

INFLUÊNCIA DO USO DO COMPOSTO ORGÂNICO PROVENIENTE DO LIXO URBANO SELECIONADO NA BIOMASSA DO SORGO CULTIVADO EM SOLO CONTAMINADO COM CÁDMIO

Jurema de Castro Souza¹, Dra. Josanídia Santana Lima²
Doutoranda do Departamento de Química Analítica do IQ/UFBa¹
Professora do Departamento de Biologia do IB/UFBa²

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO
2. METODOLOGIA
3. ANÁLISE DOS RESULTADOS
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

RESUMO

O avanço tecnológico nas grandes cidades e o crescimento populacional tem gerado grande acúmulo de lixo urbano e contaminação dos solos por metais pesados. Diante desses problemas, os pesquisadores vêm buscando alternativas para uma melhor qualidade ambiental.

A compostagem é uma das atividades que contribui para o funcionamento do sistema de gestão ambiental no setor de gerenciamento de resíduos promovendo ações de redução da geração de lixo urbano, coleta seletiva e reciclagem de lixo. Estas ações de cidadania economizam energia, reduz espaço nos aterros e diminui a poluição ambiental. O composto orgânico resultante, quando proveniente de lixo urbano selecionado, é muito rico em nutrientes e matéria orgânica, o que contribui para o crescimento e biomassa dos vegetais.

O cádmio é proveniente de várias fontes antropogênicas. É um metal tóxico e, devido a sua baixa afinidade com o solo, pode ser facilmente transportado pelo perfil do solo até o lençol freático ou ser translocado para as plantas. O aumento dos sítios de troca no solo, devido a adição do composto orgânico, promove um controle da toxicidade de certos metais encontrados em quantidade acima do normal, através de processos de quelação, adsorção ou precipitação desses elementos pela matéria orgânica.

Neste trabalho foi avaliada a influência de composto orgânico no desenvolvimento de plantas de sorgo, cultivadas em solo contaminado com cádmio, através da determinação da biomassa do vegetal. Pretende-se, com o uso do composto orgânico selecionado, priorizar a qualidade ambiental em áreas contaminadas e melhorar a produtividade agrícola.

PALAVRAS-CHAVE

Qualidade ambiental, Compostagem, Cádmio, Biomassa vegetal

¹ Instituto de Química da Universidade Federal da Bahia.

² Instituto de Biologia da Universidade Federal da Bahia.

1. INTRODUÇÃO

A produção de lixo urbano está estreitamente relacionada com o crescimento populacional e industrial em todo o mundo (Cravo, 1998). A disposição irregular desse lixo é responsável pela contaminação e poluição do meio ambiente e, conseqüentemente, da população humana. O problema do lixo urbano aliado à contaminação de solos por metais pesados constitui, dentre várias formas de poluição, um dos maiores problemas ambientais da atualidade.

O homem, como articulador entre o meio ambiente e o que ele produz, deve se conscientizar da problemática ambiental causada pela excessiva demanda de materiais produzidos para atender aos anseios da sociedade moderna. Com isso, deve sempre buscar alternativas de preservação do meio ambiente, garantindo a sua sobrevivência e de gerações futuras (Souza, 2002).

A gestão ambiental pode ser aplicada em diferentes setores, dentre eles, no gerenciamento integrado de resíduos que visa **reduzir** a quantidade de materiais usados, **reutilizar** os materiais uma vez formulados, **reciclar** materiais mediante processos de refabricação e **recuperar** o conteúdo energético dos materiais. Esta filosofia dos “**quatro Rs**” tem seus princípios aplicados a todos os tipos de resíduos, inclusive na reciclagem de lixo urbano (Baird, 2002).

A compostagem é uma das alternativas para solucionar a disposição final do lixo urbano. Segundo Egreja Filho (1993) a compostagem é um dos métodos de tratamento de resíduos que mais se adequam aos princípios ecológicos, pois atenua a poluição e contaminação do meio ambiente, reduz os problemas sanitários e de saúde pública, contribui para a proteção e preservação de recursos naturais, permite uma grande economia de energia pelo reaproveitamento da matéria orgânica, além de ser uma técnica de alta eficiência e de baixo custo.

A prática da compostagem é uma das ações de gestão ambiental direcionada para gerenciamento de resíduos que traz uma melhor qualidade de vida e maior satisfação para uma comunidade através do estímulo à cidadania e obtenção de mais empregos.

O composto orgânico selecionado – produto resultante da compostagem – é proveniente da coleta seletiva e é constituído basicamente de restos de alimentos e podas. Este lixo selecionado é de melhor qualidade, pois facilita a compostagem, é mais homogêneo, minimiza os riscos de contaminação por metais pesados, é rico em nutrientes e matéria orgânica (Cravo et al., 1998; Kiehl, 1998; Queiroz, 1998).

