

EFEITO DO MANEJO E DE NÍVEIS DE LODO DE ESGOTO NA FERTILIDADE DO SOLO APÓS TRÊS APLICAÇÕES

EFFECT OF MANAGEMENT AND LEVELS OF SEWAGE SLUDGE ON SOIL FERTILITY AFTER THREE APPLICATIONS

Thomaz Figueiredo LOBO¹; Helio GRASSI FILHO²; Leonardo Theodoro BULL²; Lais Lorena Queiroz MOREIRA³; Roberto L. MARTINS⁴

1. Engenheiro agrônomo, Pós doutorando, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista - UNESP, Botucatu, SP, Brasil. thomaz.lobo@superig.com.br; 2. Engenheiro agrônomo, Professor titular, Departamento de Recursos naturais e ciência do solo, Faculdade de Ciências Agrônômicas - UNESP, Botucatu, SP, Brasil; 3. Engenheira agrônoma, mestranda na Faculdade de Ciências Agrônômicas - UNESP, Botucatu, SP, Brasil; 4. Aluno da graduação da Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista -UNESP, Botucatu, SP, Brasil.

RESUMO: O uso agrícola do lodo de esgoto como adubo orgânico é considerado hoje como alternativa promissora de disposição final deste resíduo. Além de evitar possíveis problemas ambientais, a sua utilização pode diminuir a adubação mineral e fornecer matéria orgânica ao solo. O objetivo deste trabalho foi avaliar parâmetros de fertilidade do solo em diferentes manejos e doses de lodo de esgoto após a terceira aplicação deste resíduo. O experimento foi conduzido no município de São Manuel – SP, com o cultivo de dois ciclos consecutivos de girassol, seguidos de trigo e triticale sem aplicação do resíduo e no ano seguinte com aplicação do lodo de esgoto e cultivo de aveia preta. Foi adotado o delineamento experimental em blocos casualizados, constituídos por 6 tratamentos e 5 repetições assim definidos: T0 – sem adubação nitrogenada; T1 – adubação química nitrogenada de acordo com a necessidade da cultura; T2 – 50% do N proveniente do lodo de esgoto e 50% na forma mineral; T3 – 100% do N proveniente do lodo de esgoto; T4 – 150% do N proveniente do lodo de esgoto; T5 – 200% do N proveniente do lodo de esgoto. Amostras de solo foram coletadas no término do ensaio da aveia. Houve incremento dos níveis de P, H+Al, MO e CTC, B, Cu, Fe, Mn, Zn em função do aumento da dose de lodo de esgoto. Para o pH e o V% houve um decréscimo nos valores no solo proporcional ao aumento da dose de lodo até a dose de 24 e 22 t ha⁻¹, respectivamente e depois aumento nos valores de pH e V%.

PALAVRAS - CHAVE: Biossólidos. Solos e matéria orgânica.

INTRODUÇÃO

A disposição final do lodo de esgoto tornou-se um problema ambiental urbano relevante na atualidade, e cresce diariamente em todos os países, como reflexo da ampliação das redes de coleta de esgoto e incremento dos níveis de tratamento (PEGORINI et al., 2003).

O uso agrícola do lodo de esgoto como adubo orgânico é uma alternativa promissora para disposição final deste resíduo, e pode-se diminuir a dose necessária de adubação mineral, além de fonte de material orgânico para a agricultura (ROCHA, 1998). Este efeito pode ser aumentado, aliando-se o uso agrícola e a recuperação de áreas degradadas. Os principais benefícios da aplicação do lodo de esgoto em solos agrícolas são a incorporação de macronutrientes (nitrogênio e fósforo) e micronutrientes (cobre, zinco, molibdênio e ferro). A aplicação de lodo de esgoto tem efeito como condicionador de solo, em função principalmente do conteúdo orgânico do resíduo, o que pode contribuir para elevar a capacidade de troca de cátions do solo (SILVA et al., 2000, RAIJ, 1969).

O objetivo deste trabalho foi avaliar parâmetros de fertilidade em solo tratado com diferentes manejos e doses de lodo de esgoto.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental São Manuel pertencente à Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP de Botucatu (FCA/UNESP), localizada no município de São Manuel a 22° 25' Latitude Sul, 48° 34' Longitude Oeste, com altitude de 750 metros em solo classificado como Latossolo Vermelho Amarelo com 332 g kg⁻¹ de areia grossa, 521 g kg⁻¹ de areia fina, 95 g Kg⁻¹ de silte e 50 g kg⁻¹ de argila, na profundidade de 0-20 cm, cujo os resultados da análise química inicial encontram-se na Tabela 1. Antes de efetuar a primeira aplicação de lodo de esgoto esta área estava com a cultura da aveia preta. Foram cultivados 2 ciclos consecutivos de girassol (*Helianthus annuus*), semeados em dezembro de 2005 e novembro de 2006, com aplicações de lodo de esgoto. Em seguida foi cultivado trigo e triticale em parcelas subdivididas sem aplicação do lodo de esgoto; no ano seguinte foi reaplicado lodo de esgoto e cultivado aveia preta.

