

Avaliação de biossólido de águas servidas domiciliares como adubo em couve⁽¹⁾

Ricardo Eiras Moreira da Rocha⁽²⁾, Márcio Sampaio Pimentel⁽²⁾, Valéria Cristina Palmeira Zago⁽³⁾, Norma Gouvêa Rumjanek⁽⁴⁾ e Helvécio De-Polli⁽⁴⁾

Resumo – O objetivo deste trabalho foi avaliar o biossólido e proveniente da estação de tratamento de águas servidas domiciliares, como adubo no cultivo da couve (*Brassica oleraceae* var. *acephala*, grupo Georgia). O trabalho foi em delineamento de blocos ao acaso, com três tratamentos de adubação, esterco bovino, biossólido e uréia, com quatro repetições. Amostras de solo de cada tratamento foram analisadas quanto a parâmetros químicos, microbiológicos e parasitológicos. Os níveis de metais pesados encontravam-se abaixo dos permitidos pela legislação internacional. Após 54 dias da incorporação do biossólido ao solo, os coliformes fecais eram praticamente nulos e, a partir dos 60 dias, não foram mais encontradas amostras positivas com ovos de helmintos, apesar do alto grau de contaminação inicial. As plantas adubadas com biossólido, na maior dose, comparadas ao esterco, apresentaram maior produtividade e menores teores de N total nas folhas. O biossólido foi classificado como B, pela concentração de coliformes fecais apresentada, tornando-o impróprio para aplicação em culturas de contato primário como as hortaliças. Os resultados indicam a importância de selecionar indicadores de sanidade que permitam o uso seguro deste adubo.

Termos para indexação: lodo de esgoto, metal pesado, patógeno, helminto, coliforme fecal.

Evaluation of biosolid fed by municipal waste-water sludge as a fertilizer in kale

Abstract – This work aimed to evaluate the biosolid from the municipal waste-water treatment, as fertilizer in kale (*Brassica oleraceae* var. *acephala*, group Georgia). The experiment was in a randomized complete block design with three fertilization treatments, cattle manure, biosolid and urea, and four replications. Soil samples from each treatment were chemically, microbiologically and parasitologically analyzed. The heavy metal levels were below those recommended by the international legislation. After 45 days of incorporation of the biosolid into the soil, the fecal coliforms were almost undetectable. After 60 days, none of the samples showed the presence of eggs of parasitic worms, despite the high initial number. The plants fertilized with biosolid, at the higher level, showed greater productivity and lower N content in leaf tissue than those fertilized with cattle manure. The biosolid was classified as Class B, according to concentration of fecal coliforms, and is not appropriate for cultures with primary contact, as vegetables. The results show the importance to select indicators of sanity which provide biosolid safety use.

Index terms: sewage sludge, heavy metals, pathogens, helminths, faecal coliforms.

⁽¹⁾ Aceito para publicação em 6 de novembro de 2003.

Trabalho apresentado no I Seminário sobre Gerenciamento de Biossólidos do Mercosul, 1998, Curitiba, PR. Apoio financeiro da Embrapa-Centro Nacional de Pesquisa em Agrobiologia (CNPAB), Faperj e CNPq.

⁽²⁾ Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), Dep. de Fitotecnia, Antiga Rod. Rio-São Paulo km 47, CEP 23851-970 Seropédica, RJ.

E-mail: ricardo_rocha2000@yahoo.com.br, marciospimentel@yahoo.com.br

⁽³⁾ UFRRJ, Dep. de Ciências do Solo. E-mail: valzago@bol.com.br

⁽⁴⁾ Embrapa-CNPAB, BR 465 (Antiga Rod. Rio-São Paulo), km 47, CEP 23890-000 Seropédica, RJ. Bolsista do CNPq. E-mail: norma@cnpab.embrapa.br, depolli@cnpab.embrapa.br

Introdução

Por ser gerado em larga escala, o biossólido produzido a partir do tratamento de águas servidas é uma fonte constante de preocupação no que se refere à contaminação ambiental. Muitos países possuem critérios para a utilização deste material, rico em nutrientes, na agricultura e silvicultura. O Brasil ainda carece de regulamentação sobre o assunto e, de modo geral, muitas das medidas que poderiam ser utilizadas para minimizar os impactos ao ambiente e à

saúde pública ainda são adotadas restritamente (Andreoli & Pegorini, 1998a).