A presença de nutrientes e o elevado teor de matéria orgânica no composto sugerem que este possa ser utilizada em várias culturas como adubo orgânico (Canellas et al., 1999; Alves et al., 1999; Lima et al., 1999), resultando no aumento da produtividade do vegetal (Kiehl, 1995; Pereira Neto, 1996; Trindade et al. 1996; Alves et al. 1999) e como agente complexante de metais pesados (Alloway, 1990).

Kiehl (1998) afirma que a aplicação de composto orgânico aos solos tem sido recomendada também como uma maneira de controlar a toxidade causada por certos elementos químicos encontrados em quantidade acima do normal. Para Stoeppler (1991), a matéria orgânica diminui a toxidade de metais pesados nos solos por processos de quelação adsorção ou precipitação, devido ao aumento dos sítios de troca.

Segundo Trindade et al. (1996) a contaminação de solos por metais pesados causa sérios impactos ambientais. Provenientes de resíduos domésticos e industriais, fertilizantes inorgânicos, corretivos, agrotóxicos, deposições atmosféricas, embalagens de diversos produtos, etc. esses poluentes representam um grande perigo para os organismos vivos.

O cádmio, pela sua grande mobilidade em solos (Hutchinson & Meema, 1987), torna-se um metal pesado de alto potencial tóxico ao meio ambiente. Tavares & Carvalho (1992) afirmam que o cádmio está incluído entre os dez primeiros elementos mais utilizados industrialmente. Seu principal uso é como pigmento (Baird, 2002). Este metal também pode ser adicionado ao solo mediante aplicação de calcários, pesticidas, efluentes industriais e domésticos e de adubos fosfatados (Malavolta, 1980).

Martins (1984) e Brady (1989) afirmam que o cádmio, se adicionado aos solos em quantidades acima do limite permitido ($0,4\text{mg dm}^{-3}$), Stoppler (1991), pode contaminar o lençol freático, assim como ser absorvido pelas plantas, prejudicando o seu desenvolvimento e ocasionando danos aos homens e animais que delas se utilizarem. A absorção de cádmio pelas plantas se deve à sua similaridade com o zinco (Baird, 2002).

A toxidez das plantas, provocada pelo cádmio, reduz consideravelmente a taxa de fotossíntese e a produção de biomassa (Koeppel, 1977; Stoppler, 1991), reduzindo o seu desenvolvimento. Este metal, quando absorvido por humanos, é acumulado no fígado e principalmente nos rins, causando deficiência de proteínas, vitaminas e doenças renais e ósseas (Stoppler, 1991; OMS, 1992).

O sorgo é uma gramínea muito utilizada na alimentação de bovinos para corte e leite (EMBRAPA, 1999) e foi escolhido como planta teste devido a seu rápido crescimento e boa produção de biomassa.

Esta pesquisa mostra as várias contribuições que o composto orgânico produzido pelo método da compostagem pode trazer para o meio ambiente, como: mais lucro, energia e produtividade (o processo de obtenção é de baixo custo, a matéria-prima é obtida a partir do lixo e o composto produzido melhora o desenvolvimento das culturas agrícolas) e melhor qualidade ambiental em áreas contaminadas (o composto pode complexar o metal atenuando a poluição nas águas subterrâneas e nas plantas cultivadas nestes solos).

Neste trabalho é avaliada a influência do composto orgânico selecionado, derivado da coleta seletiva do lixo urbano, no desenvolvimento de plantas de sorgo cultivado em solo contaminado com cádmio, através da quantificação da biomassa do vegetal da parte aérea e radicular, como indicadores de poluição na planta.

2. METODOLOGIA

O experimento foi instalado em condições de Casa de Vegetação e o delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial $6 \times 5 \times 3$ com 5 doses de composto orgânico selecionado (20, 40, 60, 80 e 100 t ha^{-1}) e 1 controle (somente solo) para efeito de comparação; 5 concentrações de Cd (0,0; 0,5; 5,0; 10,0 e $25,0\text{ mg de Cd dm}^{-3}$ de solo) e 3 repetições, totalizando 90 vasos. Cada unidade experimental constou de um vaso de polietileno contendo $1,2\text{ dm}^3$ de substrato.

Amostras de solo, composto orgânico e misturas de solo com composto orgânico foram submetidas a análises físicas e químicas, conforme é mostrado na Tabela 1.

Tabela 1. Caracterização físico-química do substrato após vinte dias de incubação, solo e composto orgânico.