Tabela 1. Características químicas do solo onde foi instalado o experimento

Prof Cm	pH CaCl ₂	MO g dm ⁻³	P(res) mg dm ⁻³	K	Ca	Mg mmol _c dm ⁻³	SB	T	V %	B	Cu	Fe mg dm ⁻³	Mn	Zn
0-20	6,1	12	20	1,9	19,0	12,0	32,9	46,0	71	0,11	1,0	20	7,7	1,2
20-40	6,1	7	6	1,6	17,0	9,0	27,6	41,0	68	0,09	0,9	13	4,1	1,2

Foi adotado o delineamento experimental em blocos casualizados, constituídos por 6 tratamentos e 5 repetições assim definidos: T0 – sem adubação nitrogenada; T1 – adubação química nitrogenada de acordo com Raij et al., (1997) (50 kg ha⁻¹ de N para o girassol e 70 kg de N ha⁻¹ para aveia totalizando 170 kg ha⁻¹ nos três cultivos) ; T2 – 50% adubação nitrogenada proveniente do lodo de esgoto e 50% na forma mineral (85 kg de N ha⁻¹ nos três cultivos) ; T3 – 100% adubação nitrogenada proveniente do lodo de esgoto; T4 – 150% adubação nitrogenada proveniente do lodo de esgoto; T5 – 200% adubação nitrogenada proveniente do lodo de esgoto.

Foi utilizada como fonte de adubo mineral a uréia. O cálculo do N proveniente do lodo de esgoto foi feito considerando 30% a sua taxa de mineralização, durante o ciclo da cultura, segundo norma CONAMA (2006).

O lodo de esgoto foi obtido da Estação de Tratamento de Esgoto da cidade de Jundiaí/SP. O lodo de esgoto foi somente tratado não foi compostado e está classificado como Classe A que segundo o (CONAMA, 2006) pode ser utilizado na agricultura. A análise desse resíduo foi realizada no Laboratório de Fertilizantes e Corretivos do Departamento de Recursos Naturais/Ciência do Solo (FCA/UNESP), segundo a metodologia de LANARV, (1988). Os resultados médios das três aplicações estão apresentados na Tabela 2. A diferença entre a composição química dos lodos de esgoto pode ser explicada por ter sido coletado em épocas diferenciadas dos tratamentos, em função de períodos de maior intensidade de luz e de maior precipitação pluviométrica, além de maiores descargas industriais no lodo. Estes fatores interferem nos teores de metais pesados, bem como o hábito alimentar das pessoas no inverno e no verão.

Tabela 2. Características químicas do lodo de esgoto

Ano	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Umid.	MO	C	Ca	Mg	S	Na	Cu	Fe	Mn	Zn
				% na matéria seca				mg Kg ⁻¹ na matéria seca						
1º	3,2	1,7	0,18	67	55	30,6	1,2	0,2	4,6	1520	812	31650	3400	2150
2º	3,6	1,6	0,22	67	58	32,2	1,7	0,3	1,8	1760	650	11850	670	500
3º	3,9	2,1	0,16	57	58	32,3	1,1	0,2	4,7	1160	428	23450	630	3000

As dosagens de lodo de esgoto utilizadas foram: T2 - 7.600, 7.094, 7.000 kg ha⁻¹ de lodo de esgoto, respectivamente na primeira, segunda e terceira aplicação. Para o tratamento T3 aplicou-se 2 vezes o tratamento T2. No tratamento T4 aplicou-se uma dosagem de 3 vezes em relação ao T2. No tratamento T5 aplicou-se 4 vezes a dosagem do T2. Este resíduo foi aplicado com um distribuidor de esterco sólido e em seguida este foi incorporado com grade niveladora.

As amostragens de solo foram feitas no término do ensaio da aveia preta. Foram retiradas 10

sub amostras para formar uma amostra composta nas profundidades de 0-20 cm e 20-40 cm . As análises executadas foram: pH, MO, P, Ca, Mg, K, H+Al e na profundidade de 0 a 20 cm para B, Cu, Fe, Mn e Zn a metodologia utilizada foi de Raij et al,(2001).

