

# EFEITO DO TEMPO DE INCUBAÇÃO SOLO/RESÍDUO NA DISPONIBILIDADE DE MICRONUTRIENTES

FÁBIO CESAR DA SILVA<sup>1</sup>; CARLOS ALBERTO SILVA<sup>2</sup>; ANDRÉ LUIZ RAMALHO<sup>3</sup>

Escrito para apresentação no  
XXXIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola  
02 a 06 de Agosto de 2004 - São Pedro - SP

**RESUMO:** O uso agrícola do composto de lixo (CL) nas lavouras constitui a alternativa econômica e ambiental viável, por ser fonte considerável de nutrientes e matéria orgânica. Este estudo foi conduzido em casa de vegetação, e teve o objetivo de avaliar a disponibilidade temporal de micronutrientes (Cu, Fe, Mn e Zn) por Mehlich-1, em cinco tipos de solo (Latosolo Vermelho-Amarelo Distrófico: LVd, Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico: PVd, Chernossolo Háplico Órtico: MXo, Planossolo Hidromórfico Distrófico: SGd e Nitossolo Vermelho Eutroférico: Nvef) incubados com diferentes doses de CL (0, 25, 50 e 100 Mg ha<sup>-1</sup>), em períodos de incubação (0, 16, 32, 64 e 150 dias). A maioria dos metais pesados teve sua disponibilidade reduzida nos primeiros períodos de incubação, sendo esse efeito dependente de textura, pH e teor de matéria orgânica do solo. O uso continuado de CL, principalmente nas doses mais elevadas, pode resultar em riscos de contaminação do ambiente pelo efeito cumulativo, em especial para o Mn e Zn nos solos Chernossolo e Nitossolo, cujo tempo de decaimento de sua disponibilidade varia de seis a doze meses.

**PALAVRAS-CHAVE:** resíduo sólido urbano, micronutrientes, incubação

## Effect of incubation soils/urban trash compost time in the readiness of micronutrients

**ABSTRACT:** The agricultural use of urban waste compost (WC) is an alternative for a better technician-scientific-economic viability, because this organic residue is a source of nutrients and organic matter. This study was carried out in a greenhouse at Brazilian Agricultural Research Corporation/National Soil Research Center had the objective of evaluating the effect of WC doses (0, 25, 50 and 100 Mg ha<sup>-1</sup>) and incubation periods (16, 32, 64 and 150 days) on Cu, Fe, Mn and Zn availability (Mehlich 1) in Rio de Janeiro and São Paulo soils (Red-yellow Latosol, Red-yellow Podzol, Chernossolo Háplico Órtico, Planosol and Red Dusky Podzol). Most of the micronutrients had its availability reduced at the beginning of incubation, which was dependent of the texture, pH and content of soil organic matter. Continued use of WC, mainly in the highest doses, and especially for the Mn and Zn, can result in risks of soil contamination because of the accumulative effect.

**KEYWORDS:** urban solid residue, micronutrients, incubation

**INTRODUÇÃO:** Existem várias opções para a destinação de resíduos urbanos, destacando-se a simples deposição em aterros, a incineração, o bombeamento para os oceanos e a descarga em rios. Entretanto, nenhuma dessas alternativas é indicada sob a ótica ambiental (Melo et al., 1997). Uma alternativa de solução para esse problema poderá ser a compostagem do lixo domiciliar, do qual origina-se o composto de lixo (CL), e seu posterior uso na agricultura, como fertilizante e/ou condicionador das propriedades físicas e a fertilidade do solo (Egreja F, 1993). Quase toda a parte orgânica é reaproveitada quando o lixo é compostado. Trata-se de uma forma de reciclagem (Mello et al., 1997) que ainda pode fornecer nitrogênio (N) às plantas em quantidades suficientes, além de outros elementos não totalmente disponíveis no primeiro ano, como o Cu, Mn, Fe, Zn e Cu (Berton, 1992). Em solos ácidos e com elevados teores de Al, além de elevar o pH, o composto de lixo forma complexos estáveis com esse íon, diminuindo sua disponibilidade para as plantas.

