5 kg. Durante o período de incubação a umidade foi sempre mantida em 60% do volume total de poros (VTP). Plântulas de mostarda selvagem (*Brassica* sp.), encontrada na região de Lavras-MG, e que se mostrou tolerante à contaminação por metais pesados em estudos anteriores (Carneiro et al., 2001), foram então transplantadas para os vasos contendo os respectivos tratamentos. As plântulas foram transplantadas 40 dias após a semeadura, com 2 a 4 cm de altura, e foram cultivadas por 40 dias sob efeito dos tratamentos. O experimento foi constituído, portanto, de um fatorial 6 x 5 (6 amenizantes e 5 doses), com 5 repetições, totalizando 150 vasos, que foram mantidos em casa-de-vegetação em delineamento inteiramente casualizado. Após os 40 dias, as plantas foram cortadas, separadas entre parte aérea e raiz, secadas em estufa de circulação de ar a 60°C, pesadas e então moídas e submetidas à análise de metais pesados, silício, micro e macronutrientes. Todos os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as equações de regressão ajustadas pelo programa Sigmaplot 8.0, considerando-se a significância, o coeficiente de determinação (R²) e o comportamento dos pontos na escolha das equações. A *Brassica* sp. cresceu muito bem no ensaio realizado, chegando a atingir uma média de altura de mais de 100 cm, apresentando poucos sintomas de fitotoxidez, que apenas se tornaram mais visíveis no tratamento com superfosfato triplo, no qual foi verificada inclusive morte de algumas plantas na dose mais elevada no final do experimento. Para o peso de matéria seca da parte aérea verificou-se efeito significativo para tratamentos e doses, assim como da interação entre estes dois fatores. Todos os tratamentos, com exceção do superfosfato triplo, aumentaram o peso de matéria seca da parte aérea das plantas (Figura 1).

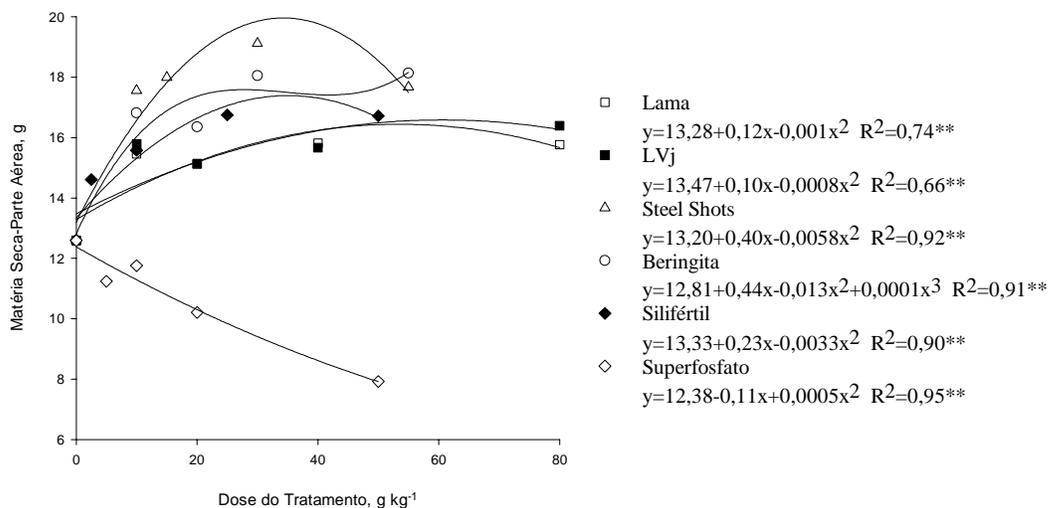


Figura 1. Produção de matéria seca da *Brassica* sp. em solo contaminado com metais pesados, sob efeito de diferentes doses dos tratamentos utilizados.

