

TORTA DE FILTRO E TURFA NA MITIGAÇÃO DE SOLO CONTAMINADO POR METAIS PESADOS E BORO E O USO DA MAMONA COMO FITOEXTRATORA

GUSTAVO S. P. **PINTO**¹; CLEIDE A. **ABREU**²; ADRIANA. M.M. **PIRES**³; OTÁVIO A. **CAMARGO**⁴

Nº 0900018

Resumo: maximo 250 palavras

Até o momento, a maioria das plantas testadas para remediar áreas contaminadas tinha fins alimentares ou florestais. Hoje, o enfoque é para o uso de plantas energéticas, convertendo a biomassa em biodiesel, biogás e calor. Os objetivos deste experimento foram avaliar o desempenho da mamona como fitoextratora de Cu, Zn e B em um LATOSSOLO VERMELHO contaminado com sucata metálica e o efeito da aplicação de compostos orgânicos na disponibilidade desses elementos para a mamona. A torta de filtro e turfa foram aplicadas em 4 doses, baseadas no teor de C orgânico de cada material: 0,0, 20; 40 e 80 t ha⁻¹. A planta teste foi a mamona cultivada por 74 dias. Amostra de solo retirada de cada parcela bem como a parte aérea (caule e flor) e as raízes foram submetidas às análises químicas para determinação de macro e micronutrientes e metais pesados. As plantas não apresentaram sintomas de toxidez de B, Cu e Zn. O tipo de matéria orgânica influenciou significativamente a produção de massa seca do caule, flor e raiz, sendo que a adição de torta de filtro promoveu maior produção. Embora, a aplicação de matéria orgânica não tenha influenciado a concentração de B e de metais pesados disponíveis no solo, tanto no solo como na planta, os seus teores estavam elevados. Concluiu-se que a mamona tem potencial para ser cultivado na área contaminada com sucata metálica e que a turfa e torta de filtro não foram eficientes como mitigadores de metais pesados e B.

Abstract:

-
- ¹ Bolsista CNPq: Graduação em Agronomia, UFSCAR, Araras-SP, ✉ gustavoelfodon@hotmail.com
 - ² Orientador: Pesquisador, CPD SOLOS E RECURSOS AMBIENTAIS/IAC, Campinas-SP
 - ³ Colaborador: Pesquisador, EMBRAPA MEIO AMBIENTE, Jaguariúna-SP
 - ⁴ Colaborador: Pesquisador, CPD SOLOS E RECURSOS AMBIENTAIS/IAC, Campinas-SP

Until the moment, most tried plants to remedy contaminated areas had alimentary or forest ends. Today, the focus is to energetic plants use, converting the biomass in biodiesel, biogas and warmth. The objectives of this experiment were to evaluate the papaw performance as fitoextraction of the Cu, Zn and B in oxisoil contaminated with metallic scrap and the application effect to organic compost in the availability of these elements for the papaw. The filter pie and turf were applied in 4 doses, based in the content of C.organic of each material: 0, 20, 40 and 80 t/ha. The soil sample test plants was the papaw cultivated for 74 days. The soil sample taken of each bit as well as the aerial part (stem) and the roots were submitted to the chemical analyses for macro and micronutrients and heavy metals determination. The plants didn't show toxicity of B, Cu and Zn. The organic matter influenced significantly the production of drought mass of stem and root, and the addition of filter pie caused larger production. However, the organic matter application don't have influenced the concentration of B and of available heavy metals in the soil, so much in the soil as in the plants, their contents were elevated. It concluded that the papae has potential to be cultivated in the area contaminated with metallic scrap and that the turf and filter pie weren't efficient as relievers of heavy metals and B.

