

## AGRÁRIA

Revista Brasileira de Ciências Agrárias

ISSN (on line): 1981-0997; (impresso): 1981-1160

v.5, n.3, p.298-302, jul.-set., 2010

Recife, PE, UFRPE. www.agraria.ufrpe.br

DOI: 10.5239/agraria.v5i3a488

Protocolo 488 - 28/12/2008 \*Aprovado em 19/04/2010

Reginaldo A. Sampaio<sup>1,4</sup>

Sílvio J. Ramos<sup>2</sup>

Leila G. da Silva<sup>3</sup>

Cândido A. da Costa<sup>1</sup>

Luiz A. Fernandes<sup>1</sup>

# Produção e teor de metais pesados em alface adubada com composto de lixo urbano

## RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o período de incorporação de composto de lixo urbano sobre as alterações no pH do solo e na produção e teor foliar de metais pesados em plantas de alface cultivadas em diferentes solos. Utilizou-se o delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial 3 x 2 x 3, com três repetições, correspondendo a amostras de três solos (Latossolo Vermelho-Amarelo, textura franco-argilo-arenosa - LVA<sub>faa</sub>; Latossolo Vermelho-Amarelo, textura franco-arenosa - LVA<sub>ra</sub> e Neossolo Quartzarênico, textura areia-franca - RQ), dois tempos de incorporação (1 e 2 meses) e três níveis de pH do solo (pH original e pH corrigido para 6,0 e 7,0). Foram determinadas as massas fresca e seca da parte aérea, o pH do solo após o cultivo e os teores de Cd, Cu, Ni, Pb e Zn no solo e na planta. A adição do composto de lixo elevou o pH do solo, sendo que o maior tempo de incorporação promoveu os maiores acréscimos. A adubação com composto de lixo urbano na alface não a tornou imprópria para o consumo humano.

**Palavras-chave:** Composto orgânico, *Lactuca sativa*, poluição do solo

## Heavy metals production and content in lettuce fertilized with urban waste compost

## ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the effect of urban waste compost period of incorporation on soil pH changes and on heavy metals production and leaf content in lettuce grown in different soils. The experiment was set up in a complete randomized block design. The treatments were arranged in a factorial scheme 3 x 2 x 3, with three replications, corresponding to the samples of three soils (a sandy clay loam Red-Yellow Oxysol - LVA<sub>FAA</sub>; a sandy loam Red-Yellow Oxysol - LVA<sub>FAi</sub>; and a loamy sand Quartzipsamment - RQ), two periods of incorporation of urban waste compost (1 and 2 months) and three levels of soil pH (original pH and pH adjusted for 6.0 and 7.0). Fresh and dry matter weights of the shoots were measured as well as soil pH and Cd, Cu, Ni, Pb e Zn concentrations in soil and plant. The addition of urban waste compost increased soil pH, with the largest incorporation time, promoting the largest pH increases. Fertilization with urban waste compost did not make lettuce inappropriate for human consumption.

**Key words:** Organic compost, *Lactuca sativa*, soil pollution

<sup>1</sup>Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Instituto de Ciências Agrárias, Caixa Postal 135, CEP 39404-006, Montes Claros-MG, Brasil. Fone: (38) 2101-7731.

Fax: (38) 2101-7703. E-mail: rsampaio@ufmg.br, candido-costa@ufmg.br, larnaldo@ufmg.br

<sup>2</sup> Universidade Federal de Lavras (UFLA), Caixa Postal 3037, 37200-000, Lavras, MG, Brasil. Fone: (35) 3829-1251. E-mail: silviojramos@gmail.com. Bolsista do CNPq.

<sup>3</sup>Universidade Federal de Roraima, Jardim Floresta, s/n, CEP 69.300-000, Boa Vista-RR, Brasil. Fone: (95) 3621-3178. E-mail: leilaguivara@gmail.com

<sup>4</sup> Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq

## INTRODUÇÃO

A disposição final dos resíduos sólidos constitui hoje um dos principais problemas ambientais. O acentuado crescimento demográfico e o grande desenvolvimento tecnológico vêm aumentando consideravelmente a quantidade de resíduos sólidos refugados pelo homem, problemática que assume proporções ainda maiores, na medida em que se verifica a redução da disponibilidade de áreas para deposição dos rejeitos urbanos (Veras, 2004). Nos últimos anos, entretanto, tem sido bastante difundido o uso de resíduos urbanos como matéria-prima para obtenção de fertilizante orgânico.