Os dados foram submetidos a análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Duncan 5%, para todos os tratamentos, utilizando o programa de estatística SAEG, (1993). Nos tratamentos T0, T3, T4 e T5, com o aumento da dose de lodo, foi aplicada a análise de regressão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na profundidade de 0 a 20 cm (Figura 1) pode-se verificar que, com o aumento da dose de lodo de esgoto aplicada ao solo ocorreu acidificação do solo decorrente da mineralização da matéria

orgânica e posterior nitrificação liberando desta forma H^+ para a solução do solo. Nascimento et al.; (2004), observaram que o aumento de doses de lodo de esgoto promoveu diminuição do pH em solos de textura arenosa e média.

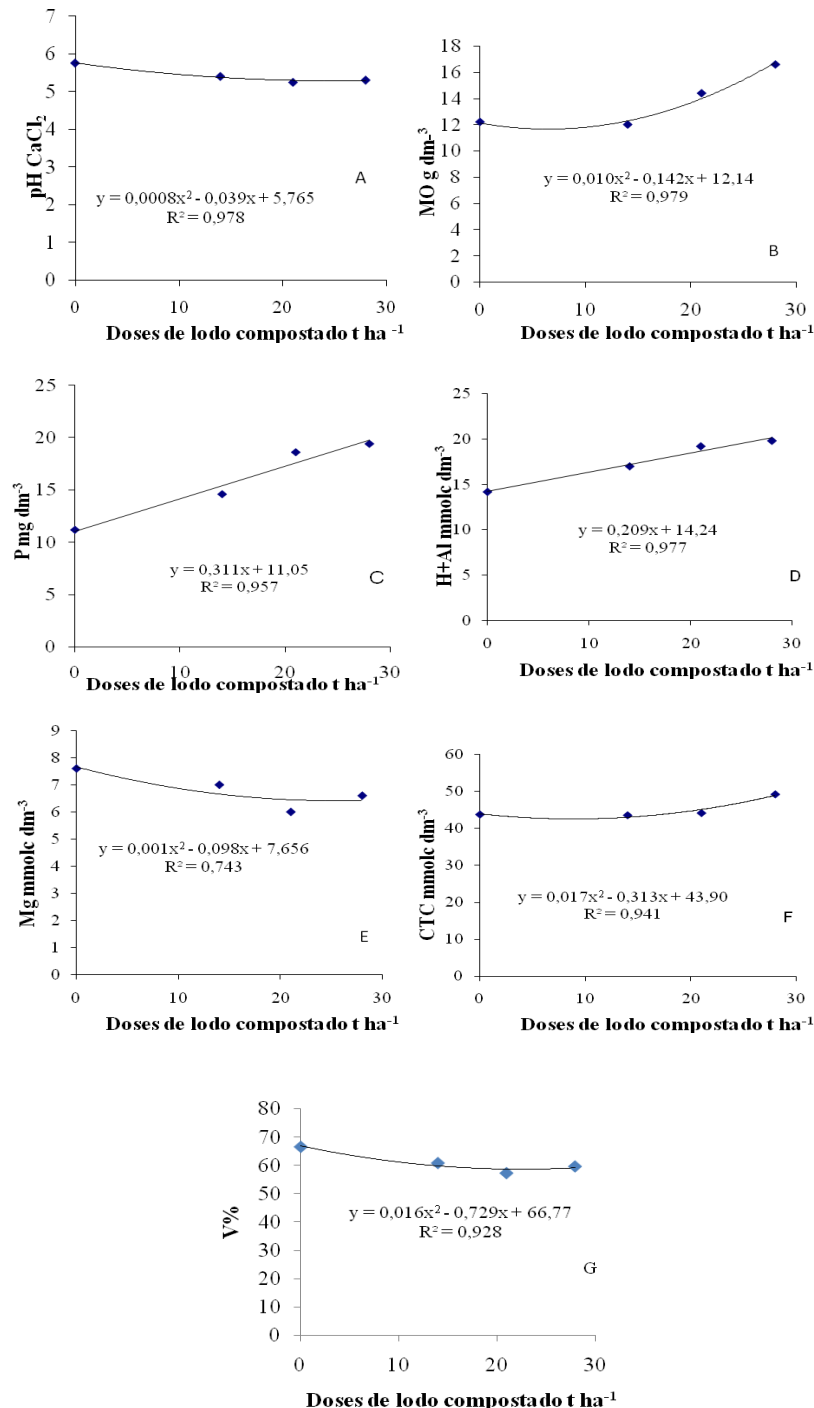


Figura 1. Análise de pH (A), MO (B), P (C), H+Al (D), Mg (E), CTC (F) e V (G) do solo de 0 a 20 cm de profundidade após o 3º cultivo em função da dose de lodo

Houve um aumento significativo nos teores de matéria orgânica no solo do tratamento de maior

dose de lodo de esgoto (T5) comparando com o tratamento que recebeu as adubações convencionais

(T1) na profundidade de 0 a 20 cm (Tabela 3) quanto na profundidade de 20 a 40 cm o tratamento (T5) foram superiores em relação aos tratamentos (T0, T1, T3) (Tabela 4), comprovando desta maneira que na maior dose de lodo utilizado houve

uma percolação da matéria orgânica até na faixa de profundidade de 20 a 40 cm. Nas duas profundidades ocorreu incremento linear no teor de matéria orgânica com o aumento da dose de lodo (Figuras 1 B e 2 B).

