

PRODUÇÃO E CONCENTRAÇÃO DE METAIS PESADOS EM PLANTAS DE BETERRABA ADUBADAS COM COMPOSTO DE LIXO URBANO

Regynaldo Arruda Sampaio

Universidade Federal de Minas Gerais - Cx. Postal 135 - CEP 39.404-006 - Montes Claros, MG. Fone: (38) 2101-7755. E-mail: dguilherme@agro.grd.ufmg.br

Leila Guivara

Universidade Federal de Roraima – Jardim Floresta, s/n – Boa vista – CEP 69.300-000.
E-mail: dguilherme@agro.grd.ufmg.br

Luiz Arnaldo Fernandes

Universidade Federal de Minas Gerais - Cx. Postal 135 - CEP 39.404-006 - Montes Claros, MG. Fone: (38) 2101-7755
E-mail: dguilherme@agro.grd.ufmg.br

Cândido Alves da Costa

Universidade Federal de Minas Gerais - Cx. Postal 135 - CEP 39.404-006 - Montes Claros, MG. Fone: (38) 2101-7755
E-mail: dguilherme@agro.grd.ufmg.br

Denilson de Oliveira Guilherme

Universidade Federal de Minas Gerais - Cx. Postal 135 - CEP 39.404-006 - Montes Claros, MG. Fone: (38) 2101-7755
E-mail: dguilherme@agro.grd.ufmg.br

Resumo - O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do composto de lixo urbano sobre a produção e teores de metais pesados em plantas de beterraba (*Beta vulgaris* L.) em solos com diferentes texturas. O experimento foi conduzido em casa de vegetação utilizando-se vasos de polietileno de 9 dm³. Os tratamentos, em arranjo fatorial 3 x 4, corresponderam a amostras de um Latossolo Vermelho-Amarelo, textura franco-argilo-arenosa, um Latossolo Vermelho-Amarelo, textura franco-arenosa e um Neossolo Quartzarênico, textura areia-franca, combinados com as doses de composto de lixo de 0, 30, 60 e 90 t/ha, em base seca. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com 3 repetições dos tratamentos. Foram determinados o pH do solo e os teores de Cd, Cu, Ni, Pb e Zn no solo e na planta. Dentre os metais pesados estudados, somente o Zn e Cu foram influenciados pela textura do solo, sendo os maiores teores observados no solo com maior quantidade de argila. Os pesos fresco e seco da raiz de beterraba aumentaram com o incremento das doses de composto de lixo, atingindo valores máximos, dentro do intervalo experimental, com a dose de 90 t/ha. Por outro lado, os teores de metais pesados na raiz de beterraba diminuíram com o aumento das doses de composto de lixo aplicadas. Tanto o Ni quanto o Pb apresentaram teores na raiz acima dos limites máximos permitidos para o consumo, conforme valores estabelecidos pela legislação brasileira.

Palavras-chaves: *Beta vulgaris* L., adubação orgânica, poluição do solo.

YIELD AND HEAVY METALS CONCENTRATIONS IN RED BEET PLANTS FERTILIZED WITH URBAN WASTE COMPOST.

Abstract - The objective of this work was to evaluate the effect of the urban waste compost on the yield and heavy metals concentrations in red beet plants (*Beta vulgaris* L.) in soils with different textures. The experiment was carried out in greenhouse in polyethylene recipients of 9 dm³. The experimental treatments resulted from a 3 x 4 factorial arrangement of a Red Yellow Latosol, sandy clay loam, (LVAFaa), a Red Yellow Latosol, loamy sand, (LVAFa) and a Quartzarenic Neosol, sand loam, (RQ), combined with the urban waste compost doses of 0, 30, 60 and 90 t/ha, in dry base. The experimental design was in randomized blocks with three replications of the treatments. Soil pH, fresh and dry matter weight and Zn, Cu, Cd, Pb and Ni concentrations in the soil and the leaf tissue were determined. Amongst heavy metals determined, Zn and Cu had been only influenced by the soil texture, being biggest concentrations in the soil with bigger amount of clay. The dry and fresh weights of the red beet root had increased with the increment of the doses of compost, having reached maximum values, inside of the experimental interval, with the 90 t.ha⁻¹. Otherwise, the heavy metal content in red beet root decreased with the increase of the doses of compost. As much the Ni how much the Pb had presented content level in root above of the allowed maximum limits for the consumption, as values established for the Brazilian legislation.

