

34

OK 24

# USO DE LODO DE ESGOTO EM BANANICULTURA: EFEITOS DE DOSES NO PRIMEIRO ANO DE APLICAÇÃO

Luiz Antonio Silveira Melo<sup>1</sup>; Marcos Antonio Vieira Ligo<sup>1</sup>

**RESUMO:** Em comparação à adubação convencional da cultura da banana, três doses de lodo de esgoto (9, 18 e 36 t.ha<sup>-1</sup>) foram aplicadas na época de plantio de bananeiras do cultivar Grande Naine, avaliando-se desenvolvimento de plantas, ponto de colheita, produtividade e teores de nutrientes e metais pesados em frutas e solo até a primeira produção. As bananeiras tiveram crescimento semelhante em todos os tratamentos, mas houve retardamento do ponto de colheita nos tratamentos com lodo, em relação ao convencional. A produtividade, apesar de estatisticamente não ter apresentado diferença significativa entre os tratamentos, na menor dose de lodo superou o tratamento convencional em cerca de 5 t.ha<sup>-1</sup>. O aumento das doses de lodo, de 9 para 18 e 36 t.ha<sup>-1</sup>, não influenciou o desenvolvimento da cultura. As frutas dos tratamentos com lodo nas doses 9 e 18 t.ha<sup>-1</sup> apresentaram teores de Cd pouco superiores ao tratamento convencional, mas estiveram dentro dos limites permitidos. No tratamento convencional os teores de Ni e Pb nas frutas foram mais elevados que nos tratamentos com lodo, porém estiveram dentro dos limites permitidos. Entretanto, em todos os tratamentos os teores de cromo nas frutas estiveram acima do limite permitido pela legislação brasileira. No solo, todos os tratamentos apresentaram teores de metais pesados abaixo das concentrações máximas permitidas de diversos países.

**Palavras-chave:** Banana, *Musa sp.*, biossólido, metal pesado.

## THE EFFECTS OF SEWAGE SLUDGE APPLICATIONS OBSERVED DURING THE FIRST YEAR OF BANANA CULTURE

**ABSTRACT:** The effects of different dosages of sewage sludge (9, 18, 36 tons/ha) applied during the culture of *Grande Naine*, banana, were evaluated to compare its effects with conventional fertilization. The development of the plants, harvest time, productivity, nutrient concentrations, amount of heavy metals in the fruits and soil, at the end of the first crop, were determined. Although, growth of the plants was similar for all the treatments, harvest time for sewage sludge treatment was delayed. It was not observed any significant statistical differences on productivity between treatments, but the productivity obtained for the smallest dosage of sewage sludge produced 5 tons/ha more than control treatment. The increasement of sewage sludge dosages from 9 to 18 and up to 36 tons/ha, had no influence on the development of the plants, and also on the overall productivity. Although, chemical analyses demonstrated that the fruits cultured under the influence of sewage sludge dosages applications of 9 and 18 tons/ha presented a slightly higher concentration of cadmium, it was still under the allowed limits established by environmental regulations. The concentrations of nickel and plumb in the fruits of conventional treatment were higher than control, but the amounts of these substances were still under safety limits. However, the concentration of chrome in the fruits for all the treatments was higher than the allowed limits established by Brazilian legislation. Finally, concentrations of heavy metals in the soil for all the treatments were smaller than the maximum limits allowed by several countries.

**Keywords:** Banana, *Musa sp.*, bio solid, heavy metal.

<sup>1</sup> Pesquisador, Dr., Embrapa Meio Ambiente, CP 69, 13.820-000, Jaguariúna, SP.

## INTRODUÇÃO

O uso agrícola do lodo de esgoto promove melhoria nas propriedades do solo e reciclagem do carbono orgânico e dos nutrientes nele contidos. Entretanto, a utilização do lodo pode ter o inconveniente da presença de metais pesados e compostos orgânicos persistentes que podem trazer efeitos indesejáveis às plantas e ao solo.

A bananicultura tem potencial para receber lodo de esgoto, tanto pela necessidade em nutrientes como pela área cultivada. Esta cultura ocupa a segunda posição na produção frutícola brasileira e também em quantidade de fruta exportada (FIORAVANÇO & PAIVA, 2002). No Estado de São Paulo é cultivada em praticamente todos os municípios e a área plantada em 2001 foi de 61.961 ha e em 2000 a produção do Estado representou 16,21% da produção nacional (PEREZ, 2002).

