

## POTENCIAL FERTILIZANTE DE BIOSSÓLIDO PROVENIENTE DE REATOR ANAERÓBIO DE LODO FLUIDIZADO

MORGANA SUSZEK<sup>1</sup>, REGINALDO F. SANTOS<sup>2</sup>, SILVIO C. SAMPAIO<sup>3</sup>, SIMONE D. GOMES<sup>3</sup>, LEILA PIACENTINI<sup>4</sup>, RAFAEL G. DOS SANTOS<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Eng<sup>a</sup> Química, Mestrado em Engenharia Agrícola, Grupo de Pesquisas em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, UNIOESTE, Cascavel, PR, (0XX45) 3220-3262, e-mail: morgana\_eq@hotmail.com

<sup>2</sup> Eng<sup>o</sup> Agrônomo, Prof. Doutor, UNIOESTE/FAG, Cascavel, PR

<sup>3</sup> Eng<sup>o</sup> Agrícola, Prof. Doutor, CCET/RHESA, UNIOESTE, Cascavel, PR

<sup>4</sup> Eng<sup>a</sup> Química, Mestrado em Engenharia Agrícola, UNIOESTE, Cascavel, PR

<sup>5</sup> Acadêmico do Curso de Agronomia, FAG, Cascavel, PR

Escrito para apresentação no  
XXXV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola  
31 de julho a 4 de agosto de 2006 – João Pessoa – PB

**RESUMO:** O presente trabalho teve por objetivo avaliar o potencial fertilizante de biossólido no cultivo de alface, através de análises de crescimento da cultura e produtividade. O experimento foi realizado em ambiente protegido, com delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro repetições cada tratamento, utilizando-se lodo de esgoto calcado a 30% em base seca. Foram analisados sete tratamentos em solo retirado de horizonte B: (T) testemunha, com adição calcário para correção da acidez; (B1) biossólido aplicado na dose recomendada (DR) para suprir a necessidade de N para a cultura da alface; (B2) biossólido aplicado duas vezes a DR de N; (B3) biossólido aplicado três vezes a DR de N; (B4) biossólido aplicado quatro vezes a DR de N; (B1+PK) B1 mais complementação de P e K na DR; (NPK\_B) aplicação de NPK mais correção da acidez na DR e um tratamento em solo retirado de horizonte A: (NPK\_A) com aplicação de NPK na DR. Foram avaliados os parâmetros massa fresca, massa seca, área foliar, altura da planta e número de folhas. O biossólido apresentou potencial fertilizante para a cultura da alface, pois algumas das doses aplicadas obtiveram valores de massa fresca, massa seca e área foliar superiores ao tratamento testemunha, sendo que o tratamento utilizando 270 Kg ha<sup>-1</sup> demonstrou valores médios mais elevados de massa fresca, massa seca e área foliar, apesar de não haver diferença estatística dentre as doses de biossólido para esses parâmetros.

**PALAVRAS-CHAVE:** adubação, produção vegetal, alface.

## BIOSOLID FERTILIZER POTENTIAL DERIVING FROM FLOWING SLUDGE ANAEROBIC REACTOR

**ABSTRACT:** The current research aimed to evaluate the fertilizer potential of the biosolid in the lettuce culture, through growing analysis and productivity. The experiment was carried out in a mean protected, with randomized experimental design, with for replications, using limed sewer sludge containing 30% of dried basis. Seven treatments in soil originated from the B horizon were performed: (T) witness, with addition of limestone for correcting the acidity; (B1) biosolid applied in a recommended dose (DR) to supply the necessity of N for the lettuce culture; (B2) biosolid applied twice the DR of N; (B3) biosolid applied three times the DR of N; (B4) biosolid applied four times the DR of N; (B1+ PK) B1 plus supplementation of P and K in the DR; (NPK\_B) application of NPK plus correction of the acidity in the DR and one treatment in soil originated from the A horizon: (NPK\_A) with application of NPK in the DR. The parameters fresh and dried mass, area of the leaf, heigh of the plant and number of leaves were evaluated. The biosolid showed fertilizer potential for the lettuce culture, because some doses obtained higher values of the fresh and dried mass and area of the leaf as testimony treatment, where the 270 Kg ha<sup>-1</sup> treatment demonstrated higher average values of the fresch and dried mass and area of the leaf, though there isn't statistics difference among the biosolid doses for those parameters.

