

EFEITO DO LODO DE ESGOTO E NITROGÊNIO NA NUTRIÇÃO E DESENVOLVIMENTO INICIAL DA MAMONEIRA

EFFECT OF SEWAGE SLUDGE AND NITROGEN IN THE NUTRITION AND INITIAL DEVELOPMENT OF CASTORBEAN

Clarice BACKES¹; Claudinei Paulo de LIMA²; Dirceu Maximino FERNANDES³;
Leandro José Grava de GODOY⁴; Tammy Aparecida Manabe KIIHL⁵;
Roberto Lyra VILLAS BÔAS³

1. Doutora em Produção Vegetal e Horticultura, Faculdade de Ciências Agrônômicas - FCA, Universidade Estadual Paulista - UNESP, Botucatu, SP, Brasil. claricebackes@hotmail.com; 2. Doutorando em Produção Vegetal e Agricultura, Faculdade de Ciências Agrônômicas - FCA, Universidade Estadual Paulista - UNESP, Botucatu, SP, Brasil; 3. Professor, Doutor, Departamento de Recursos Naturais - FCA - UNESP, Botucatu, SP, Brasil; 4. Professor, Doutor, Campus Experimental de Registro - UNESP; 5. Pesquisadora Científica, Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios - APTA, Presidente Prudente, SP, Brasil.

RESUMO: Com o objetivo de avaliar o efeito da aplicação de diferentes doses de lodo de esgoto (LE), com e sem a adição de nitrogênio, no desenvolvimento inicial de plantas de mamoneira, foi montado um experimento em um delineamento experimental inteiramente casualizado, em esquema fatorial 5 X 2, constituído de cinco doses de lodo (0, 4, 8, 16 e 32 Mg ha⁻¹) e a adição ou não de nitrogênio (15 kg ha⁻¹), com cinco repetições. A unidade experimental foi constituída de vasos plásticos com capacidade de 3,5 dm³ de solo. Aos 50 dias após a emergência avaliou-se a altura de plantas, fitomassa seca da parte aérea, concentração de nutrientes na parte aérea, condutividade elétrica do solo e análise química do solo. As doses de LE promoveram aumento na altura de plantas e massa de matéria seca da mamoneira. A concentração de N, K, Mg e S e também dos micronutrientes Cu, Fe, Mn e Zn na parte aérea da planta também sofreram um efeito positivo das doses de LE, o mesmo não ocorrendo para as concentrações de P e Ca. Com a adição de N aumentou a concentração de N, S, Cu e Zn nas plantas. O LE não apresentou efeito significativo sobre os valores de pH, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, matéria orgânica e capacidade de troca de cátions do solo após o período de condução do experimento.

PALAVRAS-CHAVE: *Ricinus communis* L.. Aplicação de resíduos. Fertilização nitrogenada.

INTRODUÇÃO

O Lodo de Esgoto (LE), resíduo de tratamento de esgoto é um produto que se acumula nos pátios das Estações de Tratamento de Esgoto, podendo constituir mais uma ameaça ao ambiente. A reciclagem do lodo de esgoto via utilização agrônômica, em suas diversas modalidades é a forma que apresenta maior potencial para dar destino ao resíduo e diminuir problemas ambientais, graças à sua atuação como fertilizante e condicionador de solos (SILVA et al., 2002; VAZ; GONÇALVES, 2002). A utilização de lodo de esgoto em terras agrícolas pode ser justificada pela necessidade de encontrar um destino apropriado para sua reciclagem (CANELLAS et al., 2001). Em razão de sua constituição predominantemente orgânica, quando incorporado ao solo, há melhoria no estado de agregação das partículas, proporcionando diminuição na densidade e aumento em macroporosidade, o que possibilita sua maior aeração, e capacidade de retenção de água. Além disso, proporciona aumento na CTC, no pH, redução nas concentrações de Al trocável, além de ser fonte

de macro e micronutrientes para as culturas (MELO; MARQUES, 2000).

A aplicação de lodo de esgoto em solos agrícolas tem conduzido a aumentos na absorção de nutrientes pelas culturas, com reflexos positivos na produtividade (SILVA, 1995).

A composição química do lodo de esgoto depende de sua origem e dos tratamentos de depuração às quais ele é submetido. Em geral, o lodo de esgoto é rico em N, o que significa que possuem alto potencial para serem utilizados como fertilizantes nitrogenados. Este N está presente em várias formas orgânicas e inorgânicas e nem todas elas são disponíveis para a nutrição da planta. A recomendação da quantidade de lodo de esgoto a ser aplicada é normalmente feita tomando-se como base os teores de N no lodo (MELO et al., 2001) e os requerimentos da cultura nesse nutriente. É necessário, ainda, levar em consideração as perdas em função da mineralização do composto. No entanto, a taxa de liberação do nitrogênio do LE depende de uma série de fatores e a disponibilidade para o crescimento inicial pode não ser o suficiente para atender a demanda da planta necessitando de suplementação com fertilizante mineral.

