

USO DE COMPOSTOS ORGÂNICOS PARA REMEDIAR SOLO CONTAMINADO POR METAIS PESADOS E BORO

GISELI CASAGRANDE⁽¹⁾, CLEIDE ABREU⁽²⁾, ADRIANA PIRES⁽³⁾, MARIANA GABOS⁽⁴⁾,
ALINE COSCIONE⁽²⁾

Nº 0800013

Resumo

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 do girassol como remediadora de um NEOSSOLO contaminado com metais pesados e boro e o efeito da aplicação de compostos orgânicos na disponibilidade de metais e de boro para o girassol. A torta de filtro e a turfa foram aplicadas em 4 doses, baseadas no teor de C orgânico de cada material: 0,0, 20; 40 e 80 t ha⁻¹. Cultivou-se o girassol até o florescimento. 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 e de metais pesados. 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 o girassol tem potencial para ser cultivado na área contaminada com sucata automobilística e que a turfa e torta de filtro não foram eficientes como mitigadores de metais pesados e B.

USE OF ORGANIC COMPOSTS TO REMEDIATION CONTAMINATED SOIL WITH HEAVY METALS AND BORON

Abstract

For a considerably long time the majority of tests made with plants aiming the decontamination of certain areas has had solely nutritional and natural purposes. Nowadays, however, the focus is on the use of energetic plants to convert the biomass into biodiesel, biogas and heat. The main objectives of the experiment analyzed in this paper are, firstly, to

⁽¹⁾ Bolsista CNPq: Graduação em Biologia, PUC - Campinas, ✉ giselicasa@hotmail.com

⁽²⁾ Pesquisadora Instituto Agrônomo – C.P.D. em Solos e Recursos Ambientais, 13020-902
Campinas, SP

⁽³⁾ Pesquisadora EMBRAPA Jaguariúna

⁽⁴⁾ Mestre em Gestão de Recursos Agroambientais (IAC)

evaluate the action of the Sun-flower as a remedy to Oxisoil soils contaminated with heavy metals and Boron, and then the effect of organic composts over the availability of heavy metals and boron for the Sun-flower. Filter cake and peat were applied in four doses, based on the amount of C organic of each material: 0,0 ; 20; 40 and 80 t ha⁻¹. The Sun-flower was cultivated until it blossomed. Soil samples were taken from the aerial part (stalk and flower) and from the roots, and then submitted to chemical tests for determination of macronutrients, micronutrients and heavy metals. The plants haven't shown any trace of Boron or heavy metals. The organic substance influenced significantly in producing stalks, flower and roots' dry mass; the addition of the Filter cake stimulated even more such production. Even though the use of organic material has had no influence, whatsoever, over the level of Boron and heavy metals found in the soil, its concentration were high, both in the earth and the plant. Hence, it's possible to conclude that the Sun-flower can be cultivated in areas contaminated with car wreckage, and that, Filter cake and peat aren't effective in attenuating the level of heavy metals and Boron.

Introdução

A limpeza de áreas contaminadas por metais pesados usando técnicas "in situ", como a fitorremediação, tem se mostrado como uma alternativa atrativa por oferecer vantagens em relação às técnicas de engenharia freqüentemente utilizadas. 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 (Dejonghe et al., 2007). Assim, essa tecnologia torna-se mais ecologicamente correta – despolui áreas e contribui para o uso de energia menos poluente ao ambiente. Além disso, pela venda da bioenergia e recuperação dos metais, uma parte do custo da remediação poderá ser recuperada, tornando a técnica da fitoextração mais econômica.

