

ADUBAÇÃO COM LODO DE ESGOTO NA CULTURA DO MILHO

Arilson de Aquino Gonçalves 1 (Engenheiro Agrônomo). arilson.goncalves@bunge.com
Carlos Roberto Moreira 2 (Professor do curso de Agronomia do Centro Universitário Assis Gurgacz)
Gabriela Barreto de Paula Souza 3 (Acadêmica do curso de Agronomia do Centro Universitário Assis Gurgacz)
Dandara Maria Peres 4 (Acadêmica do curso de Agronomia do Centro Universitário Assis Gurgacz)
Gabrieli Maria Canzi 5 (Acadêmica do curso de Agronomia Centro Universitário Assis Gurgacz)

Resumo: O uso do lodo de esgoto na agricultura deve estar condicionado ao uso seguro e ao valor deste como insumo agrícola, sempre observando à legislação específica, de forma a garantir níveis de qualidade de lodo que permitam a sua utilização de forma segura. O objetivo desse estudo é evidenciar metais pesados em plantas de milho quando submetido à adubação com lodo de esgoto, com a preocupação de possíveis contaminações no meio ambiente através de resíduos que são gerados no processo de tratamentos de águas. O experimento foi realizado na Fazenda Escola do Centro Universitário FAG, no Município de Cascavel – PR, O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e quatro repetições. T01: 00 t ha⁻¹ testemunha – sem lodo, T02: 10 t ha⁻¹, T03: 20 t ha⁻¹, T04: 30 t ha⁻¹ e T05: 40 t ha⁻¹ de lodo de esgoto. Os parâmetros avaliados foram os teores de N, P, K e matéria seca na planta do milho nos tratamentos analisados. Os resultados obtidos nas análises de regressão mostram um comportamento linear crescente dos teores de N, P e MS, em função do aumento da dosagem de lodo, porém, a equação quadrática foi a que melhor se ajustou para N e P e a linear para matéria seca, para os teores de K, não foram observado influencia em função da dosagem do lodo.

Palavras-chave: subproduto, reciclagem agrícola, biossólido.

FERTILIZATION WITH SEWAGE SLUDGE IN CORN CROP

Abstract: The use of sewage sludge in agriculture should be conditioned to the safe use of the sewage sludge and its value as an agricultural input. Always observing the specific legislation, in order to guarantee levels of quality of sludge that allow its agricultural recycling. The objective of this study is to show heavy metals in corn plants when submitted to fertilization with sewage sludge, with the concern of possible contamination in the environment through residues that are generated in the process of water treatment. The experiment was carried out at the School Farm of the FAG University Center, located in the Technological Development Center - CEDETEC, in the Municipality of Cascavel - PR. The experimental design was completely randomized, with five treatments and four replications: T01: 00 ha⁻¹ control - without sludge, T02: 10 t ha⁻¹, T03: 20 t ha⁻¹, T04: 30 t ha⁻¹ and T05: 40 t ha⁻¹ of sewage sludge, totaling 20 experimental units. The evaluated parameters were the N, P and K contents, and dry matter in the maize plant in the analyzed treatments. The

results obtained in the regression analysis show a linear behavior of increasing N, P and MS, as a function of the increase of the sludge dosage, but the quadratic equation was the one that best fit for N and P and the linear for matter dry.

Key words: By-product of ; Agricultural recycling; Biosolids.

1. INTRODUÇÃO

O aumento da demanda por bens e serviços nos meios urbanos eleva a geração de resíduos, que acaba se tornando um problema para o meio ambiente, o lodo de esgoto é um desses resíduos que é gerado no processo de tratamento de água, podendo muitas vezes se acumular no meio ambiente.

Os esgotos quando são lançados nos corpos hídricos sem tratamento, acabam sendo um dos principais agentes poluidores no meio urbano. Se os esgotos não forem tratados adequadamente, aliado as condições de saneamento básico das cidades, pode gerar poluição nos corpos hídricos, e proliferação de microrganismos patogênicos causadores de doenças (LIMA *et al.*, 2011). Os corpos hídricos podem ser contaminados por matérias orgânicas de origens domésticas e águas residuárias geradas nas indústrias (PEDROZA *et al.*, 2006).