Nos países desenvolvidos, como os Estados Unidos e alguns países da Europa, já existe legislação definindo, ainda de maneira relativamente grosseira, as características de um composto de lixo urbano para fins de comercialização. Dispõe ainda de legislação regulamentando suas formas de aplicação no solo. No Brasil, e em outros países em desenvolvimento ainda não há legislação a respeito da qualidade do CL para fins de comercialização e tampouco normas que orientem sua taxa de aplicação

1- Eng.Agro., Dr em Solos e Nutrição, Pesquisador III, CNPTIA, Embrapa, Campinas-SP, 19 - 3789 5785, fcesar@cnpia.embrapa.br

2- , Professor Doutor, Departamento de Ciência de Solos, ESAL/Lavras, Lavras-MG

3- , Estagiário, , Embrapa Solos, Rio da Janeiro-RJ

como fertilizante do solo. Além disso, existem dificuldades para o estabelecimento de estratégias de controle de resíduos urbanos no Brasil, decorrentes entre outros motivos, da escassez de estudos técnicos sobre o assunto, que se encontram muito dispersos e pouco divulgados, dificultando a obtenção de novas soluções para esse assunto. Essa situação torna oportuno este estudo, cujo objetivo principal é encontrar soluções para disposição de CL no solo, em especial como fonte de micronutrientes, construindo uma base mais segura de conhecimentos para o seu melhor aproveitamento agrícola, sem causar riscos ambientais.

**MATERIAL E MÉTODOS:** Foi realizado em condições controladas na Embrapa, no Rio de Janeiro, utilizando-se amostras de cinco tipos de solos (Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico: LVd, Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico: PVd, Chernossolo Haplíco Órtico: MXo, Planossolo Hidromórfico Distrófico: SGd e Nitossolo Vermelho Eutroférico: Nvef), em duas profundidades (0-20 e 20-40 cm), sendo 0-30 e 30-60 cm para o solo Nvef, e incubadas com quatro diferentes doses de CL (0, 25, 50 e 100 Mg ha<sup>-1</sup>, em base úmida), em cinco períodos de incubação (0, 16, 32, 64 e 100 dias). O CL foi proveniente da Estação de Vila Leopoldina, situada na cidade de São Paulo. Como recipientes de incubação foram utilizados copos plásticos com capacidade para 100g. Tanto os solos quanto o CL foram passados previamente por uma peneira de 2 mm. A montagem do experimento se deu em ambiente fechado a uma temperatura média de 23°C. O volume de água adicionado a cada parcela, baseou-se no valor total de poros (VTP) de cada solo, usando-se a expressão:  $VTP = 100 (dp - ds / dp)$ ; onde, dp: densidade das partículas e ds: densidade do solo. Foram executadas análises químicas e físicas dos solos (Tabela 1).

Os teores dos óxido de Fe e de Al e de argila por tipo de solo, na camada 0 a 40 cm, respectivamente: LVd – 50 e 128 g kg<sup>-1</sup> e 42%; PVd – 33 e 81 g kg<sup>-1</sup> e 18%; Mxo – 90 e 67 g kg<sup>-1</sup> e 25%; SGd – 8 e 15 e 8% e Nvef - 96 e 28 g kg<sup>-1</sup> e 32%. A composição do CL passado em peneira de 4 mm e utilizado no ensaio, em análise química, apresentou em g.kg<sup>-1</sup>: 440,0 de umidade (secagem à 65°C); 108,8 de C; 10,6 de N; 24,5 de Ca; 1,45 de mg; 2,33 de K; 1,71 de Na; e em mg.kg<sup>-1</sup>: 51,6 de Cr; 165,7 de Mn; 13467 de Fe; 2,67 de Co; 16,47 de Ni; 222 de Cu; 944 de Zn; 5913 de Al; 6,03 de Cd; 342 de Pb; e pH em água de 8,0. Para a comparação química de cada tratamento foram realizadas as seguintes determinações laboratoriais nas amostras da mistura : pH em H<sub>2</sub>O; teores disponíveis de micronutrientes (Cu, Fe, Mn e Zn ), usando-se Mehlich 1 (relação solo:solução de 1:5) e a determinação por espectrometria de plasma de emissão atômica – ICP; teor total de micronutrientes (Cu, Fe, Mn e Zn), pela água régia como extrator . Os dados obtidos foram submetidos às seguintes análises estatísticas com o uso do software SAS: teste de Tukey para as variáveis qualitativas, ou seja, tipo de solo e profundidade, conduzido para cada metal e para teores disponíveis e totais, com significância ao nível de 5%; análise de regressão para as variáveis quantitativas, dosagem de CL, e tempo de incubação do CL no solo, resultando modelos de regressão para teores disponíveis de metais pesados no solo; estudo de regressão do teor de metais disponíveis em relação ao tempo de incubação (X) do CL para cada solo, profundidade e dosagem estudadas. A partir desses modelos calculou-se o tempo de decaimento da disponibilidade do metal. Mediante modelos de regressão obtidos no estudo da interferência do tempo de incubação sobre a disponibilidade, foi realizado um estudo de simulação. Buscou-se, com isso, identificar o tempo necessário para o metal atingir metade do teor que estava disponível no momento da incubação. O termo "meia vida", corresponde, aqui, ao tempo de decaimento da metade da disponibilidade do metal no solo, após adicionado como CL, cujo valor é de grande importância para a determinação do tempo mínimo de carência nos diferentes solos a ser respeitado antes da nova aplicação desse composto.