Diversos trabalhos têm mostrado aumentos na produção de matéria seca e grãos por espécies de interesse agrônomico cultivadas em solos tratados com lodo de esgoto (DA ROS et al., 1993; BERTON et al., 1997). Em alguns casos, os aumentos são equiparáveis ou superiores aos obtidos com a adubação mineral recomendada para a cultura (DA ROS et al., 1993; SILVA et al., 2001). Apesar disso, a complementação potássica é freqüentemente apontada como imprescindível para a obtenção de boas produções (SILVA et al., 2001), uma vez que o resíduo é pobre neste nutriente.

Souto et al. (2005) avaliando cinco níveis de lodo de esgoto 5, 10, 20, 40 e 80 Mg ha⁻¹ e cinco modos de aplicação (aplicação do lodo em superfície; incorporado a 25%, 50%, 75% e 100% do volume de solo) na nutrição e crescimento inicial da mamoneira, verificaram que a aplicação do lodo promoveu aumentos na produção de fitomassa seca e acúmulo de N, P, K, Ca, Mg e S, pela cultura da mamona, nas formas de aplicação de 0 (superfície), 25, 50, 75 e 100% incorporados ao volume de solo e que a aplicação (100%) dos níveis de lodo incorporado ao volume total de solo, promoveu a maior produção de fitomassa seca e acúmulo de nutrientes, exceção para o P.

Este trabalho teve por objetivo avaliar o efeito da aplicação de lodo de esgoto, acrescido ou não da adubação nitrogenada, no desenvolvimento inicial de plantas de mamoneira.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em vasos de plástico em condições de casa de vegetação, na Faculdade de Ciências Agrônomicas, UNESP, município de Botucatu – SP. O solo utilizado para preenchimento dos vasos é classificado como LATOSSOLO VERMELHO distrófico (EMBRAPA, 1999) da camada de 0-20 cm de profundidade, apresentando as seguintes características químicas: pH em CaCl₂ de 4,1; 2 mg de P por dm³; 16 g de matéria orgânica por dm³; 0,4; 2; 1 e 46 mmol_c dm⁻³ de K, Ca, Mg e acidez potencial, respectivamente; e saturação por bases (V) de 7%. Aplicou-se calcário dolomítico para elevar a saturação por bases a 60%.

O lodo de esgoto é oriundo de lagoa de decantação da Estação de Tratamento de Água (ETA) da barragem de Taiáqueba localizada no município de Mogi das Cruzes, SP. Após secagem em estufa de circulação forçada de ar a 65°C para a determinação da umidade, amostras de aproximadamente 100g foram levadas à determinação das concentrações de nitrogênio total; fósforo; potássio; cálcio; magnésio; enxofre; ferro; manganês; cobre; zinco; boro; matéria orgânica; relação C/N e pH, sendo os resultados apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Características químicas do lodo de esgoto utilizado no experimento.

N	P ₂ O ₅	K ₂ O	M.O.	C	Ca	Mg	S
------(porcentagem na matéria seca)-----							
1,00	0,54	0,05	33	18,34	0,42	0,06	0,40
Na	Cu	Fe	Mn	Zn	C/N	pH	
------(mg kg ⁻¹ matéria seca)-----							
60	60	200000	3650	454	18/1	6,0	

O delineamento experimental adotado foi o de blocos ao acaso, em esquema fatorial 5 x 2, compreendendo cinco doses de lodo (0, 4, 8, 16 e 32 Mg ha⁻¹), acrescido ou não da adubação nitrogenada (15 kg de N ha⁻¹), com cinco repetições. As doses de lodo foram baseadas no teor de N presente no lodo, teor de N necessário para a cultura e na taxa de mineralização, sendo considerada 30% ao sugerido pela CETESB (1999) para lodo digerido aerobicamente.

Cada vaso que compôs a unidade experimental tinha capacidade de 3,5 dm³ e recebeu 3 dm³ de solo onde foi adicionado o lodo, sendo o mesmo incorporado ao volume total do solo. O nitrogênio foi aplicado em cobertura, na forma de uréia, na dose de 15 kg de N ha⁻¹.

A semeadura foi realizada no dia 13/05/06, colocando-se 3 sementes por vaso. A germinação ocorreu treze dias após a semeadura e o desbaste foi realizado 10 dias após a emergência, deixando apenas uma planta por saco. A cultivar utilizada foi AL-Guarany 2002.

Quando as plantas atingiram 50 dias, determinou-se a altura de plantas, sendo as mesmas coletadas rente ao solo. O material coletado foi posto para secar em estufa de circulação forçada de ar a 65–70°C até atingir peso constante. Após a secagem, o material vegetal foi triturado para que fossem realizadas as determinações de macro e micronutrientes. Após a coleta das plantas, retirou-se uma amostra de solo para a realização da condutividade elétrica, utilizando-se o método de

estrato de saturação 2:1 e análise química.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F, utilizando-se o LSD (*Least Significant Difference*) para comparação entre médias e a regressão para as doses de lodo de esgoto aplicadas. O programa estatístico utilizado foi o Sisvar v. 4.6 (FERREIRA, 2003).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A altura de plantas e a fitomassa seca não foram influenciadas pela aplicação do fertilizante nitrogenado (Tabela 2), havendo efeito linear crescente apenas para as doses de lodo de esgoto aplicadas (Figuras 1A e B).