Em relação à utilização do biossólido, a contaminação representada por metais pesados e agentes patogênicos é certamente a restrição mais relevante (Page, 1974). Todavia, a composição e o nível dos contaminantes é dependente da origem dos rejeitos, tais como esgotos domésticos, industriais e hospitalares.

Em geral, as indústrias são responsáveis por grande parte dos metais pesados e substâncias tóxicas encontradas em córregos e rios que recebem estes efluentes. Por sua vez, o biossólido produzido a partir de águas servidas, de origem exclusivamente domiciliar, geralmente, apresenta níveis desprezíveis de metais pesados e substâncias tóxicas. No entanto, esse biossólido pode vir a ser fonte direta de contaminação de agentes patogênicos, exigindo um tratamento adequado, de modo a permitir a sua manipulação e utilização (Andreoli & Pegorini, 1998b).

A compreensão do comportamento do biossólido no solo e sua influência na qualidade sanitária das plantas proporcionará maior confiabilidade na sua utilização, garantindo que a biota, assim como as características físicas e químicas do solo, não serão prejudicadas. A interação do biossólido com a biota do solo deverá ser um fator fundamental na redução do nível de patógenos do produto (Andraus et al., 1997).

O Instituto Ambiental de Petrópolis, organização não-governamental, implantou uma estação de tratamento de águas servidas domiciliares no Sertão do Carangola, Município de Petrópolis. Esta alternativa busca uma tecnologia que utilize a biomassa como fonte de matéria orgânica, para reciclar os nutrientes, diminuir os custos e eliminar patógenos, e que seja integrada com métodos de produção agrícola. A comunidade atendida consta de 300 famílias e a estação é do tipo lagoas de estabilização, em que se integram a criação de peixes e patos (Hamburger Umweltinstitut, 1998).

Este trabalho objetivou avaliar o biossólido proveniente de estação de tratamento de águas servidas domiciliares como fertilizante em área de produção de couve.

Material e Métodos

O experimento foi realizado no campo experimental da Embrapa-Centro Nacional de Pesquisa de Agrobiologia (CNPAB), com a cultura da couve-comum (*Brassica oleracea* var. *acephala*, grupo Georgia), no espaçamento de 1,0 x 0,5 m, em Argissolo Vermelho-Amarelo (Embrapa, 1999), textura média, com as seguintes características químicas (0-20 cm): pH, 5,2; N, 0,07%; Al, 0,09 cmol_c dm⁻³; Ca + Mg, 1,88 cmol_c dm⁻³; Ca, 1,3 cmol_c dm⁻³; Mg, 0,6 cmol_c dm⁻³; P, 25 mg kg⁻¹ e K, 5,2 cmol_c dm⁻³. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com três tratamentos de adubação, biossólido, esterco bovino e uréia, com quatro repetições. O biossólido utilizado procedeu da estação de tratamento de águas servidas domiciliares do Instituto Ambiental de Petrópolis, RJ. A quantidade dos adubos aplicados foi determinada com base na dose de N desejada (0, 100, 200 e 400 kg ha⁻¹ de N) equiivalente a 0, 4,8, 9,5 e 19 t ha⁻¹ de esterco; a 0, 50, 100 e 200 t ha⁻¹ de biossólido e a 0, 222, 444 e 888 t ha⁻¹ de uréia. De cada parcela (12 m²), foram coletadas amostras de solo (0-20 cm) ao lado das covas e folhas de seis plantas para a análise. A semeadura nas bandejas foi realizada no dia 12/5/99, a incorporação dos adubos no dia 11/6/99 e o transplântio das mudas para o campo no dia 14/6/99.