Keywords: *Beta vulgaris* L., organic manure, soil pollution.

INTRODUÇÃO

O acúmulo de lixo nos centros urbanos tem causado sérios problemas ao meio ambiente. Estes resíduos são jogados normalmente em aterros sanitários que, sob a ação da chuva, podem poluir o solo, os recursos hídricos e os alimentos, afetando a saúde da população. No Brasil, estima-se que cada pessoa produza em média 500 g de resíduos por dia, sendo a metade deste peso correspondente a sobras de alimento, que podem se transformar em adubo para as plantas por meio da compostagem.

A compostagem é feita a partir da fração orgânica do lixo e consiste numa forma eficiente de redução do seu volume (GROSSI, 1993; CRAVO et al., 1998). Além do aproveitamento agrícola da matéria orgânica e da reciclagem de nutrientes para o solo, pode-se destacar como benefícios da compostagem, a economia de aterros sanitários e a eliminação de patógenos veiculados por vetores nocivos ao homem, o que torna o processo ambientalmente seguro do ponto de vista de doenças.

Do ponto de vista agrícola, a adubação com composto de lixo aumenta o teor de matéria orgânica do solo, reduz a acidez e melhora a fertilidade do solo, proporcionando melhor nutrição mineral e aumento de produção das culturas (SANTOS et al., 1999; MANTOVANI et al., 2003; MANTOVANI et al., 2005). Segundo Teixeira et al. (2004), além de conter concentrações consideráveis de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, micronutrientes e matéria orgânica, o composto de lixo melhora a CTC e as propriedades físicas do solo.

De acordo com Backes e Kämpf (1991), o composto de lixo pode apresentar características negativas, tais como, alto valor de pH e de sais solúveis. Em decorrência disso, só deve ser utilizado como substrato para plantas quando misturado a outros materiais. Entretanto, Alves e Passoni (1997) afirmam que, mesmo nas doses mais elevadas de composto ou vermicomposto de lixo, ou até mesmo na substituição total do solo por estes adubos, não ocorrem problemas de germinação ou desenvolvimento de plantas em razão da

matéria orgânica estar estabilizada e haver redução ou eliminação de substâncias fitotóxicas promovida pelo processo de compostagem.

O composto de lixo, por outro lado, apresenta risco potencial de contaminação do solo, plantas e lençol freático com metais pesados (SANTOS et al., 1999; VENEZUELA, 2001; OLIVEIRA et al., 2002; SILVA et al., 2003). A liberação de metais pesados para o solo ocorre à medida que a matéria orgânica do composto é degradada, sendo extremamente rápida em condições tropicais (OLIVEIRA, 1995). Pesquisas mostram que as plantas diferem entre si em relação à quantidade e especificidade na absorção de metais pesados, sendo que algumas podem absorver esses elementos além do limite tolerável para consumo (NICKLOW et al., 1983; ZURERA et al., 1987).

Diante do exposto, torna-se necessário o estudo do impacto do uso de composto de lixo sobre a concentração de metais pesados na planta, principalmente em hortaliças de raiz, mais susceptíveis a contaminação. Este trabalho, portanto, tem como principal objetivo avaliar o efeito da aplicação de doses de compostos de lixo sobre a produção e absorção de metais pesados por plantas de beterraba (*Beta vulgaris* L.).

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na área experimental do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Roraima, utilizando-se vasos de polietileno de 9 dm³, utilizando-se como planta indicadora a beterraba (*Beta vulgaris* L.). Os tratamentos, num arranjo fatorial 3 x 4, com três repetições, distribuídos no delineamento em blocos casualizados, corresponderam a amostras de um Latossolo Vermelho-Amarelo, textura franco-argilo-arenosa, (LVA_{faa}), um Latossolo Vermelho-Amarelo, textura franco-arenosa, (LVA_{fa}) e um Neossolo Quartzarênico, textura areia-franca, (RQ), combinados com as doses de composto de lixo de 0, 30, 60 e 90 t/ha, em base seca, cujas características químicas e físicas são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 – Características químicas e físicas das amostras de Latossolo Vermelho-Amarelo, textura franco-argilo-arenosa, (LVA_{faa}), Latossolo Vermelho-Amarelo, textura franco-arenosa, (LVA_{fa}) e Neossolo Quartzarênico, textura areia-franca, (RQ), e do composto de lixo e fertilizantes aplicados.