Depois de seco o lodo fica semelhante a uma compostagem de coloração escura, com composição do material complexa. O maior volume da matéria orgânica é originado da excreta humana e uma combinação de material húmico, ácidos graxos, gorduras, açúcar, carboidratos, proteínas, aminoácidos, celulose e lignina, além dos elementos tóxicos (SAITO, 2007).

De acordo com Pegorini *et al.* (2003), o destino final do lodo de esgoto é um dos principais desafios, para a ampliação das redes de esgoto e instalações de Estação de Tratamentos de Esgoto (ETE), pois eleva o volume de resíduos. Segundo Galdos *et al.* (2004), o que leva ao incremento nas redes de esgoto e estações de tratamento de água, é a valorização dos recursos hídricos por parte da sociedade.

Uma alternativa é o uso do lodo de esgoto na adubação de plantas, desde que sejam mapeados seus efeitos sobre os alimentos. O biossólido, como é conhecido o lodo de esgoto, é um produto orgânico, rico em matéria orgânica, assim como, em nutrientes, especialmente N e P, com potencial para aproveitamento agrícola, isolado ou em combinação com adubos minerais, desde que seus efeitos sobre os alimentos sejam monitorados (COSTA *et al.*, 2011).

A matéria orgânica que compõe o lodo de esgoto pode ser essencial para melhorar as condições físicas e químicas do solo. Segundo Andreoli *et al.* (2001), a matéria orgânica atua no solo como agente cimentante, que acaba contribuindo para agregação de suas partículas, deixando um solo com uma maior capacidade de retenção de água.

O uso do lodo na adubação é possível desenvolver uma agricultura sustentável, sendo que a matéria orgânica aliada aos nutrientes melhora a estrutura do solo, melhorando as propriedades físicas, químicas e biológicas (BETTIOL, CAMARGO, 2000).

Alguns países como Canada, Estados Unidos e também países da Europa, já vem utilizando o lodo de esgoto como fertilizante a mais de duas décadas, esses países estabelecem normas para prevenir contra possíveis impacto ambientais, decorrente dos metais pesados contidos no lodo de esgoto (SAITO, 2007).

Dose crescente de lodo de esgoto aplicado no solo pode reduzir o pH e aumentar o volume de matéria orgânica, também outros elementos tem relação positiva com aplicação do lodo de esgoto, tais como, nitrogênio total, fósforo, potássio, sódio, cálcio e magnésio dos solos (NASCIMENTO *et al.*,2004). De acordo com Lobo e Filho (2007), é possível até substituir o N que faz parte da formulação mineral, pelo N presente no lodo de esgoto, resultando no aumento na produtividade de grãos e derivados. Galdos *et al.* (2004), observaram um aumento de produtividade de milho a partir do segundo ano em que o solo foi adubado com lodo de esgoto.

Alguns trabalhos foram realizados no Brasil e os resultados foram benéficos para diversas culturas em resposta a adubação com biossólido (URBAN, 2016), e também houve alterações em algumas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo (MORAES, 2008).

O lodo de esgoto pode ser usado como adubo na agricultura, mas também pode causar impacto considerável na natureza.

Considerando que a geração de lodo de esgoto é um processo intrínseco ao tratamento de esgoto, ou seja, não tem como evitar, e é proporcional ao crescimento da população humana. O Ministério do Meio Ambiente junto com o Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA estabeleceram critério para o uso agrícola do lodo de esgoto, através da Resolução 375/2006 (CONAMA, 2006). O Art. 1º da resolução define os critérios e os procedimentos para o uso em áreas agrícolas, de lodo de esgoto gerado em estação de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos derivados, o objetivo é gerar benefícios à agricultura e evitar riscos à saúde pública e ao meio ambiente. As maiores preocupações do

órgão público são os diversos agentes patógenos presentes no lodo de esgoto, que pode causar danos à saúde humana.

