

ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO APÓS FERTIRRIGAÇÃO COM ÁGUA RESIDUÁRIA DE SUINOCULTURA NA PRODUÇÃO DOS CAPINS TIFTON 85

REGINA MARIA QUINTÃO LANA¹; VINICIUS DE OLIVEIRA REZENDE², LUÍS CÉSAR DIAS DRUMOND³, ANDRÉ MUNDSTOCK XAVIER DE CARVALHO⁴,
ADRIANE DE ANDRADE SILVA⁵

³ Eng.^a. Agrônoma, Professora Titular da Universidade Federal de Uberlândia – Campus Uberlândia (34)3218-2225, ramal 231, rmqlana@iciag.ufu.br .

² Eng. Agrônomo, Mestre pela Universidade Federal de Viçosa – Campus Rio Paranaíba.

³ Eng. Agrônomo, Professor Adjunto da Universidade Federal de Viçosa - Campus Rio Paranaíba.

⁴ Eng. Agrônomo, Professor Adjunto da Universidade Federal de Viçosa - Campus Rio Paranaíba.

⁵ Zootecnista, Professora Adjunta da Universidade Federal de Uberlândia – Campus Monte Carmelo.

Apresentado no
XLIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2014
27 a 31 de julho de 2014- Campo Grande- MS, Brasil

RESUMO: A disposição de águas residuárias no solo é uma atividade que visa, essencialmente, a reciclagem, inclusive da água, viabilizando a utilização do potencial hídrico e dos nutrientes presentes nos efluentes líquidos. Sendo assim, objetivou-se avaliar a aplicação de água residuária de suinocultura com o intuito analisar os atributos químicos do solo. Realizou-se a aplicação de doses crescentes de água residuária de suinocultura (0, 500, 1000, 1500, 2000, 2500 m³ ha⁻¹) sobre a pastagem de Tifton 85 (*Cynodon dactylon* x *Cynodon nlemfuensis*). Foram avaliadas as quantidades de nutrientes disponíveis e atributos químicos do solo. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados. Os dados foram submetidos à análise de variância.. O experimento comprova que a aplicação de ARS é viável, promovendo redução no pH do solo em ambas as profundidades, em função da formação de ácidos orgânicos. Observou-se teores de K equivalentes em ambas as profundidades, indicando a percolação deste nutriente, e o P manteve-se nas camadas mais superficiais. E não houve influencia nos teores de MO. Conclui-se, então, que os resultados comprovaram que a aplicação de ARS é viável para fertilização das pastagens produzindo MS, porém não acumulou nutrientes de forma significativa, com incremento significativo nos teores de S, Mg e B.

PALAVRAS-CHAVE: dejetos líquidos de suínos, pastagem, fertilizante orgânico, reciclagem.

CHEMICAL ATTRIBUTES OF SOIL WITH WATER AFTER FERTIRRIGATION WASTEWATER OF THE SWINE IN PRODUCTION GRASSES TIFTON 85

ABSTRACT: The provision of wastewater into the ground is an activity that is primarily aimed at recycling, including water, enabling the use of water potential and nutrient present in wastewater. Therefore, this study aimed to evaluate the application of swine wastewater in order to analyze the chemical properties of the soil. Was performed applying increasing doses of swine wastewater (0, 500, 1000, 1500, 2000, 2500 m³ ha⁻¹) on grazing Tifton 85 (*Cynodon dactylon* x *Cynodon nlemfuensis*). The quantities of available nutrients and soil attributes

were evaluated. The experimental design was a randomized block design. Data were subjected to analysis of variance. The experiment proves that it is feasible application of ARS was a reduction in the pH of the soil at both depths, depending on the formation of organic acids. Observed equivalent levels of K in both depths, indicating the percolation of this nutrient, and P remained in the superficial layers. And there was no influence on the content of OM. Then it is concluded that the results showed that the application of ARS is viable for fertilization of pastures producing MS, but not accumulated nutrients significantly, with significant increase in levels of S, Mg and B.

KEYWORDS: liquid swine manure, pasture, organic fertilizer, recycling.

