

ALTERAÇÕES NO PH, MATÉRIA ORGÂNICA E CTC EFETIVA DO SOLO, MEDIANTE A APLICAÇÃO ELEVADAS DOSES DE LODO DE ESGOTO EM DIFERENTES INTERVALOS DE IRRIGAÇÃO

Edvaldo F. dos Rei

Engenheiro Agrícola, D. Sc. Professor Associado, Universidade Federal do Espírito Santo Departamento Engenharia Rural - Centro de Ciências Agrárias. Alto Universitário, s/n - Cx.P. 16 - 29500-000 - Alegre, ES. -E-mail:edreis@cca.ufes.br

Lilian R. Maia

Engenheira Agrônoma, M. Sc. em Produção Vegetal - Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias. Rua Sertões, 97 - 30410-020 - Belo Horizonte, MG. E-mail: lilianrmaia@hotmail.com

Glaucio L. Araujo

Graduando em Agronomia, Universidade Federal do Espírito Santo. Departamento Engenharia Rural - Centro de Ciências Agrárias. Alto Universitário, s/n - Cx.P. 16 - 29500-000 - Alegre, ES. E-mail:glaucio_araujo@yahoo.com.br

Giovanni de Oliveira Garcia

Engenheiro Agrônomo, D. Sc. Professor Adjunto, Universidade Federal do Espírito Santo Departamento Engenharia Rural - Centro de Ciências Agrárias. Alto Universitário, s/n - Cx.P. 16 - 29500-000 - Alegre, ES. E-mail:giovanni@cca.ufes.br

Renato R. Passo

Engenheiro Agrônomo, D. Sc. Professor Adjunto, Universidade Federal do Espírito Santo Departamento Produção Vegetal - Centro de Ciências Agrárias. Alto Universitário, s/n - Cx.P. 16 - 29500-000 - Alegre, ES. E-mail: renatopassos@cca.ufes.br

Resumo – O objetivo deste trabalho foi verificar a alterações no pH, no teor de matéria orgânica e na CTC efetiva do solo, mediante a aplicação de diferentes doses de lodo de esgoto doméstico e a utilização de diferentes intervalos de irrigação. O experimento foi conduzido em casa de vegetação, no Núcleo de Estudos e de Difusão de Tecnologia em Floresta, Recursos Hídricos e Agricultura Sustentável da Universidade Federal do Espírito Santo. Foi montado em um esquema fatorial 5 x 3, sendo cinco doses de lodo de esgoto (D0, D1, D2, D3, D4) e três intervalos de irrigação (7, 14 e 21 dias), com três repetições, num delineamento inteiramente casualizado. Através das análises de solo, verificamos que a utilização do lodo de esgoto promove a elevação do pH, da CTC e da matéria orgânica no solo.

Palavras-chave: resíduo, análise de solo, irrigação

ALTERACIONES EN EL PH, MATERIA ORGÁNICA Y CTC EFECTIVA DEL SUELO, MEDIANTE LA APLICACIÓN ELEVADAS DOSIS DE LODO DE ALCANTARILLADO EN DIFERENTES INTERVALOS DE IRRIGACIÓN

Resumo – El objetivo de este trabajo fue verificar la alteraciones en el PH, en el contenido de materia orgánica y en la CTC efectiva del suelo, mediante la aplicación de diferentes dosis de lodo de alcantarillado doméstico y la utilización de diferentes intervalos de irrigación. El experimento fue conducido en casa de vegetación, en el Núcleo de Estudios y de Difusión de Tecnología en Floresta, Recursos Hídricos y Agricultura Sustentable de la Universidad Federal de Espírito Santo. Fue montado en un esquema factorial 5 x 3, siendo cinco dosis de lodo de alcantarillado (D0, D1, D2, D3, D4) y tres intervalos de irrigación (7, 14 y 21 días), con tres repeticiones, en un delineamento enteramente casualizado. A través de los análisis de suelo, verificamos que la utilización del lodo de alcantarillado promueve la elevación del PH, de la CTC y de la materia orgánica en el suelo.