Tabela 1. Características químicas originais dos cinco solos utilizados.

Profundida de (cm)	pH (H <sub>2</sub> O)	Ca	Mg	K	Na	Al	H	T	V	C	N
					mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>			(%)		g kg <sup>-1</sup>	
Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico											
0-20	5,0	6	7	1,7	0,1	6	48	69	22	28,4	2,5
20-40	4,9	6	3	0,5	0,1	10	42	62	17	12,8	1,4
Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico											
0-20	5,4	16	9	0,8	0,1	0	25	51	51	9,1	1,1
20-40	5,6	9	7	0,3	0,1	0	13	29	55	5,5	0,8
Chernossolo Háplico Órtico											
0-20	6,0	78	34	2,6	1,5	0	42	158	73	10,4	1,3
20-40	5,5	70	61	1,7	2,1	0	31	166	81	5,4	0,8
Planossolo Hidromórfico Distrófico											
0-20	4,9	6	2	1,2	0,5	1	25	36	28	7,9	0,6
20-40	4,9	2	1	0,3	0,3	0	12	15	20	3,3	0,4
Nitossolo Vermelho Eutroférico											
0-30	8,4	61	6	0,8	1,3	0	2	92	97	5,6	1,0
30-60	8,1	44	3	0,2	0,2	0	3	50	94	15,9	1,4

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Efeito do Tipo de Solo: resultados do Teste de Tukey de comparação de médias dos metais totais e disponíveis estão apresentados na Tabela 2, em forma decrescente, expresso em mg/kg. Pode-se verificar que os teores de micronutrientes totais e disponíveis foram dependentes do tipo de solo, mas a influência da profundidade não foi observada no teor de micronutrientes totais, apenas no disponível. As maiores concentrações totais dos micronutrientes foram encontradas nos solos Chernossolo Háplico Órtico (MXo) e Nitossolo Vermelho Eutroférico (Nvef). Quando se observa os teores de micronutrientes disponíveis, esses dois solos demonstram baixa disponibilidade para o Zn e Fe. Para o Cu e Mn, o solo MXo apresentou o maior teor disponível na camada de solo 0-20 cm e sua disponibilidade diminuiu na camada mais profunda (20-40cm), onde seu teor de argila é maior (46%), e de óxido de ferro e alumínio também (10,0 % e 12,8 % respectivamente). O solo PVd apresentou maior disponibilidade dos micronutrientes Cu, Mn e Zn, e o solo SGd, o fez para o Fe, em ambas as profundidades. Comparando-se os teores totais médios dos micronutrientes extraídos dos experimentos após aplicação de CL com os teores totais máximos de elementos considerados admissíveis no solo estabelecidos pela Environmental Protection Agency – EPA (1983), verifica-se que os teores de Mn e Zn estão acima dos níveis recomendados, destacando-se maiores riscos para uso de maiores dosagens de CL nos solos MXo e Nvef.

A reaplicação do CL nos solos LVd e PVd pode ser feita em torno de um ano, quando o Fe atinge a meia vida. Mas, no solo SGd, esse tempo de meia vida é muito elevado, chegando a quase 5 anos. Para não causar danos ambientais com acumulação de ferro no solo e danos às plantas, o uso de CL neste solo fica inviabilizado, mesmo tendo este o solo apresentado o menor teor total de ferro quando comparado aos demais. O comportamento do Mn, face à adição de crescentes dosagens de CL, é linear, ocorrendo decaimento constante de Mn com o aumento da dosagem de CL quando estudado a média dos solos, e nos solos PVd, MXo e Nvef, os quais demonstraram modelos significativos. O solo Nvef necessita de um grande período para reaplicação do CL, aproximadamente um ano e meio, o que pode inviabilizar seu uso. Além disso, esse solo demonstrou valores totais no momento da aplicação maiores do que o limite da EPA (1983), podendo causar danos às plantas e ao solo. Foi observado uma maior concentração de Zn total nos solos MXo e Nvef, onde seus teores ultrapassaram o limite máximo estipulado pela EPA (1983), e menor concentração de Zn nos solos SGd e LVd. Nesses últimos o comportamento dos teores totais é crescente com o aumento da dosagem, isto é, a presença desse metal no solo antes da aplicação de CL é baixa, sendo este um metal importante ao crescimento das plantas quando em doses adequadas. O tempo de decaimento da disponibilidade do Zn chegar à metade, em torno de 200 dias para que possa ser possível a reaplicação de CL.