Parâmetro	solo	20	40	60	80	100	composto
		Doses do Composto em t ha ⁻¹					
Características Químicas							
pH em água (1:2,5) ^a	4,4	4,2	4,5	4,7	4,9	5,1	7,1
pH em KCl (1:2,5) ^a	3,9	4,0	4,1	4,2	4,5	4,6	6,7
Condutividade (dS m ⁻¹)	0,45	1,2	1,4	1,7	2,2	2,6	1,3
C (g dm ⁻³) ^b	23,9	25,0	26,0	26,5	28,9	31,2	134
N (g dm ⁻³) ^c	0,9	1,1	1,2	1,3	1,5	1,7	11
M.O. (g dm ⁻³) ^b	41,2	43,1	44,9	45,7	49,8	53,9	102
P (mg dm ⁻³) ^d	5,8	23	35	64	66	70	337
Ca (Cmol _c dm ⁻³) ^a	11,6	13,1	19,3	30,1	28,6	30,1	117,0
Mg (Cmol _c dm ⁻³) ^a	0,33	0,56	0,75	0,80	0,87	0,98	24,9
K (Cmol _c dm ⁻³) ^d	0,09	0,26	0,47	0,64	0,72	0,80	3,1
Na (Cmol _c dm ⁻³) ^d	0,07	0,09	0,10	0,10	0,09	0,09	1,8
Al (Cmol _c dm ⁻³) ^a	0,70	0,6	0,3	0,3	0,1	0,1	0,0
H (Cmol _c dm ⁻³)	4,69	3,0	4,4	5,5	5,2	5,1	3,5
CTC (Cmol _c dm ⁻³) ^a	17,5	17,6	25,3	37,4	35,6	37,2	150,3
Microelementos (mg dm ⁻³) ^d							
Cu	0,06	0,10	0,13	0,20	0,23	0,28	0,65
Zn	0,05	0,12	0,18	0,19	0,25	0,42	11,2
Mn	4,2	1,32	1,35	1,40	1,82	1,94	31,9
Fe	112	114	118	120	140	137	217,7
Características Físicas (g dm ⁻³)							
Areia Grossa ^a	60,2	59,2	58,3	58,1	57,2	57,9	59
Areia Fina ^a	20,2	19,8	20,1	18,5	17,2	15,3	19
Silte ^a	6,2	6,7	7,1	7,2	7,8	8,4	6
Argila ^a	14,0	13,2	14,2	14,1	14,2	13,5	15
Densidade real (g.cm ⁻³) ^e	2,43	2,42	2,42	2,49	2,40	2,50	1,84
Densidade aparente (g.cm ⁻³) ^e	1,36	1,40	1,37	1,30	1,33	1,32	0,90

^a EMBRAPA (1997). ^b BRASIL (1998). ^c Perraud et al (1976). ^d Extrator de Mehlich 1. ^e EMBRAPA (1991).

2.1. Composto Orgânico

O composto orgânico, utilizado no experimento, foi produzido pelo processo aeróbico de compostagem de resíduos orgânicos, na Usina Experimental de Compostagem, no Campus de Ondina da Universidade Federal da Bahia.

Os resíduos orgânicos selecionados foram constituídos de restos de frutas, verduras e legumes provenientes de feiras. Foram compostados, juntamente com a serragem, durante 120 dias em forma de pilha a céu aberto (Figura 1). O composto orgânico selecionado (CO) foi seco ao ar, até atingir um teor de umidade de 25%. Após tamisação em peneira com malha de 4 mm, foi retirada uma amostra representativa e dividida em três subamostras para caracterização física e química (Tabela 1).

2.2. Solo

A amostra de solo utilizada no experimento foi coletada em região de mata no Município de Cruz das Almas-Ba, em uma reserva remanescente de Mata Atlântica. A área de coleta nunca sofreu manejo e está afastada de atividades urbanas. Trata-se de um Latossolo Amarelo Distrófico argissólico álico (Ribeiro, 1998).

A coleta foi realizada a uma profundidade entre 0 - 20 cm. Após secagem ao ar, a amostra foi passada em peneira plástica com malha de 4 mm para remoção de resíduos maiores e uniformização, tendo-se retirado subamostras para caracterização química e física (Tabela 1).

Figura 1. Disposição das pilhas de composto orgânico na Usina de Compostagem da UFBA.



2.3. Preparo dos Substratos

Após a caracterização física e química do composto orgânico e do solo, conforme resultados apresentados na Tabela 1, foi adicionado à amostra de solo o composto orgânico selecionado nas doses equivalentes a 0, 20, 40, 60, 80 e 100 t ha⁻¹ e solução de Cd nas concentrações de 0,0; 0,5; 5,0; 10,0 e 25,0 mg dm⁻³, preparadas com uma solução padrão de CdCl₂ a partir de ampolas da Titrisol da Merck.

A mistura obtida foi distribuída em vasos de polietileno e irrigada com água deionizada a 70% da capacidade de campo por 20 dias, produzindo o substrato, conforme o esquema da Figura 2.

Os substratos também foram analisados físico-quimicamente (Tabela 1) antes da semeadura e posteriormente plantadas 20 sementes de sorgo. As plantas foram cultivadas por 35 dias e durante o cultivo a irrigação foi realizada com água deionizada a 70% da capacidade de campo.