Em áreas contaminadas, com altíssimos teores de metais, impedindo o crescimento das plantas e, conseqüentemente o sucesso da fitorremediação, é recomendável fazer previamente uma imobilização parcial dos elementos contaminantes do solo. Dentre os vários mitigadores de metais, destacam-se os materiais orgânicos. A matéria orgânica pode formar complexos com B e metais pesados, tornando-os menos disponíveis às plantas e, assim, possibilitando o cultivo de plantas. Portanto, os objetivos deste experimento foram avaliar o desempenho do girassol (*Helianthus annuus*), planta bioenergética, como remediadora de áreas contaminadas com metais pesados e boro e o efeito da aplicação de compostos orgânicos na disponibilidade de metais e de boro para o girassol.

Material e Métodos

Amostras coletadas na camada de 0-20 cm de profundidade de um NEOSSOLO, Piracicaba, SP, contaminado com metais pesados e B, devido à aplicação de sucata automobilística (Tabela 1), foram secas e peneiradas em malha de 2,0 mm.

TABELA 1. Teores totais dos vários elementos da amostra de solo, camada de 0-20 cm, conforme método USEPA (2004).

M.O.	pH	P	Ca	Mg	K	Na	B	Cu	Fe	Mn
g.dm ⁻³		-----g.kg ⁻¹ -----			-----mg.kg ⁻¹ -----					
31	7,4	0,33	4,7	1,6	897	257	55,4	231	106500	462
Mo	Zn	Cd	Cr	Ni	Pb	Al	Se	Ba	As	
-----mg.kg ⁻¹ -----										
5,4	3770	3,6	165	79	908	10810	<0,1 ⁽²⁾	9640	10,8	

⁽¹⁾ Resultados expressos em base seca

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial, 2 compostos orgânicos (turfa e torta de filtro) X 4 doses, 4 repetições. As doses de cada composto orgânico foram baseadas no teor de carbono orgânico de cada material aplicando-se o equivalente a zero, 20; 40 e 80 t.ha⁻¹. Esses valores corresponderam, respectivamente, a: 0,0, 37,4, 74,8 e 112,2 para a torta e 0,0, 60,5, 121,0 e 181,5 para a turfa.

Antes do plantio das culturas, retirou-se, de cada parcela, uma amostra de solo que foi submetida às análises químicas para avaliar os teores dos metais pesados totais (USEPA 3051) (USEPA 2004); disponível - DTPA pH 7,3 (Lindsay & Norvel, 1978) e Mehlich-3 (Mehlich 1984).

A parcela experimental correspondeu a um vaso com capacidade de 5 L, semeando-se 3 sementes de girassol *Helianthus annuus* (girassol). Durante a condução do ensaio, em casa de vegetação, fez-se o suprimento de água mantendo-se 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 do girassol foi realizado aos 65 dias da semeadura, após 80% do florescimento das plantas, separando flor, caule + folhas e raiz. As amostras foram lavadas, secas, pesadas, moídas e submetidas à digestão para quantificação dos teores de macro, micronutrientes e metais pesados.

Resultados e Discussão

O tipo de matéria orgânica aplicada influenciou significativamente a produção de massa seca do caule, flor e raiz, sendo que a adição de torta de filtro promoveu maior produção (Figura 1). A adição de torta de filtro aumentou o teor de P disponível no solo (Tabela 2) e a concentração deste na flor, principalmente nas duas últimas doses, o que, conseqüentemente, deve ter contribuído para a maior produção de massa seca. A dose de matéria orgânica teve efeito significativo, principalmente, para a produção de massa seca do caule (Figura 1), onde as maiores produções foram verificadas entre as doses de 20 e 40 t.ha⁻¹.

FIGURA 1. Produção de massa seca do caule, flor e raiz de girassol (A, B e C, respectivamente) em função da aplicação de torta de filtro ou de turfa nas doses equivalentes a 0, 20, 40 e 80 t ha⁻¹.