Amostras	Cd ¹	Pb ¹	Cu ¹	Zn ¹	Ni ¹	Areia	Silte	Argila
	----- mg.g ⁻¹ -----					----- dag.kg ⁻¹ -----		
LVA _{faa}	1,5	10,0	18,3	14,0	10,0	63	10	27
LVA _{fa}	1,5	10,0	5,7	10,0	2,5	82	4	14
RQ	1,5	10,0	4,7	10,0	2,5	88	2	10
Composto de lixo	4,2	131,0	78,6	389,0	7,2	-	-	-
Calcário	3,0	0,0	13,0	0,0	216,0	-	-	-
Nitrato de potássio	5,0	0,0	0,0	0,0	56,0	-	-	-
Superfosfato simples	9,0	0,0	21,0	340,0	136,0	-	-	-

1. Extração com Mehlich 1, menos para o composto de lixo;

2. Método do densímetro.

A dose de calcário dolomítico, estimada pelo método da incubação, foi aplicada em quantidade suficiente para elevar o pH das amostras de solos para a faixa de 5,5 a 6,5. As adubações químicas da alface foram feitas com 50 mg/dm³ de N, 100 mg/dm³ de P e 50 mg/dm³ de K, aplicados na forma de uréia, superfosfato simples e cloreto de potássio.

A unidade experimental foi constituída por um vaso com uma planta, colhida quando atingiu o ponto de comercialização. As plantas foram cortadas rente ao solo, pesando-se para se obter o peso da matéria fresca. O peso seco foi obtido após secagem em estufa de circulação forçada de ar, à 65°C, até peso constante. As determinações do pH do solo e dos teores de cádmio, cobre, níquel, chumbo e zinco no solo e na planta foram feitas de acordo com as metodologias preconizadas por TEDESCO et al. (1995).

Os dados obtidos foram submetidos a análises de variância. A comparação entre os solos foi feita pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade, enquanto o ajuste dos modelos de regressão, referentes às doses de composto, foi feito testando os coeficientes das equações até 10% de probabilidade pelo teste t.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No Brasil não existe ainda uma legislação nacional que estabeleça os teores máximos de metais pesados permitidos em composto de lixo para uso agrícola (Venezuela, 2001). Neste estudo, portanto, as concentrações de metais pesados no composto (Quadro 1) foram comparadas aos limites estabelecidos pela norma de produtores de compostos da Alemanha, a mais rigorosa, e pela norma Norte Americana CFR 503 da Environmental Protection Agency (EPA), considerada menos rigorosa. A exceção do Cd, para a norma Alemã, todos os metais pesados encontrados no composto de lixo ficaram abaixo dos limites críticos estabelecidos pelas normas mencionadas anteriormente.

Os insumos químicos aplicados apresentaram metais pesados, principalmente Cd e Ni, com destaque para o calcário e o superfosfato simples (Quadro 1). À exemplo deste trabalho, diversos outros relatos apontam a existência de metais pesados em corretivos de acidez e fertilizantes químicos e sua conseqüente absorção pelas plantas (AMARAL et al., 1994; CRAVO et al., 1998; GONÇALVES JUNIOR et al., 2000).

Os pesos fresco e seco da raiz de beterraba e os teores de Zn, Ni, Pb e Cu no solo não apresentaram interação entre os tipos de solos estudados e as doses de composto de lixo aplicadas. O Cd, por sua vez, não foi detectado no solo. Na tabela 2 observa-se que os pesos fresco e seco foram mais elevados nas amostras de solos LVA_{faa} e RQ, comparados a amostra de solo LVA_{fa}. A amostra de solo LVA_{faa} apresentou os maiores teores de Zn e de Cu em comparação as amostras LVA_{fa} e RQ. Para Ni e Pb não houve diferenças estatísticas entre as amostras. Os maiores teores de Zn e Cu no solo LVA_{faa} refletem a influência do teor de argila na adsorção de metais pesados pelo solo, uma vez que os solos mais tamponados resistem mais às perdas de metais em razão da sua adsorção iônica estar diretamente relacionada ao maior teor de argila (FADIGAS et al., 2002; MARQUES et al., 2002; SILVA et al., 2003).