Palabras-llave: residuo, análisis de suelo, irrigación

PH ALTERATION, ORGANIC SUBSTANCE AND SOIL EFFECTIVE CTC, BY MEANS OF AN APPLICATION OF A HIGH IODINE DOSES FROM SEWER IN DIFFERENT IRRIGATION INTERVALS

Abstract - The objective of this work was to verify the pH Alteration in the organic substance content and in the soil effective CTC, by means of an application of a different iodine doses from domestic sewer in different irrigation intervals. The experiment was conducted in the vegetation house, in the Forest diffusion technology and study nucleus, Hydro resources and sustainable agriculture from the Federal University of Espírito Santo. Was mounted a factorial scheme 5x3, being 5 doses of sewer iodine (D0; D1; D2; D3; D4) and three irrigation interval (7; 14 and 21 days) with 3 repetitions, in a completely randomized design. Using soil analysis, we verified that the utilization of the sewer iodine promotes the pH elevation of the CTC and the organic substance in the soil.

Keywords: residue, soil analysis, irrigation

INTRODUÇÃO

A reciclagem agrícola do lodo de esgoto é uma prática popularmente consagrada entre os países desenvolvidos e representa uma alternativa particularmente interessante às regiões com agricultura intensiva e com extensas áreas de solos depauperados e baixos níveis de matéria orgânica.

A adequada destinação dos resíduos é um fator fundamental para que os objetivos de um sistema de tratamento sejam plenamente alcançados. Dentre as alternativas para a disposição final do lodo de esgoto a reciclagem na agricultura vem se destacando como melhor opção, pela adequação sanitária e ambiental, além da viabilidade econômica, desde que o resíduo atenda padrões de qualidade mínimos.

A disposição final do lodo de estações de tratamento de esgoto (ETE) é uma preocupação mundial, em razão do crescente volume produzido. A utilização agrícola deste resíduo já ocorre atualmente em muitos países. O sistema de coleta e tratamento de esgotos domésticos é um dos pressupostos básicos para um ambiente saudável, garantindo qualidade de vida e preservação do meio ambiente. Para a reciclagem agrícola do lodo de esgoto, é necessário o conhecimento do impacto causado no meio biótico e abiótico pela sua utilização, bem como o estudo e aprimoramento de tecnologias que permitam a sua inserção nos sistemas agrícolas (ANDREOLI *et al.*, 1997).

Mais de 90% do lodo produzido no mundo tem sua disposição final por meio de três processos: incineração, disposição em aterros e uso agrícola. A forma predominante de disposição final desses resíduos é o chamado uso benéfico, predominantemente por intermédio do uso agrícola, adotado para aproximadamente 55,5% do lodo produzido nos Estados Unidos, devendo alcançar 61,5% até 2010 (EPA, 1999). Na Europa, a reciclagem e a disposição em aterros sanitários são as alternativas predominantes, onde são direcionados, para cada uma delas, cerca de 40% do lodo produzido (DAVIS & HALL, 1997). Em todo o planeta, a alternativa com maior perspectiva de crescimento é a reciclagem agrícola, devido à necessidade de produção de

alimentos em quantidades cada vez maiores. A quantidade de lodo lançado em aterro sanitário tende a se reduzir devido às exigências ambientais crescentes para utilização desta alternativa.

Segundo Andreoli & Pegorini (2000), a alternativa da reciclagem agrícola tem o grande benefício de transformar o lodo de esgoto em um importante insumo agrícola, capaz de fornecer matéria orgânica e nutrientes ao solo e também pode agir como corretivo da acidez do solo (BERTON *et al.*, 1989; DIAS, 1994), além de propiciar vantagens indiretas ao homem e ao ambiente, reduzindo os efeitos adversos à saúde e ao meio ambiente causados pela incineração e diminuindo a dependência de fertilizantes químicos. Assim, o uso de lodo de esgoto na adubação contribui para reduzir os gastos com fertilizantes (CARVALHO & BARRAL, 1981).