Introdução:

No Estado de São Paulo já foram detectadas 2.272 áreas contaminadas, das quais 12% exclusivamente por metais, totalizando 276 áreas (CETESB, 2009). A região de Piracicaba desponta com o segundo lugar em áreas contaminadas, totalizando 352, seguida da Baixada Santista com 1175, sendo que nesta última é situado o pólo industrial de Cubatão. A acumulação no solo de metais pesados e outros elementos, como o boro, é uma importante via de contaminação da cadeia trófica, necessitando de controle. A sua descontaminação tem assumido uma importância crescente, sendo um fator essencial para a sustentabilidade dos recursos naturais e da vida no nosso planeta. Dentre as diferentes opções tecnológicas de remediação, destaca-se a fitoextração, que consiste na absorção pelas plantas de substâncias orgânicas e, principalmente inorgânicas, retirando-as do sistema solo ou água. Estudos comprovaram a eficiência de muitas espécies vegetais empregadas na fitoextração de metais pesados no solo, existindo aproximadamente 400 espécies hiperacumuladoras de diversos metais pesados (Chaney et al., 2000). Hoje, o enfoque é para o uso de plantas energéticas, convertendo a biomassa em biodiesel, biogás e calor (Dejonghe et al., 2007). Assim, essa tecnologia torna-se mais ecologicamente correta – despoli áreas e contribui para o uso de energia menos poluente ao ambiente.

Muitas vezes, o grau de contaminação do solo é altíssimo, fazendo com que a técnica de fitoextração não tenha sucesso devido à dificuldade de estabelecimento da vegetação. Então, nestes casos, é recomendável primeiramente estabilizar o contaminante, reduzindo-o a um nível mais tolerável às plantas e depois aplicar a técnica da fitoextração. Dentre os vários mitigadores de metais, destacam-se a calagem e os materiais orgânicos. Com a elevação do pH a maioria dos metais pesados tem a sua disponibilidade diminuída, e conseqüentemente, menor absorção pelas plantas. Outro mitigador importante é a matéria orgânica que pode formar complexos insolúveis com metais pesados e B, tornando-os menos disponíveis às plantas e, assim, possibilitando o cultivo de plantas em áreas cuja contaminação esteja muito elevada. Portanto, os objetivos deste experimento foram de avaliar o efeito da aplicação de torta de filtro e turfa na disponibilidade de metais pesados e boro e o desempenho da mamoneira, planta bioenergética, no solo que recebeu sucata metálica.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, IAC, usando uma amostra de um NEOSSOLO LITÓLICO coletada na camada de 0-20 cm de profundidade. Esta área foi contaminada devido à adição de resíduo de sucata metálica, com intuito de suprir as necessidades de micronutrientes para a cultura da cana de açúcar.

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 2 X 4, com três repetições, totalizando 24 parcelas experimentais. Cada parcela experimental foi constituída de vaso contendo 5,0 kg de solo e 3 plantas de mamona (*Ricinus communis* L.). Os tratamentos constituíram de dois compostos orgânicos (torta de filtro e turfa) aplicados em quatro doses, que foram baseadas no teor de carbono orgânico de cada material equivalente a 0, 20; 40 e 80 t ha⁻¹ de C. Esses valores corresponderam em g vaso⁻¹, respectivamente, a: 0,0; 37,4; 74,8; 112,2 para a torta e 0,0; 60,5; 121,0; 181,5 para a turfa.

Os materiais orgânicos foram misturados ao solo, homogeneizados e permaneceram incubados por 20 dias, mantendo-se a umidade do solo em 60% por meio de pesagem diária. Decorridos 20 dias após a incubação, foi adicionado o equivalente a 200 mg dm⁻³ de P, na forma de superfosfato triplo, homogeneizando-os. Os tratamentos permaneceram incubados por mais 15 dias conforme descrito anteriormente.

Logo após o período de incubação e antes da semeadura da mamona, o material de solo foi novamente homogeneizado, retirando-se uma amostra para a determinação dos teores totais, método 3051 U.S.EPA, SW-846 (USEPA, 2007), e disponíveis, extrator DTPA a pH 7,3 para metais e água quente para B (Abreu et al., 2001).