INTRODUÇÃO: A disposição de águas residuárias no solo é uma atividade que visa, essencialmente, a reciclagem, inclusive da água, viabilizando a utilização do potencial hídrico e dos nutrientes presentes nos efluentes líquidos. É um processo que pode ser considerado tratamento e aproveitamento ao mesmo tempo e objetiva a redução dos custos de tratamento e o reaproveitamento dos nutrientes (CAMPOS, 1999).

Souto et al. (2005) afirmam que, com o aumento dos custos com adubação mineral, os produtores passaram a ter uma nova visão sobre a adubação orgânica, dando importância à utilização desse material como agente modificador das condições físicas, químicas e biológicas do solo. Isso tornou o sistema mais sustentável.

Para Vielmo (2008), as forrageiras são exigentes em fertilidade, necessitando de reposição de nutrientes para que tenham níveis elevados de produção, principalmente os de maior mobilidade, como o N e o K. Esses nutrientes exercem maior impacto sobre a produção e se encontram em grandes quantidades na ARS.

As águas residuárias de suinocultura possuem composições químicas variáveis, em razão, principalmente, da alimentação e do manejo da água empregados nos criatórios de suínos. Enquanto os fertilizantes químicos podem ser formulados para cada tipo de solo e cultura, os dejetos de suínos apresentam, simultaneamente, vários nutrientes que se encontram em quantidades desproporcionais em relação àquelas necessárias para as plantas. Com isso, as adubações contínuas com dejetos poderão ocasionar desequilíbrios químicos, físicos e biológicos no solo, cuja gravidade dependerá da composição desses resíduos, da quantidade aplicada, da capacidade de extração das plantas, do tipo de solo e do tempo de utilização dos dejetos (SEGANFREDO, 2001).

A aplicação sistemática de água residuária de suinocultura no solo pode causar um acúmulo de fósforo no solo, uma vez que as doses de ARS aplicadas são definidas, na maioria dos casos, de acordo com o teor de nitrogênio do dejetos (MCDOWELL; MCGREGOR, 1984; SHARPLEY; HALVORSON, 1994; HEATHWAITE et al., 2000; VIETOR et al., 2004).

Nesse contexto, o objetivo foi avaliar os atributos químicos do solo que receberam aplicações de doses crescentes de água residuária de suinocultura em pastagem de Tifton 85.

MATERIAL E MÉTODOS: O experimento foi realizado na Fazenda Bonsucesso, em área trabalhadas com manejo intensivo de produção de pastagem, irrigadas por aspersão em malha. A Fazenda está localizada no município de Uberlândia- MG, na rodovia Campo Florido Km 20, nas coordenadas geográficas 19°05'17"S e 48°22'00"W sob um latossolo com altitude vermelho-amarelo média de 820 metros em relação ao nível do mar. O volume de água residuária de suinocultura produzida e a concentração de nutrientes variam de acordo com a idade do lote e com o tipo de ração usada nas etapas da produção. O volume médio de ARS produzido é de 110 m³ diário. Os dejetos são manejados com biodigestor de manta de PVC e

lagoa de estabilização, ficando armazenados por aproximadamente 20 dias. Após esse período, a ARS é aplicada nas áreas de pastagens.

A área experimental o talhão manejado no sistema intensivo de produção com o capim Tifton 85, com sistema de irrigação por aspersão em malha e aplicação de ARS desde o ano de 2009. O delineamento em blocos casualizados, com seis tratamentos e três repetições. Os tratamentos consistiram na seguintes doses de ARS: Tratamento 1 - Testemunha sem aplicação de ARS; Tratamento 2 - Aplicação de 500 m³ ha⁻¹ de ARS; Tratamento 3 - Aplicação de 1000 m³ ha⁻¹ de ARS; Tratamento 4 - Aplicação de 1500 m³ ha⁻¹ de ARS; Tratamento 5 - Aplicação de 2000 m³ ha⁻¹ de ARS; Tratamento 6 - Aplicação de 2500 m³ ha⁻¹ de ARS

Tabela 1. Dose total de ARS aplicada em cada tratamento e datas das aplicações parceladas no experimento 1 (cultivar Tifton 85).