Quanto aos aspectos químicos, a aplicação de lodo ao solo tem propiciado elevação dos teores de fósforo (SILVA *et al.*, 2002), de carbono orgânico (CAVALLARO *et al.*, 1993), da fração húmica da matéria orgânica (MELO *et al.*, 1994), do pH, da condutividade elétrica e da capacidade de troca de cátions (OLIVEIRA *et al.*, 2002).

Como citado anteriormente o pH do solo sofre uma elevação pela aplicação de lodo de esgoto (OLIVEIRA, 1995; BERTON *et al.*, 1997b; SILVA *et al.*, 1998), já a acidez potencial diminui (BATAGLIA, *et al.*, 1983; DIAS, 1994; MARQUES, 1997; SILVA *et al.*, 1998).

Grande parte das lavouras agrícolas brasileiras estão instaladas em solos de baixa fertilidade, portanto requerem elevado suprimento de corretivos e o fornecimento de fertilizantes para boa nutrição da planta. Os tratamentos nutricionais das lavouras compreendem o fornecimento contínuo dos nutrientes em quantidades, épocas de acordo com a fase da cultura.

O objetivo deste trabalho foi verificar a influência no pH, no teor de matéria orgânica e na CTC efetiva do solo, mediante a aplicação de diferentes doses de lodo de esgoto doméstico ao solo e a utilização de diferentes intervalos de irrigação.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação no Núcleo de Estudos e de Difusão de Tecnologia em Florestas, Recursos Hídricos e Agricultura Sustentável (NEDTEC), vinculado ao Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCA – UFES), no município de Jerônimo Monteiro-ES, localizado nas coordenadas 20° 47' 25" S e 41° 23' 48" W a 120 m d e altitude.

O lodo de esgoto utilizado foi obtido da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) do SAAE, situado em Jerônimo Monteiro-ES. O lodo passou previamente por tratamentos com cal para a eliminação de agentes patogênicos que poderiam eventualmente estar presentes no material. Para a determinação da quantidade de cal utilizada, amostras de lodo de esgoto foram levadas à estufa por 4 horas a 105°C, determinando seu peso seco.

Através da determinação da quantidade de água contida no lodo de esgoto, obteve-se a quantidade de 15 kg de cal para 100 kg de lodo de esgoto em base seca. A cal foi incorporada ao lodo de esgoto, onde agiu por 15 dias. Foram determinadas as quantidades de lodo de esgoto para cada nível em teste, baseados no peso seco. Os níveis de lodo de esgoto foram: dose 0 (D0), dose 1 (D1), dose 2 (D2), dose 3 (D3) e dose 4 (D4), que continham lodo de esgoto nas quantidades: 0, 300, 600, 900 e 1200 g/vaso, respectivamente, o volume do recipiente onde foi conduzido o experimento era de 12 dm³, no nível correspondente aos intervalos de irrigação foram utilizados: 7, 14 e 21 dias. Sendo assim o experimento foi montado em um esquema fatorial 5x3, sendo 5 doses de lodo de esgoto (D0, D1, D2, D3 e D4), e 3 intervalos de irrigação (7, 14 e 21), com 3 repetições.

A caracterização química do lodo de esgoto utilizado no experimento é apresentada na Tabela 1.

