

ALTERAÇÕES EM SOLO FERTIRRIGADO COM EFLUENTE DE BOVINOCULTURA

CÍNTIA CÁRMEN DE FARIA MELO¹, DANILO SILVA AMARAL², LUÍS CÉSAR DIAS DRUMOND³, ALBERTO CARVALHO FILHO³

¹ Eng. Agrônoma, Doutoranda em Ciência do Solo, FCAV/UNESP, (34) 998028034, cintiamello1693@hotmail.com

² Eng. Agrônomo, Doutorando em Ciência do Solo, FCAV/UNESP, Jaboticabal-SP

³ Eng. Agrônomo, Prof. Doutor, Depto. Ciências Agrárias, UFV, Rio Paranaíba-MG

Apresentado no
L Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2021
08 a 10 de novembro de 2021 - Congresso On-line

RESUMO: Com vista à crescente escassez de água e a busca por fontes alternativas para adubação de cultivos, a fertirrigação com efluentes apresenta grande potencial. O presente estudo teve como objetivo avaliar as alterações ocasionadas pela aplicação de efluentes de bovinocultura em um Latossolo, cultivado com a forrageira *Cynodon dactylon* cv. Vaquero, com três formas de adubação: T1) Via adubos comerciais; T2) Via efluente de bovinocultura T3) Mescla de adubos comerciais e efluente, distribuídos ao acaso nas parcelas (lisímetros de drenagem), com três repetições. Foram avaliados os teores de argila dispersa em água (ADA), P, K, Ca, Mg, Na, CTC, matéria orgânica do solo (MOS), e as concentrações de NO₃⁻ e fósforo na solução do solo. Foi realizada a análise de variância *on ranks* dos dados, e as médias comparadas pelo teste SNK a 5% de probabilidade. A ADA, o teor de Mg no solo, e o teor de NO₃⁻ da solução do solo foram significativamente maiores nos tratamentos com aplicação de efluente, com média de 3,9 e 4,7 g dm⁻³ para ADA, 0,22 e 0,39 mg L⁻¹ de NO₃⁻, para T2 e T3, respectivamente. A fertirrigação com efluente de bovinocultura aumentou o teor de Mg e a dispersão de argila do solo, mas não apresentou risco de contaminação do solo ou águas freáticas.

PALAVRAS-CHAVE: biofertilizante, fertirrigação, lixiviação de nitrato

CHANGES IN SOIL FERTILIZED WITH BOVINE WASTEWATER

ABSTRACT: In view of the growing scarcity of water and the search for alternative sources for fertilizing crops, fertigation with effluents has great potential. The aim of this study was to evaluate the changes caused in an Hapludox under application of cattle effluent, cultivated with the forage *Cynodon dactylon* cv. Vaquero, with three forms of fertilization: T1) Commercial fertilizers; T2) Bovine wastewater T3) Mixture of commercial fertilizers and wastewater, randomly distributed in the plots (drainage lysimeters), with three replications. Water-dispersed clay (WDC), P, K, Ca, Mg, Na, CEC, soil organic matter, and concentrations of NO₃⁻ and phosphorus in the soil solution were evaluated. Analysis of variance *on ranks* of the data was performed, and the means were compared by the SNK *on ranks* test at 5% probability. The WDC and the nitrate content of the soil solution were significantly higher in the treatments with effluent application, with an average of 3.9 and 4.7 g dm⁻³ for WDC, and 0.22 and 0.39 mg L⁻¹ of NO₃⁻, for T2 and T3, respectively. Fertigation with cattle effluent did not cause harmful alterations to the soil, and did not present a risk of soil contamination or leaching into groundwater.

KEYWORDS: biofertilizer, fertigation, nitrate leaching

INTRODUÇÃO: O reuso de efluentes é uma prática que contribui com a gestão sustentável dos recursos hídricos. As captações de água para irrigação foram identificadas como a principal causa de redução dos níveis das águas subterrâneas em todo o mundo (Burek et al, 2016), evidenciando a importância de sua reutilização dentro dos sistemas de produção. A disposição de águas residuárias no sistema solo-planta pode trazer benefícios, como aporte de nutrientes e água para as plantas, redução do uso de fertilizantes e de seu potencial poluidor, baseado na capacidade depuradora do sistema através de reações químicas e processos microbiológicos (Erthal et al., 2010). A aplicação de efluentes pode inclusive incorporar quantidades significativas de matéria orgânica ao solo (Matos e Matos, 2017). Porém, deve-se empregar critérios técnicos para realizar sua disposição de forma que não cause problemas de contaminação do solo ou da água subterrânea, preconizando a preservação desses recursos. Nesse contexto, se evidencia a importância de estudar as formas e doses mais adequadas para aplicação de efluentes em solo, verificando o potencial de reuso dessas águas. Assim, objetivou-se avaliar as alterações em atributos químicos e a dispersão de argila de um Latossolo sob aplicação de efluente de bovinocultura, bem como a lixiviação de nitrato e fósforo como indicadores de risco ambiental.