Os metais pesados considerados como contaminantes, e que, podem estar presentes no lodo de esgoto são, cádmio (Cd), cobre (Cu), crômio (Cr), chumbo (Pb), níquel (Ni) e zinco (Zn) (NASCIMENTO *et al.*, 2004), também existe os nutrientes que são favoráveis ao desenvolvimento dos vegetais, mas se não seguir rigorosamente alguns critérios fica impossibilitado o uso para adubação por conter os metais pesados.

Segundo Andreoli e Pegorini (2000), já foram realizadas diversas pesquisas em todo o mundo para avaliar o efeito do lodo de esgoto na agricultura, e nenhum problema relevante a ponto de comprometer a segurança com meio ambiente foi detectado.

No logo prazo dependendo das condições, pode aumentar o teor de metais pesados no solo em consequências do uso do lodo de esgoto, dessa forma gera uma situação preocupante se não houver uma gestão eficiente para a utilização do lodo, sendo assim pode afetar a cadeia alimentar (HUE, 1995).

O objetivo deste trabalho foi verificar os teores de N, P, K e matéria seca na planta de milho com a aplicação de lodo de esgoto doméstico, bem como os teores de metais pesados acumulados no lodo.

2. METODOLOGIA

O experimento foi realizado na Fazenda Escola do Centro Universitário FAG, localizada no Centro de desenvolvimento tecnológico (CEDETEC), no Município de Cascavel – PR, com latitude 24°56'31,6" S, 53°30'37,9" O, e uma altitude de 699 metros.

O cultivo foi conduzido em estufa, sendo as unidades experimentais compostas por vasos plásticos de 20 litros. O solo que foi utilizado é classificado como Latossolo Vermelho Distroférico típico (Tabela 01), coletado de 0 a 20 cm de profundidade, o clima da região oeste é subtropical mesotérmico, com temperatura média anual em torno de 20°C (EMBRAPA, 2006).

Tabela 01: Análise do solo utilizado no experimento

Profundidade	pH	H + Al	Ca	Mg	K	CTC	P	C	m	V
cm		Cmol c/dm ³	mg/dm ³		g/dm ³%
0-20	9,47	6,21	2,17	1,03	23,40	3,34	0,68	14	2,40	34,42

O lodo de esgoto foi coletado na Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) Oeste, que é administrado pela Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR), fica localizada na região Oeste na cidade de Cascavel-PR. Depois de ter passado por tratamento, já livre de

qualquer tipo de microrganismo capaz de causar mal à saúde, o lodo foi triturado e peneirado antes de ser misturado no solo para a semeadura da semente de milho.

Foi enviada uma amostra do lodo de esgoto para o laboratório para realizar análise química para avaliar alguns componentes que são considerados tóxicos como: Cádmio (Cd), Chumbo (Pb), Cromio (Cr), Mercúrio (Hg), Níquel (Ni) e Zinco (Zn), o método utilizado foi o Espectrômetro de Emissão Atômica – ICP. Também foi realizada análise para quantificar os teores de Nitrogênio (N), Fosforo (P) e Potássio (K).

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizados, sendo cinco tratamentos e quatro repetições, a saber: tratamento 01: 00 t ha⁻¹: testemunha (sem lodo), tratamento 02: 10 t ha⁻¹ de lodo, tratamento 03: 20 t ha⁻¹ de lodo, tratamento 04: 30 t ha⁻¹ de lodo e o tratamento 05: 40 t ha⁻¹ de lodo.

A semeadura foi realizada no mês de outubro de 2017, respeitando o zoneamento agrícola para a cultura do milho. Foram utilizadas sementes de milho RR[®], cultivar 2B610PW, lote C128F3AA40.

Foram semeadas oito sementes tratadas por vaso a dois centímetros de profundidade, após emergência foram mantidas somente cinco plantas por vaso, com irrigação conforme a necessidade da cultura.

Após o período de cultivo de 35 dias, as plantas foram cortadas rente ao chão, e mantidas em estufa com temperatura de 75°C, para determinar o peso de matéria seca da parte aérea de cada um dos tratamentos. Na sequência as amostras foram enviadas para análises laboratoriais para avaliar os teores de nitrogênio, fósforo e potássio.