. Caracterização química do lodo de esgoto coletado no SAAE de Jerônimo Monteiro ES, utilizado no experimento

pH	MO	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Mn	Zn
H ₂ O	dag.Kg ⁻¹							mg.Kg ⁻¹		
10,00	80,00	2,17	0,50	0,60	17,13	1,88	1,54	169,70	41,75	171,20

O solo utilizado no experimento um Latossolo vermelho amarelo foi coletado na área experimental da Escola Agrotécnica Federal de Alegre (EAFA). Foram coletadas amostras de solo, sendo estas previamente destorroadas, passadas em peneira de 2 mm de malha, destinados às análises físicas e químicas do solo. Realizaram-se as seguintes análises físicas: granulométrica (areia, silte e argila), densidade do solo, densidade de partículas e porosidade total, conforme EMBRAPA (1997), as quais são apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2 – Caracterização física do latossolo vermelho amarelo utilizado no experimento

Análise granulométrica						
Areia grossa	Areia fina	Silte	Argila	D _s	D _p	P _T
g.kg ⁻¹				kg.dm ⁻³		m ³ .m ⁻³
460,00	109,70	105,00	248,00	1,06	2,04	0,414

A aplicação de corretivos e adubos químicos foi realizada em função da análise química do solo apresentada na tabela 3, conforme o Manual de Recomendação de Calagem e Adubação para o Espírito

Santo (DADALTO & FULIN, 2001). Foi utilizado calcário dolomítico (PRNT de 98%) para elevar a saturação por bases para 70%.

Tabela 3. Caracterização química do latossolo utilizado no experimento

pH	P	K	Na	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	CTC	MO	V	M
H ₂ O	mg.dm ⁻³			cmol.dm ⁻³					g.kg ⁻¹	%		
4,80	3,30	17,00	12,00	0,50	0,20	0,30	4,20	0,82	5,02	6,80	16,33	10,30

Para a determinação da lâmina de irrigação, as unidades experimentais foram saturadas e, após 24 horas, foram pesadas. A água retida no vaso após esse intervalo de tempo foi determinada por meio de pesagem. O peso encontrado foi adotado como o peso quando o solo esta na capacidade de campo.

Ao final de 180 dias de experimento, o material de solo foi retirado dos vasos colocado para secar e passado em peneira de 2 mm, para realização das análises químicas de: pH em água (pH), capacidade de troca de cátions (CTC), e matéria orgânica, de acordo com metodologias propostas pela EMBRAPA (1997).

A aplicação de corretivos e adubos químicos na dose que não apresentava lodo de esgoto (D0) foi realizada em função da análise química do solo, conforme manual de recomendação de calagem e adubação para o Espírito Santo – 5ª aproximação.

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott para as doses de lodo de esgoto e Tukey para os intervalos de irrigação a 5% de probabilidade, utilizando o Software Sistema para análises estatísticas, versão 9.1.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

É importante destacar que, devido à acidez da maior parte dos solos brasileiros, é muito comum a adoção de práticas agrícolas de correção do pH dos solos por meio da aplicação de calcário. Dependendo da proporção de cal e das doses de uso, o lodo alcalino pode minimizar ou mesmo substituir essa operação. Quando o lodo de esgoto passa por tratamentos com a cal elementos essenciais à agricultura, como o cálcio e o magnésio são incorporados ao lodo, trazendo grandes vantagens ao produtor rural.

Ao observarmos a figura 1, observamos a variação do pH para os intervalos de irrigação, em função de cada dose de lodo de esgoto, concluímos que o pH é mais facilmente influenciado pelas diferentes doses de lodo de esgoto, do que pelos diferentes intervalos de irrigação.

As parcelas que receberam a dose D0 apresentaram os menores valores de pH não sofrendo influencia dos diferentes intervalos de irrigação. Os maiores valores de pH foram encontrados no nível D5.

A figura 2 nos mostra claramente que as alterações causadas no pH sofrem uma maior influencia das doses de lodo de esgoto, quando comparadas aos diferentes intervalos de irrigação.

O aumento do pH do solo, determinado pela aplicação do lodo de esgoto, está associado a sua composição química, uma vez que o lodo é tratado com a cal (CaO) (OLIVEIRA et. al.1995) . Esses resultados estão de acordo com aqueles obtidos por Silva et al. (1995), que verificaram que a aplicação do lodo de esgoto em soqueira de cana-de-açúcar proporcionou aumentos no pH. Resultados semelhantes foram obtidos por Berton et al. (1989), na cultura do milho.