Tabela 2. Valores médios de altura de planta, fitomassa seca da parte aérea da mamoneira e condutividade elétrica do solo (CE) em razão de doses de lodo de esgoto e da aplicação ou não de nitrogênio.

Doses de LE	Altura		Fitomassa seca		CE	
	Sem N	Com N	Sem N	Com N	Sem N	Com N
--Mg ha ⁻¹ --	-----cm-----		----g planta ⁻¹ ----		-----μS cm ⁻¹ -----	
0	11,0	12,0	0,88	0,79	347 a	387 a
4	10,8	11,8	0,89	0,80	397 a	437 a
8	12,8	12,4	0,92	0,83	361 b	492 a
16	13,6	13,2	0,94	0,85	417 b	563 a
32	13,6	14,4	1,09	0,99	356 b	444 a
CV (%)	13,78		20,85		10,88	

Letras iguais na linha não diferem entre si pelo teste LSD ao nível de 5% de probabilidade.

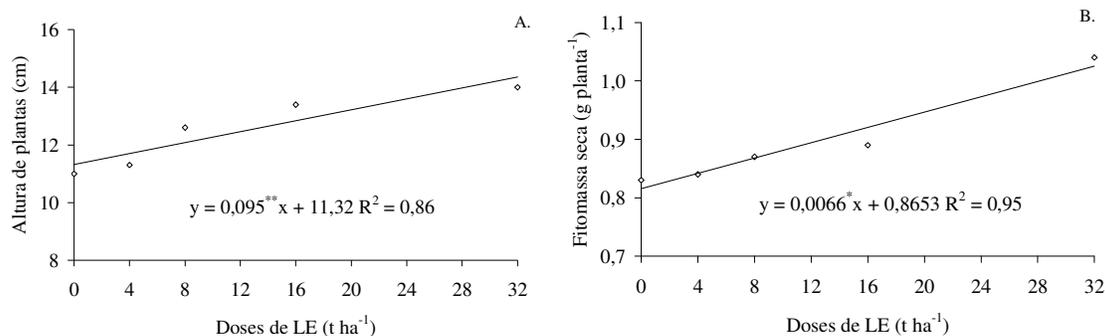


Figura 1. Altura de planta (A) e fitomassa seca da parte aérea (B) da mamoneira em função de doses de lodo de esgoto.

Simonete et al. (2003) ao estudarem o efeito da aplicação de lodo de esgoto no desenvolvimento do milho verificaram um aumento na produção de matéria seca com o aumento das doses de lodo, desde que suplementado com K. Nascimento et al. (2004) obtiveram aumento da produção de matéria seca de milho e de feijoeiro com a aplicação de doses de lodo de esgoto, sendo, porém, este aumento abaixo da obtida pela fertilização mineral completa.

A condutividade elétrica do solo, avaliada após o término do experimento, foi influenciada pela adição do N (Tabela 2), apresentando as maiores condutividades quando aplicado N, onde verificou-se efeito quadrático do lodo de esgoto na condutividade elétrica do solo (Figura 2), com o

máximo valor (555 $\mu\text{S cm}^{-1}$) com a dose de 18 Mg ha⁻¹ de lodo.

Provavelmente, o nutriente adicionado ao solo melhorou a relação C/N do resíduo, liberando dessa forma maior quantidade de sais ao solo, aumentando assim sua condutividade elétrica. Apesar de considerar que a adição de N elevou a C.E. o efeito da dose de lodo promoveu efeito ainda maior. O aumento da condutividade elétrica não influenciou no desenvolvimento inicial da mamona.

Souto et al. (2005) estudando a aplicação de lodo de esgoto na mamoneira, atribuíram o efeito não significativo dos níveis de lodo de esgoto, no desenvolvimento e nutrição das plantas ao efeito salino provocado pela presença de sais que se acumularam no solo, requerendo das raízes

maior energia proveniente de outros processos metabólicos para absorver água. Oliveira et al. (2002) avaliando o efeito de aplicações sucessivas de lodo de esgoto em solo cultivado com cana-de-açúcar verificaram que as doses crescentes de lodo promoveram aumentos na condutividade elétrica do

solo, e a medida que aumentava o tempo de incorporação do resíduo, percebia-se uma tendência significativa de queda em seus valores.

Não houve influência das doses de LE e da aplicação de N nos teores de fósforo, potássio, cálcio e magnésio no solo (Tabela 3).