O pH apresentou interação entre os diferentes tipos de solos estudados e as doses de composto de lixo aplicadas (Tabela 3). Neste caso, na ausência do composto de lixo, o pH do solo foi menor na amostra LVA_{faa}, mais argilosa. Por outro lado, com a aplicação das doses de composto de lixo, os maiores valores de pH foram observados nos solos LVA_{faa} e LVA_{fa}, com teores mais elevados de argila. É possível que a maior retenção de bases trocáveis ocorridas normalmente em solos mais argilosos explique os maiores valores de pH verificados nestes solos por ocasião da adubação com composto de lixo. Segundo Malavolta (1985) a lavagem de bases do complexo de troca pela água deixando íons H⁺ em seu lugar é uma das causas de abaixamento do pH do solo.

Tabela 2 – Pesos fresco (PF) e seco (PS) da raiz de beterraba e teores de metais pesados no solo em função do Latossolo Vermelho-Amarelo, textura franco-argilo-arenosa, (LVA_{faa}), Latossolo Vermelho-Amarelo, textura franco-arenosa, (LVA_{fa}) e Neossolo Quartzarênico, textura areia-franca, (RQ).

Amostras	PF	PS	Zn	Ni	Pb	Cu
	g		mg.g ⁻¹			
LVA _{faa}	10,47a	1,65a	22,57a	0,37a	6,15a	4,91a
LVA _{fa}	3,33b	0,48b	18,57b	0,00a	6,39a	3,75b
RQ	12,74a	1,88a	19,02b	0,00a	7,37a	3,88b

Para cada variável, médias seguidas da mesma letra na vertical não diferem estatisticamente entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Duncan.

Tabela 3 – pH do solo em função das amostras de Latossolo Vermelho-Amarelo, textura franco-argilo-arenosa, (LVA_{faa}), Latossolo Vermelho-Amarelo, textura franco-arenosa, (LVA_{fa}) e Neossolo Quartzarênico, textura areia-franca, (RQ), e das doses de composto de lixo.

Dose do Composto de Lixo (t.ha ⁻¹)	pH		
	LVA _{faa}	LVA _{fa}	RQ
0	6,73b	7,17a	7,07a
30	7,17a	7,23a	6,90b
60	7,17a	7,17a	6,87b
90	7,30a	6,90b	6,87b

Médias seguidas da mesma letra na horizontal não diferem estatisticamente entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Duncan.

Tabela 4 – Equações de regressão relacionando os pesos fresco e seco da raiz de beterraba e teores de metais pesados no solo com as doses de composto de lixo aplicadas (t/ha).

Variável	Solo	Equação	R ²	Teor ¹	Limite ²
				----- μg.g ⁻¹ -----	
Peso fresco (g)	-	$Y_e = 1,37 + 0,166100**X$	0,9855	-	-
Peso seco (g)	-	$Y_e = 0,27 + 0,023667**X$	0,9620	-	-
pH	LVA _{fa}	$Y_e = 6,74 - 0,004038^{\circ}X + 0,095071**X^{1/2}$	0,9706	-	-
	LVA _{fa}	$Y_e = 7,17 + 0,00535*X - 0,000092**X^2$	0,9938	-	-
	RQ	$Y_e = 7,07 - 0,006350**X + 0,000047*X^2$	0,9781	-	-
Zn – solo (μg.g ⁻¹)	-	$Y_e = 12,32 + 0,171800**X$	0,9258	27,78	150,00
Ni – solo (μg.g ⁻¹)	-	$Y_e = (-0,08 + 0,007078*X)^2$	0,9731	0,31	30,00
Pb – solo (μg.g ⁻¹)	-	$Y_e = 5,83 + 0,018033*X$	0,7840	7,45	50,00
Cu – solo (μg.g ⁻¹)	-	$Y_e = 2,64 + 0,034067**X$	0,9707	5,71	50,00

LVA_{faa} - Latossolo Vermelho-Amarelo, textura franco-argilo-arenosa; LVA_{fa} - Latossolo Vermelho-Amarelo, textura franco-arenosa; RQ - Neossolo Quartzarênico, textura areia-franca.

¹Teor do metal pesado no solo com a aplicação da dose de composto de lixo de 90 t.ha⁻¹.