Dose total	05/01/13	26/01/13	16/02/13	09/03/13	30/03/13
..... m ³ ha ⁻¹					
500	100	100	100	100	100
1000	200	200	200	200	200
1500	300	300	300	300	300
2000	400	400	400	400	400
2500	500	500	500	500	500

A unidade experimental foi montada com a dimensão de 3 x 3 m, totalizando 9 m², com um metro de bordadura entre as parcelas. A aplicação da ARS foi realizada com uma mangueira de uma polegada e o volume foi calculado em razão do tempo e distribuído uniformemente sobre cada parcela, a vazão foi regulada em 45 litros min⁻¹, e os tempos de aplicação foram de 0, 2, 4, 6, 8 e 10 minutos respectivamente, do tratamento 1 ao 6, sendo realizado para igualar a dose de água aplicada em cada tratamento via ARS, uma reposição hídrica de água potável.

Os teores médios totais de nutrientes e de matéria orgânica de ARS aplicados foi de 823,60 mg L⁻¹ de N, 20,46 mg L⁻¹ de P, 509,40 mg L⁻¹ de K, 51,54 mg L⁻¹ de Ca, 33,53 mg L⁻¹ de Mg, 331,80 mg L⁻¹ de MO, análises realizadas de acordo com Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, 2012).

As características químicas e físicas da área nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm estão descritas na Tabelas 2. Quatro meses antes da implantação do experimento, adicionou-se calcário para a correção da acidez e para a elevação da saturação por bases para 60%. Além do calcário, nenhuma outra fonte de nutrientes foi aplicada antes da aplicação dos tratamentos.

Após a última coleta da parte aérea das forrageiras (5 cortes), realizou-se uma amostragem do solo em cada parcela do experimento por meio de amostras compostas por seis simples, coletadas com trado holandês. Foram analisados o pH em água, a acidez trocável (Al³⁺), a acidez potencial (H+Al) e os teores de matéria orgânica (MO), de fósforo (P), de potássio (K), de cálcio (Ca), o magnésio (Mg), de cobre (Cu), de zinco (Zn), de manganês (Mn) e de ferro (Fe), conforme metodologia descrita pela EMBRAPA (2009).

Os dados foram submetidos aos testes de Bartlett e de Jarque-Bera (JARQUE; BERA, 1980) para avaliação das condições de homogeneidade das variâncias e da normalidade dos resíduos, respectivamente. Em seguida, foram objetos de análise de variância (ANOVA) e, dependendo da significância dos efeitos dos tratamentos, o comportamento das doses de ARS foi avaliado por meio de análise de regressão.

Tabela 2. Características químicas do solo da área experimental com o capim Tifton 85 antes da aplicação dos tratamentos.

Prof. (cm)	P resina	K	S	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H+Al
mg dm ⁻³mmol _c dm ⁻³				
0-20	39,90	94,00	1,77	2,40	10,00	3,00	1,50	26,00
20-40	18,20	56,00	2,02	1,40	7,00	1,00	2,00	21,00
	B	Cu	Fe	Mn	Zn	SB	T	CTC
mg dm ⁻³mmol _c dm ⁻³		
0-20	0,11	4,00	91,00	6,30	8,10	15,40	16,90	41,40
20-40	0,28	1,60	28,00	2,40	2,00	9,40	11,40	30,40
	pH	MO	V	M	Argila	Silte	Areia	
	(água)	g dm ⁻³	%	% g kg ⁻¹			
0-20	5,50	23,00	37	09	152,00	25,00	822,00	
20-40	5,50	16,00	30	17	165,00	17,00	818,00	

Análises químicas realizadas conforme metodologias descritas pela Embrapa (2009).

RESULTADOS E DISCUSSÃO:

Com o aumento das doses de ARS, ocorreu uma diminuição do pH do solo nas duas profundidades (Tabela 3), fato também observado por Queiroz et al. (2004). De acordo com Bouwer (2000), em solos que receberam águas residuárias, pode haver diminuição no valor de pH em virtude da mineralização de compostos orgânicos da ARS, o que propicia a produção de CO₂ e ácidos orgânicos.