Tabela 3. Análise do solo na profundidade de 0 a 20 cm após o 3º cultivo

Trat	pH CaCl ₂	MO g dm ⁻³	P mg dm ⁻³	H+Al	K	Ca mmol _c dm ⁻³	Mg mmol _c dm ⁻³	SB	CTC	V %
T0	5,8 a	12 ab	11 bc	14 d	2,2	20	8 a	29	44 b	67 a
T1	5,3 bc	11 b	7 c	17 abc	1,9	17	7 ab	25	43 b	60 bc
T2	5,6 ab	13 ab	11 bc	16 cd	2,1	20	8 a	29	45 b	65 ab
T3	5,4 bc	12 ab	15 ab	17 bc	2,0	18	7 ab	27	44 b	61 abc
T4	5,2 c	14 ab	19 a	19 ab	2,0	17	6 b	25	44 b	57 c
T5	5,3 bc	17 a	19 a	20 a	2,0	20	7 ab	29	49 a	60 abc
F	3,7	1,47	4,67	6,37	0,57	1,24	2,16	1,16	2,65	2,72
M	5,4	13,2	13,6	17,2	2,1	18,5	6,9	27,5	44,7	61,5
CV	4,38	27,51	36,78	10,9	13,3	16,9	13,5	14,2	7,1	8,0

Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Duncan 5% de probabilidade. T0 – sem N, T1 – 100% AM, T2 – 50% AM + 50% LE, T3 – 100% LE, T4 – 150% LE, T5 – 200% LE. AM – Adubação mineral; LE – Lodo de esgoto

Tabela 4. Análise do solo na profundidade de 20 a 40 cm ao final da cultura da aveia

trat	pH CaCl ₂	MO g dm ⁻³	P mg dm ⁻³	H+Al	K	Ca mmol _c dm ⁻³	Mg mmol _c dm ⁻³	SB	T	V %
T0	5,8 a	8 c	8 c	15 c	1,9	18 abc	8 a	28 ab	43 b	64,4 a
T1	5,3 bc	9 bc	5 c	17 abc	1,8	15 c	8 a	25 b	42 b	59 bc
T2	5,7 ab	11 ab	8 c	16bc	1,9	19 ab	8 a	29 ab	44 b	65 a
T3	5,3 bc	10 bc	9 bc	18 ab	1,8	17 bc	8 ab	26 b	44 b	60 ab
T4	5,2 c	11 abc	13 a	20 a	1,9	17 bc	7 b	26 b	45 ab	57 b
T5	5,5 ab	12 a	12 ab	18 abc	2,0	21 a	8 a	31 a	49 a	64 a
F	3,33	3,48	5,79	4,5	0,37	1,15	3,25	3,00	3,96	3,32
M	5,5	10,2	9,1	17,2	1,9	17	8	27,5	44	61
CV	4,94	15,15	30,45	9,8	12,0	17,8	8,55	10,3	5,6	6,6

Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Duncan 5% de probabilidade. T0 – sem N, T1 – 100% AM, T2 – 50% AM + 50% LE, T3 – 100% LE. AM – Adubação mineral; LE – Lodo de esgoto

Simonete et al. (2003), para solo com teores de areia, silte e argila de 400, 200 e 400 gr kg⁻¹, respectivamente, em casa de vegetação na Escola Superior de Agricultura Luis de Queiroz, e Trannin et al. (2008) em solo com teores de areia, silte e argila de 80, 279 e 650 g kg⁻¹, respectivamente, e ensaio no campo em Poços de Caldas, (MG) verificaram que a adição de lodo de esgoto em dose superior a 20 t ha⁻¹ aumentou o teor de matéria orgânica e a CTC efetiva do solo tratado com lodo de esgoto. Melo et al. (1994) encontraram aumento de carbono orgânico no solo com aplicação de lodo de esgoto apenas na dose mais elevada (32 t ha⁻¹) até 230 dias após a aplicação.

Nas duas profundidades estudadas, nos tratamentos (T0, T1, T2, T3 e T4) não ocorreu diferença significativa para o valor de CTC, somente o tratamento T5 se apresentou superior aos demais tratamentos (Tabela 3). Na Figura 1 F

observa-se que com o aumento da dose de lodo ocorreu um aumento quadrático na CTC do solo. Isto pode ser explicado devido ao aumento da M.O. do solo. Quanto ao V%, os resultados foram semelhantes ao encontrado para o pH, o que é esperado uma vez que existe interação positiva entre o pH e o V%, (QUAGGIO, 1983).