Os dados foram submetidos às análises de regressão, em que as variáveis independentes foram as doses de lodo, por intermédio do software assistat. A análise de regressão apresentou um modelo onde foi escolhido com base na significância dos coeficientes de regressão (R²), sendo que esta equação permite a escolha da melhor dosagem (SILVA; AZEVEDO, 2009).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises do lodo de esgoto mostram que, os teores dos metais pesados ficaram bem abaixo do que é permitido na agricultura de acordo com a resolução CONAMA 375/2006 (Tabela 02).

Tabela 02: Concentração máxima de metais pesado permitido na agricultura pela resolução CONAMA 375/2006, e os resultados das análises químicas do lodo de esgoto (mg/kg base seca)

Substâncias	Cd	Pb	Cr	Hg	Ni	Zn	N	P	K
C M P	39	300	1000	17	420	2800	-	-	-
Resultados	1,60	24,66	36,61	0,00	28,60	484,70	43.400	6.449,20	300,80

CMP: Concentração Máxima Permitida (Resolução CONAMA 375/2006)

Observar-se que os teores de N, P, K, são predominantes na composição, isso deixa evidenciado que o material é uma fonte rica em nutrientes. Bezerra *et al.*, (2006), também apresentou em seu trabalho resultados parecidos, onde os teores de N, P, K, foram significativamente mais elevados do que os metais pesados.

Os resultados das análises das plantas de milho mostraram que, os teores de nitrogênio (N) e fosforo (P) e o rendimento de matéria seca (MS) tiveram respostas positivas em função das dosagens de lodo, já o potássio (K) não apresentou resposta significativa (Tabela 03).

Tabela-03: Valores médios para N, P, K e Matéria seca da planta de milho em função das doses de lodo

Dose de lodo (t ha ⁻¹)	lodo			
	N	P	K	MS
	g kg ⁻¹			
00	13,9	1,12	19,31	22,5
10	23,5	2,17	18,47	31,0
20	33,7	2,43	13,45	33,0
30	34,7	2,44	15,68	36,25
40	34,7	1,99	14,57	37,5

Observa-se que houve uma elevação dos teores de N na planta do milho até 30 t ha⁻¹ de lodo, o mesmo aconteceu com o P, que também apresentou elevação nos teores até 20 t ha⁻¹.

As análises de regressão mostraram que as dosagens crescentes de lodo de esgoto tiveram influências significativas sobre os teores de N, P e peso de MS analisados nas plantas de milho comparado a testemunha, dado pelo fator F. Porém para o K, não foi constatado influência das dosagens do lodo sobre os teores do nutriente na planta (Tabela 04).

Tabela- 04: Análise de regressão dos tratamentos

FV	N	P	K	MS
	F			
Reg. Linear	92,9878 **	10,1987 **	3,3868 ns	7,2753*
Reg. Quadrática	18,9106 **	18,9870 **	0,7224 ns	0,7342 ns
Reg. Cúbica	0,0826 ns	0,2749 ns	0,0159 ns	0,1186 ns
Reg. 4º Grau	1,5281 ns	0,1922 ns	1,5561 ns	0,1012 ns

ns não significativo ($p \geq .05$)

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade ($p < 0.1$).

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade ($01 \leq p < .05$)