Tabela 3. Análise de variância para os nutrientes analisados no solo nas doses diferentes de ARS na fazenda Bonsucesso em Uberlândia, 2013.

		P resina	K	S	Ca ²⁺	Mg ²⁺	SB	H+Al	CTC (pH 7,0)
	 mg dm ⁻³ cmol _c dm ⁻³				
0-20 cm	Médias	31,27	101,0	3,67	0,64	0,44	1,34	2,29	3,63
	F	1,19 ^{ns}	0,98 ^{ns}	6,72 [*]	1,76 ^{ns}	4,49 [*]	2,92 [°]	0,73 ^{ns}	1,31 ^{ns}
	C.V. %	58,97	22,62	39,83	24,71	22,92	17,82	14,07	10,67
20 - 40 cm	Médias	7,16	102,0	4,87	1,75	0,26	0,95	0,43	2,7
	F	1,76 ^{ns}	0,49 ^{ns}	10,36 ^{**}	9,8 ^{**}	13,43 ^{**}	7,55 ^{**}	4,87 [*]	0,67 ^{ns}
	C.V. %	57,79	27,81	26,66	16,85	13,14	14,94	10,95	8,12
		pH	M.O.	V	B	Cu	Fe	Mn	Zn
			%	% mg dm ⁻³				
0-20 cm	Médias	5,49	1,69	36,82	0,10	3,10	54,40	7,22	5,27
	F	2,9 [°]	1,36 ^{ns}	2,14 ^{ns}	2,86 [°]	0,99 ^{ns}	0,59 ^{ns}	4,77 [*]	0,64 ^{ns}
	C.V. %	3,44	15,64	14,91	15,18	26,26	42,83	23,21	42,75
20 - 40 cm	Médias	5,61	1,05	35,09	0,9	1,89	18,87	4,52	1,5
	F	10,47 ^{**}	0,24 ^{ns}	9,90 ^{**}	0,10 ^{ns}	0,51 ^{ns}	1,42 ^{ns}	6,69 [*]	1,01 ^{ns}
	C.V. %	4,17	12,76	13,22	22,32	64,97	26,21	24,81	31,38

** , * , °: significativos de 1 ,5 e 10 % de probabilidade, respectivamente.

Os teores de potássio disponíveis no solo foram semelhantes nas duas profundidades deste, indicando uma percolação de K nas camadas mais profundas. Por ser um monovalente, possui baixa retenção nos colóides do solo, estando submetido ao processo de lixiviação. Os teores de K observados enquadram-se na classe de disponibilidade “bom”, segundo a CFSEMG (1999).

De acordo com Scherer (2001), o potássio aplicado na forma de adubo orgânico comporta-se como K aplicado na forma mineral, uma vez que ele não faz parte de nenhum composto orgânico estável. Portanto, não precisa sofrer mineralização por ação de microrganismos, tornando-se disponível no solo rapidamente.

O P apresentou maior concentração na camada superficial do que na de 20-40cm. Isso ocorreu porque os radicais orgânicos positivos presentes na ARS absorvem o P, favorecendo o acúmulo superficial. Ceretta et al. (2003), em estudo sobre o uso de água residuária de suinocultura em pastagem natural, verificaram alterações na concentração de fósforo, evidenciando elevada concentração de P na camada superficial do solo. Com aumentos de 580% aos 8,3 meses e de 6.710% aos 48 meses de aplicação com efluente líquido de suinocultura. Esses trabalhos indicam a importância do monitoramento quando se realiza aplicação constante de ARS na mesma área.

Não houve efeito significativo da aplicação da ARS sobre os teores de Mg disponíveis no solo. Segundo a CFSEMG(1999), tanto os teores observados na camada de 0 a 20cm quanto na de 20 a 40cm permaneceram baixos.

Em relação ao teor de cálcio, na profundidade de 0- 20 cm, a média observada foi de $0,64 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, enquanto na profundidade 20-40cm foi de $1,75 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, ocorrendo uma maior extração no nutriente na superfície do solo.