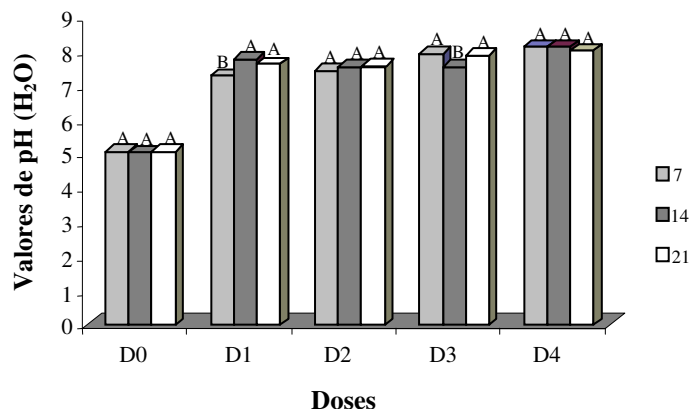


FIGURA 1 - Valores de pH do solo para os intervalos de irrigação, em função de cada dose de lodo de esgoto

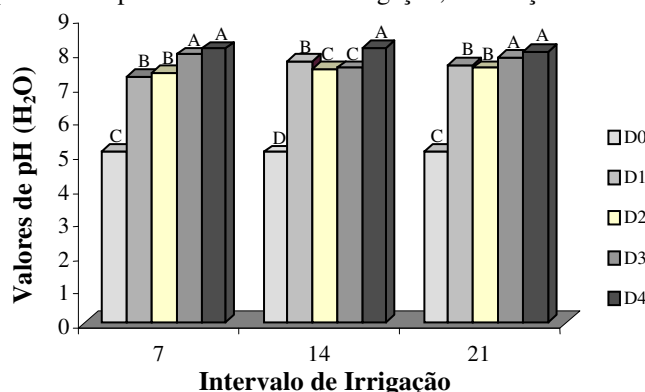


FIGURA 2 - Valores de pH do solo para as doses de lodo de esgoto, em função de cada intervalo de irrigação

Nas figuras 3 e 4 são apresentados os valores da CTC efetiva nos diferentes intervalos de irrigação e nas diferentes doses.

CTC efetiva se refere a quantidade de cátions trocáveis do solo, nas condições da amostra, com pH normal. Seu cálculo é importante para avaliação de alguns parâmetros

de fertilidade, como a saturação por cálcio na CTC efetiva e da toxidez por alumínio.

As figuras 3 e 4 mostram claramente que os maiores níveis de lodo de esgoto apresentam os maiores teores de CTC efetiva, esse fato esta diretamente relacionado com o pH do solo.

Alvarez et al. (1999), Caracterizam os valores de CTC efetiva do solo, a classificação é apresentada na tabela 4.

Classes de interpretação de fertilidade do solo para complexo de troca catiônica, e para matéria orgânica

	Unidade	Muito baixo	Baixo	Médio	Bom	Muito bom
Matéria orgânica	dag.Kg ⁻¹	≤ 0,70	0,71-2,00	2,01-4,00	4,01-7,00	> 7,00
CTC efetiva	cmol _c .dm ⁻³	≤ 0,80	0,81-2,30	2,31-4,60	4,61-8,00	> 8,00

Com exceção dos tratamentos que receberam o nível D0 de lodo de esgoto, os demais tratamentos se encontram na posição de bom ou muito bom para a CTC efetiva do solo, sendo assim a adição do lodo de esgoto ao solo mostra-se interessante para a elevação da CTC efetiva. Uma das vantagens em se aplicar lodo de esgoto ao solo é que a elevada CTC contribui para a diminuição da

mobilidade dos metais pesados no perfil do solo, uma vez que os mesmos são adsorvidos nos pontos de troca catiônica.