2.4. Determinação da Biomassa Fresca e Seca

Após 35 dias de cultivo, a planta de sorgo contida nos vasos foi cortada rente ao solo e determinada, imediatamente, o peso de material vegetal fresco, utilizando uma balança analítica.

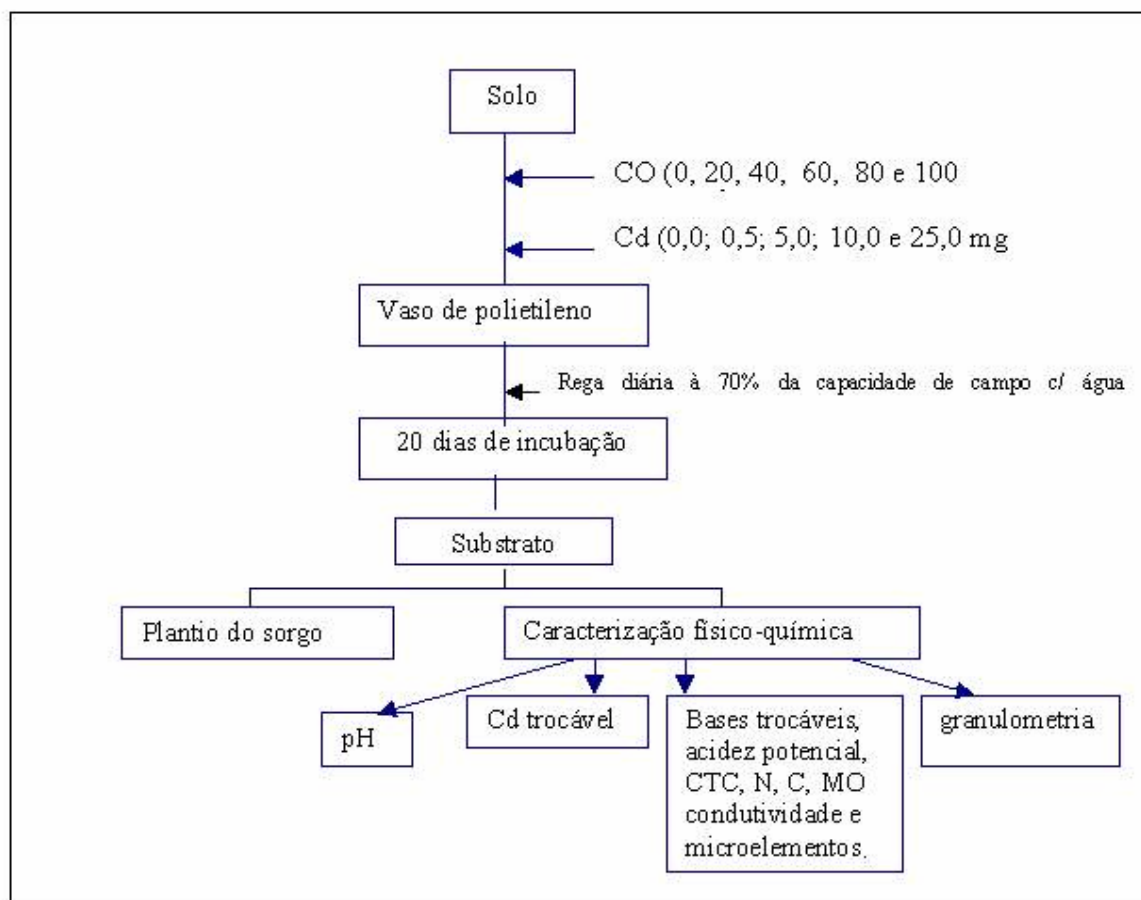
Para determinação do material vegetal seco da parte foliar e radicular, as folhas e raízes foram acondicionadas, separadamente, em sacos de papel e secas em estufa a 65 °C, até peso constante. Transcorridos 7 dias de secagem, as amostras foram pesadas em balança analítica para a determinação do material vegetal seco.

2.5. Análise Estatística dos Resultados

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância. O teste de Tukey, ao nível de 5% de significância, verificou diferenças entre os pares de médias dos tratamentos (doses de composto orgânico e concentrações de Cd). A regressão múltipla foi utilizada para mensurar o efeito do composto orgânico e do Cd na biomassa do vegetal.

Na análise estatística do experimento foi utilizado o programa SPSS (Statistical Package for the Social Sciences), versão 9 (1998) e o SAS (Statistical Analysis System), versão 7 (2001), do Departamento de Estatística, Instituto de Matemática da Universidade Federal da Bahia.

Figura 2: Esquema do procedimento experimental para preparação do substrato.



3. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Foram determinadas a Biomassa Seca e Fresca da parte Aérea (BSA e BFA, respectivamente) e a Biomassa Seca da parte Radicular (BSR) das plantas de sorgo. A biomassa vegetal é um parâmetro que avalia o desenvolvimento da planta. A biomassa fresca está relacionada com a produtividade da cultura agrícola enquanto que a biomassa seca está relacionada com o teor orgânico do vegetal. Os resultados são mostrados na Tabela 2.

No geral, é observado que o composto orgânico presente no solo além de aumentar a biomassa do vegetal, atenuou o efeito de redução da mesma quando as plantas foram expostas à contaminação com o cádmio.

A BSA aumentou com incrementos de composto orgânico, mas não apresentou diferenças significativas com incrementos de Cd. A BFA aumentou com a aplicação de composto e ao mesmo tempo diminuiu com a concentração de Cd. A BSR apresentou resultados não significativos com incrementos de composto e os valores foram diminuindo na proporção que se adicionava mais Cd. Entretanto, no substrato contaminado com 25,0 mg dm⁻³ de Cd foi apresentado aumento significativo nos resultados de BSR a partir da adição de 40 t ha⁻¹ de composto (Tabela 2).

Tabela 2: Biomassa seca radicular (BSR), seca (BSA) e fresca das partes aéreas (BFA), em gramas, de plantas de sorgo cultivadas em CO contaminadas com Cd.

Doses de Composto	Biomassa vegetal	Concentração de cádmio (mg dm ⁻³)				
		0,0	0,5	5,0	10,0	25,0
Somente solo	BSR	ns 0,84 ^A	ns 0,70 ^{AB}	ns 0,61 ^{ABC}	ns 0,43 ^{BC}	b 0,22 ^C
	BSA	c 0,86 ^{NS}	b 0,70 ^{NS}	c 0,69 ^{NS}	b 0,63 ^{NS}	c 0,50 ^{NS}
	BFA	d 3,47 ^A	d 3,20 ^{AB}	c 2,85 ^{BC}	c 2,33 ^C	d 1,75 ^D
20 t ha ⁻¹	BSR	ns 0,86 ^A	ns 0,75 ^A	ns 0,76 ^A	ns 0,63 ^{AB}	ab 0,39 ^B
	BSA	bc 1,05 ^{AB}	ab 1,06 ^A	bc 0,80 ^C	ab 0,90 ^{BC}	bc 0,79 ^C
	BFA	c 4,66 ^{AB}	c 4,99 ^A	c 3,72 ^{BC}	b 3,63 ^C	c 2,99 ^C
40 t ha ⁻¹	BSR	ns 0,97 ^A	ns 0,84 ^{AB}	ns 0,79 ^{AB}	ns 0,64 ^B	a 0,58 ^B
	BSA	ab 1,24 ^{NS}	a 1,24 ^{NS}	ab 1,16 ^{NS}	ab 1,02 ^{NS}	ab 0,97 ^{NS}
	BFA	b 5,81 ^A	bc 5,48 ^{AB}	b 4,89 ^{ABC}	ab 4,08 ^{BC}	bc 3,70 ^C
60 t ha ⁻¹	BSR	ns 0,78 ^{NS}	ns 0,98 ^{NS}	ns 0,68 ^{NS}	ns 0,65 ^{NS}	a 0,64 ^{NS}
	BSA	ab 1,25 ^{NS}	a 1,28 ^{NS}	abc 1,10 ^{NS}	ab 1,14 ^{NS}	a 1,20 ^{NS}
	BFA	ab 6,82 ^A	ab 6,36 ^{AB}	ab 5,34 ^{BC}	a 4,95 ^C	ab 4,54 ^C
80 t ha ⁻¹	BSR	ns 0,96 ^{NS}	ns 0,85 ^{NS}	ns 0,73 ^{NS}	ns 0,70 ^{NS}	a 0,63 ^{NS}
	BSA	a 1,45 ^{NS}	a 1,22 ^{NS}	a 1,24 ^{NS}	ab 1,12 ^{NS}	a 1,31 ^{NS}
	BFA	a 7,15 ^A	a 7,05 ^A	ab 5,60 ^B	a 4,97 ^B	a 5,16 ^B
100 t ha ⁻¹	BSR	ns 0,94 ^{NS}	ns 0,84 ^{NS}	ns 0,75 ^{NS}	ns 0,63 ^{NS}	a 0,64 ^{NS}
	BSA	a 1,51 ^{NS}	a 1,45 ^{NS}	a 1,40 ^{NS}	a 1,43 ^{NS}	ab 1,12 ^{NS}
	BFA	a 7,41 ^A	ab 6,43 ^{AB}	a 6,34 ^{AB}	a 5,23 ^B	a 5,15 ^B

- As médias seguidas das mesmas letras maiúsculas, nas linhas, não diferem entre si; ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey;

- As médias seguidas das mesmas letras minúsculas, nas colunas, não diferem entre si; ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey;

- ns: não significativo.