A lama de mineração e o LVj tiveram comportamentos muito semelhantes, chegando a produção máxima de 16,44 e 16,59 g, respectivamente. Apesar do teor de ferro mais elevado da lama, a mineralogia semelhante desses materiais pode ter sido o fator que determinou o seu comportamento. O “Steel Shots” foi o material que mais promoveu o crescimento da *Brassica* sp., atingindo 19,96 g de matéria seca na dose de 34 g kg⁻¹ de solo, a partir da qual houve decréscimo da produção. A Beringita apresentou, dentro do intervalo de doses estudado, um comportamento de aumento da produção de matéria seca, atingindo 18,16 g na maior dose estudada (55 g kg⁻¹), sugerindo que nas nossas condições de estudo, as doses indicadas pela literatura (Vangronsveld & Ruttens, 1999) seriam insuficientes para alcançar o crescimento máximo. O Silifétil apresentou uma resposta quadrática, tendo atingido um máximo de 17,39 g de matéria seca com 35 g kg⁻¹ de solo do material. Este bom comportamento do Silifétil pode ter sido efeito de uma imobilização de metais no solo, o que ficou claro através da diminuição dos teores de metais extraídos por BaCl₂ com a aplicação deste material. Também pode ter havido um efeito fisiológico do silício na planta, que conforme a regressão atingiu um máximo de 3,78 g kg⁻¹ de Si na parte aérea com 36 g kg⁻¹ de Silifétil no solo, praticamente a mesma dose onde foi obtida a produção máxima de matéria seca. O superfosfato triplo foi o único material que promoveu diminuição do crescimento das plantas. A produção de matéria seca diminuiu de 12,59 g no controle para 7,92 g. Os teores de Zn e Cd na parte aérea das plantas também apresentaram resultados significativos para os efeitos dos tratamentos, das doses, e da interação entre estes dois fatores. A análise de regressão para os teores de Zn revela comportamentos semelhantes entre a lama e o LVj, que apresentaram um ajuste quadrático diminuindo os teores na parte aérea de 1.369 mg kg⁻¹ no controle para 1.172 e 879 mg kg⁻¹, respectivamente, na maior dose utilizada (Figura 2).