Com a aplicação da ARS, houve um crescimento linear dos capins. Porém, a reposição do Ca foi inferior à quantidade extraída, provocando acidez no solo.

Segundo Furtini Neto et al. (2001), a aplicação de efluentes orgânicos ao solo aumenta a lixiviação de cálcio. Maggi et al. (2011) comprovaram que os resíduos orgânicos ampliam a lixiviação pelo fato de a água residuária poder ocasionar o aumento da liberação de CO_2 e, conseqüentemente, da lixiviação de $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ com a água. Queiroz et al. (2004), não observaram variações nos teores de Ca^{2+} no solo com a aplicação de água residuária.

Com a aplicação de ARS, os teores de matéria orgânica, que estavam em 2,3% na profundidade de 0-20cm e em 1,6% na profundidade 20-40cm, não aumentaram em virtude da aplicação dos tratamentos. Mattias (2006) também não observou incremento de matéria orgânica com a aplicação de efluente líquido de suinocultura.

Asmann et al. (2006) não observaram aumento no teor de matéria orgânica com a aplicação efluentes líquidos de suinocultura. De acordo com os autores, devem ser consideradas características intrínsecas do esterco utilizado, em que a qualidade dos compostos orgânicos pode determinar maior ou menor acúmulo de matéria orgânica no solo. Os compostos orgânicos presentes no esterco líquido de suínos são de fácil mineralização, oxidando em poucos dias ou semanas, e favorecidos pela maior atividade microbiana decorrente do material aplicado. A biomassa microbiana é considerada a parte viva da matéria orgânica, composta de micro-organismos (bactérias, fungos e actinomicetos), que compreendem de 2 a 5% do carbono orgânico e de até 5% do nitrogênio total (MOREIRA & SIQUEIRA, 2003).

Não se observaram diferenças significativas entre os tratamentos nos teores do nutriente Fe e Zn. (Tabela 3). Segundo Girrotto (2007), aplicações sucessivas de ARS no solo também ocasionam acúmulo de Zn em camadas superficiais deste, em que foram encontrados acúmulos significativos de Zn até a camada de 10cm de profundidade. O autor explicou o acréscimo nos teores de Zn baseando-se nas altas concentrações desse metal encontradas nos dejetos.

Com as doses aplicadas, não houve alteração nos teores disponíveis de Cu, Fe e Zn no solo. Gomes Filho et al. (2001) constataram baixa mobilidade de cobre no solo, afirmando que esse elemento é, entre os metais pesados, um dos mais fortemente absorvidos ou complexados pelo solo. Segundo Lopes (1999), a presença excessiva de íons metálicos, como ferro, manganês e alumínio, reduz a disponibilidade de cobre para as plantas.

CONCLUSÕES: Os resultados comprovaram que a aplicação de ARS é viável para fertilização das pastagens produzindo MS, porém não acumulou nutrientes de forma significativa, somente houve incremento significativo nos teores de S, Mg e B.

AGRADECIMENTOS: À FAPEMIG pelo apoio a pesquisa no estado de Minas Gerais. A UFU e UFV pela parceria na condução deste experimento. A Fazenda Bonsucesso pela oportunidade de utilização de suas dependências.

REFERÊNCIAS

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION - APHA. **Standard Methods for Examination of Water and Wastewater**, 22th ed., Washington, DC, 2012.

ASSMANN, A.P.; SANTOS, I. dos; ASSMANN, J.M.; BRAIDA, J.A.; MALAGI, G. Efeito de doses crescentes de esterco líquido de suínos na intensidade de antracnose e produtividade de soja. **Synergismus scyentifica** UTFPR, Pato Branco, v.1, n.1-4, p.1-778, 2006.

Bouwer, H. Groundwater problems caused by irrigation with sewage effluent. **Journal of Environmental Health**, v.63, p.17-20. 2000.

BUTTERS, B.; CHENERY, E. M. A rapid method for the determination of total sulfur in soils and plants.

CAMPOS, J. R. **Tratamento de Esgotos Sanitários por Processo Anaeróbio e Disposição Controlada no Solo**. ABES. 466p. Rio de Janeiro, 1999.