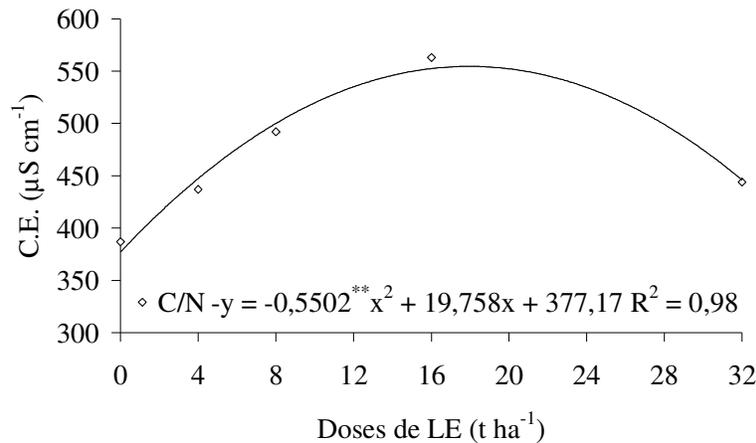


Figura 2. Condutividade elétrica do solo (CE) em razão de doses de lodo de esgoto e da aplicação ou não de nitrogênio.

Tabela 3. Teor de P, K, Ca e Mg no solo após a coleta das plantas de mamona em função das doses de lodo de esgoto e da aplicação ou não de nitrogênio.

Doses de LE	Teor							
	P		K		Ca		Mg	
	Sem N	Com N	Sem N	Com N	Sem N	Com N	Sem N	Com N
--Mg ha ⁻¹ --	-----mg dm ⁻³ -----		-----mmol _c dm ⁻³ -----					
0	3	5	0,1	0,1	15	18	9,2	9,8
4	4	5	0,1	0,1	15	17	9,0	9,4
8	4	5	0,1	0,2	14	17	8,2	8,8
16	4	5	0,1	0,2	16	48	9,6	10,4
32	4	5	0,2	0,2	14	16	8,6	9,0
CV (%)	22,67		29,00		12,66		12,15	

Na Tabela 4 verifica-se que apenas a concentração de N e S na parte aérea da mamona foi influenciada pelo N aplicado, apresentando dessa forma maiores valores quando comparados com os tratamentos que não receberam esse nutriente.

Essa maior concentração de S na planta, quando utilizado o N, pode ser explicado pelo fato de que a relação C/N pode ter favorecido a mineralização do LE e assim maior quantidade de nutrientes para que a planta pudesse absorver. Além disso, uma planta bem nutrida com N há uma tendência de aumentar a absorção dos demais nutrientes.

Para o P e Ca não houve influência do N, nem das doses de lodo aplicadas. O P disponibilizado do LE não foi suficiente para alterar a concentração na planta nem o teor de P no solo (Tabelas 4 e 3). Entretanto, Filho (1997) recomenda, para as condições de baixo teor de P no solo, que é o caso do experimento (2 mg dm⁻³), a dose de P₂O₅ de 80 kg ha⁻¹. A não resposta do Ca às doses de LE e de N pode ser justificada pela correção do solo realizada antes da instalação do experimento, sendo adicionado Ca ao solo na forma de calcário elevando o teor deste nutriente em todos os tratamentos (Tabela 3).

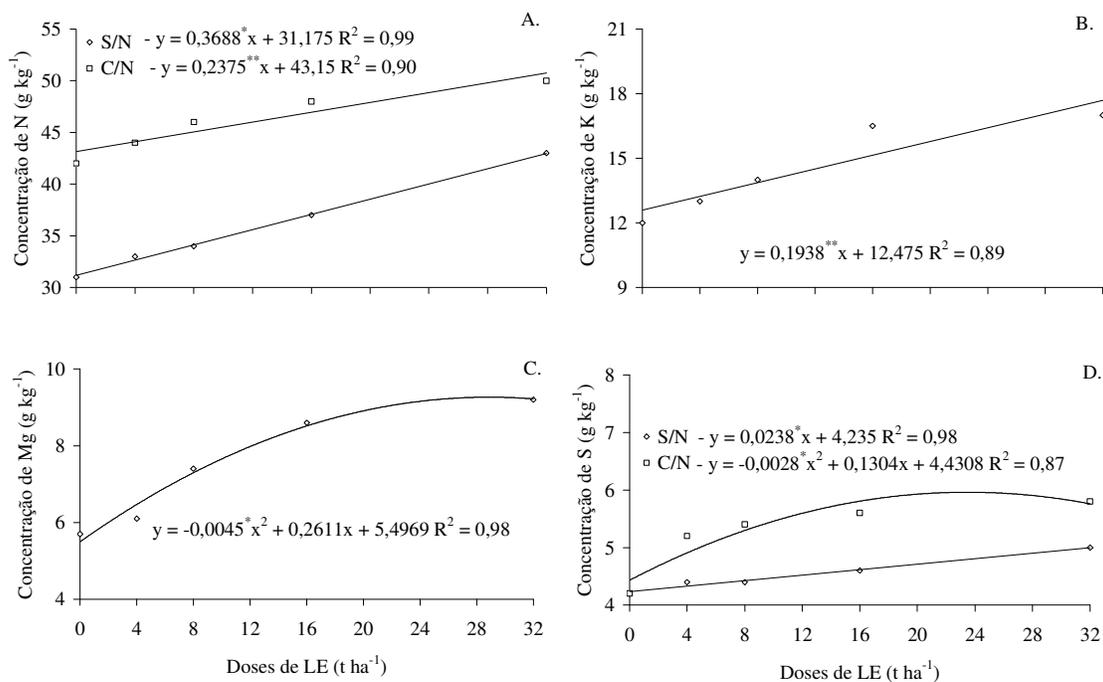
Tabela 4. Concentração de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre na parte aérea das plantas de mamona em função das doses de lodo de esgoto e da aplicação ou não de nitrogênio.