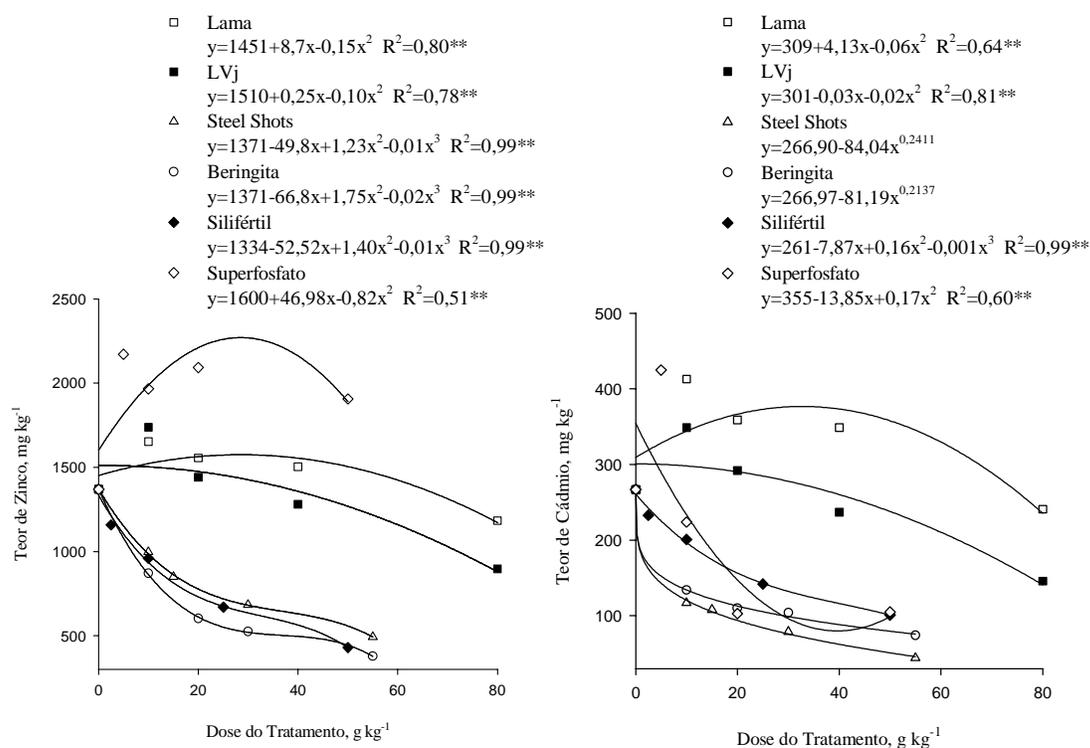


Figura 2. Teores de zinco e cádmio na parte aérea da *Brassica* sp. em solo contaminado com metais pesados, sob efeito de diferentes doses dos tratamentos utilizados.

O “Steel Shots”, a Beringita e o Silifétil também apresentaram ajustes cúbicos muito semelhantes, diminuindo os teores na planta de 1.369 mg kg⁻¹ no controle para 492, 377 e 430 mg kg⁻¹ na maior dose dos respectivos tratamentos. O superfosfato triplo elevou os teores de Zn na parte aérea das plantas, chegando a atingir 2.270 mg kg⁻¹. Com relação aos teores de Cd na planta, a lama e o LVj também apresentaram comportamentos semelhantes, embora o LVj tenha sido mais eficiente em diminuir estes teores de 267 mg kg⁻¹ no controle até 141 mg kg⁻¹ na dose mais elevada, enquanto a lama atingiu 236mg kg⁻¹, também na maior dose (Figura 2). O “Steel Shots”, Beringita e Silifétil também foram muito eficientes em diminuir os teores de cádmio na parte aérea das plantas, embora os dois primeiros tenham diminuído os teores em mais de 45% em relação ao controle já na primeira dose utilizada, chegando até 46 e 76 mg kg⁻¹, respectivamente, na maior dose. O Silifétil apresentou uma diminuição mais gradativa nos teores até atingir 101 mg kg⁻¹ na dose de 50 g kg⁻¹. O superfosfato triplo, apesar de ter diminuído os teores de cádmio na parte aérea das plantas, apresentou um ajuste muito ruim, devido aos dados observados para a dose de 5g kg⁻¹, em média 425 mg kg⁻¹.

Conclui-se que todos os materiais estudados, com exceção do superfosfato triplo, promoveram o crescimento da *Brassica* sp. em solo contaminado por metais pesados. Considerando a biodisponibilidade dos metais no solo, o “Steel Shots”, a Beringita e o Silifétil foram os que mais reduziram a disponibilidade para a *Brassica* sp. e assim promoveram crescimento adequado desta planta em condições de excesso de metais pesados no solo.

ACCIOLY, A.M.A. Amenizantes e estratégias para estabelecimento de vegetação em solos de áreas contaminadas por metais pesados. Lavras, Universidade Federal de Lavras, 2001. 186p. (Tese de Doutorado)

CARNEIRO, M.A.C.; SIQUEIRA, J.O.; MOREIRA, F.M.S. Estabelecimento de plantas herbáceas em solo com contaminação de metais pesados e inoculação de fungos micorrízicos arbusculares. Pesq. Agropec. Bras., 36: 1443-1452, 2001.

RIBEIRO-FILHO, M.R.; CURTI, N.; SIQUEIRA, J.O.; MOTTA, P.E.F. da. Metais pesados em solos de área de rejeitos de indústria de processamento de zinco. R. Bras. de Ci. Solo, 23: 453-464, 1999.

SIMÃO, J.B.P. Mitigação da fitotoxidez de metais pesados no solo, através do uso de materiais orgânicos e inorgânicos. Lavras, Universidade Federal de Lavras, 1999. 135p. (Tese de Doutorado)

VANGRONSVELD, J.; RUTTENS, A. In-situ reclamation techniques for heavy metal contaminated soils. In: SIQUEIRA, J.O.; MOREIRA, F.M.S.; LOPES, A.S.; GUILHERME, L.R.; FURTINI NETO, A.E.; FAQUIN, V.; CARVALHO, J.G., eds. Inter-relação fertilidade, biologia do solo e nutrição de plantas. Lavras, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1999. p.389-404.