Quanto aos teores de P verifica-se que com o aumento dos níveis de lodo de esgoto houve aumento no solo, como mostra a Figura 1 C. Os níveis de P nos tratamentos T0, T1, T2, T3 são classificados como baixos e em T4 e T5 como médios, segundo Raij et al.(2001).

Para o valor de H+Al, pode-se verificar que os tratamentos T1, T3, T4 e T5 apresentaram valores superiores ao T0, o que pode ser devido às aplicações de N ou mineral ou orgânica. Quando o N mineral na forma de (-NH₄-) é transformado para (-NO₃-) pelos microrganismos, no processo de

nitrificação ocorre liberação de H^+ para a solução do solo. Verifica-se na Figura 1 D que com o

aumento da dose de lodo de esgoto ocorreu incremento linear neste parâmetro.

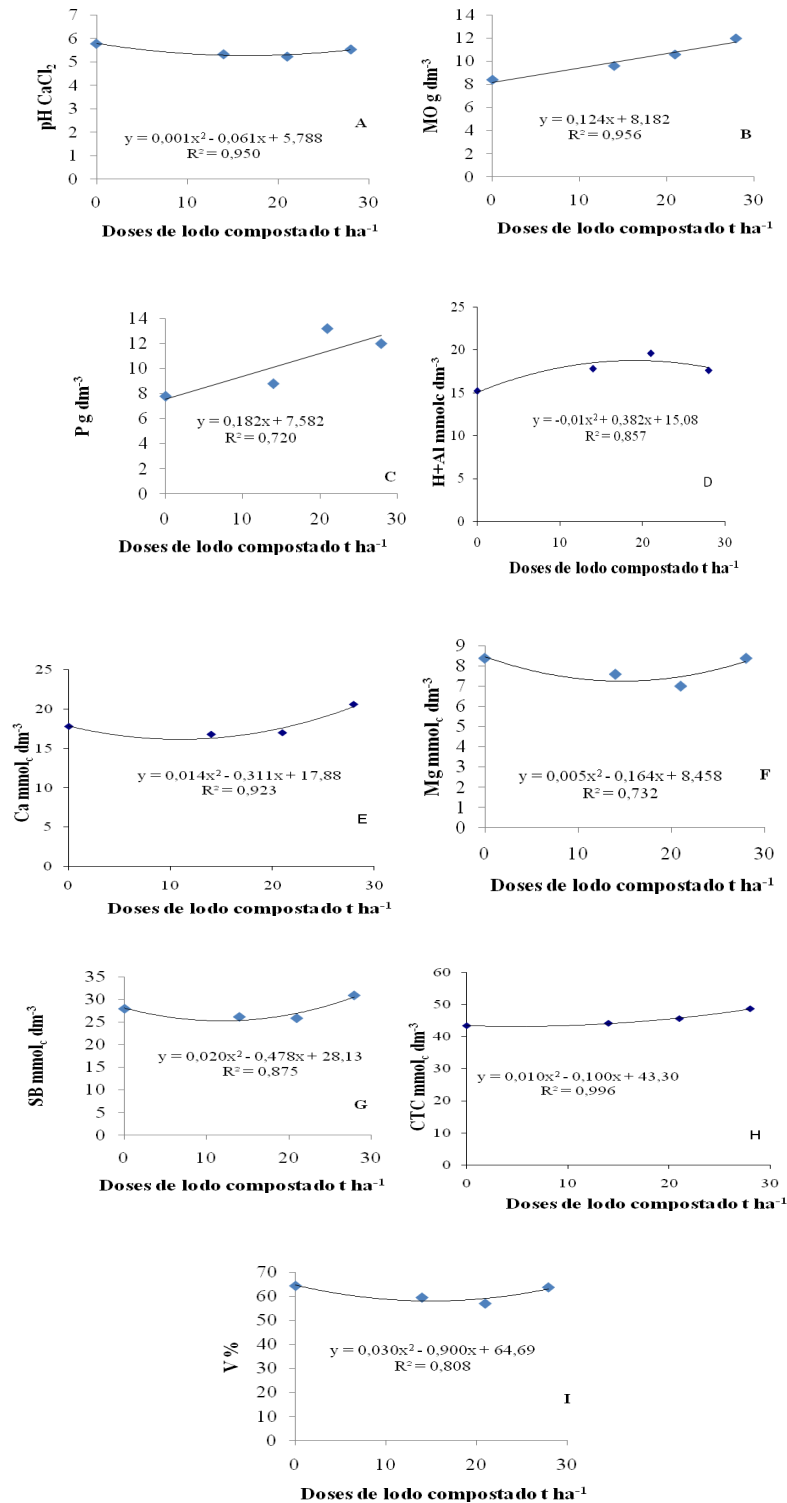


Figura 2. Análise de pH (A), MO (B), P (C), H+Al (D), Ca (E), Mg (F), SB (G), CTC (H), V (I) do solo de 20 a 40 cm de profundidade após o cultivo da aveia em função da dose de lodo