Doses de LE	Concentração					
	N		P		K	
	Sem N	Com N	Sem N	Com N	Sem N	Com N
--Mg ha ⁻¹ --	g kg ⁻¹					
0	31 b	42 a	1,0	1,2	12	12
4	33 b	44 a	1,0	1,0	13	13
8	34 b	46 a	1,0	1,0	14	14
16	37 b	48 a	1,0	1,0	17	16
32	43 b	50 a	1,0	1,0	18	16
CV (%)	9,19		13,86		17,55	
Doses de LE	Concentração					
	Ca		Mg		S	
	Sem N	Com N	Sem N	Com N	Sem N	Com N
--Mg ha ⁻¹ --	g kg ⁻¹					
0	19	19	5,4	6,0	4,2 a	4,2 a
4	20	18	5,8	6,4	4,4 a	5,2 a
8	18	17	7,4	7,4	4,4 b	5,4 a
16	19	17	8,6	7,6	4,6 b	5,6 a
32	19	18	9,0	9,4	5,0 a	5,8 a
CV (%)	11,69		17,95		15,17	

Letras iguais na linha não diferem entre si pelo teste LSD ao nível de 5% de probabilidade.

Com a adição ou não de N ao solo houve efeito linear crescente da concentração de N na planta com as doses de lodo (Figura 3A). Oliveira et al. (1995) também verificaram um efeito

significativo na absorção de N pelo sorgo granífero com aumento da absorção de N em função das doses de lodo. A aplicação de N inorgânico teve o mesmo efeito da dose máxima de lodo de esgoto.

**Figura 3.** Concentração de nitrogênio (A), potássio (B), magnésio (C) e enxofre (D) na parte aérea das plantas de mamona em função das doses de lodo de esgoto e da aplicação ou não de nitrogênio.

A concentração de K não foi influenciada pelo N aplicado, mas sofreu um aumento com as doses de lodo de esgoto aplicadas (Figura 3B), mesmo com a concentração desse nutriente bastante baixa no lodo. Entretanto, foi observado que o potássio foi praticamente exaurido do solo (Tabela 3). Segundo Silva et al. (2001) a complementação potássica é freqüentemente apontada como imprescindível para a obtenção de boas produções, uma vez que o lodo é pobre nesse elemento, advinda de sua alta solubilidade em água.

Este aumento na concentração de N e K na planta de mamona com aplicação do LE é importante porque, segundo Severino et al. (2006), o aumento da disponibilidade de N e K promove alteração na expressão sexual da mamoneira, favorecendo o aumento de produtividade.

Souto et al. (2005) não observaram o efeito das doses de lodo de esgoto aplicadas no acúmulo de N, P e K em plantas de mamoneira, verificando

que esses valores foram influenciados apenas pelas formas de aplicação do lodo.

A concentração de Mg foi influenciada apenas pelas doses de lodo aplicadas, sendo esse efeito quadrático com a dose de 29 Mg ha⁻¹ de lodo proporcionando a maior concentração de Mg na parte aérea da mamoneira (9,2 g kg⁻¹) (Figura 3C). O teor de Mg no solo era muito baixo e apesar de ter sido aplicado calcário, contendo esse nutriente, houve resposta quanto à aplicação do LE.

Para a concentração de S na parte aérea da planta, houve uma resposta linear crescente em função das doses do LE para o tratamento que não recebeu a dose de N. Para o tratamento que recebeu N houve um efeito quadrático com a maior concentração (5,9 g kg⁻¹) quando aplicada a dose de 23 Mg ha⁻¹ de LE (Figura 3D).

Na Tabela 5 verifica-se que apenas as concentrações de Cu e Zn foram influenciadas pelo N, diferente dos resultados observados para Fe e Mn.

Tabela 5. Concentração de cobre, ferro manganês e zinco na parte aérea das plantas de mamona em razão das doses de lodo de esgoto e da aplicação ou não de nitrogênio

Doses de LE	Concentração							
	Cu		Fe		Mn		Zn	
	Sem N	Com N	Sem N	Com N	Sem N	Com N	Sem N	Com N
--Mg ha ⁻¹ --	-----mg kg ⁻¹ -----							
0	9,0 a	11,4 a	99,0	118,0	144	207	27,2 a	37,6 a
4	9,6 b	13,2 a	101,0	120,0	745	767	54,6 a	59,6 a
8	11,0 b	16,4 a	104,6	127,6	983	1087	63,2 b	101,0 a
16	12,2 b	17,6 a	134,6	127,4	1293	1331	95,0 b	137,8 a
32	13,4 a	15,8 a	139,2	142,4	1382	1363	112,8 a	119,8 a
CV (%)	17,45		18,23		11,83		19,52	

Letras iguais na linha não diferem entre si pelo teste LSD ao nível de 5% de probabilidade.