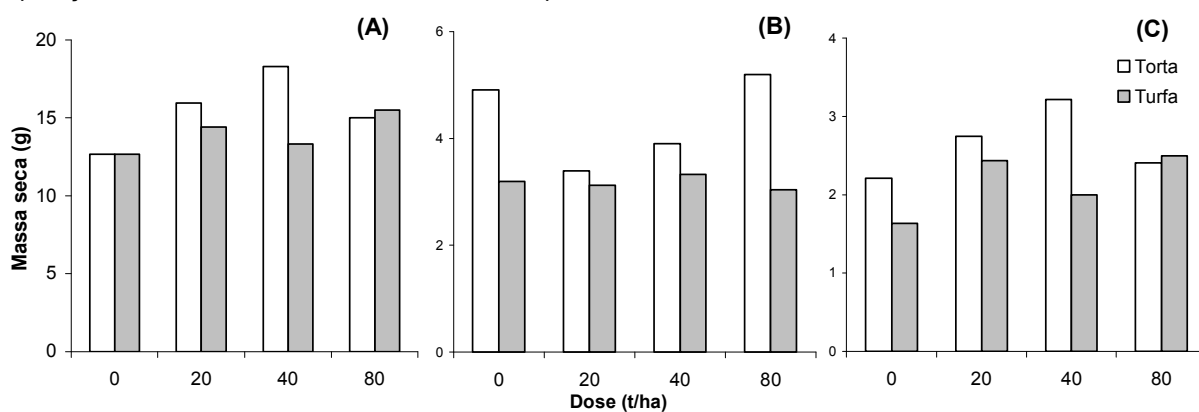


TABELA 2. Análise química das amostras de solo retiradas antes do plantio de girassol.

Tratamento	Dose	M.O.	pH	P		K		Ca		Mg		B		Cu	Fe	Mn	Zn	Cd	Cr	Ni	Pb
				resina	água quente	resina	água quente	resina	água quente	resina	água quente	resina	água quente								
	t ha ⁻¹	g dm ⁻³		mmol _c dm ⁻³												mg dm ⁻³					
Torta de filtro	0	31	7,4	42	2,8	298	61	8,77	53,8	17,5	11,8	452,3	0,68	< 0,01	2,0	15,1					
	20	34	7,6	83	2,7	239	47	8,82	54,4	22,0	13,6	435,3	0,64	0,01	1,8	19,3					
	40	37	7,5	125	2,5	230	53	8,54	52,8	26,5	11,5	411,1	0,59	0,01	1,8	28,8					
	80	42	7,6	176	2,7	308	56	8,62	67,9	17,0	13,3	450,9	0,69	< 0,01	2,0	17,1					
Turfa	0	30	7,6	45	2,4	290	57	8,14	69,4	13,5	12,3	452,1	0,77	0,01	2,0	13,4					
	20	32	7,6	41	2,3	226	45	7,96	75,9	18,0	10,2	440,0	0,79	< 0,01	1,9	20,8					
	40	32	7,5	42	2,4	246	52	7,92	63,6	22,0	11,7	422,7	0,76	< 0,01	1,9	17,6					
	80	32	7,4	36	2,2	183	50	7,68	46,7	35,5	11,3	377,3	0,64	< 0,01	1,8	23,4					

Embora, a aplicação de matéria orgânica não tenha influenciado a concentração de B e de metais pesados disponíveis no solo, chama atenção para os teores de B, Cu e Zn (Tabela 2), bem elevados conforme Abreu et al (2005). Acima dos valores, em mg kg^{-1} , de: 3,0 para B (água quente); 15 para Cu (DTPA); e 130 (DTPA) para Zn é de se esperar problemas de toxicidade às plantas (Abreu et al., 2005). Contudo, as plantas de girassol não apresentaram sintomas de toxicidade causados por esses elementos, embora a concentração destes na parte aérea e raiz estava bem elevada. Como por exemplo, o teor médio destes no caule, naqueles tratamentos que receberam torta de filtro e turfa foram, respectivamente, em mg kg^{-1} , de: 384 e 373 para o B; 304 e 289 para o Cu e de 338 e 473 para o Zn. Conforme Raij et al. (1997), o valor máximo, em mg kg^{-1} , da faixa adequada de B, Cu e Zn nas folhas de girassol é de 100, 100 e 80, respectivamente.