Nos resultados de H+Al em subsuperfície o T4 apresentou superior ao T0 e ao T2 (Tabela 4). Na

Figura 2 D verifica-se que ocorreu aumento no teor em função do aumento da dose de lodo e

posteriormente um decréscimo, este decréscimo pode ser explicado pelo aumento das cargas negativas na superfície. Portanto, grande parte do H, por apresentar ligação covalente nos colóides do solo, foi mais adsorvido na maior dosagem de lodo.

Os teores de K não diferiram em nenhum dos tratamentos, o que é explicado pelos baixos teores de K no lodo de esgoto aplicado. Também não houve diferença significativa no teor de Ca entre os tratamentos (Tabela 3). Na profundidade de 20 a 40 cm o tratamento T5 apresentou teor de Ca superior aos tratamentos (T1, T3 e T4), tudo indica que os teores de Ca do solo e da adubação mineral foram lixiviados no perfil uma vez que a camada superficial do solo estudado possui elevado teor de areia, logo pouco reteve o Ca. Quanto ao Mg observa-se que todos os tratamentos apresentaram um teor maior em subsuperfície do que na superfície, este fato pode ser explicado pela prática feita nas lavouras anteriores, de adubação com superfosfato simples, que contem Ca, e com cloreto de potássio. O Ca adicionado passa a predominar no complexo de

troca e o Mg é deslocado para a solução do solo, sendo conseqüentemente lixiviado.

Ao aumentar a dose de lodo pode ser verificados que ocorreu pequeno decréscimo e em seguida um acréscimo no teor de Ca e Mg (Figura 2 E e F). Gomes et al., (2005) observaram também que houve maior lixiviação de Mg com a aplicação de lodo de esgoto.

Para os teores de B no solo todos os tratamentos apresentam teores médios de B que vai de 0,21 a 0,6 mg dm⁻³ (RAIJ et al., 2001). E teores podem ser explicados pela implantação por dois anos seguidos do girassol que é uma planta exigente em B, sendo feita aplicação de B como adubo e grande parte do nutriente é retornado ao solo, ou seja, não é exportada pelo grão. O tratamento que apresentou maior dosagem de lodo de esgoto (T5) apresentou-se teores maiores de B no solo (Tabela 5). Observa-se na Figura 3 A que a partir da dose do T3 houve incremento no teor de B, cujo teor inicial era de 0,11 mg dm⁻³, inferior ao verificado nos tratamentos aplicados.

Tabela 5. Análise química de micronutrientes na profundidade de 0 a 20 cm.

Tratamentos	B	Cu	mg dm ⁻³		
			Fe	Mn	Zn
T0	0,29 c	1,17 d	11,2 b	8,64 b	1,49 c
T1	0,34 c	1,19 d	19,7 b	8,40 b	1,06 c
T2	0,32 c	1,40 cd	15,5 b	10,12 ab	2,60 c
T3	0,31 c	1,59 c	20,3 b	9,94 ab	3,29 bc
T4	0,37 b	2,24 b	32,6 a	11,10 a	5,36 ab
T5	0,46 a	2,60 a	37,2 a	12,16 a	7,22 a
F	9,23	24,34	9,19	4,21	11,13
Média	0,35	1,7	22,73	10,06	3,51
CV	13,29	15,74	32,83	15,53	45,13

Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Duncan 5% de probabilidade. T0 – sem N, T1 – 100% AM, T2 – 50% AM + 50% LE, T3 – 100% LE, T4 – 150% LE, T5 – 200% LE. AM – Adubação mineral; LE – Lodo de esgoto

Para o elemento Cu (Tabela 5) todos os tratamentos apresentaram níveis altos deste nutriente, desde o início do ensaio, uma vez que o lodo de esgoto apresenta teores elevados deste elemento. Portanto com o aumento da dosagem aplicada aumentaram os teores de Cu no solo (Figura 3 B).

Analisando os teores de Fe no solo, pode-se observar que somente o T0 apresentou valor médio deste nutriente, os demais tratamentos apresentaram teores altos (RAIJ et al., 2001). Observam-se na Tabela 5 que os tratamentos T4 e T5 foram superiores aos demais tratamentos. Ainda com o aumento da dose de lodo ocorreu incremento do teor de Fe no solo linearmente (Figura 3 C). Os

teores de Fe iniciais no solo estavam alto, acima de 11 mg dm⁻³.