Foi coletada amostra de solo de cada parcela, composta de oito subamostras, e do esterco e do biossólido, composta de 12 subamostras, cujas análises químicas foram feitas no Laboratório de Solos da Embrapa-CNPAB, segundo Embrapa (1979).

Análises microbiológicas do solo e das folhas da couve foram realizadas apenas nas parcelas adubadas com biossólido, a fim de determinar os níveis de contaminação por microorganismos indicadores, os coliformes totais e fecais. Para as análises do solo, foram coletadas seis subamostras de solo por parcela (0-10 cm), ao lado das seis plantas centrais da parcela, de modo a formar uma amostra composta. Para a análise de coliformes das folhas, coletou-se uma folha (ponto comercial) de oito plantas de cada parcela, de onde foram retirados discos do tecido foliar, de modo a se obter amostras de uma grama. No biossólido, essa análise foi realizada no dia da incorporação dos adubos ao solo (11/6/99). A coleta de amostras do solo e das folhas foi, respectivamente, aos 19, 34 e 54 dias após a incorporação (DAI) do biossólido e aos 98 e 111 dias após a germinação. As determinações de coliformes totais e fecais foram realizadas pelo método da contagem do número mais provável (NMP), utilizando-se os meios Lauril-sulfato e EC, respectivamente (Woomer, 1984).

As análises parasitológicas foram realizadas no biossólido, no solo e nas folhas da couve, conforme Hoffmann (1987). No biossólido seco, antes da incorporação ao solo, foram coletadas amostras de 100 g para cada saco de 60 kg, totalizando 28 amostras dos 1.680 kg utilizados. Após a homogeneização foram analisadas 20 amostras de 1 g. Para análise do solo foram coletadas amostras aos 28, 39 e 60 dias após a incorporação do biossólido e para análise das folhas, aos 98 e 111 dias após a germinação. No solo, oito subamostras de 200 g coletadas, por parcela, foram homogeneizadas e uma grama para análise foi coletada. As amostras das folhas foram retiradas da mesma forma que a descrita anteriormente para as análises microbiológicas. As análises parasitológicas foram realizadas pelo Departamento de Epidemiologia e Saúde Pública da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

Na determinação dos teores de metais pesados foram retiradas duas amostras para análise dos teores totais de Mo, Pb, Cd, Cr, Ni, Cu e Mn. O extrato foi obtido via digestão nítrico-perclórica e filtração em milipore. O extrato obtido por digestão, via úmida, com água régia (HCl + HNO₃: 1 + 3), foi potencializado em forno de microondas (Nieuwenhuize et al., 1991), e o teor de metais pesados foi determinado por espectrometria de plasma de emissão atômica. As análises foram realizadas no Laboratório de Fertilidade do Solo da Embrapa-Centro Nacional de Pesquisa de Solos.

As determinações da respiração basal do solo (RBS) e da biomassa microbiana do solo (BMS) foram feitas aos 2, 18 e 93 dias após a incorporação do biossólido, utilizando-se o método de Jenkinson & Powlson (1976) e de Vance et al. (1987), descrito por De-Polli & Guerra (1999), respectivamente. Para esta análise, coletou-se uma amostra composta, proveniente de seis subamostras retiradas da camada de 0-10 cm do solo ao lado das plantas.

A produtividade foi avaliada em seis coletas realizadas aos 77, 84, 98, 112, 119 e 149 dias após a semeadura. Foram coletadas folhas com padrão comercial de seis plantas centrais da parcela, determinando-se o peso de matéria fresca e seca (estufa a 60°C por 24 horas). O teor de N total foi analisado pelo método de Kjeldahl (Alves et al., 1994). A adubação inicial para correção dos níveis de P e K foi feita de acordo com os resultados da análise do solo. O esterco foi aplicado em cova, o biossólido, em cova e em cobertura, e a uréia, 1/3 na cova e 2/3 em cobertura, sendo esta última realizada em quatro aplicações, aos 60, 90, 120 e 150 dias após o plantio.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e de regressão, e as médias comparadas pelo teste de Tukey e de Duncan a 5% de probabilidade.