² Limite máximo de metal pesado admissível no solo (PROSAB, 1999).

°, *, ** significativos a 10; 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste t.

Os teores de Ni, Pb, Cu e Cd na raiz de beterraba não apresentaram interação entre os tipos de solos estudados e as doses de composto de lixo aplicadas. Na tabela 5 observa-se que não houve influência do tipo de solo em relação a absorção destes metais pela planta. De modo geral, apenas o Ni nos solos com mais argila apresentou teores muito acima daquele considerado tóxico para as plantas. Em relação aos níveis permitidos pela legislação para consumo humano, observa-se que o Ni e Pb extrapolaram em muito esses valores, tornando a raiz de beterraba imprópria para o consumo. Para cada variável, médias seguidas da mesma letra na vertical não

diferem estatisticamente entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Duncan.

O teor de Zn na raiz de beterraba apresentou interação entre os diferentes tipos de solos e as doses de composto de lixo aplicadas (Tabela 6). Observa-se que na ausência de composto de lixo a maior absorção de Zn ocorreu no LVA_{faa} e LVA_{fa}, com maiores teores de argila. Com a aplicação do composto de lixo, a absorção de Zn foi praticamente a mesma para todos os solos. Em geral, os teores de Zn na raiz ultrapassaram o limite considerado fitotóxico para a planta. Para o consumo humano, os teores de Zn ficaram abaixo do limite máximo aceitável, conforme a legislação.

Tabela 5 – Teores de metais pesados na matéria fresca (MF) e seca (MS) da raiz de beterraba em função das amostras de Latossolo Vermelho-Amarelo, textura franco-argilo-arenosa, (LVA_{faa}), Latossolo Vermelho-Amarelo, textura franco-arenosa, (LVA_{fa}) e Neossolo Quartzarênico, textura areia-franca, (RQ).

Amostras	Ni (MF)	Ni (MS)	Pb (MF)	Pb (MS)	Cu (MF)	Cu (MS)	Cd (MF)	Cd (MS)
	----- mg.dm ⁻³ -----							
LVA _{faa}	21,91	139,00a	58,65	372,17a	9,59	60,83a	0,03	0,19a
LVA _{fa}	27,84	193,17a	25,13	174,33a	9,81	68,08a	0,03	0,19a
RQ	3,55	24,08a	7,12	48,25a	2,00	13,58a	0,01	0,05a
Fitotoxicidade ¹	-	100	-	100–400	-	60–125	-	2–8
ABIA ²	5,0	-	0,5	-	30,0	-	0,5	-

¹Teores de metais pesados na matéria seca que causam sintomas de fitotoxicidades na planta (Marques *et al.*, 2002). ²Valor máximo tolerável para hortaliças, raízes e tubérculos e outros alimentos frescos, conforme a legislação brasileira (ABIA, 1985).

Tabela 6 – Teores de Zn na raiz de beterraba em função das amostras de Latossolo Vermelho-Amarelo, textura franco-argilo-arenosa, (LVA_{faa}), Latossolo Vermelho-Amarelo, textura franco-arenosa, (LVA_{fa}) e Neossolo Quartzarênico, textura areia-franca, (RQ), e das doses de composto de lixo.

Dose do Composto de Lixo (t.ha ⁻¹)	Zn – matéria fresca (mg.dm ⁻³)			Zn – matéria seca (mg.dm ⁻³)		
	LVA _{faa}	LVA _{fa}	RQ	LVA _{faa}	LVA _{fa}	RQ
0	16,92	15,57	5,85	107,33b	108,00a	39,67c
30	13,76	29,07	11,01	87,33b	201,67a	74,67b
60	12,82	15,81	9,54	81,33a	109,67a	64,67a
90	11,19	14,03	15,20	71,00a	97,33a	103,00a
Fitotoxicidade ¹	-			70,0 – 400,0		
ABIA ²	50,0			-		

¹Teor de Zn na matéria seca que causa sintoma de fitotoxicidade na planta (Marques *et al.*, 2002).

²Valor máximo tolerável para hortaliças, raízes e tubérculos e outros alimentos frescos, conforme a legislação brasileira (ABIA, 1985).

Médias seguidas da mesma letra na horizontal não diferem estatisticamente entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Duncan.