Durante a condução do ensaio adicionou-se água para manter 60% da capacidade de retenção de água no solo, por meio de pesagens diárias dos vasos. O nitrogênio, 30 mg Kg⁻¹ de N por aplicação quinzenal, foi na forma de nitrato de amônio. O corte da mamona foi realizado aos 74 dias da semeadura separando parte aérea e raiz. As amostras foram lavadas, secas, pesadas, moídas e submetidas à digestão para quantificação dos teores de macro, micronutrientes e metais pesados (Abreu, 1997). Os resultados analíticos foram submetidos à análise de variância (ANOVA). No caso do teste F significativo foi aplicado teste de Tukey a 5% para comparação de médias entre os materiais orgânicos e análise de regressão para doses.

Resultados e Discussão

Ao longo da experimentação a mamoneira não apresentou sintomas visuais de toxicidade, apesar das altas concentrações de alguns elementos presentes no solo, principalmente Zn e B (Tabela 1).

Quanto ao teor total dos elementos no solo, a aplicação da matéria orgânica afetou somente a concentração de P. Para torta, a média foi de 587 e para turfa de 322 mg kg⁻¹, sendo o efeito das doses linear crescente. Esse resultado é justificado pelo teor de P na torta de filtro (0,38 mg kg⁻¹) que foi, aproximadamente, 8 vezes maior do que o adicionado em massa com base no teor de C pela turfa (0,05 mg kg⁻¹).

Quanto aos teores disponíveis, verifica-se que a adição de torta de filtro aumentou a disponibilidade de P, B e a turfa de Cu (Tabela 1). O efeito das doses foi linear crescente para P pela aplicação de torta e para o Fe devido adição de turfa. A disponibilidade de Zn diminuiu com o aumento da dose de turfa aplicada (Tabela 1).

Chamam atenção os altos teores de B e Zn disponíveis no solo. De acordo com Abreu et al. (2005) valores de B acima de 3 e de Zn entre 100 e 200 mg dm⁻³ causam problemas de toxicidade em muitas plantas.

O efeito da adição de material orgânico ao solo foi refletido somente na produção de massa seca da raiz sendo a maior produção devido à adição de torta (Tabela 2). A falta de resposta da produção de massa seca da parte aérea da mamoneira pode ser justificada, em parte, pela concentração adequada da maioria dos nutrientes, tanto nos tratamentos que receberam a turfa como a torta de filtro, sendo estas respectivamente de, em g kg⁻¹: P (1,1 e 1,32); K (14,5 e 17,0); Ca (11,4 e 15,0); Mg (2,6 e 2,9); S (1,3 e 1,5). Para os micronutrientes, as concentrações foram de, em mg kg⁻¹: B (535 e 625), Cu (5,2 e 5,5); Fe (30 e 41), Mn (11 e 13) e Zn (102 e 107). Ressalta-se, que o teor de B estava muito elevado e a mamoneira não apresentou sintomas de toxicidade, indicando uma alta tolerância desta planta ao excesso de B no solo.

A partir dos índices de translocação e de transferência é possível determinar a eficiência de remoção dos elementos e o tempo, em anos, necessário para a remoção desses do solo. Para remover 90 % de Zn, Cu e B do solo seriam necessários, respectivamente, 725, 13 e 11 anos de cultivo de mamona, sem adição de torta ou turfa: 692, 13 e 11 anos de cultivo, caso aplicasse a turfa; e 473, 17 e 9 anos pela adição de torta de filtro. A adição de torta de filtro foi mais eficiente para o B e a turfa para o Cu.

Conclusões

A adição de matéria orgânica, na forma de torta de filtro e turfa, no solo contaminado de Piracicaba não contribuiu para a maior tolerância ou extração de boro e de metais pesados pela mamoneira.

A mamoneira foi eficiente como fitoextratora de boro e cobre e tolerante a altas concentrações de zinco, podendo ser plantada nesta área multicontaminada.