Ceretta, C. A.; Durigon, R.; Basso, C. J.; Barcellos, L. A. R.; Vieira, F. C. B. Características químicas de solo sob aplicação de esterco líquido de suínos em pastagem natural. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, p.729-735, 2003.

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS(CFSEMG), **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais – 5a aproximação** – Belo Horizonte: EPAMIG, 1999, p.180.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. 2 ed. rev. ampl. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. 627p.

FURTINI NETO, A. E.; Vale, F. R.; Resende, A. V.; Guilherme, L. R. G.; Guedes, G. A. A. **Fertilidade do solo**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2001. 252p.

GIROTTO, E. **Cobre e zinco no solo sob uso intensivo de dejetos líquido de suínos**. 2007. 121f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Universidade Federal de Santa Maria.

GOMES FILHO, R.R.; MATOS, A.T.; SILVA, D.D.; MARTINEZ, H.E.P. Remoção de carga orgânica e produtividade da aveia forrageira em cultivo hidropônico com águas residuárias da suinocultura. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.5, n.1, p.131-134, 2001.

HEATHWAITE, L.; SHARPLEY, A.; GBUREK, W. A conceptual approach for integrating phosphorus and nitrogen management at watershed scales. **Journal Environmental Quality**. v.29, p.158-166, 2000.

JARQUE, C.M.; BERA, A.K. Efficient tests for normality, homoscedasticity and serial independence of regression residuals. **Economics Letters**, 6: 255-259, 1980.

LOPES, A.S. Micronutrientes: Filosofias de aplicação e eficiência agrônômica – São Paulo: **ANDA**, 1999. Boletim Técnico N°8. 58p.

MAGGI, C. F; FREITAS, P. S. L; SAMPAIO, S. C.; DIETER, J. Lixiviação de nutrientes em solo cultivado com aplicação de água residuária de suinocultura. **Rev. bras. eng. agríc. ambient.** [online]. 2011, vol.15, n.2, p. 170-177.

MATTIAS, J. L. **Metais pesados em solos sob aplicação de dejetos líquidos de suínos em duas microbacias hidrográficas de Santa Catarina**. 2006. 165 f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2006.

McDOWELL, L.L. & McGREGOR, C.K. Plant nutrient losses in runoff from conservation tillage corn. **Soil Tillage Research**. v.4, p.79-91, 1984.

MOREIRA, F.M.S., SIQUEIRA, J.O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. Lavras: UFLA, 626 p, 2003.

QUEIROZ, F.M., MATOS, A.T., PEREIRA, O.G., OLIVEIRA, R.A. Características químicas de solo submetido ao tratamento com esterco líquido de suínos e cultivado com gramíneas forrageiras. **Ciência Rural**, Santa Maria, 34(5):1487-1492, 2004.

SCHERER, E.E. **Aproveitamento do Esterco de Suínos como Fertilizante**. Epagri, v.1, p.91-101, 2001.

SEGANFREDO, M. A. Aplicação do princípio do balanço de nutrientes, no planejamento do uso de dejetos de animais para adubação orgânica. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Centro Nacional de Pesquisa em Suínos e Aves. **Comunicado Técnico**,

Concordia Sc, n. , p.1-5, nov. 2001. Disponível em: http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_publicacoes/cot291.pdf. Acesso: 08 outubro de 2013.

SHARPLEY, A.N. & HALVORSON, D.A. The management of soil phosphorus availability and its impact on surface water quality. In: LAL, R. & STEWART, B.A.(Ed) **Soil Processes and Water Quality**. Madison. p.7-89, 1994.

SOUTO, P.C.J.; SOUTO, S.; SANTOS, R.V. et al. Decomposição de esterco disposto em diferentes profundidades em área degradada no semi-árido da Paraíba. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.29, p.125-130, 2005.

VIETOR, D.M.; PROVIN, T.L.; WHITE, R.H.; MUNSTER, C.L. Runoff losses of phosphorus and nitrogen imported in sod or composted manure for turf establishment. **Journal Environmental Quality**. v. 33, p.358-366, 2004.