Na cultura da banana são muito importante todos os macronutrientes e os micronutrientes B e Zn; de menor importância são Fe, Cu e Mn (MOREIRA, 1999). Esses nutrientes, exceto K, são todos encontrados em lodos de esgotos, em teores suficientes para suprir a necessidade das plantas. Por isso é importante estudar o efeito do lodo de esgoto na produtividade da cultura, mas também é necessário conhecer seu efeito na qualidade das frutas, principalmente em relação aos teores de metais pesados. Quanto a isto, na cultura de banana Darwish et al. (1997) verificaram que as frutas continham teores de metais pesados abaixo dos limites de tolerância, nove meses após aplicação de lodo de esgoto.

Dessa forma, este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da aplicação de lodo de esgoto no desenvolvimento e produção da cultura da banana, verificar o acúmulo de metais pesados no solo, bem como definir dose favorável à cultura sem apresentar teores indesejáveis de metais pesados nas frutas, em comparação com adubação convencional.

## MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho refere-se aos resultados obtidos desde a implantação do bananal até a primeira produção, de um experimento que vem sendo

desenvolvido na Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, SP, com bananeiras do cultivar Grande Naine, em condições de sequeiro. As parcelas foram adubadas convencionalmente e com lodo de esgoto e o ensaio iniciou-se em novembro de 2000, com o plantio de mudas micropropagadas, no espaçamento de 2,0 X 2,5m. O delineamento foi em blocos casualizados, com quatro tratamentos e cinco repetições com 24 covas (4 linhas de 6 covas) em cada parcela, considerando-se como úteis as oito covas centrais. Foram testadas três doses de lodo oriundo da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) de Barueri, SP, calculadas em função do nitrogênio disponível para as plantas, adotando o valor de 30% como o potencial de mineralização do N total durante a fase de formação da cultura. Os tratamentos foram: adubação mineral mais esterco de curral e três doses de lodo. O lodo foi aplicado nas doses de 9, 18 e 36 t.ha<sup>-1</sup>, equivalentes a ½ (meia), 1 (uma) e 2 (duas) vezes a dose de nitrogênio recomendada no tratamento convencional. Nos tratamentos com lodo as parcelas receberam complementação potássica.

Na implantação do bananal os adubos foram aplicados nos sulcos de plantio, conforme as recomendações de adubação do IAC para a cultura da banana. As quantidades adicionadas foram determinadas de acordo com as análises de solo, do lodo e do esterco de curral, obtendo-se também, para os dois últimos, os teores de metais pesados (Tabela 1). O tratamento convencional recebeu, no plantio, esterco de curral (5 t.ha<sup>-1</sup>, em base seca) e P (225 kg.ha<sup>-1</sup>, de superfosfato simples); na fase de formação foram feitas aplicações nas linhas: uma com P (225 kg.ha<sup>-1</sup>, de superfosfato simples) aos 90 dias do plantio e três com N e K (uréia e cloreto de potássio) aos 40 dias (155; 123 kg.ha<sup>-1</sup>), aos 90 dias (400; 300 kg.ha<sup>-1</sup>) e aos 150 dias (222; 183 kg.ha<sup>-1</sup>). Nos tratamentos com lodo foram aplicadas, com base no material seco, 9, 18 e 36 toneladas de lodo por hectare, de uma só vez, realizando-se nesses tratamentos duas aplicações de 300 kg.ha<sup>-1</sup> de cloreto de potássio, aos 90 e 150 dias após o plantio das mudas. Avaliaram-se o crescimento das plantas, a emissão de cachos, o ponto de colheita, os teores de nutrientes e de metais pesados nas bananas, a produtividade e os teores de metais pesados no solo. As análises de solo, do lodo e do esterco na fase pré plantio e das frutas foram realizadas pelo Centro de Pesquisa e Desenvolvimento de Solos e Recursos Ambientais, do Instituto Agrônomo de

Campinas, SP; as análises de solo na fase pós-plantio foram realizadas pelo Laboratório de Análises de Solos,

Águas e Plantas, da Embrapa Solos, Rio de Janeiro, RJ.

**TABELA 1.** Teores médios de nutrientes e de metais pesados no lodo de esgoto da ETE de Barueri, SP, e no esterco de curral, aplicados nos tratamentos em novembro de 2000, em Jaguariúna, SP.