As doses de lodo tiveram influência significativa na concentração de Cu, Fe, Mn e Zn nas plantas (Figura 4A, B, C e D). Para o Cu, quando adicionado o N, a máxima concentração (18 mg kg⁻¹) foi obtida com a dose de 20 Mg ha⁻¹ de lodo. Quando não adicionado o N esse efeito foi linear crescente, acompanhando as doses de lodo. A concentração de Fe na parte aérea da mamoneira aumentou com o aumento das doses de lodo. A maior absorção de Mn pelas plantas de mamona foi obtida quando aplicada à dose de 23 Mg ha⁻¹, atingindo concentração máxima de 1526 mg kg⁻¹ de Mn. Para a concentração de Zn, houve um efeito quadrático tanto para o tratamento que recebeu N como para o que não recebeu esse nutriente alcançando valores máximos de 144 e 113 mg kg⁻¹ com as doses de 22 e 30 Mg ha⁻¹, respectivamente.

Oliveira (1995) verificou que a adição de lodo de esgoto aos solos AQ e LV aumentou a

concentração de Cu e Zn nos mesmos, entretanto, evidências do aumento da disponibilidade desses nutrientes, para plantas de milho, somente foram observadas na dose de 40,5 Mg ha⁻¹, base seca. Anjos e Mattiazio (2000) verificaram que houve um aumento nos teores de Cu e Zn em todas as partes da planta de milho avaliadas. Para o Mn, os teores encontrados na bainha e no colmo foram menores nos tratamentos que receberam lodo, não havendo diferença entre os tratamentos para as demais partes da planta avaliadas.

Embora tenha sido evidente que o lodo aplicado tenha disponibilizado nutrientes para o desenvolvimento inicial da mamoneira, como foi verificado na concentração dos mesmos na parte aérea da planta, não houve uma alteração dos mesmos no solo (Tabela 3). Vale ressaltar também que o período experimental foi curto, 45 dias, talvez o tempo não tenha sido suficiente para uma boa

mineralização do material, disponibilizando assim maiores quantidades de nutrientes capazes de alterar o teor no solo.

Os índices de pH e valores de M.O. e CTC também não foram influenciados pelo N e pelas doses de lodo (Tabela 6).

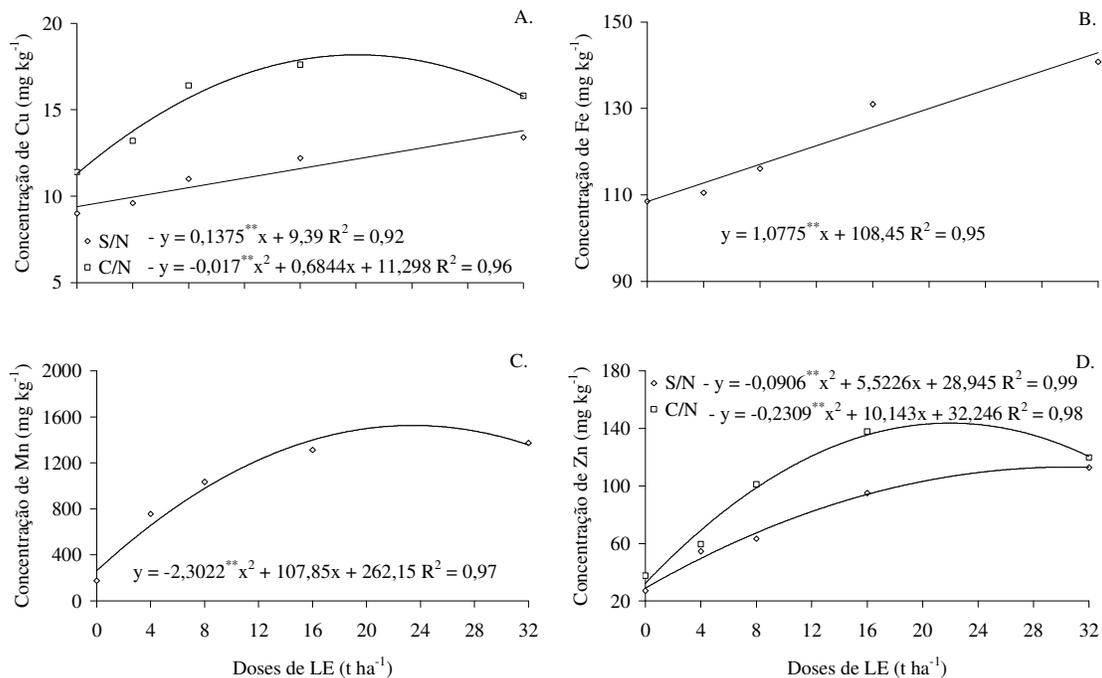


Figura 4. Concentração de cobre (A), ferro (B), manganês (C) e zinco (D) na parte aérea das plantas de mamona em razão das doses de lodo de esgoto e da aplicação ou não de nitrogênio.