Agradecimentos

Ao CNPq pela bolsa de iniciação científica e a FAPESP pelo auxílio financeiro ao projeto

Referências Bibliográficas

ABREU, C.A.;RAIJ, B.VAN; ABREU, M.F.; PAZ GONZÁLEZ, A. Routine soil testing to monitor heavy metals and boron. Science Agricola, v.62, p.564-571, 2005.

ABREU, C.A.; ABREU, M.F.; ANDRADE, J.C. Determinação de cobre, ferro, manganês, zinco, cádmio, níquel e chumbo em solos usando a solução de DTPA em pH 7,3 In: RAIJ, van B.; ANDRADE, J.C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A. (Eds.). Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais. Campinas, Instituto Agrônomo, 2001. p.

ABREU, M.F. Extração e determinação simultânea por emissão em plasma de nutrientes e elementos tóxicos em amostras de interesse agrônomo. 1997. 135p. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Campinas.

CETESB - COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. Relação de áreas contaminadas no Estado de São Paulo. <http://www.cetesb.sp.gov.br> (08 de junho de 2009).

USEPA – UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. Method 3051: microwave assisted acid digestion of sediments, sludges, soil and soils (2007). http://www.epa.gov/epaoswer/hazwaste/test/3_series.htm (10 de janeiro de 2009).

Tabela 1. Análise química do solo após a aplicação dos tratamentos.

Trat.	Dose	M.O.	pH	P	V	B	Cu	Fe	Mn	Zn	Cd	Cr	Ni	Pb
	t ha ⁻¹	g dm ⁻³	CaCl ₂	resina	%	A.Q.				DTPA				
			mg dm ⁻³							mg dm ⁻³				
Torta	0	31,0	7,40	42	98	8,77	54	18	12	452	0,7	0,0	1,9	15,1
	20	33,5	7,55	83	97	8,82	54	22	13	435	0,6	0,0	1,8	19,3
	40	32,0	7,50	125	97	8,54	53	27	12	411	0,6	0,0	1,8	28,8
	80	32,0	7,60	176	98	8,62	58	17	13	451	0,7	0,0	2,0	17,1
	Média	32,1	7,51	106	97	8,68	55	21	12	437	0,6	0,0	1,9	20,1
Turfa	0	30,0	7,55	45	98	8,14	69	14	12	452	0,8	0,0	1,9	13,4
	20	31,5	7,55	41	97	7,96	66	18	10	440	0,8	0,0	1,9	20,8
	40	31,5	7,50	42	97	7,92	64	22	11	423	0,8	0,0	1,9	17,6
	80	32,0	7,40	43	96	7,68	57	36	11	377	0,7	0,0	1,8	23,4
	Média	31,3	7,50	43	97	7,92	64	22	11	423	0,8	0,0	1,9	18,8
C.V.														
M.O.		ns	ns	*	ns	*	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Dose		ns	ns	*	*	ns	ns	*	ns	*	ns	ns	ns	ns
M.O.xD		ns	ns	*	*	ns	ns	*	ns	*	ns	ns	ns	ns

CV: causas de variação; **Tipo de M.O.:** tipo de material orgânico (torta de filtro de turfa); **Dose:** doses de carbono orgânico; **M.O. x Dose:** interação do tipo de material orgânico e doses de carbono orgânico; **ns:** não significativo; **(*)** significativo (p<0,05).

Tabela 1. Produção de massa seca (g vaso⁻¹) da parte aérea e raiz da mamoneira em função da dose (t há⁻¹) de torta de filtro e turfa.

Trat.	Turfa					Torta					C.V.		
Dose	0	20	40	80	Média	0	20	40	80	Média	MO	Dose	Int.
P.A	18,48	19,65	18,86	20,84	19,46	18,48	19,49	21,30	20,65	19,98	ns	*	ns
Raiz	4,43	4,76	5,11	5,36	4,91	4,75	5,80	5,57	5,57	5,42	A	*	ns
Total	22,91	24,41	23,97	26,20	24,37	23,23	25,29	26,87	26,22	25,40	ns	*	ns