Nesse sentido, o lixo orgânico urbano processado em usinas de reciclagem constitui um importante insumo para uso agrícola, não somente possibilitando o retorno de nutrientes e de matéria orgânica para o solo, mas, também, proporcionando um destino adequado para os resíduos sólidos gerados nos centros urbanos (Abreu Junior et al., 2000). No entanto, a sua aplicação pode ser uma fonte potencial de metais pesados, o que poderá causar a contaminação do solo, da água e das plantas, afetando as comunidades bióticas e o homem.

Nas plantas, muitos são os trabalhos que registram os efeitos positivos do composto de lixo urbano sobre a produção, principalmente nas espécies olerícolas, como na cultura do tomate (Weir & Allen, 1997), espinafre e abóbora italiana (Dixon et al., 1995), e cenoura (Costa et al., 1997). Por outro lado, o composto de lixo urbano pode também produzir efeitos negativos na planta, levando a seu menor crescimento (Costa et al., 2001).

Em relação à alface, Mantovani et al. (2003), ao avaliarem a calagem e a adubação com vermicomposto de lixo urbano na produção e nos teores foliares de metais pesados, verificaram que a maior dose utilizada limitou a produção de alface nos solos utilizados. No entanto, os autores observaram que as doses que restringiram a produção da alface, não a tornaram imprópria para consumo humano. Costa et al. (1994), verificaram que em solos com acidez elevada e fertilidade baixa, houve aumento da produção de matéria seca de alface até a dose de 20 t ha<sup>-1</sup> de composto de lixo urbano, adicionado a um solo argiloso, enquanto que em um solo arenoso houve diminuição na produção. Quanto à concentração de metais, esses autores observaram aumentos significativos nos teores de zinco, cobre, cádmio e chumbo na parte aérea das plantas, sendo que para o cobre, os teores foram considerados fitotóxicos para a cultura.

Assim, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito do pH e do tempo de incorporação de compostos de lixo urbano sobre a absorção de metais pesados e produção de alface (*Lactuca sativa* L.) em diferentes solos.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na área experimental do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Roraima,

utilizando-se como planta indicadora a alface (*Lactuca sativa* L. cv. Vera), cultivada em vasos de polietileno com 9 dm<sup>3</sup> de solo. Utilizou-se o delineamento em blocos casualizados, num arranjo fatorial 3 x 2 x 3, com cinco repetições, correspondendo a amostras de um Latossolo Vermelho-Amarelo, textura franco-argilo-arenosa (LVA<sub>faa</sub>), um Latossolo Vermelho-Amarelo, textura franco-arenosa (LVA<sub>fa</sub>) e um Neossolo Quartzarênico, textura areia-franca (RQ), combinados com 1 e 2 meses de incorporação do composto de lixo; e com três níveis de pH dos solos: pH original (4,37 para o solo LVA<sub>faa</sub>; 4,21 para o LVA<sub>fa</sub> e 5,44 para o RQ), pH corrigido para 6,0 e 7,0 para os três solos. As características químicas e físicas dos solos e do composto de lixo urbano são apresentadas na Tabela 1.

O composto de lixo urbano foi obtido pelo processo de compostagem. Para tanto, as medas de compostagem foram construídas nas dimensões 3,5m x 2,5m x 1,5m, sem adição de aditivos, e mantidas protegidas da chuva em um galpão, uma vez que na região do presente estudo ocorrem chuvas de longa duração. As medas de compostagem foram revolvidas de acordo com a necessidade de controle da temperatura e da umidade, monitoradas respectivamente, por termômetro de mercúrio e pela observação do comportamento físico-mecânico da massa, a cada período de 24 horas.