Resultados e Discussão

A análise química do biossólido apresentou: pH em água, 4,6; MO, 57 g kg⁻¹; N, 2,1 g kg⁻¹; P, 0,54 g kg⁻¹; K, 1,75 g kg⁻¹; Ca, 22,0 g kg⁻¹; resíduo mineral total (RMT), 943 g kg⁻¹ e umidade a 65°C de 1,24%. O esterco apresentou pH em água 7,9; MO, 500 g kg⁻¹; N, 20,8 g kg⁻¹; P, 3,38 g kg⁻¹; K, 11,0 g kg⁻¹; Ca, 33,4 g kg⁻¹; RMT, 500 g kg⁻¹ e umidade de 20,7% a 65°C. Apesar de existirem poucas informações sobre as características de biossólido removido de lagoas de estabilização em clima tropical, os dados obtidos confirmam os encontrados por Lima et al. (1998), que sugeriram um elevado grau de mineralização e perda de carbono pela decomposição da matéria orgânica pelos microrganismos anaeróbios, principalmente, em CH₄ e CO₂.

Os teores dos metais pesados analisados estão bem abaixo do permitido pela legislação internacional, confirmando o esperado, já que o biossólido foi de origem exclusivamente doméstica, podendo ser utilizado como fonte de nutrientes quando aplicado no solo (Tabela 1). Por este motivo, não foram determinados os níveis de metais pesados no solo ou no tecido vegetal, após incorporação do biossólido ao solo.

A análise para determinação da contaminação por meio de microrganismos indicadores revelou, com base no peso de matéria seca acumulada, 9,3x10⁷ e 1,9x10³ ufc de coliformes totais e fecais por grama de biossólido, respectivamente (média de três repetições). Segundo Estados Unidos (1995), foram estabelecidas duas classes de biossólido, de acordo com a presença de microrganismos indicadores: a classe A apresentando <1.000 coliformes fecais por g de solo em base seca e a classe B com <2x10⁶ coliformes fecais por g de solo em base seca.

Tabela 1. Teores de metais pesados encontrados em biossólido de águas servidas domiciliares e os limites de concentração, de acordo com a legislação da Comunidade Econômica Européia (CEE) e dos Estados Unidos da América (EUA).

Produto	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn	Mo	Se
	(mg kg ⁻¹)							
Biossólido	0,5	2,8	3,7	4,4	16,2	nd ⁽¹⁾	nd	nd
CEE ⁽²⁾	20	750	1.000	300	750	2.500	nd	nd
EUA ⁽³⁾	85	3.000	4.300	420	840	7.500	75	100

⁽¹⁾Não detectado. ⁽²⁾Cantarella et al. (1996). ⁽³⁾Estados Unidos (1995).

O biofóssido da Estação de Reciclagem de Nutrientes do Sertão do Carangola, RJ, foi classificado como classe B. Esta classe pressupõe que sejam obedecidas restrições quanto ao local de aplicação, tornando o biofóssido impróprio para aplicação em culturas de contato primário, tais como hortaliças, a não ser que seja realizado um processo avançado de higienização.

As análises parasitológicas indicaram a presença de 85% de amostras positivas com *Toxocara* sp., 80% com *Ascaris* sp., 75% com *Ancylostoma* sp. e 60% com *Trichuris* sp., o que sugere um alto nível de infestação por parasitas na população da comunidade local. No entanto, é necessário cautela ao se interpretar este resultado, uma vez que o método adotado para avaliação de ovos de helminto, descrito por Hoffmann (1987), foi padronizado especificamente para exame de fezes. No caso de amostras de solo e de lodo, observa-se a presença de gordura, que não é retirada pelo método utilizado e pode servir como meio de adesão para os ovos, o que impede a recuperação adequada dos mesmos, subdimensionando a contaminação por ovos de helminto.