Silva et al. (1995) verificaram que com a aplicação de lodo de esgoto e resíduos orgânicos aumentou significativamente a CTC do solo.

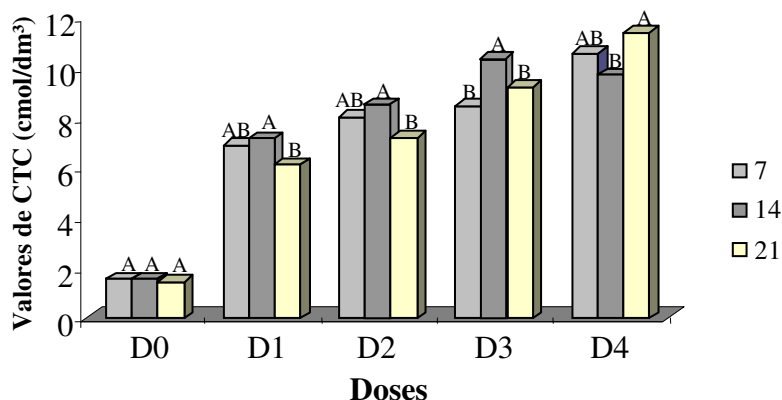


FIGURA 3 - Valores de CTC efetiva no solo para os intervalos de irrigação, em função de cada dose de lodo de esgoto

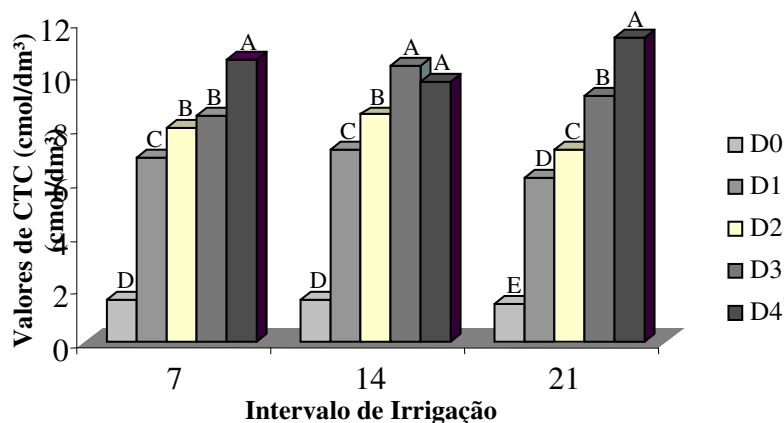


FIGURA 4 - Valores de CTC efetiva no solo para as doses de lodo de esgoto, em função de cada intervalo de irrigação

As alterações na CTC podem ser mais bem explicadas pela variação do pH do que pelos acréscimos de carbono

orgânico decorrentes da incorporação do lodo ao solo, como foi verificado pelos autores, Oliveira et al. (2002),

Dentre os efeitos do lodo de esgoto sobre as propriedades físicas do solo, condicionadas principalmente pela presença de matéria orgânica, destacam-se a melhoria no estado de agregação das partículas do solo, com conseqüente diminuição da densidade e aumento na aeração e retenção de água (MELO & MARQUES, 2000).

A figura 5 exibe os teores de matéria orgânica no solo em função dos turnos de rega e das diferentes doses de lodo de esgoto. No gráfico da figura 5 concluímos que não existem diferenças significativas entre os diferentes turnos de rega para o teor de matéria orgânica, já quando se aumenta a dose de lodo de esgoto o teor de matéria

orgânica também aumenta esse fato também é demonstrado na figura 6. O lodo de esgoto aumenta consideravelmente o teor de matéria orgânica no solo.

Se classificarmos as figuras 5 e 6 de acordo com a tabela 4 perceberemos que os tratamentos que receberam doses de lodo de esgoto se encaixam em uma melhor classificação em comparação com os tratamentos que receberam a dose zero.

Ros et al (1991), verificaram que o uso do LE na agricultura é a alternativa mais viável e interessante, pois o resíduo é fonte de matéria orgânica e de nutrientes para as plantas.