Observando os teores de Mn no solo todos os tratamentos apresentaram teores altos acima de 5 mg dm⁻³ (RAIJ et al., 2001). Ainda assim, com o aumento das doses de lodo de esgoto os teores de Mn aumentaram de forma linear (Figura 3 D), onde os tratamentos (T4 e T5) que receberam a maior dose de lodo foram superiores aos (T0 e T1) (Tabela 5).

Quanto ao Zn este elemento inicialmente apresentava teores elevados no solo (RAIJ et al., 2001) e aumentou proporcionalmente as doses de lodo de esgoto, uma vez que este material apresenta grande quantidade deste elemento (Figura 3 E). O

tratamento T5 foi superior ao T0, T1, T2 e T3 (Tabela 5). Esse resultado esta de acordo com Rangel (2003), o qual constatou que a aplicação de

lodo de esgoto aumentou os teores totais de Cu e Zn no solo.

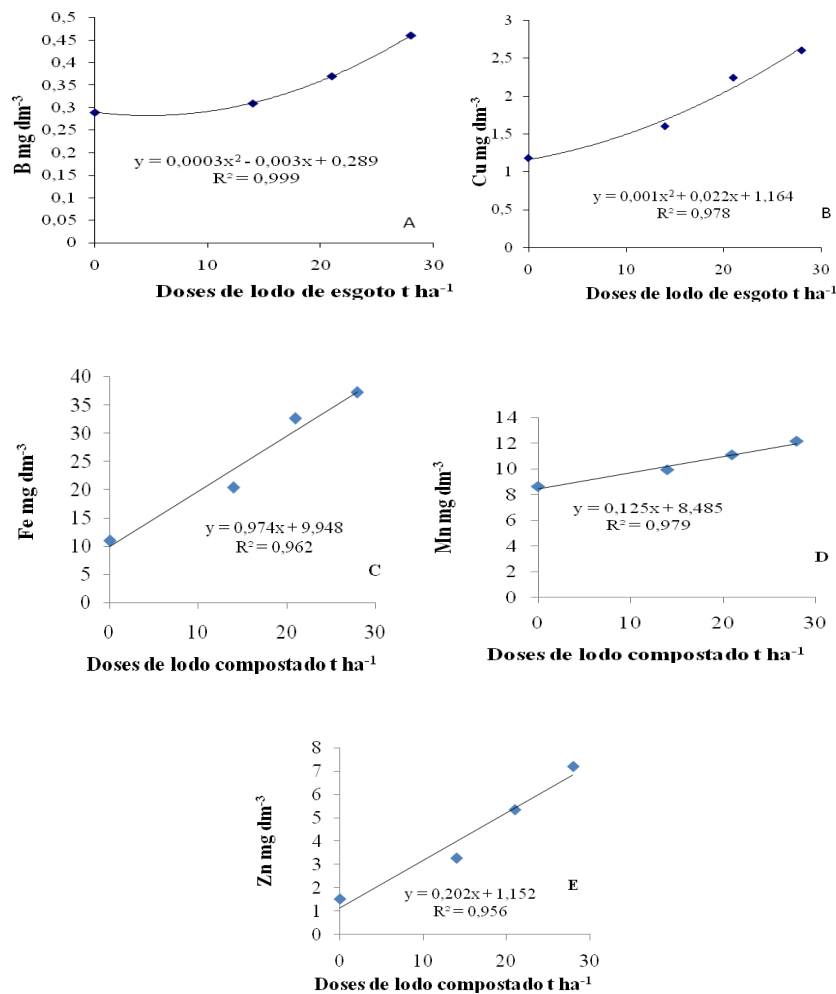


Figura 3. Alterações de B (A), Cu (B), Fe (C), Mn (D), Zn (E) em função do aumento da dosagem de lodo de esgoto após 3 aplicações.

CONCLUSÕES

Houve um incremento de P, H+Al, MO e CTC do solo em função do aumento da dose de lodo de esgoto tanto na camada de 0 a 20 cm como na de 20 a 40 cm.

Para o pH e o V% houve decréscimo nos valores no solo com o aumento da dose de lodo até uma determinada dose, aumentando a seguir nas camadas de 0 a 20 cm e na de 20 a 40 cm.

O aumento da dose de lodo de esgoto proporcionou incremento nos teores dos elementos B, Cu, Fe, Mn e Zn.