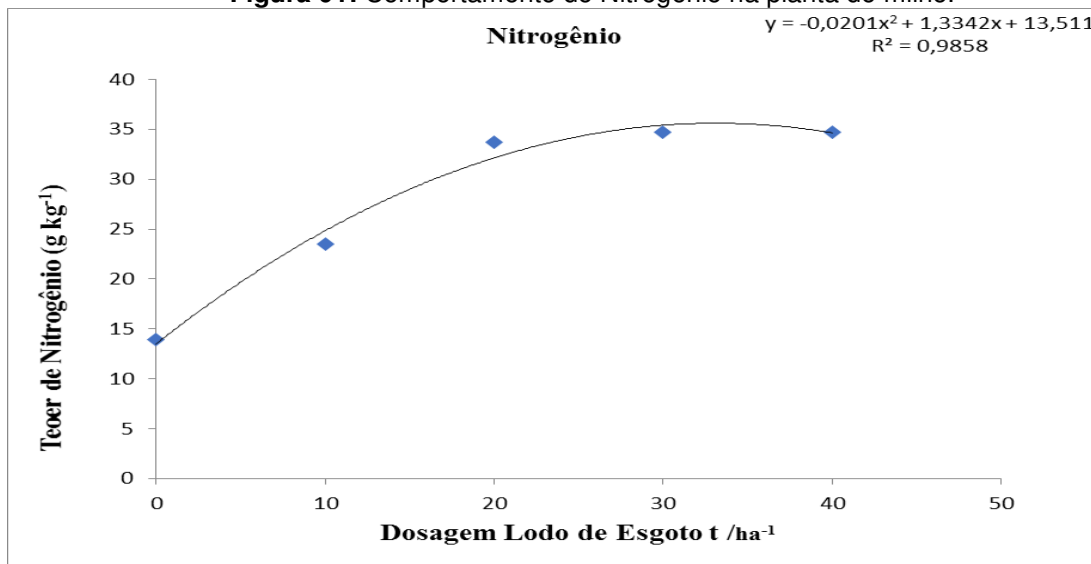
As análises de regressão mostram um comportamento linear crescente dos teores de N, P e peso de MS, em função do aumento da dosagem de lodo, porém, a equação quadrática foi a que melhor se ajustou para N e P (Figuras 01 e 02).

Os resultados mostram efeito positivo em ralação a adubação com lodo de esgoto na absorção de nitrogênio e fosforo pela planta do milho, reflete as boas características do lodo como fertilizante. Resultados semelhantes foram observados por Junio *et al.*, (2013), já a matéria seca, para cada 10 t ha^{-1} houve ganho de peso. O potássio foi o único elemento que não respondeu, Barbosa *et al* (2007), também observou que o K não apresentou resultados significativos em relação a testemunha. Junio *et al.*, (2013) observaram um aumento do teor de potássio na folha de milho em função do incremento das dosagens de lodo de esgoto com aplicação de $37,21 \text{ t ha}^{-1}$.

A figura 01 mostra que o acúmulo de N na parte aérea nas plantas de milho é ascendente, aumentando linearmente com dosagens de até 30 t ha^{-1} de lodo, estabilizando e começando a cair a partir de 30 t ha^{-1} não houve alteração, ou seja, mesmo elevando para 10 t ha^{-1} a mais de lodo de esgoto na adubação, não houve influência, mantendo o teor de N estável na planta.

Junio *et al.*, (2013), também observaram que aumenta o teor de N na planta com a adição de composto de lodo de esgoto no solo, Gomes *et al.*, (2007), constatou que, se aumentar a dose de lodo no solo, também aumenta os teores de N nas folhas de milho, no entanto não foram observados alteração nos teores de P e K. Para Nascimento *et al.*, (2004), o aumento dos teores de N nas plantas, expressa a eficiência do lodo de esgoto na adubação, mostrando que a aplicação do lodo no solo aumenta a absorção de N pela planta de milho.