O composto orgânico promoveu um ganho de biomassa em todos os tratamentos contaminados com Cd, em relação ao tratamento controle. A BFA, por exemplo, aumentou em 53% na dose 100 t ha⁻¹ de composto orgânico e na BSA o ganho foi de 43%, em relação

ao substrato sem composto. Comportamento semelhante foi observado por Lima et al. (1999), estudando a ação do composto orgânico proveniente de lixo doméstico na fisiologia do coentro (*Coriandrum Sativum* L.). Os autores verificaram um aumento significativo do peso seco no tratamento solo:composto na proporção (2:1) em relação ao tratamento controle, somente solo.

Queiroz (1998), cultivando também plantas de milho em Latossolo Vermelho-Amarelo e em composto orgânico selecionado, por 35 dias, verificou um ganho de biomassa seca da parte aérea e radicular de 81,2% e 71,1%, respectivamente, na dose de 15 t ha⁻¹ quando comparado ao tratamento controle.

A dose de 80 t ha⁻¹ de composto, neste trabalho, foi a que promoveu maior produção de BSA e BFA no tratamento sem Cd. Nascentes et al. (1998), estudando o efeito da utilização de composto orgânico de lixo urbano não selecionado no crescimento de plantas de alface, concluíram que a produção aumentou linearmente com a elevação de doses do composto, quando aplicado ao solo 18-19 dias antes do plantio e 40 dias de cultivo. Os mesmos autores observaram também que, nessas condições, a aplicação de 70 t ha⁻¹ foi a dose estimada para promover maior produção de matéria fresca e seca.

Alves et al. (1999), aos 97 dias após a semeadura de plantas de sorgo, em casa de vegetação, constataram que a produção de matéria seca aumentou até a dose de 50 t ha⁻¹ de composto não selecionado. Segundo Kiehl (1998), a dosagem entre 15 e 20 t ha⁻¹ é a mais aplicada em solos para agricultura, enquanto que Costa et al. (1991), citados por Egreja (1993), recomendam que esse valor varie de acordo com a cultura e nível de fertilidade do solo.

Segundo Kiehl (1995), a matéria orgânica do composto exerce importantes efeitos benéficos sobre as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, contribuindo substancialmente para o crescimento e desenvolvimento das plantas.

Alves et al. (1999) afirmam que ao utilizar o composto, deve-se levar em conta a necessidade de um período suficientemente longo, para que ocorra a mineralização dos nutrientes, ou de uma frequência de aplicação que eleve seu efeito residual.

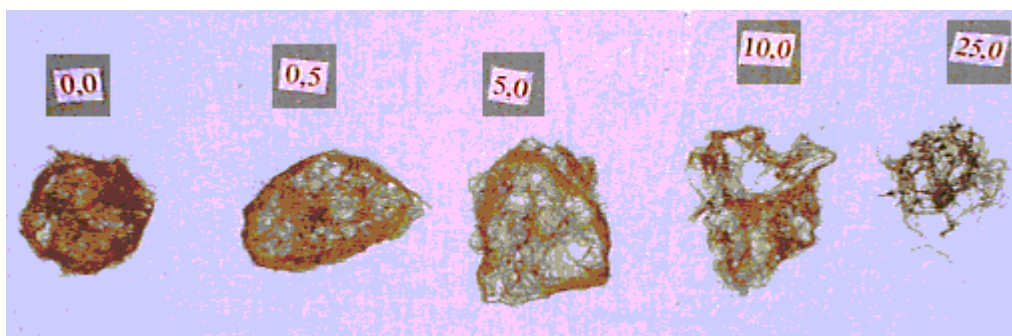
Segundo Oliveira et al. (1994), plantas expostas ao Cd têm o conteúdo das clorofilas a e b diminuídos. Este efeito interfere no processo da fotossíntese, o que reduz a produção de matéria seca. Pombo (1996) cultivando azevém (*Lolium multiflorum*) em solos com concentrações de 5,0 e 100,0 mg de Cd dm⁻³, observou que a redução da biomassa seca da parte aérea da planta foi maior no tratamento com 100,0 mg dm⁻³ de Cd, onde havia maior exposição ao Cd.

Na Tabela 2 é observado também que, para todos os tratamentos contaminados com 0,5 mg dm⁻³ de Cd de substrato e as diversas doses de composto, apesar da tendência, não houve diferenças significativas nos resultados de biomassa, em comparação com o tratamento sem adição de Cd. Experimentos relatados por Alloway (1990) mostraram que não ocorreu redução no crescimento das folhas de alface, couve, cenoura e rabanete expostos a baixas concentrações de Cd. Segundo Lee et al. (1976), citados por Laugenbach & Sarpa (1985), o Cd, em baixas concentrações, não causa alteração na fotossíntese das plantas.