A sementeira da alface foi preparada utilizando-se substrato comercial não contaminado, verificado por meio de análise química, e recebeu irrigações diárias com água desmineralizada. A quantidade de composto de lixo urbano incorporada aos solos, em base seca, foi de 46,5 g dm<sup>-3</sup>, a qual permaneceu por 30 e 60 dias de incubação com irrigação periódica com água desmineralizada. As doses de calcário

Tabela 1. Características químicas e físicas do LV<sub>faa</sub>, LV<sub>fa</sub>, RQ e do composto de lixo urbano na época de incorporação ao solo

Table 1. Chemical and physical characteristics of LV<sub>faa</sub>, LV<sub>fa</sub>, RQ and urban waste compost at the time of incorporation into the soil

Características	LVA <sub>faa</sub>	LVA <sub>fa</sub>	RQ	Composto de lixo
pH H <sub>2</sub> O (1:2,5) <sup>1</sup>	4,37	4,21	5,44	6,65
P (mg dm <sup>-3</sup> ) <sup>1</sup>	8,10	9,40	14,20	98,00
K (mg dm <sup>-3</sup> ) <sup>1</sup>	282,00	256,89	179,90	2034,87
N (mg dm <sup>-3</sup> ) <sup>1</sup>	-	-	-	6,60
Ca (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> ) <sup>1</sup>	4,10	3,80	2,30	47,90
Mg (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> ) <sup>1</sup>	0,92	0,87	0,81	8,34
Cd (mg g <sup>-1</sup> ) <sup>1</sup>	1,5	1,5	1,5	4,2
Pb (mg g <sup>-1</sup> ) <sup>1</sup>	10,0	10,0	10,0	131,0
Cu (mg g <sup>-1</sup> ) <sup>1</sup>	18,3	5,7	4,7	78,6
Zn (mg g <sup>-1</sup> ) <sup>1</sup>	14,0	10,0	10,0	389,0
Ni (mg g <sup>-1</sup> ) <sup>1</sup>	10,0	2,5	2,5	7,2
Relação C/N	-	-	-	9,28
Areia (dag kg <sup>-1</sup> ) <sup>2</sup>	59	82	88	-
Silte (dag kg <sup>-1</sup> ) <sup>2</sup>	10	4	2	-
Argila (dag kg <sup>-1</sup> ) <sup>2</sup>	31	14	10	-

<sup>1</sup> Tedesco et al. (1995)

<sup>2</sup> Método da pipeta (Day, 1965)

dolomítico, que continha em sua composição, segundo o fabricante, 39% de CaO; 17% de MgO; 90% de PRNT; 3,0 mg g<sup>-1</sup> de Cd; 0,0 mg g<sup>-1</sup> de Pb; 13,0 mg g<sup>-1</sup> de Cu; 0,0 mg g<sup>-1</sup> de Zn e 216 mg g<sup>-1</sup> de Ni, foram adicionadas 30 dias antes do transplante das mudas, necessárias para se atingir os valores de pH desejados e, estimadas cuidadosamente pelo método da incubação. Os tratamentos receberam adubação básica, incorporada ao solo por ocasião do transplante das mudas, na quantidade de 47 mg dm<sup>-3</sup> de N e 128 mg dm<sup>-3</sup> de K, aplicados na forma de nitrato de potássio que, de acordo com o fabricante, apresentava em sua formulação 5,0 mg g<sup>-1</sup> de Cd; 0,0 mg g<sup>-1</sup> de Pb; 0,0 mg g<sup>-1</sup> de Cu; 0,0 mg g<sup>-1</sup> de Zn e 56 mg g<sup>-1</sup> de Ni. A adubação com P foi realizada na dose de 96 mg dm<sup>-3</sup>, aplicado na forma de superfosfato simples, que continha segundo o fabricante, 9,0 mg g<sup>-1</sup> de Cd; 0,0 mg g<sup>-1</sup> de Pb; 21,0 mg g<sup>-1</sup> de Cu; 340,0 mg g<sup>-1</sup> de Zn e 136 mg g<sup>-1</sup> de Ni.

A unidade experimental foi constituída por uma planta por vaso, colhida aos 42 dias após o transplante, pela manhã, cortada rente à superfície do solo e determinada a massa fresca da parte aérea. Em seguida, a parte aérea foi seca em estufa de circulação forçada de ar à temperatura de 50°C, até atingir peso constante. Posteriormente, foram moídas em moinho tipo Wiley, com peneira de 20 mesh, para análise do teor de Cd, Cu, Ni, Pb e Zn nas folhas. As determinações do pH do solo e dos teores dos metais pesados no solo e na planta foram feitas de acordo com a metodologia preconizada por Tedesco et al. (1995).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as diferenças entre as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5%.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