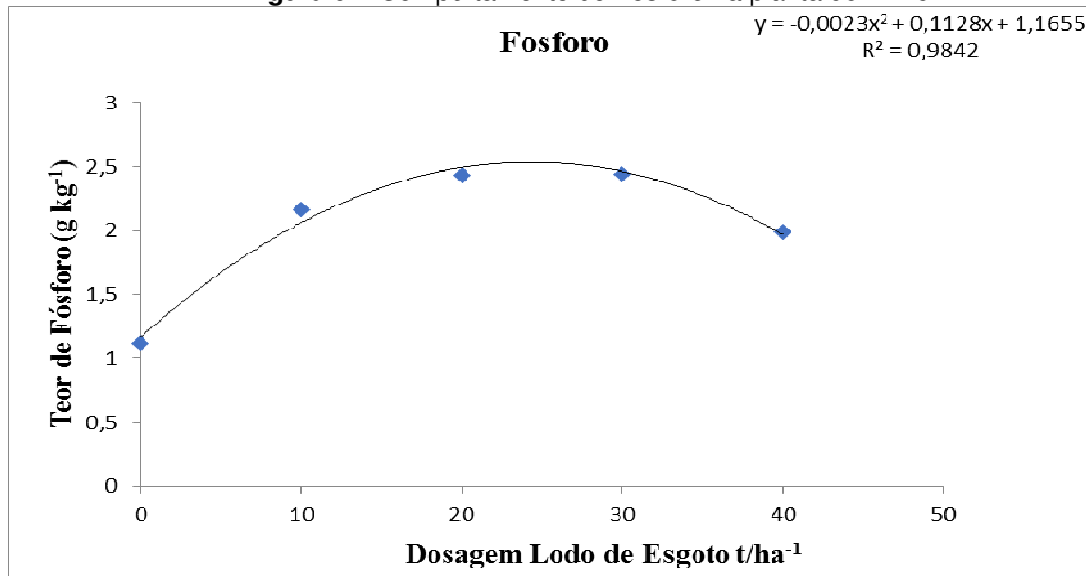
Figura 01: Comportamento do Nitrogênio na planta do milho.



Para o fósforo foi obtida resposta significativa até 20 t ha⁻¹ de lodo de esgoto, mantendo estável até 30 t ha⁻¹, a partir dessa dosagem observou-se, que houve redução nos teores de P na planta do milho, como está mostrando na Figura 02. Nascimento *et al.*, (2004), constataram que a dosagem crescente de lodo promove o aumento nos teores de P tanto no solo, como na planta de milho, embora Gomes *et al.*, (2007) não tenha constatado evidências entre o aumento da dosagem do lodo e os teores de fósforo na planta de milho. Já para Galdos *et al.*, (2004), o lodo de esgoto não influenciou os teores de P no solo, porém foram constatados aumento do nutriente nas folhas de milho.

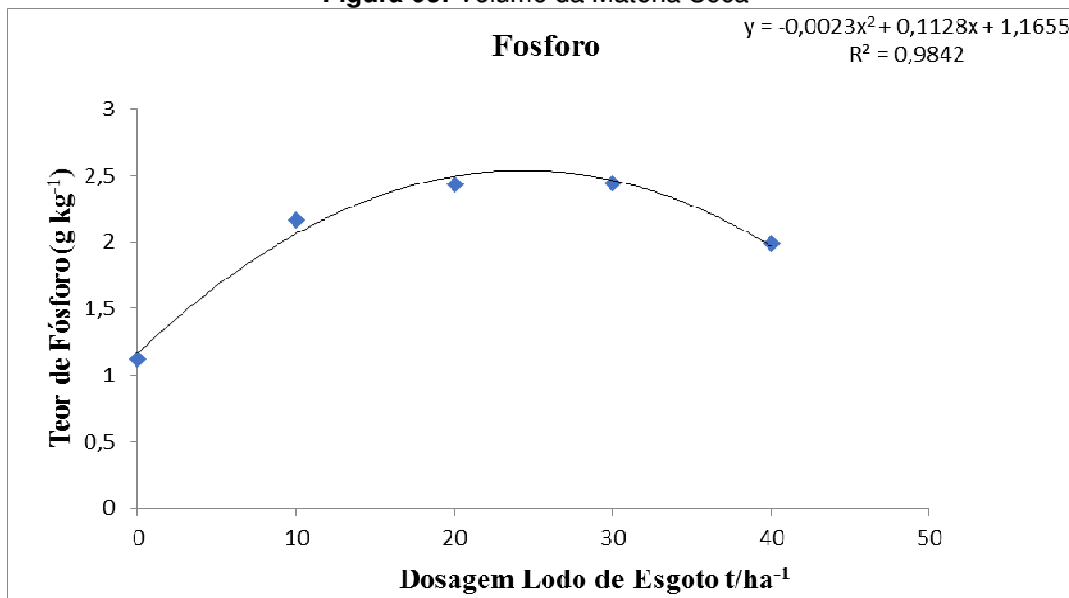
De acordo com Nascimento *et al.*, (2004), além de ser uma fonte de P, o lodo de esgoto pode agir diminuindo a adsorção do elemento em solo, favorecido pelo alto teor de matéria orgânica que pode fornecer íons orgânicos, que compete com fosfato pelos sítios de adsorção.