Tabela 7– Equações de regressão relacionando os teores de metais pesados na raiz de beterraba (matéria seca) com as doses de composto de lixo aplicadas (t.ha⁻¹).

Metais pesados (mg.dm ⁻³)	Solo	Equação	R ²	RS ¹	RF ¹	Fit ²	ABIA ³
				----- mg.dm ⁻¹ -----			
Zn	LVA _{faa}	$Y_e = 107,67 - 3,684951 * X^{1/2}$	0,9887	72,71	11,38		
	LVA _{fa}	$Y_e = 182,16 - 2,668228 ** X + 0,8370 X^{1/2}$	0,8370	84,17	12,13	70-400	50,0
	RQ	$Y_e = 43,50 + 0,599967 ** X$	0,7870	97,50	14,39		
Ni	-	$Y_e = 294,10 - 30,884359 ** X^{1/2}$	0,9183	1,11	0,17	100	5,0
Pb	-	$Y_e = Y_m = 198,25$	-	198,25	29,65	100-400	0,5
Cu	-	$Y_e = 87,63 - 7,067534 * X^{1/2}$	0,9543	20,58	3,08	60-125	30,0
Cd	-	$Y_e = 0,31 - 0,028474 * X^{1/2}$	0,9605	0,04	0,01	2-8	0,5

LVA_{faa} - Latossolo Vermelho-Amarelo, textura franco-argilo-arenosa; LVA_{fa} - Latossolo Vermelho-Amarelo, textura franco-arenosa; RQ - Neossolo Quartzarênico, textura areia-franca.

¹Teor na raiz seca (RS) e fresca (RF) com a aplicação da dose de composto de lixo de 90 t.ha⁻¹.

²Teores de metais pesados na matéria seca que causam sintomas de fitotoxicidades na planta (Marques *et al.*, 2002).

³Valor máximo tolerável para hortaliças, raízes e tubérculos e outros alimentos frescos, conforme a legislação brasileira (ABIA, 1985).

*, ** significativos a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste t.

De modo geral, os teores de metais pesados na raiz de beterraba diminuíram com o aumento das doses de composto de lixo aplicadas (Tabela 7). É possível que a redução dos teores de metais na raiz, com o aumento da dose de composto, esteja relacionada com o incremento da matéria orgânica do solo, que atua como imobilizador e regulador da disponibilidade de metais pesados para as plantas (MARQUES *et al.*, 2002). Entretanto, mesmo com a aplicação da dose 90 t.ha⁻¹ de composto de lixo, os teores de Zn e Pb ultrapassaram os limites de fitotoxicidade para as plantas. Em relação ao consumo humano, apenas o Pb extrapolou o valor mínimo permitido pela legislação.

CONCLUSÕES

Os teores de metais pesados na raiz de beterraba diminuíram com o aumento das doses de composto de lixo aplicadas.

Apenas o Pb e Ni extrapolou o valor mínimo permitido pela legislação, tornando a raiz de beterraba imprópria para o consumo humano.

LITERATURA CITADA

ABIA – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DA ALIMENTAÇÃO. **Compêndio da legislação dos alimentos**. São Paulo: 1985. v.1. 185p.

ALVES, W.L.; PASSONI, A.A. Composto e vermicomposto de lixo urbano na produção de mudas de oiti (*Licania tomentosa* Benth.) para arborização. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.32, n.10, p.58-62, 1997.

AMARAL, A.S. do; DEFELIPO, B.V.; COSTA, L.M. da; FONTES, M.P.F. 1994. Liberação de Zn, Fe, Mn e Cd de quatro corretivos da acidez e absorção por alface em dois solos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.29, n.9, p.1351-1358, 1994.

BACKES, M.A.; KÄMPF, A.N. Substratos à base de composto de lixo urbano para produção de plantas