Tabela 6. Valores de pH, matéria orgânica (M.O.) e capacidade de troca de cátions (CTC) do solo após a coleta das plantas de mamona em razão das doses de lodo de esgoto e da aplicação ou não de nitrogênio.

Doses de LE	pH		M.O.		CTC	
	Sem N	Com N	Sem N	Com N	Sem N	Com N
--Mg ha ⁻¹ --			-----g dm ⁻³ -----		-----mmolc dm ⁻³ -----	
0	5,8	6,0	14	15	46	49
4	5,8	6,0	14	15	46	49
8	5,8	5,8	14	15	43	47
16	5,6	5,6	14	15	48	50
32	5,8	5,8	14	16	44	47
CV (%)	7,27		14,64		7,00	

Nascimento et al. (2004) avaliando as alterações químicas de dois solos adubados com lodo de esgoto verificaram que os valores de pH de ambos os solos apresentaram decréscimos lineares e significativos com o aumento da dose de lodo utilizada. O uso do lodo de esgoto na correção da acidez do solo, elevando o valor de pH e neutralizando o Al tóxico foi constatado por Corrêa e Büll, (2001). Para Clapps et al., citado por Oliveira et al. (2002) a extensão das alterações no pH depende, além da textura e capacidade tampão do solo, do tipo de tratamento que o lodo recebeu, visto que, no processo de tratamento

do lodo utilizado em muitos ensaios onde foram comprovados o aumento do pH, são adicionadas cal virgem (CaO) ou cal hidratada (Ca(OH)₂), objetivando a eliminação de patógenos e estabilização do resíduo (FERNANDES, 2000).

Vaz e Gonçalves (2002) analisando o efeito do lodo de esgoto sobre atributos químicos do solo verificaram que, seis meses após a aplicação do mesmo, não foram notadas alterações do pH e dos teores de P, Mg trocáveis na camada analisada. Foi observada elevação dos teores de K, Ca e S. Oliveira et al. (1995) verificaram que o lodo de esgoto e complementação mineral não apresentaram

efeitos significativos, para os valores de pH (CaCl_2), potássio, cálcio, magnésio, soma de bases, capacidade de troca de cátions e porcentagem de saturação por bases do solo após a colheita do sorgo.

CONCLUSÕES

As doses de LE apresentaram um efeito significativo na altura de plantas e massa de matéria seca da mamoneira, ocorrendo aumento na altura e

fitomassa das plantas em função do aumento das doses aplicadas. A concentração de N, K, Mg e S e, também, dos micronutrientes Cu, Fe, Mn e Zn na parte aérea da planta também sofreram um efeito positivo das doses de LE, o mesmo não ocorrendo para as concentrações de P e Ca.

O lodo de esgoto não apresentou efeito significativo para os valores de pH (CaCl_2), P, K, Ca, Mg, M.O. e CTC após a colheita da mamona.

ABSTRACT: Aiming to evaluate the application effect of different sewage sludge (SS) doses, with and without nitrogen addition, in the castorbean initial development, one experiment was installed in an entirely randomized experimental design, in split-plot scheme 5 X 2, constituted of five sewage sludge doses (0, 4, 8, 16 e 32 Mg ha^{-1}) and nitrogen addition or not (15 kg ha^{-1}), with five replications. The experimental unit was constituted of plastic bags with capacity of $3,5 \text{ dm}^3$ of soil. Fifty days after emergency it was evaluated height of plants, dry matter of the aerial part, nutrient content in the aerial part, soil electrical conductivity and soil chemical analysis. The SS doses promoted increase in the height of plants and dry matter of castorbean. The concentration of N, K, Mg and S and also the micronutrients Cu, Fe, Mn and Zn in the aerial part of the plants also suffered a positive effect with SS doses, the same didn't occur for the P and Ca concentrations. N addition increased the concentration of N, S, Cu and Zn in the plants. The SS did not present significant effect over pH levels, phosphorous, potassium, calcium, magnesium, organic matter and soil cation exchange capacity after the experiment conduction period.

KEYWORDS: *Ricinus communis L.*, Sewage sludge application. Nitrogen fertilization

REFERÊNCIAS

ANJOS, A. R. M.; MATTIAZO, M. E. Metais pesados em plantas de milho cultivadas em latossolos repetidamente tratados com biossólido. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 57, n. 4, p. 769-776, 2000.

BERTON, R. S.; VALADARES, J. M. A. S.; CAMARGO, O. A.; BATAGLIA, O. C. Peletização do lodo de esgoto e adição de CaCO_3 na produção de matéria seca e absorção de Zn, Cu e Ni pelo milho em três Latossolos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 21, p. 685-691, 1997.