**KEYWORDS:** manuring, vegetal production, lettuce.

**INTRODUÇÃO:** A disposição final do lodo de esgoto gerado pelas atividades humanas é uma das principais questões que preocupa as estações de tratamento de esgoto. O sistema de tratamento de esgotos predominante no estado do Paraná é realizado por reatores anaeróbios de lodo fluidizado (RALF), os quais geram uma massa biológica que, após a secagem em leitos, possui características de um insumo agrícola. Dentre as alternativas estudadas para disposição final do lodo, estão: a disposição oceânica, a incineração, a reciclagem agrícola, os aterros sanitários e a produção de tijolos para a construção civil. Segundo PIGOZZO (2003), a caracterização química do lodo de esgoto é de fundamental importância na sua disposição em solos agrícolas, para o estabelecimento das taxas de aplicação e para o monitoramento dos seus efeitos no sistema solo-planta-água. Do ponto de vista econômico, o uso do lodo como fertilizante orgânico representa o reaproveitamento integral de seus nutrientes. No entanto existem riscos associados ao seu uso, principalmente no que se refere à presença de metais pesados e microrganismos patogênicos. Por isso, é necessário um controle seguro que garanta níveis de qualidade que permitam a utilização agrícola do lodo de esgoto. Contudo, ainda não há um consenso da dose requerida de lodo para as culturas, pois poucos trabalhos foram desenvolvidos em relação à adição desse resíduo, além de existirem variações na composição do lodo em função do tipo de esgoto coletado e dificuldades em prever o comportamento de alguns metais em função dos tipos de solos, limitando a aplicação de doses mais elevadas e a comparação com os limites máximos permitidos pela legislação. Este trabalho teve por objetivo avaliar o potencial fertilizante do biossólido no cultivo de alface, através de análises de crescimento da cultura e da produtividade final.

**MATERIAL E MÉTODOS:** O experimento foi conduzido na Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE, *campus* de Cascavel, em ambiente protegido. Foi coletada uma quantidade de solo de horizonte A (Solo A) de 0-20 cm de profundidade classificado como Latossolo Vermelho eutroférico e um solo de horizonte B (Solo B) de 30-50 cm de profundidade classificado como Latossolo Vermelho distroférico (EMBRAPA,1999). Para determinar as doses do resíduo e da cal a serem aplicadas, foi realizada a análise química dos solos, mostrada na Tabela 1.

Tabela 1. Análise química dos solos antes da aplicação dos tratamentos

Componentes	Solo A	Solo B
Ca ( $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ )	2,96	0,92
Mg ( $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ )	1,30	0,31
K ( $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ )	0,04	0,11
CTC ( $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ )	6,33	5,95
C ( $\text{g dm}^{-3}$ )	3,90	3,12
MO ( $\text{g dm}^{-3}$ )	6,71	5,37
P ( $\text{mg dm}^{-3}$ )	1,36	0,67
Fe ( $\text{mg dm}^{-3}$ )	21,27	35,18
Cu ( $\text{mg dm}^{-3}$ )	2,97	2,14
Zn ( $\text{mg dm}^{-3}$ )	8,52	0,85
pH $\text{CaCl}_2$	5,70	5,00

CTC – capacidade de troca catiônica; MO – matéria orgânica

O lodo de esgoto utilizado era proveniente da Estação de Tratamento de Esgoto Oeste de Cascavel da cidade de Cascavel – PR. Para que o lodo fosse aplicado foi necessária a higienização feita com o auxílio da cal virgem (CaO) em 30% base seca. A dose recomendada (DR) foi determinada de acordo com o nitrogênio (N) total presente no biossólido (Tabela 2).

Tabela 2. Análise química do biossólido

Componentes								
$N_{total}$ ( $\text{g Kg}^{-1}$ )	P ( $\text{g Kg}^{-1}$ )	K ( $\text{g Kg}^{-1}$ )	C ( $\text{g Kg}^{-1}$ )	MO ( $\text{g Kg}^{-1}$ )	Zn ( $\text{mg Kg}^{-1}$ )	Cu ( $\text{mg Kg}^{-1}$ )	Fe ( $\text{mg Kg}^{-1}$ )	pH $\text{CaCl}_2$
20,70	13,50	2,00	144,15	247,93	180,0	169,00	19775,00	10,25