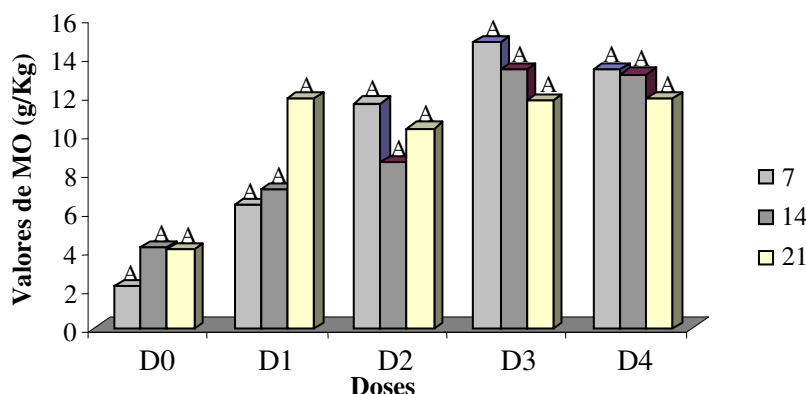


FIGURA 5 - Valores de matéria orgânica no solo para os intervalos de irrigação, em função de cada dose de lodo de esgoto

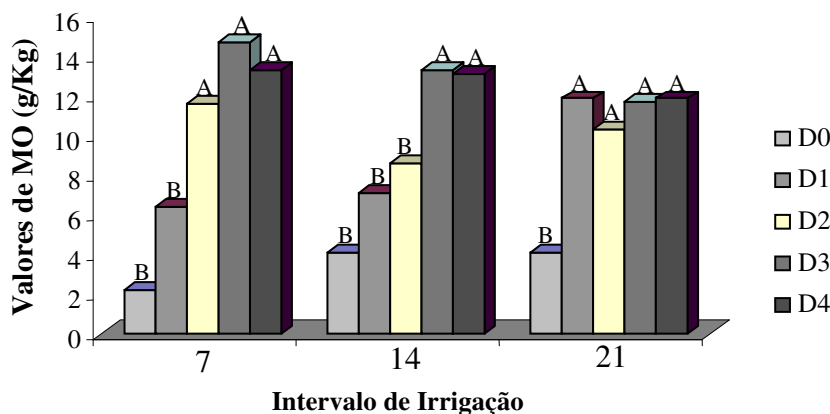


FIGURA 6 - Valores de matéria orgânica no solo para as doses de lodo de esgoto, em função de cada intervalo de irrigação