No Brasil, a grande preocupação da reutilização de resíduos urbanos na agricultura está relacionada à presença de metais pesados em sua composição química, bem como ao tipo de sistema de produção agrícola a ser explorado, devendo a maior taxa de aplicação não ultrapassar os teores de metais pesados pré-estabelecidos pela resolução n.º 375 do Conama (2006). Com relação ao uso de fertilizantes orgânicos, existe a legislação do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, portaria n.º 49 (SDA/Mapa, 2005), na forma de instrução normativa, que estabelece os limites máximos de Cd, Pb e Ni nos valores de 8, 375 e 175 mg kg<sup>-1</sup>, respectivamente. No presente estudo, comparando os valores obtidos de metais pesados do composto de lixo, com os limites máximos estabelecidos na resolução n.º 375 do Conama (2006), que são: Cd = 39 mg kg<sup>-1</sup>, Pb = 300 mg kg<sup>-1</sup>, Cu = 1500 mg kg<sup>-1</sup>, Zn = 2800 mg kg<sup>-1</sup> e Ni = 420 mg kg<sup>-1</sup>, e com os limites estabelecidos na portaria n.º 49 do Ministério da Agricultura, verificou-se que os teores de metais pesados encontrados no composto de lixo (Tabela 1) são inferiores aos valores limítrofes propostos pelas legislações brasileira.

Comparando os limites máximos de metais pesados estabelecidos pela resolução n.º 375 do Conama (2006) e pela portaria n.º 49 do SDA/Mapa (2005), com os teores

permissíveis de metais pesados em compostos de lixo urbano utilizados na Alemanha, (cujos valores máximos permitidos para Cd, Pb, Cu, Zn e Ni são, respectivamente, 15, 150, 100, 400 e 50 mg kg<sup>-1</sup>) (Silva et al., 2002), verifica-se que os limites máximos adotados na legislação brasileira têm valores bem superiores. Ressalte-se que no presente estudo, os teores de todos os metais pesados no composto de lixo também estão abaixo do limite crítico estabelecido pela legislação alemã.

Para as características estudadas não se observou efeito significativo da interação entre solo x pH x tempo de incorporação ao solo. Verificou-se que não houve influência dos tratamentos em relação à produção de massa fresca e seca da parte aérea da alface (Tabela 2). Os resultados de produção foram semelhantes aos encontrados por Costa et al. (2001) ao avaliarem o teor de metais pesado e a produção de alface adubada com composto de lixo urbano, e por Mantovani et al. (2003) ao avaliarem a calagem e a adubação com vermicomposto de lixo urbano na produção e nos teores de metais pesados em alface.

No primeiro mês de incorporação do composto de lixo urbano, esperava-se um significativo aumento da produção na parte aérea, o que seria atribuído aos teores totais de nutrientes presentes no composto (Tabela 1). O tempo de incorporação do composto ao solo favorece a imobilização de nutrientes pelos microrganismos, uma pequena parte permanecendo na forma disponível para as plantas, e o restante sendo adsorvido ou direcionado à produção de substâncias húmicas (Stevenson & Cole, 1999). Além disso, esperava-se maior produção no primeiro mês, uma vez que o composto utilizado apresentava relação C/N de 9,28, o que em tese, favoreceria a liberação de nutrientes no início do ciclo da cultura. Melo et al. (2008) relataram que compostos orgânicos com relação C/N menor que 15 podem indicar maior potencial de suprimento de nutrientes para culturas agrícolas. Entretanto, no presente estudo, tal fato não contribuiu para o maior crescimento das plantas no primeiro mês de incorporação do composto ao solo. Costa et al. (2001) verificaram que o tempo decorrido até o terceiro cultivo sucessivo da alface foi suficiente para que fosse esgotada a capacidade do composto em melhorar as propriedades químicas do solo. Da mesma forma, Paino et al. (1996) ao analisarem o efeito do composto orgânico de lixo urbano na cultura do milho, observaram redução na produção da cultura ao longo do tempo da aplicação do composto. Tais autores atribuíram esse resultado ao esgotamento do efeito do composto na fertilidade do solo e à remoção dos nutrientes pela cultura após cultivos sucessivos. É interessante mencionar, que no presente trabalho, não ocorreu lixiviação, uma vez que os vasos não apresentavam perfurações no fundo.