Na avaliação do efeito dos tratamentos sobre a biomassa microbiana do solo, realizada aos 2, 18 e 93 dias após incorporação (DAI), verificou-se que, aos dois dias, o tratamento com esterco apresentou um valor de carbono microbiano do solo significativamente superior ao tratamento com uréia, que não diferiu do tratamento com biofóssido (Tabela 2). O mesmo efeito foi constatado nas coletas realizadas aos 18 e 93 DAI. O biofóssido constitui-se numa fonte de N, equiparando-se à uréia. Os resultados da respiração do solo acompanharam a mesma tendência da BMS.

Tabela 2. Biomassa microbiana do solo (BMS, mg de C por kg de solo) e respiração basal do solo (RBS, mg de C por kg de solo por hora) em presença dos tratamentos de adubação com esterco, biofóssido e uréia em cultivo de couve⁽¹⁾.

Adubo	Dias após a incorporação ao solo					
	2		18		93	
	BMS	RBS	BMS	RBS	BMS	RBS
Esterco	274a	1,6a	363a	1,5a	321a	1,5a
Biofóssido	150b	0,9b	135b	0,6b	238b	1,0b
Uréia ⁽²⁾	130b	0,9b	165b	1,0b	250b	0,9b

⁽¹⁾ Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Duncan; dados transformados em logaritmo.

A avaliação da sanidade do solo, após a incorporação do biofóssido, foi determinada pela quantificação de bactérias usadas como indicadores, os coliformes totais e fecais. Na primeira coleta, realizada aos 19 DAI, a estimativa do número de coliformes totais e fecais por grama de solo foi, respectivamente, na faixa de 10^4 a 10^5 e 0 a 10^4 ufc por g de solo, entre as doses de 0 e 400 kg ha⁻¹ de N (Figura 1). Essas doses são equivalentes a 0 e 200 t ha⁻¹ de biofóssido. Na segunda análise, aos 34 DAI, os coliformes totais mostraram uma tendência de queda, exceto para a dose de 100 kg ha⁻¹ de nitrogênio. Os coliformes fecais apresentaram redução de 10 a 100 vezes entre as doses de 0 e 400 kg ha⁻¹ de nitrogênio. Aos 54 DAI, os coliformes totais mantiveram uma tendência de queda e os fecais praticamente desapareceram.

Ao longo desses 54 dias, os coliformes totais atingiram o seu nível basal no solo, já que algumas espé-

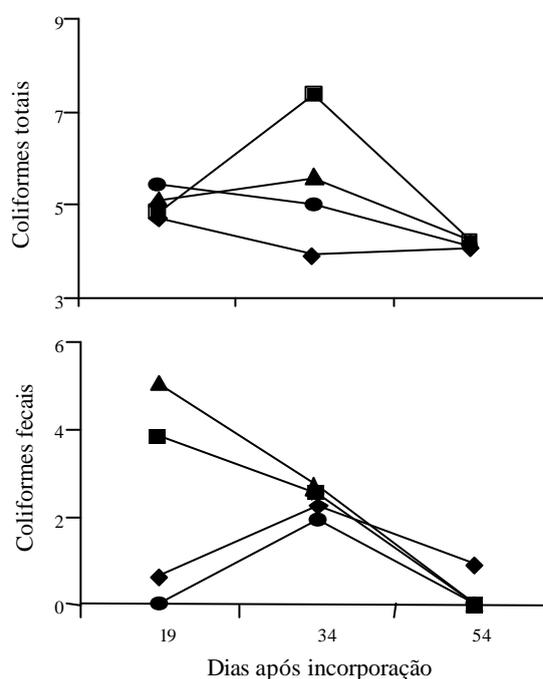


Figura 1. Logaritmo do número mais provável (NMP) de coliformes totais e fecais em coletas aos 19, 34 e 54 dias após a incorporação dos adubos ao solo em razão das doses de N de 0 (◆); 100 (■); 200 (▲) e 400 (●) kg ha⁻¹.

cies deste grupo se encontram naturalmente no solo. Já os coliformes fecais foram praticamente extintos. Segundo Soccol et al. (1998), a avaliação da sanidade do solo é importante por permitir avaliar o comportamento dos agentes patogênicos, sua viabilidade e sobrevivência, e o potencial de risco de infecção a que o homem e outros animais estão expostos.