Tabela 2. Comparação dos teores de Metais Pesados Totais e Disponíveis entre os solos

Metal	0 – 20 cm					Profundidade					20 – 40 cm <sup>2</sup>				
	LVd	PVd	MXo	SGd	Nvef	Teores Totais <sup>3</sup>									
	LVd	PVd	MXo	SGd	Nvef	LVd	PVd	MXo	SGd	Nvef	LVd	PVd	MXo	SGd	Nvef
Cu	9cd	10,12c	22,02b	6,07d	42,37a	7,78d	10,75c	23,85b	6,87d	52,57a					
Fe	21706c	11601d	38929a	2088e	24984b	23824c	13889d	47554a	1640e	31492b					
Mn	68,16c	237,9b	970,2a	42,12c	1028a	44,27d	242,8c	502,2b	36,75d	1069a					
Zn	19,15c	21,06c	61,63a	11,19d	54,28b	12,367d	26,408c	55,63a	8,06d	49,55b					
Teores Disponíveis <sup>4</sup>															
Metal	LVd	PVd	MXo	SGd	Nvef	LVD	PVd	MXo	SGd	Nvef	LVD	PVd	MXo	SGd	Nvef
Cu	2,14c	3ab	3,26a	3,11ab	2,41bc	2,03c	2,9b	2,54bc	3,24b	6,3a					
Fe	113,69b	51,65c	60,612c	172,47a	16,38d	103,81b	43,675c	55,210c	128,19a	40,178c					
Mn	17,12c	101,06a	109,9a	4,968c	81,49b	19,899c	95,278a	41,992b	4,02c	101,51a					
Zn	6,69c	11,98a	13,11a	9,19b	5,18c	5,89c	10,66a	7,15bc	8,4ab	5,89c					

<sup>1</sup>médias seguidas de mesma letra minúscula na linha (dentro da mesma profundidade), são estatisticamente iguais pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade <sup>2</sup>exceto para o solo Nvef, com 0-30 e 30-60 cm <sup>3</sup>extraído por água régia (Nieuwenhuize et al., 1991) e determinados em ICP. <sup>4</sup>extraídos por Mehlich 1 e determinados em ICP

**CONCLUSÕES:** As maiores concentrações dos micronutrientes foram encontrados nos solos Chernossolo Haplico Órtico e Nitossolo Vermelho Eutroférico. O CL empregado no estudo de incubação estava dentro dos valores aceitos para o uso agrícola. Entretanto os elementos Mn e Zn ultrapassaram os limites totais estipulados pela EPA (1983), destacando-se um risco à cadeia trófica vegetal o uso de maior dosagem de CL nos solos Chernossolo Haplico Órtico e Nitossolo Vermelho Eutroférico. Houve interferência dos fatores óxidos de ferro e alumínio, teor de argila e pH do solo quanto à disponibilidade dos micronutrientes Fe, Mn e Cu, e grande interferência do fator profundidade em todos os micronutrientes. Quanto ao tempo necessário para haver nova aplicação de CL como adubo ao solo, o ferro mostrou-se um elemento limitante por apresentar meia vida superior a um ano, chegando a 5 anos no solo SGd. A maior concentração total do micronutriente Mn está no solo Nvef na dosagem zero, isto é, esse solo já é rico neste elemento e o CL apenas diluiu esse teor no solo original.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- BERTON, R. S. Fertilizantes e poluição. In: Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas, 20., Piracicaba, 1992. Anais. Campinas, Fundação Cargil, 1992. 425p.
- EGREJA FILHO, F. B. Avaliação da ocorrência de distribuição química de metais pesados na compostagem de lixo domiciliar urbano. Viçosa, 1993. 176p. Dissertação (MS) – Universidade Federal de Viçosa.
- ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (EPA). Land Application of Municipal Study. Cincinnati, 1983. 432p.
- MELO, W. J.; SILVA, F. C.; MARQUES, M. O.; BOARETO, A. E. Critérios para o uso de resíduos sólidos urbanos na agricultura e impactos ambientais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, Rio de Janeiro, 1997.