- ornamentais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.26, n.5, p.753-758, 1991.
- CRAVO, M.S.; MURAOKA, T.; GINÉ, M.F. 1998. Caracterização química de compostos de lixo urbano de algumas usinas brasileiras. **Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas** v.22, p.547-553, 1998.
- FADIGAS, F. de S.; MOURA BRASIL DO AMARAL-SOBRINHO, N. M. B. do; MAZUR, N.; ANJOS, L. H. C. dos; FREIXO, A. A. Concentrações naturais de metais pesados em algumas classes de solos brasileiros. **Bragantia**, Campinas, v.61, n.2, 151-159, 2002.
- FERREIRA, A.C.; ANDREOLI, C.V.; LARA, A. Riscos associados ao uso do lodo de esgoto. In: Uso e manejo do lodo de esgoto na agricultura. **PROSAB**, Programa de Pesquisa em Saneamento Básico, Rio de Janeiro, p.29-33, 1999.
- GONÇALVES JUNIOR, A.C.; LUCHESE, E.B.; LENZI, E. 2000. Avaliação da fitodisponibilidade de cádmio, chumbo e cromo, em soja cultivada em latossolo vermelho escuro tratado com fertilizantes comerciais. **Química Nova**, v.23, n.2 p.173-177.
- GROSSI, M.G. de L. 1993. **Avaliação da qualidade dos produtos obtidos de usinas de compostagem brasileiras de lixo doméstico através de determinação de metais pesados e substâncias orgânicas tóxicas**. 1993. 222f. Tese (Doutorado em Química Analítica) - Instituto de Química, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1993.
- NICKLOW, C.W.; COMAS-HAEZEBROUCK, P.H.; FEPPER, W.A. Influence of varying soil lead levels on lead uptake of leafy and root vegetables. **Journal of the American Society for Horticulture Science**, Alexandria, v.108, p.193-195, 1983.
- MALAVOLTA, E. Reação do solo e crescimento das plantas. In: SEMINÁRIO SOBRE CORRETIVOS AGRÍCOLAS. Campinas, Fundação Cargill, p. 3-64, 1985.
- MANTOVANI, J.R.; FERREIRA, M.E.; CRUZ, M.C.P.; CHIBA, M.K.; BRAZ, L.T. 2003. Calagem e adubação com vermicomposto de lixo urbano na produção e nos teores de metais pesados em alface. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.21, n.3 p.494-500, 2003.
- MANTOVANI, J.R.; FERREIRA, M.E.; CRUZ, M.C.P.; BARBOSA, J.C. Alterações nos atributos de fertilidade em solo adubado com composto de lixo urbano. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, 29:817-824, 2005.
- MARQUES, M.O.; MELO, W.J. de; MARQUES, T.A. Metais pesados e o uso de biossólidos na agricultura. In: Biossólidos na agricultura. 2ª ed., São Paulo: **ABES/USP/UNESP**, p. 365-403. 2002.
- OLIVEIRA, F.C. **Metais pesados e formas nitrogenadas em solos tratados com lodo de esgoto**. 1995. 90f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 1995.
- OLIVEIRA, F.C.; MATTIAZZO, M.E.; MARCIANO, C.R. Movimentação de metais pesados em Latossolo adubado com composto de lixo urbano. **Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília**, Campinas, v. 37, n. 12, p. 1787-1793, 2002.
- PROSAB. **Manual prático para a compostagem de biossólidos**. Rio de Janeiro: ABES, 1999. 84p.
- SANTOS, I.C. dos; CASALI, V.W.D.; MIRANDA, G.V. Teores de metais pesados, K e Na, no substrato, em função de doses de composto orgânico de lixo urbano e de cultivares de alface. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.29, n.3, 1999.
- SILVA, F.C. da; SILVA, C.A.; BERGAMASCO, A.F.; RAMALHO, A.L. Efeito do período de incubação e de doses de composto de lixo urbano na disponibilidade de metais pesados em diferentes solos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Campinas, v.38, n.3 p.403-412, 2003.
- TEDESCO, M.J.; *et al.* Análise de solo, plantas e outros materiais. Porto Alegre: **UFRGS**, 1995. 174p. (Boletim Técnico, 5)
- TEIXEIRA, L.B.; *et al.* Composto de lixo orgânico urbano em leira, por reviramento. Belém: **Embrapa Amazônia Oriental**, 2004, 2p. (Comunicado Técnico,130)
- VENEZUELA, T.C. 2001. **Determinação de contaminantes metálicos (metal tóxico) num solo adubado com composto de lixo em área olerícola no município de Nova Friburgo**. 2001. 79p. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) - Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2001.
- ZURERA, G.; ESTRADA, B.; RINCON, F.; POZO, R. Lead and cadmium contamination levels in edible vegetables. **Pollution Environmental Contamination Toxicology**, New York, v.38, p. 805-812, 1987.