A contaminação do biossólido com parasitas intestinais (ovos de helmintos), normalmente elevada pela alta frequência de helmintos na população, é um risco que precisa ser avaliado com cuidado em razão do longo tempo de sobrevivência dos ovos no meio externo e sua baixa dose infectante, uma vez que um ovo é suficiente para infectar o hospedeiro (Soccol et al., 1998).

Nas análises parasitológicas realizadas no solo, apenas nas parcelas adubadas com biossólido, foram encontradas aos 28 DAI duas amostras positivas (uma de *Ascaris* sp. e uma de *Ancylostoma* sp.), na dose de 100 kg ha⁻¹, quatro amostras positivas (três de *Ascaris* sp. e uma de *Toxocara* sp.), na dose de 200 kg ha⁻¹ de N e duas amostras positivas (*Ascaris* sp.) na dose de 400 kg ha⁻¹ de nitrogênio. O número de amostras positivas mostrou uma tendência de queda constante, sendo encontrada, aos 39 DAI, uma amostra positiva (*Toxocara* sp.) na dose de 200 kg ha⁻¹ de N e duas amostras positivas (*Ascaris* sp.), na dose de 400 kg ha⁻¹ de nitrogênio. Aos 60 DAI, não foram encontradas amostras positivas. Apesar das limitações do método utilizado descritas anteriormente, os dados obtidos indicam que em dois meses não se observou mais este tipo de contaminação no solo.

As análises microbiológicas e parasitológicas nas folhas foram realizadas aos 75 e 88 DAI. Não foi encontrada nenhuma amostra positiva nas duas análises realizadas, tanto para coliformes totais e fecais, como para ovos de helmintos.

A maior produtividade da cultura, 21,5 t ha⁻¹ (massa de folhas frescas), foi obtida quando se utilizou a uréia como adubo. A adubação com biossólido apresentou um valor intermediário de 13,1 t ha⁻¹, em relação a uréia e ao esterco (Figura 2). A utilização do biossólido tendeu a se equiparar à adubação com o esterco, já que em termos de massa de folhas secas e porcentual de N total nas folhas (dados transformados para logaritmo), o biossólido não apresentou diferença significativa em relação ao esterco.

A massa de folhas secas, em relação às doses utilizadas, não mostrou interação entre o tipo de adubo e a dose. A massa de folhas frescas e o porcentual de N total mostraram resultados significativamente diferentes entre a testemunha e a adubação com 100 kg ha⁻¹ de N, diferindo as duas da maior dose, ou seja, 400 kg ha⁻¹.

Apesar de a interação dos adubos com as doses não ter sido significativa, houve uma tendência de diferença entre as curvas apresentadas pelos adubos. A regressão da massa de folhas frescas em relação às doses apresentou os valores máximos de 23,43 t ha⁻¹ de produção com 267,99 kg ha⁻¹ de N em relação a uréia e de 21,20 t ha⁻¹ com 570,73 kg ha⁻¹ de N em relação ao biossólido e de 12,20 t ha⁻¹ com 315,50 kg ha⁻¹ de N, em relação ao esterco (Figura 2).