Os valores de BSR foram os que mais diminuíram com a contaminação dos substratos. Este fato pode estar associado ao maior contato que este órgão tem com o contaminante, em relação a outras partes da planta. Este fator contribuiu para diminuir a ação do composto no

resultado de BSR. A Figura 3 mostra o comportamento visual da biomassa radicular com incrementos de Cd.

Figura 3. Redução do crescimento das raízes de plantas de sorgo cultivadas em substrato sem adição de composto orgânico e contaminadas com Cd.



Souza et al. (2000), estudando a ação do composto orgânico de lixo urbano no crescimento do coentro (*Coriandrum sativum* L.) e na presença de diferentes concentrações de Cd, mostraram que as plantas cultivadas somente com composto orgânico não apresentaram redução significativa de biomassa fresca e seca com $0,4 \text{ mg Kg}^{-1}$ de Cd no composto, em relação ao tratamento sem Cd.

A Tabela 3 mostra também uma menor redução das biomassas em substratos com 100 t ha^{-1} do que nos substratos somente com solo quando contaminados com $25,0 \text{ mg dm}^{-3}$ de Cd no substrato (maior nível de contaminação no experimento). Nos substratos contaminados com $25,0 \text{ mg dm}^{-3}$ de Cd, a BSR, por exemplo, foi reduzida 74% nas plantas cultivadas sem composto e reduziu apenas 32% nas plantas cultivadas com dose de 100 t há^{-1} de composto, em relação ao tratamento que não foi contaminado.

Tabela 3. Redução, em %, da biomassa na presença de composto orgânico contaminado com $25,0 \text{ mg dm}^{-3}$ de Cd, em comparação com o solo não contaminado.

Biomassa vegetal	Solo	100 t ha^{-1}
BSR	74	32
BSA	42	26
BFA	50	30

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aplicação de composto orgânico promoveu aumento no crescimento da parte aérea das plantas, para os mesmos níveis de contaminação. Esse comportamento no crescimento da parte aérea das plantas de sorgo está relacionado com os resultados de biomassa obtidos anteriormente.

Uma redução no crescimento, à medida que aumentou o nível de contaminação do Cd no substrato, para as mesmas dosagens de composto orgânico estão relacionados com a

diminuição dos valores de biomassa, um dos efeitos causados pela toxicidade do metal nas plantas. Entretanto, a adição do composto orgânico no substrato diminuiu este efeito e conduziu a um aumento nos resultados do peso do material vegetal. Conseqüentemente, um aumento no crescimento das plantas de sorgo. Esses resultados confirmam que o composto orgânico, além de diminuir a toxidez causada pelo Cd, pode melhorar o desenvolvimento das plantas.

A adição do composto orgânico contribuiu também para melhorar as características químicas do solo. Foram observadas uma elevação do pH, do teor de matéria orgânica, bases trocáveis, P, CTC e redução da acidez potencial do solo.

A utilização do composto orgânico selecionado como agente complexante do Cd para minimizar a disponibilidade do metal para a planta, reduzindo a toxicidade do elemento, necessita de maiores estudos sobre o período de interação entre composto e solo, como também da determinação dos teores de Cd no tecido da planta, para verificar a biodisponibilidade desse elemento em áreas contaminadas e ter uma melhor avaliação do impacto ambiental causado.

AGRADECIMENTOS

A autora agradece ao apoio recebido do Departamento de Geoquímica e Meio Ambiente do Instituto de Geociências da UFBA e ao financiamento cedido pela CAPES.

REFERÊNCIAS

- ALLOWAY, B. J. (Ed). Cadmium. In: _____. **Heavy metals in soil**. New York: Jonh Wiley, 1990. v. 1, cap. 6, p. 100-120.
- ALVES, W. L.; MELO, W. J.; FERREIRA, M. E. Efeito do composto de lixo urbano em um solo arenoso e em plantas de sorgo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 23, n. 3, p. 729-736, jul./set. 1999.
- BAIRD, C. **Química Ambiental**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed Editora S.A., 2002. 622 p.
- BRADY, N.C. **Natureza e propriedade dos solos**. 7. ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1989. 898 p.
- CANELLAS, L. P. et al. Adsorção de Cu^{+2} e Cd^{+2} em ácidos húmicos extraídos de resíduos orgânicos de origem urbana. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 29, n. 1, p. 21-26, ago. 1999.
- CRAVO, M.S.; MURAOKA, T.; GINÉ, M.F. Caracterização química de compostos de lixo urbano de algumas usinas brasileiras. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 22, n. 3 p. 547-553, jul./set. 1998.
- EGREJA FILHO, F. B. **Avaliação da ocorrência e distribuição química de metais pesados na compostagem do lixo domiciliar urbano**. 1993. 176 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa-MG, Viçosa.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 2 ed. Rio de Janeiro: MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E MEIO AMBIENTE, 1997. 212p.

_____. Milho e Sorgo: sorgo BRS 800. Catálogo de produtos... Disponível em <<http://www.cnpms.embrapa.br/brs800.html>> Acesso em: 11 dez. 1999.