O potencial das plantas em fitorremediar o solo pode ser medido usando alguns índices (Tabela 3). O índice de translocação (IT) avalia a capacidade das espécies em translocar os metais da raiz para a parte aérea. Para todos os três elementos este índice foi alto, acima de 91 % (Tabela 3). Quando se visa a escolha de plantas fitoextratoras torna-se desejável que o fator de transferência (F) seja o maior possível, indicando alta transferência do elemento do solo para a planta e, conseqüentemente, a possibilidade de retirada deste do sistema. Para o Cu e Zn o valor F foi muito baixo, diferentemente do que ocorreu para o B, que foi alto (Tabela 3). O maior valor de F para o B refletiu em maior eficiência e menor tempo necessário para a retirada deste do sistema.

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, 796, 197 e 18 anos de cultivo de girassol, caso aplicasse a turfa; e 1050, 93 e 14 anos pela adição de torta de filtro (Tabela 3). A adição de torta de filtro foi mais eficiente para o B e Cu e a turfa para o Zn.

Para remover 90 % de Zn e de Cu do sistema seriam necessários muitos anos de cultivo, tornando-se esta técnica inviável ao médio prazo. Contudo, para o B, a remoção de 90 % poderá ocorrer em 14 anos, o que a faz viável na prática.

TABELA 3. Índice de translocação, fator de transferência, eficiência dos tratamentos em remover o Cu, Zn e B do solo e o tempo necessário para remediar o solo, usando o girassol como fitoextratora.

TRATAMENTO	Índice de translocação - IT	Fator de transferência - F	Eficiência	Tempo ⁽¹⁾
	%		%	-- anos --
		Zn		
Turfa	95,12	0,14	0,06	796
Torta	91,56	0,09	0,04	1050
		Cu		
Turfa	97,84	0,54	0,22	197
Torta	98,62	0,86	0,42	93
		B		
Turfa	98,62	5,04	1,97	18
Torta	98,74	5,22	2,44	14

⁽¹⁾ Considerando 2 ciclos por ano

Conclusões

- O girassol é uma planta que tem potencial para ser cultivada na área contaminada B, Cu e Zn;
- o girassol pode ser considerada uma fitoextratora de boro;
- a turfa e a torta de filtro não foram eficientes como mitigadores de metais pesados e B.

Referências Bibliográficas

DEJONGHE, W.; GEURDS, M.; GUISSON, R.; GINNEKEN VAN, L.; DILES, L.; MEERS, E.; WITTERS, N.; THEWYS, T.; VANGRONSVELD, J.; KEGELS, J.; DFOORT, B.; BEECKMAN, E.; SIMIS, J.; DE SCHEPPER, S.; FASTENAEKELS, H. Phytoremediation for heavy metal contaminated soils and combined bio-energy production. In: ZHU, Y; LEPP, N. & NAIDU, R. (eds). Biogeochemistry of trace elements: environmental protection, remediation and human health. Abstract of IX International Conference on the Biogeochemistry of trace elements, Beijing, 2007, p.162.

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.

LINDSAY, W.L.; NORVELL, W.A. Development of DTPA soil test for zinc, iron, manganese and copper. *Soil Science Society of America Journal*, Madison, v.42, n.3, p.421-428, 1978.

MEHLICH, A. Mehlich-3 soil test extractant. A modification of Mehlich-1 extractant. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, v.15, p.1409-1416, 1984.

RAIJ, B. van; CAMARGO, C. E. O. Cereais In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. (Ed.). *Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo*. Campinas: Instituto Agrônomo, 1997. p. 45-47. (Boletim Técnico, 100).

USEPA - UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. Method 3051: microwave assisted acid digestion of sediments, sludges, soil and oils. 2004. http://www.epa.gov/epaoswer/hazwaste/test/3_series.htm (11 junho 2008).