A adubação com uréia foi a mais eficiente, observando-se níveis mais altos de produção com menor dose de nitrogênio. A alta disponibilidade do N presente na uréia, obtida por meio da rápida solubilização, permite uma assimilação maior pelas

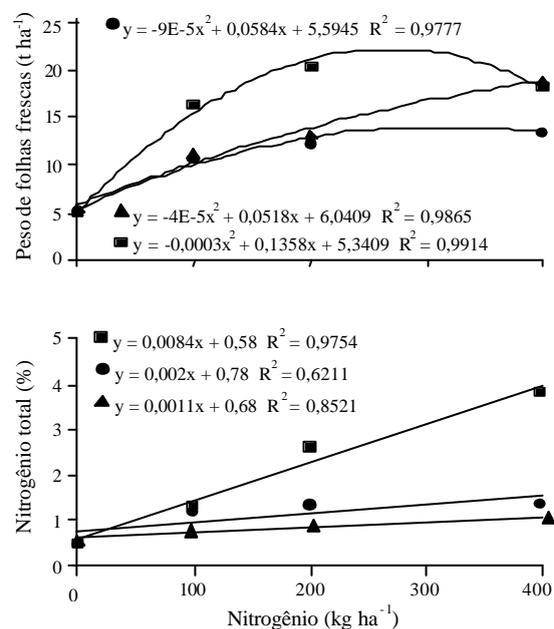


Figura 2. Regressão da massa de folhas frescas (t ha⁻¹) e do porcentual de nitrogênio total nas folhas em relação às doses de N (0, 100, 200 e 400 kg ha⁻¹), de esterco (●), biossólido (▲), e uréia (■) em cultivo de couve.

plantas, acarretando maior rendimento da cultura. No entanto, apesar da vantagem em termos de produção, Zago (1997) relata o excessivo acúmulo de nitrato nos pecíolos da couve, quando adubada com uréia em comparação com o esterco, o que diminui o valor do produto em termos de qualidade alimentar. Na dose equivalente a de 400 kg ha⁻¹ de N, de acordo com a autora, foi observada uma queda na produção, talvez pelo efeito tóxico do acúmulo do nitrato.

A análise do N total apresentou uma correlação positiva com a dose de adubo, sendo que a uréia mostrou um acúmulo maior de N em relação ao aumento das doses, indicando uma assimilação mais alta de N, não refletindo, no entanto, em melhor produção.

Apesar da importância da reciclagem do biossólido como fonte de nutrientes, os resultados revelam a necessidade de seleção de indicadores de sanidade rigorosos que permitam o uso seguro deste adubo. Dentro deste contexto pode-se sugerir a inclusão de outras análises no biossólido, tais como, detecção de microrganismos importantes para a saúde humana e veterinária e de resíduos químicos de produtos domissanitários e antibióticos, além de análises de metais pesados nos tecidos vegetais.

Apesar da couve possibilitar a determinação dos níveis de contaminação causados pelo uso do biossólido, os resultados mostram que o uso deste adubo a torna imprópria para o consumo humano.

Conclusões

1. O biossólido apresenta baixos teores de matéria orgânica e macronutrientes, alto resíduo mineral total e metais pesados dentro dos limites permitidos pela legislação internacional.

2. De acordo com a concentração de coliformes fecais, o biossólido enquadra-se como classe B pelas normas da USEPA, o que o torna impróprio para aplicação em culturas de contato primário, como hortaliças.

3. Coliformes totais e fecais, assim como ovos de helmintos, estão ausentes nos tecidos foliares de couve fertilizada com biossólido.

4. O biossólido não interfere na biomassa microbiana do solo.

5. A aplicação do biossólido promove a produção de folhas frescas de couve semelhante à obtida pela aplicação de esterco e uréia.

Referências

ALVES, B. J. R.; SANTOS, J. C. F. dos; URQUIAGA, S.; BODDEY, R. M. Métodos de determinação do nitrogênio em solo e planta. In: HUNGRIA, M.; ARAÚJO, R. S. (Ed.). **Manual de métodos empregados em estudos de microbiologia agrícola**. Brasília: Embrapa-SPI, 1994. p. 449-469.