HUTCHINSON, T. C.; MEEMA, K. M. (Ed.). **Lead, mercury, cadmium and arsenic in the environment**. New York: John Wiley, 1987. 284p. (SCOPE, 31).

KIEHL, E. J. **Fertilizantes orgânicos**. 32 ed. Piracicaba: Agronômica Ceres, 1995. 492 p., il.

_____. **Manual de compostagem: maturação e qualidade do composto**. Piracicaba: E. J. Kiehl, 1998. 171 p., il.

KOEPPE, D. E. The uptake, distribution, and effect of cadmium and lead in plants. **The Science of the Total Environment**, Amsterdam, v. 7, p. 197-206, jul. 1977.

LANGENBACH, T; SARPA, M. Teor de cádmio nos fertilizantes fosfatados brasileiros. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 9, n. 2, p. 179-181, mai./ago. 1985.

LIMA, J.S.; SILVA, N, R. S; SOUZA, J.C. Ação do composto orgânico proveniente de lixo doméstico na fisiologia do coentro (*Coriandrum sativum* L.). In: ENCONTRO VIRTUAL DO MEIO AMBIENTE, 1., 1999, Salvador. **Anais eletrônicos...** Disponível em <<http://www.umweltprogramme.de/meioambiente99>> Acesso em: 31 jun.2000.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980, 251p.

MARTINS, J. L. **Toxidez de cádmio e chumbo para plantas e microorganismos do solo**. 1984. 150 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Universidade Federal do RS, Porto Alegre. Disponível em: <<http://www.adubostrevo.com.br/ci/bd/teses/resumos/r4/r4-25.htm>>. Acesso em: 9 maio 2000.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Laboratório Nacional de Referência Vegetal. **Análise de corretivos, fertilizantes e inoculantes: métodos oficiais**. Brasília, 1988. 104 p.

NASCENTES, C. C. et al. Efeitos da utilização de composto orgânico de lixo urbano no crescimento e absorção de metais pesados por alface. In: REUNIÃO ANUAL DA SBQ, 21., 1998, Poços de Caldas. **Anais...**, Viçosa, 1998. p. AB-014.

OLIVEIRA, J. A.; OLIVA, M. A.; CAMBRAIA, J. Effects of cadmium on chlorophyll contents and on peroxidase activity in soybean cvs. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Londrina, v. 6, n. 2, p. 97-101, ago. 1994.

OMS. **Cadmium: environmental aspecto**. Geneva, 1992. 156p. (Environmental Health Criteria, 135).

PEREIRA NETO, J. T. **Manual de compostagem processo de baixo custo**. Belo Horizonte: Superintendência de limpeza urbana; UFV, 1996. 56 p.

PERRAUD, E.; AGUIAR, A. C.; MUNIS, E. M. **Métodos de análises utilizadas no laboratório de pedologia do Instituto de Geociências da UFBA**. Salvador, 1976. 70 p. no prelo.

POMBO, L.C.A. Comparação de dois métodos para avaliar, em solos, o cádmio disponível para as plantas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 20, n.3, p. 423-428, set./dez. 1996.

QUEIROZ, J. E. G. **Efeito de compostos provenientes de lixo urbano, no teor de clorofila e de metais pesados no crescimento do milho (*Zea mays* L.)**. 1998. 64 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Instituto de Biologia, Universidade Federal da Bahia, Salvador.

RIBEIRO, L. P. **Os latossolos amarelos do recôncavo baiano: gênese, evolução e degradação**. Salvador: SEPLANTEC, 1998. 99p.

SOUZA, J. C. et al. Ação do composto orgânico de lixo urbano no crescimento de coentro (*Coriandrum sativum* L.). In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BOTÂNICA DE SÃO PAULO, 13, 2000, São Paulo. **Programa e Resumos...** São Paulo: Instituto de Biociências, 2000. p. 56-57.

SOUZA, J. C. **Uso de composto orgânico proveniente de lixo urbano selecionado como agente mitigador da biodisponibilidade de cádmio**. 2002. 58 f. Dissertação (Mestrado em Geoquímica e Meio Ambiente) – Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, Salvador.

STOEPPLE, M. Cadmium. In: MERIAN, E. (ed.) **Metals and their compounds in the environment: occurrence, analysis, and biological relevance**. Weinheim: VCH, 1991. p. 803-851.

TAVARES, M. T.; CARVALHO, F. M. Avaliação de exposição de populações humanas e metais pesados no ambiente: exemplos do recôncavo baiano. **Química Nova**, Salvador, v. 15, n. 2, p. 147-154, abr. 1992.

TRINDADE, A. V. et. al. Interação de composto de lixo urbano e fungos micorrízicos na nutrição e crescimento do milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 20, n. 2, p. 199-208, mai./ago. 1996.