Elemento	Unidade	Lodo	Esterco
N	g/kg	46	11
P	g/kg	14	5
K	g/kg	9	5
B	mg/kg	31	16
Ca	g/kg	24,5	8,6
Mg	g/kg	3,2	2,8
Mn	mg/kg	231	236
Fe	mg/kg	30	6
Cu	mg/kg	829	64
Zn	mg/kg	2706	187
Cd	mg/kg	10,3	0,4
Cr	mg/kg	674	11,5
Ni	mg/kg	340	3,2
Pb	mg/kg	178	12,1

Para análises das frutas foram retiradas três unidades de cada cacho por ocasião da colheita. Essas amostras, de frutas inteiras, foram lavadas com solução de detergente neutro diluído, solução 0,1 mol L<sup>-1</sup> de HCl, água de torneira e água deionizada e em seguida foram secas em estufa com circulação forçada de ar a 65-70°C, até peso constante; a seguir foram moídas e armazenadas em recipientes plásticos. Para avaliação do conteúdo de metais pesados, amostras das frutas foram submetidas à digestão nítrico-perclórica e a determinação dos teores totais de metais pesados foi realizada por espectrometria de emissão atômica por indução de plasma (ICP-AES).

A amostragem de solo foi feita na região central de cada linha útil, com trado holandês na camada de 0-20 cm de profundidade, em abril de 2002 (30 dias após o término da emissão de cachos). A análise de fertilidade foi feita de acordo com o método descrito por Raij & Quaggio (1983). Os teores totais de metais

pesados nas amostras de solo, de esterco e de lodo foram determinados por espectrometria de absorção atômica, após digestão nítrico-perclórica.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As bananeiras tiveram crescimento praticamente igual em todos os tratamentos (Figura 1), mas a emissão floral, que iniciou-se 11 meses após o plantio, foi mais precoce no tratamento convencional, durante três meses. Isto contribuiu para ocorrer retardamento do ponto de colheita nos tratamentos com lodo, em relação ao convencional, ao longo de quatro meses (Figura 2). O retardamento do ponto de colheita pode ocorrer quando há excesso de K no solo e sua antecipação ocorre por efeito de indução do florescimento causado pela aplicação de uréia (MOREIRA, 1999). Contudo, nos tratamentos com lodo não houve excesso de K no solo (Tabela 2) e no convencional a última adubação

com uréia foi feita seis meses antes do início da emissão floral, o que dificilmente provocaria antecipação da colheita nesse tratamento. Dessa forma, o retardamento do ponto de colheita observado nos

tratamentos com lodo pode ter como causa a lenta mineralização da matéria orgânica no solo ou até mesmo a interação de componentes do lodo de esgoto.

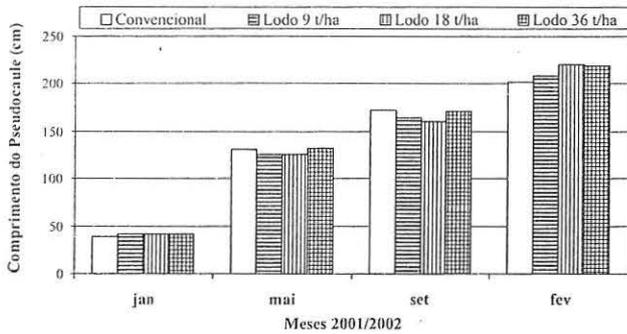


FIGURA 1. Comprimento médio de pseudocaulis das bananeiras 'Grande Naine' no tratamento convencional e nos tratamentos com lodo, do 2º ao 15º mês do plantio, em 2001/2002.

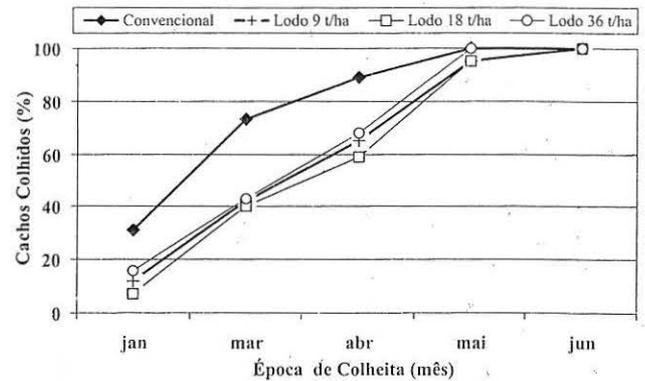


FIGURA 2. Porcentagem acumulada de cachos colhidos no tratamento convencional e nos tratamentos com lodo, na primeira produção de bananas do cv. Grande Naine.