Para todos os tratamentos, o pH do solo atingiu valores superiores a 7,0 (Tabela 2), como efeito direto da aplicação do composto de lixo urbano, uma vez que a calagem foi realizada para elevar o pH até no máximo 7. Abreu Junior et al. (2000) relataram que o aumento do pH é um dos principais efeitos da aplicação do composto de lixo nos solos. Wong et al. (1998) observaram que a troca de H<sup>+</sup> entre o sistema tampão do solo e o da matéria orgânica do composto de lixo

**Tabela 2.** Massa fresca e seca da parte aérea da alface e pH do solo em função do pH e do período de incorporação do composto de lixo urbano**Table 2.** Fresh and dry mass of the shoot of the lettuce and soil pH in function of pH and of the period of incorporation of urban waste compost

Tratamento		Massa Fresca da Parte Aérea (g planta <sup>-1</sup> )	Massa Seca da Parte Aérea (g planta <sup>-1</sup> )	pH do solo
Solo	LVA <sub>FAA</sub>	260,09a	20,04a	7,37b
	LVA <sub>FA</sub>	210,27a	14,87a	7,51a
	RQ	280,86a	14,69a	7,59a
pH do Solo	Original	23045a	20,21a	7,45a
	6,0	200,23a	14,43a	7,49a
	7,0	220,60a	14,97a	7,53a
Período de incorporação	1 mês	270,24a	20,11a	7,34b
	2 meses	230,23a	15,63a	7,64a

Para cada variável, médias seguidas da mesma letra não diferem entre si (Tukey a 5%)

é o principal mecanismo para a elevação do pH dos solos tratados com esse composto. Nesse sentido, Mantovani et al. (2005) relataram que os ânions orgânicos solúveis (R-COO<sup>-</sup> e R-O<sup>-</sup>) dos compostos orgânicos, ao serem liberados, podem adsorver H<sup>+</sup> da solução do solo por meio de reação de troca, elevando, assim, o pH do solo. Aumentos no valor pH dos solos em decorrência da aplicação de composto de lixo também foram observado por Oliveira et al. (2002).

Foram verificados os valores mais baixos de pH para o LVA<sub>FAA</sub>, mais argiloso, e para o período de incorporação do composto de lixo de 1 mês (Tabela 2). Pode-se atribuir tais fatos ao maior poder tampão proporcionado pela argila, mantendo o pH mais próximo da neutralidade, e ao menor tempo de incorporação do composto de lixo, uma vez que ocorre uma fase de degradação inicial mais rápida do composto seguida por outras de estabilização progressiva, acompanhada pelo aumento do pH do solo (Oliveira et al., 2002).

Os insumos químicos aplicados apresentaram metais pesados, principalmente Cd e Ni, com destaque para o calcário e o superfosfato simples. Diversos outros relatos apontam a existência de metais pesados em corretivos e fertilizantes químicos, com risco de contaminação do solo e absorção pelas plantas (Atafar et al., 2010; Avelar et al., 2007). No entanto, os teores dos metais pesados no solo e na planta não sofreram mudanças significativas com os tratamentos

aplicados, à exceção dos teores de Zn e Cu no solo, que foram influenciados apenas pelo período de incorporação (Tabela 3). Para esses, o aumento do período de incorporação do composto de lixo fez diminuir seus teores disponíveis no solo; possivelmente, em razão do aumento do pH do solo (Tabela 2). Segundo Marques et al. (2002) e Oliveira et al. (2002) valores de pH próximos a neutralidade e alcalinos são importantes para a redução da absorção de metais pesados pelas plantas, em razão da formação de precipitados, aumento da intensidade de adsorção aos colóides do solo e por conferir maior estabilidade aos complexos que se formam entre os metais e a fração húmica do solo.

Para o Cd e Ni no solo e Zn, Cu e Cd na planta (Tabela 3), não foram observadas diferenças significativas entre tratamentos, e não foram detectados teores de Pb no solo e Ni e Pb na planta. O teor foliar de Zn foi inferior e os de Cu e Cd foram semelhantes aos encontrados por Mantovani et al. (2003). Da mesma forma, os teores de Zn, Cu e Cd foliares foram inferiores aos observados por Costa et al. (2001). De modo geral, os teores de Zn, Cu e Cd na folha da alface não ultrapassaram os limites mínimos considerados tóxicos para as plantas, que são respectivamente, 70, 60 e 2 mg g<sup>-1</sup> (Marques et al., 2002).