CONCLUSÕES

A incorporação de lodo de esgoto no solo promove o aumento do pH, CTC efetiva e matéria orgânica do solo, não sofrendo grandes influencias dos turnos de irrigação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDREOLI, C.V; DOMASZK, S; FERNANDES, F.; LARA, A.I. **Proposta preliminar de regulamentação para a reciclagem agrícola do lodo de esgoto no Paraná.** *Sanare*, Curitiba, v.7, n.11, p.53-60, 1997.
- ANDREOLI, C.V. & PEGORINI, E.S. Gestão pública do uso agrícola do lodo de esgoto. In: BETTIOL, W. & CAMARGO, O.A., eds. **Impacto ambiental do uso agrícola do lodo de esgoto.** Jaguariúna, EMBRAPA Meio Ambiente, 2000. p.281-312.
- ALVAREZ V., V. H. ; NOVAIS, Roberto Ferreira de ; BARROS, Nairam Félix de ; CANTARUTTI, R. B. ; LOPES, A. S. . Interpretação dos Resultados das Análises de Solos. In: Antônio Carlos Ribeiro; Paulo Tácito Gontijo Guimarães; Victor Hugo Alvarez V.. (Org.). **Recomendações para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais.** 1 ed. Viçosa: Imprensa Universitária, 1999, v. 1, p. 25-32.
- BATAGLIA, O.C.; BERTON, R.S.; CAMARGO, A.O.; VALADARES, J.M.A.S. Resíduos orgânicos como fontes de nitrogênio para capim-braquiária. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.7, p.277-284, 1983.
- BERTON, R. S.; CAMARGO, O. A.; VALADARES, J. M. A. S. Absorção de nutrientes pelo milho em resposta à adição de lodo de esgoto a cinco solos paulistas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 13, p. 187-192, 1989.
- BERTON, R.S.; VALADARES, J.M.A.S.; CAMARGO, O.A.; BATAGLIA, O.C. Peletização de 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**, v. 21, p.685-691, 1997b.
- CARVALHO, P. C. T.; BARRAL, M. F. **Aplicação de lodo de esgoto como fertilizante.** Fertilizantes, Piracicaba, v. 3, p. 1-4, 1981.
- CAVALLARO, N.; PADILLA, N. & VILLARRUBIA, J. Sewage sludge effects on chemical properties of acid soils. **Soil Sci.**, 156:63-70, 1993.
- DADALTO, G. G.; FULLIN, E. A. **Manual de recomendação de calagem e adubação para o estado do Espírito Santo – 4ª aproximação.** Vitória, ES: SEEA/INCAPER, 2001, 266P.
- DAVIS, R.D.; HALL, J.E. (1997). **Production, treatment and disposal of wastewater sludge in Europe from a UK perspective.** European water pollution control, v.7, n.2, March.
- DIAS, F. L. F. **Efeito da aplicação de calcário, lodo de esgoto e vinhaça em solo cultivado com sorgo granífero (*Sorghum bicolor* L.).** Jaboticabal : UNESP, 1994. 74 p. Tese de Doutorado.
- EMBRAPA. Centro de Pesquisas de Solos. **Manual de métodos de análise de solos.** 2 ed. Rio de Janeiro, 1997. 212p.
- Environmental Protection Agency. (1999). **Biosolids generation, use, and disposal in The United States.** (EPA 530-R-99-009).
- MARQUES, M.O. **Incorporação de lodo de esgoto em solo cultivado com cana-de-açúcar.** Jaboticabal, FCAV/UNESP, 1997. 111p.
- MELO, W.J. & MARQUES, M.O. Potencial do lodo de esgoto como fonte de nutrientes para as plantas. In: BETTIOL, W. & CAMARGO, O.A., eds. **Impacto ambiental do uso agrícola do lodo de esgoto.** Jaguariúna: EMBRAPA Meio Ambiente, 2000. p.109-141.
- 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 de Ciência do Solo**, v.18, p.449-455, 1994.
- OLIVEIRA, F.C. **Metais pesados e formas nitrogenadas em solos tratados com lodo de esgoto.** Piracicaba: ESALQ/USP, 1995. 90p. (Dissertação de Mestrado).
- 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. **R. Bras. Ci. Solo**, 26:505-519, 2002.
- ROS, C. O.; AITA, C.; CERETTAM, 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, 1991.
- SILVA, F. C.; BOARETTO, A. E.; BERTON, R. S.; ZOTELLI, H. B.; PEIXE, CA. Características agrotecnológicas, teores de nutrientes e de metais pesados em cana de açúcar (soqueira), cultivada em solo adubado com lodo de esgoto. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO** 25, 1995, Viçosa.
- SILVA, F.C.; BOARETTO, A.E.; BERTON, R.S.; ZOTELLI, H.B.; PEIXE, C.A.; MENDONÇA, E. Cana-de-açúcar cultivada em solo adubado com lodo de esgoto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.33, p.1-8, 1998.

SILVA, J.E.; RESCK, D.V.S. & SHARMA, R.D. Alternativa agronômica para o bio-sólido produzido no Distrito Federal. I — Efeito na produção de milho e adição de metais pesados em Latossolo no cerrado. **R. Bras. Ci. Solo**, 26:487-495, 2002.