TABELA 2. Teores médios de nutrientes e de metais pesados nos solos do tratamento convencional e dos tratamentos com lodo.

Tratamento	N	P	K	Ca	Mg	B	Mn	Fe	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Pb
	g/kg	mg/dm <sup>3</sup>	cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>	----- mg/dm <sup>3</sup> -----										
Convencional	1,1	73	63	2,6	1,2	0,2	13	44	1	3	<0,01	<0,1	0,02	3,1
Lodo, 9 t.ha <sup>-1</sup>	1,3	27	65	2,1	1,3	0,2	14	61	4	17	0,05	<0,1	1,48	3,0
Lodo, 18 t.ha <sup>-1</sup>	1,9	127	56	2,5	1,3	0,3	14	125	16	62	0,18	<0,1	5,49	3,6
Lodo, 36 t.ha <sup>-1</sup>	2,6	221	57	3,6	1,3	0,3	16	179	27	110	0,31	<0,1	9,61	3,9

As produtividades médias, respectivamente para os tratamentos convencional e lodo nas doses 9, 18 e 36 t.ha<sup>-1</sup>, foram de 23,7; 28,3; 28,2 e 30,9 t.ha<sup>-1</sup> e não apresentaram diferenças significativas entre si. Apesar disto, as produtividades nos tratamentos com lodo superaram à do tratamento convencional, em cerca de 19 e 30 %, na menor e na maior dose. Os cachos mais pesados nos tratamentos com lodo foram de 26 kg na dose de 36 t.ha<sup>-1</sup>, 25 kg na dose de 18 t.ha<sup>-1</sup> e 23 kg na dose de 9 t.ha<sup>-1</sup>, enquanto que no tratamento convencional o maior cacho foi de 19 kg. Esses dados mostraram que a aplicação de lodo de esgoto, mesmo na menor dose, foi vantajosa na produção de bananas.

foi igual ao convencional. O baixo nível de Cd em frutas, observado na maior dose de lodo possivelmente ocorreu por causa do teor mais elevado de Zn nesse tratamento, provocando antagonismo na absorção do Cd (BERTON, 2000). O tratamento convencional apresentou teores mais elevados de Cr, Ni e Pb nas frutas que os tratamentos com lodo (Tabela 3). Nestes tratamentos não houve aumento proporcional das concentrações dos metais pesados com as doses crescentes de lodo aplicado.

A maioria dos nutrientes nas frutas apresentou teor similar entre os tratamentos e apenas o Mn foi mais elevado no convencional. Para os metais pesados, o teor de Cd em frutas foi maior nas doses de 9 e 18 t.ha<sup>-1</sup> de lodo, enquanto que na maior dose (36 t.ha<sup>-1</sup>)

A legislação brasileira é incompleta quanto ao estabelecimento de limites máximos de metais pesados em frutas *in natura* em geral e os que mais se aproximam no presente caso, são: para cádmio, o limite em frutas em conserva é de 0,2 ppm (Resolução 05/79), em suco de frutas é de 0,5 ppm e em "outros alimentos" é 1 ppm (Decreto 55.871/65); para cromo, em frutas em conserva e "outros alimentos" é 0,1 ppm

(Resolução 05/79 e Decreto 55.871/65); para níquel, em sucos de frutas é 3 ppm e em "outros alimentos" é 5 ppm e para chumbo em frutas é 0,5 ppm (Decreto 55.871/65). Deve ser ressaltado que os valores das

concentrações dos metais apresentados na Tabela 3 são expressos em base seca da fruta, o que aumenta substancialmente o teor dos metais, uma vez que a banana apresentou em média 80% de umidade.

**TABELA 3.** Teores médios de nutrientes e de metais pesados na matéria seca das frutas, no tratamento convencional e nos tratamentos com lodo.