Conforme OLEYNIK et al. (2004), obteve-se a necessidade de adubação para a cultura da alface para os solos A e B. Os tratamentos considerados foram: T (testemunha); B1 (biossólido aplicado na dose recomendada de N de 90 Kg ha<sup>-1</sup>); B2 (biossólido aplicado na dose de N de 180 Kg ha<sup>-1</sup>); B3 (biossólido aplicado na dose de N de 270 Kg ha<sup>-1</sup>); B4 (biossólido aplicado na dose de N de 360 Kg ha<sup>-1</sup>); B1+PK: B1 mais complementação química com P e K ao solo B; NPK\_B: adição apenas de adubo químico NPK ao solo B; NPK\_A: adição apenas de adubo químico NPK ao solo A. Para a realização do plantio, o solo foi colocado em tubos de PVC, com diâmetro de 20 cm e altura de 60 cm. Os tubos foram preenchidos com solo até a profundidade de 40 cm. Os 20 cm restantes foram incorporados com biossólido e/ou adubo químico. As doses aplicadas de biossólido e fertilizantes químicos são apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3. Quantidades de biossólido e fertilizantes químicos aplicadas nos tratamentos

	Tratamento							
	T	B1	B2	B3	B4	B1+PK	NPK_B	NPK_A
B <sub>u</sub> (Kg AT <sup>-1</sup> )	0	0,03048	0,06098	0,09147	0,12196	0,03048	0	0
NCT (Kg AT <sup>-1</sup> )	0,00689	0	0	0	0	0	0,00689	0
P (P <sub>2</sub> O <sub>6</sub> ) SS 20%	0	0	0	0	0	0,00033	0,00125	0,00125
K (K <sub>2</sub> O) KCl 60%	0	0	0	0	0	0,00053	0,000628	0,000628
N Uréia 45%	0	0	0	0	0	0	0,00020	0,00020

B<sub>u</sub> – Biossólido aplicado em base úmida; AT – área do tubo; NCT – Necessidade da cal adicionada por área do tubo; SS – superfosfato simples

A espécie utilizada foi a alface cultivar Cinderela. Foram transplantadas três mudas por tubo e retirada uma planta por tubo nas primeiras duas semanas. Foram utilizadas somente 4 plantas, aleatoriamente, de cada tratamento para realização das análises de crescimento, as restantes foram descartadas. Após as duas primeiras semanas, restou uma planta por tubo e o processo continuou o mesmo, retirando-se quatro plantas, aleatoriamente, por tratamento. A irrigação foi realizada por micro aspersores com vazão de 70 L h<sup>-1</sup>, três vezes ao dia. Os parâmetros de crescimento determinados foram massa fresca (MF), altura da planta (ALT), número de folhas por planta (NF), área foliar (AF), e massa seca (MS). A altura foi medida no local com a ajuda de régua milimetrada. Em seguida, as plantas foram pesadas em balança semi-analítica, desfolhadas para contagem do número de folhas e determinação da área foliar utilizando papel milimetrado. Após a determinação de área foliar as plantas foram secadas em estufa a 65°C até massa constante, determinada em balança semi-analítica, anotando-se o valor que correspondente à massa seca das plantas. Foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC), com quatro repetições por tratamento, sendo os dados submetidos à análise de variância e teste de comparação de médias (Teste de Tukey) ao nível de significância de 5%.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** A alface foi cultivada no período de 23 de junho a 28 de julho de 2004. Nesse período, eventualmente, ocorreram quedas de temperatura, afetando o crescimento da planta e conseqüentemente a produção final. Os valores médios obtidos dos parâmetros de crescimento da cultura aos 36 dias após o transplante das mudas são apresentados na Tabela 4. Houve diferença significativa entre os tratamentos para os valores de massa fresca, sendo que, dentre os tratamentos onde foi utilizado o biossólido, B3, B4 e B1+PK foram estatisticamente diferentes do tratamento controle, demonstrando potencial fertilizante para a cultura da alface nessas doses. ELEUTÉRIO (2004), utilizando o lodo de esgoto da ETE-OESTE Cascavel, observou tendência a maiores resultados de massa fresca para a cultura da alface utilizando biossólido nas doses de 20, 40 e 80 t ha<sup>-1</sup>, obtendo dados de massa fresca estatisticamente iguais entre si. Foi verificado que o tratamento NPK\_A aplicado ao solo A apresentou maior valor de MF, em relação aos demais tratamentos aplicados ao solo B. À medida que as plantas atingiam o crescimento pleno, exigindo maiores quantidades de nutrientes do solo, os tratamentos com melhores características de adubação favoreceram o desenvolvimento da planta.