Figura 02: Comportamento do Fósforo na planta do milho



Diferente do nitrogênio e do Fósforo que foram seguidos o modelo quadrático, o comportamento da produção de matéria seca do milho foi linear, aumentando com a aplicação de maiores dosagens de lodo de esgoto (Figura 03). Da Ros et al. (1993) e Berton et al. (1997) também observaram aumentos na produção de matéria seca de plantas de milho em solos tratados com doses de lodo de esgoto. Taiz & Zeiger (1998) apud Pires et al. (2015), afirmam que as plantas comumente respondem ao aumento na dose de insumos com incrementos decrescentes, até o ponto em que outro fator limitante ao crescimento passe a predominar.

Figura 03: Volume da Matéria Seca



Ainda que o coeficiente de determinação (R^2), tenha apresentado um valor menor do que foram os valores apresentados para N e P, observou-se que, para cada 10 t ha⁻¹ de lodo, houve um incremento no peso da matéria seca em média de 0,290 gramas.

O aumento na matéria seca (MS) em função do aumento da dosagem do lodo de esgoto, também foi observado por Barbosa *et al.*, (2007). De acordo com Malavolta *et al.*, (1997), o rendimento da matéria seca está associado a quantidade de N, disponibilizado para a planta.

4. CONCLUSÕES

Os teores de nitrogênio, fósforo e rendimento de matéria seca aumenta na planta do milho quando submetido a adubação com lodo de esgoto, isso indica que o lodo de esgoto pode ser utilizado como fonte de nutriente para a cultura, com dosagem de 30 t ha⁻¹.

REFERÊNCIAS

ANDREOLI, C. V.; LARA A. I.; FERNANDES, F. **Reciclagem de biossólidos: Transformando problemas em solução.** Curitiba: SANEPAR, 2 ed, p. 28-35, 2001.

ANDREOLI, C.V.; PEGORINI, E.S. **Gestão pública do uso agrícola do lodo de esgoto.** In: Impacto ambiental do uso do lodo de esgoto. Jaguariúna, Embrapa - Meio Ambiente, p.281-312, 2000.

BARBOSA, G. M. C.; TAVARES, F. J.; BRITO, O. R.; FONSECA, I. C. Efeito residual do lodo de esgoto na produtividade do milho safrinha. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.31, p.601-605, 2007.

BETTIOL, W.; CAMARGO, O. A. **Impacto Ambiental do Uso Agrícola do Lodo de Esgoto**. Jaguariúna, SP: EMBRAPA Meio Ambiente, p.259 – 268, 2000.

BEZERRA, F. B.; OLIVEIRA, M. A. C. L.; PEREZ, D.V.; ANDRADE, A. G.; MENEGUELLI, N. A.; Lodo de Esgoto em Revegetação de Área Degradada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, n.3, p.469-476, mar. 2006.

BERTON, R. S.; VALADARES, J. M. A. S.; CAMARGO, O. A.; BATAGLIA, O. C. Peletização do lodo de esgoto e adição de CaCO₃ 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.

BOTREL, M.C.G.; MACHADO, R.P.; SANTOS, M.M.S. **Cultivo de árvores na Região Sul do Brasil**. Cascavel: Editora X, p.114, 2008.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. **Resolução n. 375, de 29 de agosto de 2006**. Disponível em: <http://www.ecolnews.com.br/legislacao/resolucoes/res_indice.htm>. Acesso em 05/09/2017.

COSTA, A. F. S.; COSTA, A. N.; CAETANO, L. C. S.; MAIA, F. G. **Disposição do Lodo de ETE no Solo e seu efeito na Produção Agrícola**. Manual de uso Agrícola e Disposição do Lodo de Esgoto para o Estado do Espírito Santo. Vitória- ES: INCAPER, P. 20-33, 2011.