De acordo com o Decreto No 55.871, de 26 de março de 1965 (Anvisa, 1965), ainda em vigor, os limites máximos de tolerância em alimentos, para os elementos Zn, Cu e Cd são,

**Tabela 3.** Teores de metais pesados no solo e na folha de alface em função do pH e do período de incorporação do composto de lixo urbano**Table 3.** Heavy metals content in soil and lettuce leaves in function of pH and period of incorporation of urban waste compost

Tratamento		Zn <sub>solo</sub>	Cu <sub>solo</sub>	Cd <sub>solo</sub>	Ni <sub>solo</sub>	Zn <sub>folha</sub>	Cu <sub>folha</sub>	Cd <sub>folha</sub>
		..... mg g <sup>-1</sup> .....						
Solo	LVA <sub>FAA</sub>	15,67a	1,05a	0,02a	0,57a	38,85a	5,96a	0,35a
	LVA <sub>FA</sub>	15,12a	1,06a	0,02a	0,55a	32,49a	4,91a	0,31a
	RQ	14,76a	1,09a	0,01a	0,37a	36,07a	4,60a	0,24a
pH do Solo	Original	14,76a	1,22a	0,02a	0,38a	36,56a	5,13a	0,30a
	6,0	16,17a	1,15a	0,02a	0,58a	32,29a	4,98a	0,29a
	7,0	14,62a	0,83a	0,01a	0,54a	38,55a	5,37a	0,30a
Período de incorporação	1 mês	17,06a	1,32a	0,02a	0,54a	35,52a	5,17a	0,29a
	2 meses	13,30b	0,81b	0,02a	0,45a	36,08a	5,15a	0,31a

Para cada metal pesado, médias seguidas da mesma letra não diferem entre si (Tukey a 5%)

respectivamente, 50, 30 e 1,0 mg g<sup>-1</sup>. Com base nessa informação, foi observado que os teores de Zn, Cu e Cd nas folhas de alface permaneceram abaixo dos limites máximos aceitáveis para o consumo humano.

## CONCLUSÕES

A adição do composto de lixo elevou moderadamente o pH do solo, sendo que o maior tempo de incorporação promoveu os maiores acréscimos.

Sob o ponto de vista dos teores de metais pesados encontrados nas folhas da alface, a adubação com o composto de lixo urbano não a tornou imprópria para o consumo humano.