Tabela 4. Valores médios de massa fresca, massa seca, área foliar, número de folhas e altura de plantas aos 36 dias após o transplante

Parâmetro	Tratamento							
	T	B1	B2	B3	B4	B1+PK	NPK_B	NPK_A
MF <sup>1</sup> (g planta <sup>-1</sup> )	3,49 <sup>d</sup>	4,23 <sup>cd</sup>	4,38 <sup>bcd</sup>	4,58 <sup>bc</sup>	4,51 <sup>bc</sup>	4,56 <sup>bc</sup>	5,17 <sup>b</sup>	8,76 <sup>a</sup>
MS <sup>2</sup> (g planta <sup>-1</sup> )	0,48 <sup>b</sup>	0,54 <sup>b</sup>	0,54 <sup>b</sup>	0,56 <sup>ab</sup>	0,55 <sup>b</sup>	0,56 <sup>ab</sup>	0,68 <sup>ab</sup>	0,76 <sup>a</sup>
AF <sup>3</sup> (cm <sup>2</sup> planta <sup>-1</sup> )	104,97 <sup>c</sup>	126,92 <sup>bc</sup>	138,25 <sup>bc</sup>	158,42 <sup>b</sup>	143,37 <sup>bc</sup>	133,40 <sup>bc</sup>	154,35 <sup>b</sup>	249,72 <sup>a</sup>
NF <sup>4</sup>	6,50 <sup>b</sup>	6,75 <sup>ab</sup>	7,25 <sup>ab</sup>	7,00 <sup>ab</sup>	7,00 <sup>ab</sup>	6,50 <sup>b</sup>	7,75 <sup>ab</sup>	8,25 <sup>a</sup>
ALT <sup>5</sup> (cm)	8,50 <sup>a</sup>	8,75 <sup>a</sup>	8,50 <sup>a</sup>	8,62 <sup>a</sup>	8,72 <sup>a</sup>	9,00 <sup>a</sup>	9,37 <sup>a</sup>	8,75 <sup>a</sup>

\* Médias seguidas de mesma letra nas linhas, não diferem pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância

<sup>1</sup>CV: 7,79%; <sup>2</sup>CV: 14,79%; <sup>3</sup>CV: 12,04; <sup>4</sup>CV: 9,50%; <sup>5</sup>CV: 6,40%

Os tratamentos cultivados com o Solo B, ao final do experimento, apresentaram dados médios de massa seca estatisticamente iguais. Para área foliar, os tratamentos que utilizaram biofósforo no solo B foram estatisticamente iguais ao tratamento que utilizou fertilizantes químicos no mesmo solo. Houve uma tendência a maiores resultados para o tratamento NPK\_A em área foliar. Esse fato pode ser explicado pela aplicação de adubação de cobertura (uréia) utilizada no 15 e no 30 DAT, o que pode ter favorecido um melhor desenvolvimento da planta. Dentre as doses de biofósforo usadas, o tratamento B3 apresentou valores de AF estatisticamente diferentes em relação ao tratamento controle (T). Os tratamentos cultivados com o Solo B, apresentaram médias estatisticamente iguais ao final do experimento para o número de folhas e não houve diferença estatística entre todos os tratamentos para a altura das plantas, sendo o maior valor médio observado para esse parâmetro no tratamento NPK\_B. O tratamento B3, entre as doses aplicadas de biofósforo, foi o que obteve resultado maior de produtividade (em relação aos resultados de MF), cerca de 31,2% superior ao tratamento controle. De modo geral, relacionando os tratamentos que utilizaram o biofósforo como fertilizante e o tratamento controle, a dose de 270 Kg ha<sup>-1</sup> apresentou valores médios mais altos para MF, MS e AF, apesar de não haver diferença estatística entre as doses de biofósforo para esses parâmetros.

**CONCLUSÕES:** O biofósforo apresenta potencial fertilizante para a cultura da alface, pois algumas das doses aplicadas obtiveram valores de massa fresca, massa seca e área foliar superiores ao tratamento controle, sendo que o tratamento B3 (270 Kg ha<sup>-1</sup>) demonstrou valores médios mais elevados de MF, MS e AF, apesar de não haver diferença estatística dentre as doses de biofósforo para esses parâmetros.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

ELEUTÉRIO, M. F. **Uso do biofósforo de estação de tratamento de esgoto na cultura da alface.** Cascavel, 2004, 75 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Estadual do Oeste do Paraná.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos.** Brasília: Embrapa Produção e informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999, 412 p.

OLEYNIK, J.; BRAGAGNOLO, N.; BUBLITZ, U.; SILVA, J. C. C da S. **Análise de solo.** Tabelas para transformações de resultados analíticos e interpretação de resultados. Curitiba: Emater, 2004, 64 p.

PIGOZZO, A. T. J. **Disposição de lodo de esgoto; Acúmulo de Metais Pesados no Solo e em Plantas de milho (ZEA mays L.).** Botucatu, 2003. 200 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.