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

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2 ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. Disponível em: <https://www.agrolink.com.br/downloads/sistema-brasileiro-de-classificacao-dos-solos2006.pdf>. Acesso em: 13/10/2017.

GALDOS, M.V.; DE MARIA, I.C.; CAMARGO, O.A. Atributos químicos e produção de milho em um latossolo vermelho eutroférico tratado com lodo de esgoto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.28, 2004.

GOMES, S. B. V.; NASCIMENTO, C. W. A.; BIONDI, C. M. Produtividade e composição mineral de plantas de milho em solo adubado com lodo de esgoto. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.11, 2007.

HUE, N.V. Sewage sludge. In: RECHCIGL, J.E., ed. Soil amendments and environmental quality. **Boca Raton**, CRC Press, 1995.

JUNIO, G. R. Z; SAMPAIO, R. A; NASCIMENTO, A. L; SANTOS, G. B; SANTOS, L. D. T; FERNANDES, L. A. Produtividade de milho adubado com composto de lodo de esgoto e Fosfato natural de Gafsa. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.17, 2013.

LIMA, M. de F. de; COSTA, A. de F. S. da; MATOS, C. N. de; COSTA, A. N. **Geração de Lodo de Esgoto e seu Potencial como Fonte de Matéria Orgânica para a Agricultura**. Manual de Uso Agrícola e Disposição do Lodo de Esgoto na Agricultura. Vitória- ES: INCAPER, p. 12-22, 2011.

LOBO, T. F.; GRASSI FILHO, H. Níveis de lodo de esgoto na produtividade do girassol. **Revista de la ciencia del suelo y nutricon vegetal**, Temuco, v.7, 2007.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas**: Princípios, métodos e técnicas de avaliação do estado nutricional. 2.ed. Piracicaba: Potafos, p. 319, 1997.

MORAES, S. P. V. **Impacto do lodo de esgoto na comunidade bacteriana do solo: Avaliação por micro arranjo de DNA**. Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias do Campus de Jaboticabal- UNESP, para obtenção do Título de Doutor em Microbiologia Agropecuária área de concentração em Microbiologia Agropecuária – JABOTICABAL- São Paulo, p.61 2008.

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 de Solo**, v.28, 2004.

PEDROZA, J. P.; VAN HAANDEL, A C.; BELTRÃO, N. de M.; DIONISIO, J A.; DUARTE, M. E. M. Qualidade tecnológica da pluma do algodoeiro herbáceo cultivado com biossólidos. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola Ambiental**, v.10, 2006.

PEGORINI, E.S.; ANDREOLI, C. V.; SOUZA M. L. P. **Produção e disposição final do lodo de esgoto na reciclagem agrícola da região metropolitana de Curitiba-PR**. Simpósio sobre biossólidos no âmbito MERCOSUL- São Paulo, 2003.

PIRES, A. M. M.; ANDRADE, C. A, SOUZA, N. A. P.; CARMO, J, B.; COSCIONE, A. R.; CARVALHO, C. S. Disponibilidade e mineralização do nitrogênio após aplicações sucessivas de LE no solo, estimadas por meio de incubação anaeróbica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.50, p.333- 342, 2015.

SAITO, M.L. **O uso do lodo de esgoto na agricultura: Precauções com os contaminantes orgânicos**. Jaguariúna, Embrapa Meio Ambiente, 2007. 36p. (Embrapa Meio Ambiente. Documentos, 64).

SILVA, F. A. S. E.; AZEVEDO, C. A. V. **Components Analysis in the Software Assistat Statistical Attendance**. In: **WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE**, 7, Reno-NV-USA: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2009. Disponível em: <http://www.assistat.com/indexp.html>. Acesso: 13/10/2017.

URBAN, R. C. **Metodologia para Gerenciamento Lodo de ETA e ETE**. Tese de Doutorado apresentada à Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Unicamp, para obtenção do Título de Doutor em Engenharia Civil, na área de Saneamento e Ambiente – CAMPINAS-SP, 2016. P. 76.