ABSTRACT: The agricultural use of sewage sludge as organic fertilizer is considered nowadays as an alternative of disposal, in the end of the residue in addition to possible environmental problems, it's using can decrease the mineral fertilizers and avoid provide organic matter to the soil. The objective of this study it was to evaluate the parameters of soil fertility under different managements and doses of sewage sludge after the third application of the residue. The experiment was carried out in São Manuel - SP, with the cultivation of sunflower in two consecutive cycles, followed by wheat and triticale without application of the residual, and in the following year with the application of sewage sludge and cultivated the black oats. It was adopted a randomized complete block design, consisting of six treatments and five repetitions defined as follows: T0 - without fertilization; T1 - mineral fertilizer nitrogen according to

crop need, T2 - 50% of N from sewage sludge and 50% in mineral form, T3 - 100% of N from sewage sludge, T4 - 150% of N from sewage sludge, T5 - 200% of N derived from sewage sludge. Soil samples were collected in the end of the trial of oats. There were an increase in the levels of P, H + Al, CEC and OM, B, Cu, Fe, Mn, Zn as a function of increasing dose of sewage sludge. To V% and pH were decreased the values in the proportional soil to the increase of sludge dose until 24 and 22 t ha⁻¹, respectively and after increasing the pH and V%.

KEYWORDS: Biosolids. Soil and organic matter.

REFERENCIAS

COMPANIA NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução nº 375/2006. Disponível em: 29 de setembro de 2006. [htb://www.mma.gov.br/post/conama/legiano/](http://www.mma.gov.br/post/conama/legiano/). Acesso em: 10 de outubro de 2006.

GOMES, S. B. V.; NASCIMENTO, C. W. A. Alterações químicas em argissolo tratado com lodo de esgoto. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 18, n. 3, p. 185-194. 2005.

LANARV, **Análise de corretivos, fertilizantes e inoculantes: métodos oficiais.** Brasília: Ministério da Agricultura, 1988. 104p.

MELO, W. J.; MARQUES, M. O.; SANTIAGO, G.; CHELLI, R. A.; LEITE, S. A. S. Efeito de doses crescentes de lodo de esgoto sobre frações da matéria orgânica e CTC de um Latossolo cultivado com cana-de-açúcar. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, Viçosa, v. 18 p. 449-455, 1994.

NASCIMENTO, C. W. A.; BARROS, D. A. S.; MELO E. E. C.; OLIVEIRA, A. B. Alterações químicas em solos e crescimento de milho e feijoeiro após a aplicação de lodo de esgoto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 28 p. 385-392, 2004.

PEGORINI, E. S. et al. **Qualidade do lodo de esgoto utilizado na reciclagem agrícola na região metropolitana de Curitiba** – PR. In: SIMPÓSIO LATINO AMERICANO DE BIOSSÓLIDO, 1., São Paulo, 2003. Anais. São Paulo, jun., 2003. 11p.

QUAGGIO, J. A. **Critério para calagem em solos do Estado de São Paulo.** Piracicaba, 1983. 76 p. (Dissertação – ESALQ/USP)

RAIJ, B. Van. A capacidade de troca de cation das frações orgânicas e minerais do solo. **Bragantia**, Campinas, v. 28, n. 8, p. 85-112, 1969.

RAIJ B. Van; ANDRADE, J. C.; CANTARELA, H.; QUAGGIO, J. A. - **Análise Química para fertilidade de solos tropicais** 1ª Edição, INSTITUTO AGRONÓMICO – FUNDAÇÃO IAC, 2001. 285p.

RAIJ, B. Van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo.** 2. ed. Campinas: IAC, 1997, 198p. (IAC. Boletim Técnico, 100).

RANGEL, O. J. P. **Disponibilidade de Cu, Mn, Ni, Pb e Zn em latossolo cultivado com milho após a aplicação de lodo de esgoto.** 2003. 88f.. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2003.

ROCHA, T. R. **Utilização do lodo de esgoto na agricultura: um estudo de caso para as bacias hidrográficas dos rios Piracicaba**, 1998. Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de São Paulo, 1998.

SILVA, J. E.; RESK, D. V. S. SHARMA, R. D. **Alternativa agrônômica para o biossólido: a experiência de Brasília.** In: BETIOL, W; CAMARGO, O. A. (Eds.) Impacto ambiental do uso agrícola do lodo de esgoto. Jaguariúna: EMBRAPA Meio Ambiente, 2000. p. 143-152.

Efeito do manejo...

LOBO, T. F. et al.

SIMONETE, M. A.; KIEHL, J. C.; ANDRADE, C. A.; TEIXEIRA, C. F. A. Efeito do lodo de esgoto em um argissolo e no crescimento e nutrição de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 10, p.1187-1195, 2003.

TRANNIN, I. C. de; SIQUEIRA, J. O.; MOREIRA, F. M. S. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.12, n.3, p.223-230, 2008.