CANELLAS, L. P.; SANTOS, G. A.; RUMJANEK, V. M.; MORAES, A. A.; GURIDE, F. Distribuição da matéria orgânica e características de ácidos húmicos em solos com adição de resíduos de origem urbana. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 12, p. 1529-1538, 2001.

CETESB. COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. **Aplicação de lodos de sistemas de tratamento biológico em áreas agrícolas - Critérios para projeto e operação**. São Paulo, 1999. 32 p.

CORRÊA, J. C.; BÜLL, L. T. **Utilização de resíduos industriais e urbanos na composição de substratos para mudas de café**. Dissertação apresentada a Faculdade de Ciências agrônômicas de Botucatu, 198 p. 2001.

DA ROS, C. O.; AITA, C.; CERETTA, C. A.; FRIES, M. R. Lodo de esgoto: efeito imediato no milheto e residual na associação aveia-ervilhaca. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 17, p. 257-261, 1993.

FERNANDES, F. Estabilização e higienização de biossólidos. In: BETTIOL, W.; CAMARGO, O. A., eds. **Impacto ambiental do uso agrícola do lodo de esgoto**. Jaguariúna: EMBRAPA Meio Ambiente, 2000. p.45-67.

MELO, W. J.; MARQUES, M. O.; MELO, V. P. O uso agrícola do biossólido e as propriedades do solo. In: TSUTIYA, M. T.; COMPARINI, J. B.; ALEM SOBRINHO, P.; HESPANHOL, I.; CARVALHO, P. C. T.; MELFI, A. J.; MELO, W. J.; MARQUES, M. O. (Ed.). **Biossólidos na agricultura**. São Paulo: Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo, 2001. p. 289-363.

MELO, W. J.; MARQUES, M. O. **Potencial do lodo de esgoto como fonte de nutrientes para as plantas**. In: BETIOL, W.; CAMARGO, O. A. (Ed). Impacto ambiental do uso agrícola do lodo de esgoto. Jaguariúna: EMBRAPA Meio Ambiente, 2000. 312p.

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 aplicação de lodo de esgoto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v. 21, p. 385-392, 2004.

OLIVEIRA, F. C.; MATIAZZO, M. E.; MARCIANO, C. R.; ROSSETO, R. Efeitos de aplicações sucessivas de lodo de esgoto em Latossolo Amarelo distrófico cultivado com cana-de-açúcar: carbono orgânico, condutividade elétrica, pH e CTC. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 26, p. 505-519, 2002.

OLIVEIRA, F. C. **Metais pesados e formas nitrogenadas em solos tratados com lodo de esgoto. Piracicaba**, Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, 90p, 1995.

OLIVEIRA, F. C.; MARQUES, M. O.; BELLINGIERI, P. A.; PERECIN, D. Lodo de esgoto como fonte de macronutrientes para a cultura do sorgo granífero. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 52, n. 2, 1995.

RICHARDS, L. A. **Diagnosis improvements of saline and alkaline soils**. Washington: Department of Agriculture. 1954. 160p.

SANEPAR. **Companhia de Saneamento do Paraná: Manual Técnico para Utilização Agrícola do lodo de esgoto no Paraná**, 1997. 96 p.

SEVERINO, L. S.; FERREIRA, G. B.; MORAES, C. R. A.; et al. Growth and yield of castor bean fertilized with macronutrients and micronutrients. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.. 41, n. 4, p. 563-568, 2006.

SILVA, F. C.; BOARETTO, A. E.; BERTON, R. S.; ZOTELLI, H. B.; PEXE, C. A.; BERNARDES, E. M. Efeito de lodo de esgoto na fertilidade de um Argissolo Vermelho-Amarelo cultivado com cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 5, p. 831-840, 2001.

SILVA, L. S.; CAMARGO, F. A. O.; CERETTA, C. A. Composição da fase sólida orgânica do solo. In: MEURER, E. J. (Ed.). **Fundamentos de química do solo**. Porto Alegre: Genesis, 2000. p. 45-62.

SILVA, F. C. **Uso agrônômico do lodo de esgoto: efeitos em fertilidade do solo e qualidade da cana-de-açúcar**. Piracicaba: ESALQ/USP, 1995. 170p.

SIMONETE, M. A.; KIEHL, J. C.; ANDRADE, C. A.; TEIXEIRA, C. F. A. Efeito do lodo de esgoto em um Argissolo e no crescimento do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 10, p. 867-874, 2003.

SOUTO, L. S.; SILVA, L. M.; LOBO, T. F.; FERNANDES, D. M.; LACERDA, N. B. Níveis e formas de aplicação de lodo de esgoto na nutrição e crescimento inicial da mamoneira. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.p. (Suplemento), p. 274-277, 2005.

VAZ, L. M. S.; GONÇALVES, J. L. M. Uso de biossólidos em povoamento de eucalipto: efeito em atributos químicos do solo, no crescimento e na absorção de nutrientes. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 26, p. 747-758, 2002.