## LITERATURA CITADA

- Abreu Junior, C. H.; Muraoka, T.; Lavorante, A. F.; Alvarez, V. F. C. Condutividade elétrica, reação do solo e acidez potencial em solos adubados com composto lixo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.24, n.3, p.645-657, 2000.
- Agência Nacional de Vigilância Sanitária - Anvisa. Decreto no 55.871, de 26 de março de 1965. [http://www.anvisa.gov.br/legis/decretos/55871\\_65.htm](http://www.anvisa.gov.br/legis/decretos/55871_65.htm). 01 Abril 2010.
- Atavar, Z.; Mesdaghinia, A.; Nouri, J.; Homae, M.; Yunesian, M.; Ahmadimoghaddam, M.; Mahvi, A.H. Effect of fertilizer application on soil heavy metal concentration. *Environmental Monitoring and Assessment*, v.160, n.1-4, p. 83-89, 2010.
- Avelar, A. C.; Ferreira, W. M.; Menezes, M. A. B. C. Contribuição dos fertilizantes agrícolas para dispersão de urânio no meio ambiente. *Revista Saúde e Ambiente*, v.8, n.2, p.37-42, 2007.
- Conselho Nacional do Meio Ambiente - Conama. Resolução n.º 375, de 29 de agosto de 2006. Define critérios e procedimentos, para o uso agrícola de lodos de esgoto gerados em estações de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos derivados, e dá outras providências. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 30 ago. 2006. <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res06/res37506.pdf>. 04 Abril 2010.
- Costa, C. A.; Casali, V. W. D.; Loures, E. G.; Cecon P. R.; Jordão, C. P. Teor de metais pesados em alface (*Lactuca sativa* L.) adubada com composto orgânico de lixo urbano. *Revista Ceres*, v.41, n.238, p.629-640, 1994.
- Costa, C. A.; Casali, V. W. D.; Cecon, P. R. Teor de Cu, Zn, e Cd em cenoura em função de doses de composto de lixo urbano. *Horticultura Brasileira*, v.15, n.1, p.29-40, 1997.
- Costa, C. A.; Casali, V. W. D.; Ruiz, H. A.; Jordão, C. P.; Cecon, P. R. Teor de metais pesados e produção de alface adubada com composto de lixo urbano. *Horticultura Brasileira*, v.19, n.1, p.10-16, 2001.
- Day, P. R. Particle fractionation and particle-size analysis. In: Black, C. A. (Ed.) *Methods of soil analysis*. Madison: ASA, 1965, v.1, p.545-566.
- Dixon, F. M.; Preer, J. R.; Abdi, A. N. Metal level in garden vegetables raised on biosolids amended soil. *Compost Science and Utilization*, v.3, n.2, p.55-63, 1995.
- Mantovani, J. R.; Ferreira, M. E.; Cruz, M. C. P.; Chiba, M. K.; Braz, L. T. Calagem e adubação com vermicomposto de lixo urbano na produção e teores de metais pesados em alface. *Horticultura Brasileira*, 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 do solo adubado com composto de lixo urbano. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.29, n.5, p.817-824, 2005.
- Marques, M. O.; Melo, W. J.; Marques, T. A. Metais pesados e o uso de biosólidos na agricultura. In: Tsutiya, M. T.; Campanini, J. B.; Alem Sobrinho, P.; Hespanhol, I.; Carvalho, P. C. T.; Melfi, A. J.; Melo, W. J.; Marques, M. O. (Eds.). *Biosólidos na agricultura*. São Paulo: ABES, 2002. p.365-403.
- Melo, L. C. A.; Silva, C. A.; Dias, B. O. D. Caracterização da matriz orgânica de resíduos de origens diversificadas. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.32, n.1, p.101-110, 2008.
- Oliveira, F. C.; Mattiazzo, M. E.; Marciano, C. R.; Abreu Junior, C. H. Alterações em atributos químicos de um latossolo pela aplicação de composto de lixo urbano. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.37, n.4, p.529-538, 2002.
- Paino, V.; Peillex, J.; Montlahuc, O. Municipal tropical compost: effects on crops and soil properties. *Compost Science and Utilization*, v.4, n.1, p.62-69, 1996.
- Secretaria da Defesa Agropecuária. Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento (SDA/Mapa). Portaria nº49, de 25 de abril de 2005. Instrução Normativa da SDA. *Diário Oficial da União*, Seção 1, nº79, de 27 de abril de 2005. p.20-21. <http://www.jusbrasil.com.br/diarios/581867/dou-secao-1-27-04-2005-pg-20>. 04 Abril 2010.
- Silva, F. C.; Berton, R. S.; Chitolina, J. C.; Ballesterio, S. D. Recomendações técnicas para o uso agrícola do composto de lixo urbano no estado de São Paulo. Campinas: Embrapa Informática Agropecuária, 2002. 17p. (Circular Técnica, 3)
- Stevenson, F.; Cole, M. *Cycles of soil: carbon, nitrogen, phosphorus, sulfur, micronutrients*. New York: John Wiley & Sons, 1999. 427p.
- Tedesco, M. J.; Gianello, C.; Bissani, C. A.; Bohnen, H.; Volkweiss, S. J. *Análise de solo, plantas e outros materiais*. Porto Alegre: UFRGS, 1995. 174p.
- Veras, L. R. V. A vermicompostagem do lodo de lagoas de tratamento de efluentes industriais consorciado com composto de lixo urbano. *Engenharia Sanitária Ambiental*, v.9, n.3, p.218-224, 2004.
- Weir, C. C.; Allen, J. R. Effects of using organic wastes as soil amendments in urban horticultural practices in the district of Columbia. *Journal Environmental Science Health*, v.32, n.2, p.323-332, 1997.
- Wong, M. T. F.; Nortcliff, S.; Swift, R. S. Method for determining the acid ameliorating capacity of plant residue compost, urban waste compost, farmyard manure, and peat applied to tropical soils. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, v.29, n.20, p.2927-2937, 1998.