ANDRAUS, S.; BORGES, J. C.; MEDEIROS, M. L. B.; TOLEDO, E. B. S. **Sobrevivência de bactérias entéricas do lodo de esgoto, em solo agrícola**. Curitiba: Companhia de Saneamento do Paraná, 1997. p. 66-70.

ANDREOLI, C. V.; PEGORINI, E. S. Gestão de biossólidos: adequações necessárias ao modelo brasileiro. In: SEMINÁRIO SOBRE GERENCIAMENTO DE BIOSSÓLIDOS DO MERCOSUL, 1., 1998, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Companhia de Saneamento do Paraná/Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 1998a. p. 105-111.

ANDREOLI, C. V.; PEGORINI, E. S. Gestão de biossólidos: situação e perspectivas. In: SEMINÁRIO SOBRE GERENCIAMENTO DE BIOSSÓLIDOS DO MERCOSUL, 1., 1998, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Companhia de Saneamento do Paraná/Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 1998b. p. 11-18.

CANTARELLA, H.; FURLANI, A. M. C.; QUAGGIO, J. A.; RAIJ, B. van. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: Instituto Agronômico, 1996. 285 p. (Boletim Técnico, 100).

DE-POLLI, H.; GUERRA, J. G. M. C. N e P na biomassa microbiana do solo. In: SANTOS, G. A.; CAMARGO, F. A. O. (Ed.). **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. Porto Alegre: Gênese, 1999. p. 389-411.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa em Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa-SPI/Embrapa-CNPS, 1999. 412 p.

EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. Rio de Janeiro, RJ. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro, 1979. 247 p.

- ESTADOS UNIDOS. Environmental Protection Agency. **A guide to the biosolids risk assessments for the EPA part 503 rule.** Washington: Office of Water, 1995. 147 p.
- HAMBURGER UMWELTINSTITUT. **A cycle of cycles:** guide to wastewater recycling in tropical regions. Hamburg: European Commission, 1998. 112 p.
- HOFFMANN, R. P. L. **Diagnóstico de parasitismo veterinário.** Porto Alegre: Sulina, 1987. 156 p.
- JENKINSON, D. S.; POWLSON, D. S. The effects of biocidal treatments on metabolism in soil: method for measuring soil biomass. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v. 8, p. 209-213, 1976.
- LIMA, R. P. L.; MÜLLER, P. S. G.; GONÇALVES, R. F. Desidratação de lodo de lagoas anaeróbias de estabilização em leitos de secagem na região sudeste do Brasil. In: **SÉMINÁRIO SOBRE GERENCIAMENTO DE BÍOSSÓLIDOS DO MERCOSUL**, 1., 1998, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Companhia de Saneamento do Paraná/ Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 1998. p. 211-222.
- NIEUWENHUIZE, J.; AKKER, A.; DELFT, A.; POLEYVOS, C. H. Comparison of microwave and convention extraction techniques for the determination of metals in soil, sediment and sludge samples by atomic spectrometry. **Analyst**, Cambridge, Inglaterra, v. 116, p. 347-351, 1991.
- PAGE, A. L. **Fate and effects of trace elements in sewage sludge when applied to agriculture lands.** Washington: United States Environmental Protection Agency, 1974. (Report EPA-670/2-74-005).
- SOCOL, V. T.; PAULINO, R. C.; CASTRO, E. A. **Metodologia de análise parasitológica em lodo de esgoto.** Curitiba: Companhia de Saneamento do Paraná, 1998. 80 p.
- VANCE, E. D.; BROOKES, P. C.; JENKINSON, D. S. An extraction method for measuring soil microbial biomass C. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v. 19, p. 703-707, 1987.
- WOOMER, P. L. **Methods of soil analysis.** Madison: Soil Science Society of America, 1984. pt 2, p. 59-79. (Book Series, 5).
- ZAGO, V. C. P. **Efeitos da aplicação de esterco bovino e uréia nos compostos nitrogenados solúveis em tecidos foliares e na produção de couve.** 1997. 119 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 1997.