Tratamento	N	P	K	Ca	Mg	B	Mn	Fe	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Pb
	g/kg					mg/kg								
Convencional	10	1,2	19	0,5	1,4	10	28	21	4	9,8	0,1	1,7	4,1	1,4
Lodo, 9 t.ha <sup>-1</sup>	9	1,0	19	0,4	1,2	10	18	23	4	9,5	0,2	0,9	1,8	0,6
Lodo, 18 t.ha <sup>-1</sup>	9	1,1	18	0,5	1,3	11	19	19	4	9,8	0,3	1,0	1,7	1,1
Lodo, 36 t.ha <sup>-1</sup>	10	1,2	20	0,5	1,3	11	23	23	5	9,9	0,1	0,6	2,9	0,5

Diante disto, apesar de falta de comparação adequada com teores críticos de metais em frutas, exceto para Pb, considerou-se que todos os tratamentos (convencional e doses de lodo) apresentaram limites satisfatórios para a presença de Cd, Ni e Pb nas bananas. Entretanto para Cr nas frutas, após a correção da umidade os valores encontrados nos tratamentos com lodo e no convencional foram superiores aos limites estabelecidos pela legislação brasileira. Os valores para cromo, no entanto, não representariam perigo, uma vez que esse metal não é tão tóxico quanto o cádmio, sendo até mesmo considerado essencial para os animais (MERTZ et al., 1974).

No solo, 17 meses após o plantio, os teores de P nos tratamentos com 18 e 36 t.ha<sup>-1</sup> de lodo superaram o do convencional, mas os demais macronutrientes tiveram teores similares entre os tratamentos. Nos tratamentos com lodo, os metais pesados cujos teores no solo superaram o convencional foram Cd nas doses de 18 e 36 t.ha<sup>-1</sup> e, em todas as doses, Fe, Cu, Zn e Ni (Tabela 2). Entretanto, em todos os tratamentos os teores de metais no solo estiveram abaixo dos valores de alerta para o Estado de São Paulo, que são, em mg/kg, 60 para Cu, 300 para Zn, 3 para Cd, 75 para Cr, 30 para Ni e 100 para Pb, e até mesmo abaixo das concentrações máximas permitidas em diversos países europeus (CETESB, 2001). A preocupação com o acúmulo de metais no solo refere-se à sua fitodisponibilidade, fitotoxicidade e entrada na cadeia alimentar (BERTON, 2000).

## CONCLUSÃO

O crescimento das bananeiras não foi afetado pelo lodo de esgoto, mas este causou retardamento do florescimento e do ponto de colheita.

Em relação ao tratamento convencional, o lodo de esgoto na dose de 9 t.ha<sup>-1</sup> aplicada no plantio, aumentou a produtividade de bananas em 5 t.ha<sup>-1</sup>.

A produtividade da banana não aumentou proporcionalmente às doses crescentes de lodo de esgoto (9, 18 e 36 t.ha<sup>-1</sup>).

Em todos os tratamentos as frutas apresentaram teores de Cu, Zn, Cd, Ni e Pb abaixo dos limites máximos permitidos.

Os teores de metais pesados no solo estiveram abaixo das concentrações máximas permitidas em diversos países, em todos os tratamentos.

## AGRADECIMENTOS

Ao Sandro Freitas Nunes, da Secretaria de Informação Técnica da Embrapa Meio Ambiente, pela importante contribuição ao trabalho.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BERTON, R.S. Riscos de contaminação do agroecossistema com metais pesados. In: BETTIOL, W.; CAMARGO, O.A. (Ed.) **Impacto do uso agrícola do lodo de esgoto**. Jaguariúna, SP: Embrapa Meio Ambiente, p. 259-268, 2000.
- CETESB **Relatório de estabelecimento de valores orientadores para solos e águas subterrâneas no Estado de São Paulo**. São Paulo, 2001. 245 p. (CETESB. Série Relatórios Ambientais).
- DARWISH, O.H.; AHMED, F.F.; MOHAMED, G.A. Fate of heavy elements in sludge when applied to fruit trees. **Alexandria Journal of Agricultural Research**, Alexandria, v. 42, n. 1, p. 159-169, 1997.
- FIORAVANÇO, J.C.; PAIVA, M.C. Competitividade e fruticultura brasileira. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 32, n. 7, p. 24-40, 2002.
- MERTZ, W.; TOEPFER, E.W.; ROGINSKY, E.E.; POLANSKY, M.M. Present knowledge of the role of chromium. **Federal Proceedings**, v. 33, p. 2275-2280, 1974.
- MOREIRA, R.S. **Banana: teoria e prática de cultivo**. 2.ed. Campinas: Fundação Cargill. CD-Rom, 1999.
- PEREZ, L.H. Distribuição geográfica da bananicultura no Estado de São Paulo, 1983-2001. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 32, n. 4, p. 41-49, 2002.
- RAIJ, B. van; QUAGGIO, J.A. **Métodos de análises de solos para fins de fertilidade**. Campinas: Instituto Agrônomo, (Boletim Técnico, 81), 1983. 31p.