MATERIAL E MÉTODOS: Foi conduzido um experimento na área experimental da Universidade Federal de Viçosa, Campus Rio Paranaíba, MG, de maio a novembro de 2018, sob altitude de 1100 m. Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, com três tratamentos e três repetições, sendo utilizado lisímetros de drenagem como unidades experimentais, cultivados com a forrageira *Cynodon dactylon* cv. Vaquero. Os tratamentos foram três formas de adubação: T1) Via adubos comerciais; T2) Via efluente de bovinocultura, e T3) Mescla de adubos comerciais e efluente na proporção 1:1. O efluente apresentava 169, 10, 580, 97, 90, 12 e 62 mg L⁻¹ de N, P, K, Ca, Mg, S e Na, respectivamente, pH 7, CE 0,38 mS m⁻¹ e RAS de 11. As doses de nutrientes foram calculadas pelo método do balanço de massa, visando a produção de forragem para 3 unidades animal por hectare (UA ha⁻¹) em T1 e T2, e 6 UA ha⁻¹ em T3, considerando a demanda de 20 kg de N, 2 kg de P e 25 kg de K por tonelada de MS (Werner et al., 1996). Em T2 e T3 a demanda de P da forrageira foi suprida através do efluente, para simular um possível risco de lixiviação de formas orgânicas de P, desta forma o N e o K foram aplicados sabidamente em excesso. As quantidades aplicadas de N, P e K foram as seguintes: 963 kg de N, 57 kg de P e 3.295 kg de K por ha⁻¹ ano⁻¹, e no tratamento 3, aplicou-se 1.926 kg de N, 114 kg de P e 6.590 kg de K por ha⁻¹ ano⁻¹. Os adubos comerciais utilizados foram ureia, superfosfato simples e cloreto de potássio. Trabalhou-se com um turno de rega de três dias, repondo 120% da evapotranspiração, que foi monitorada através de estação meteorológica. As irrigações e aplicações de efluente foram realizadas manualmente com auxílio de regador. O lixiviado foi coletado semanalmente para avaliação de NO⁻³ e P. Ao final dos seis meses de aplicação, foi feita a amostragem do solo nas profundidades de 0-10 e 10-30 cm. Foram determinados os teores de P, K, Ca, Mg, Na, carbono orgânico do solo e ADA (Donagema et al., 2011; Silva, 2009), bem como a concentração de NO₃⁻ e P na solução lixiviada do solo (Donagema et al., 2011). Calculou-se a capacidade de troca catiônica (CTC) e a matéria orgânica do solo (MOS). Os dados foram submetidos à análise de variância *on ranks*, e as medias comparadas pelo teste Student Newman-Keuls a 5% de probabilidade. Quando uma transformação 'rank' é utilizada para satisfazer os pressupostos ou em casos de experimentos com poucas unidades experimentais, a ANOVA por postos e os testes posteriores podem ser considerados não paramétricos (Conover e Iman, 1981). Para realização dos testes foi utilizado o software SPEED Stat (Carvalho et al., 2020).

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Para a maioria das variáveis analisadas não foi verificada diferenças significativas, exceto para ADA de 0-10 cm, teor de Mg do solo de 10 a 30 cm, e concentração de NO_3^- da solução do solo, como descrito na Tabela 1.

TABELA 1. Resumo da análise de variância (valor F) e teste de médias para os parâmetros: potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), sódio (Na), capacidade de troca de cátions total (T), fósforo (P), enxofre (S), argila dispersa em água (ADA), matéria orgânica do solo (MOS) do solo, nitrato (NO_3^-) e P no lixiviado; médias da razão de adsorção de sódio (RAS) e porcentagem de sódio trocável (PST) no solo

Profundidade (cm)	Solo							Lixiviado			
	K	Ca	Mg	Na	T	P	S	ADA	MOS	P	NO_3^-
	-----cmol _c dm ⁻³ -----				mg dm ⁻³			g dm ⁻³		-----mg L ⁻¹ -----	
0 - 10	1,03 ^{Ns}	1,78 ^{Ns}	0,17 ^{Ns}	1,11 ^{Ns}	0,8 ^{Ns}	2,74 ^{Ns}	0,36 ^{Ns}	4,14*	1,32 ^{Ns}	4,11 ^{Ns}	10,1**
	54	49	61	56	56	45	58	32	55	41	27
10-30	0,1 ^{Ns}	0,14 ^{Ns}	6,94*	1,41 ^{Ns}	0,46 ^{Ns}	4,11 ^{Ns}	0,03 ^{Ns}	0,51 ^{Ns}	0,67 ^{Ns}		
	62	61	34	54	58	41	62	58	58		
Média geral	0,5	3,7	1,3	0,06	8,5	24,5	40,7	4,0	25	0,3	0,2
Tratamentos	ADA		Mg		NO ₃ -		RAS	PST			
	g kg ⁻¹		cmol _c dm ⁻³		mg L ⁻¹			%			
Adubação convencional	2,77	b	0,67	b	0,07	b	0,08	0,43			
Adubação via efluente	3,92	a	1,0	a	0,22	a	0,22	1,29			
Adubação conv. + efluente	4,72	a	1,0	a	0,39	a	0,11	0,61			

Médias seguidas por letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste SNK 5% probabilidade. ^{Ns}: não significativo (P>0,05); *: significativo (P<0,05); **: significativo (P<0,01); C.V.: coeficiente de variação.

ADA, teor de Mg no solo e NO_3^- no lixiviado foram maiores em T2 e T3, sob aplicação do efluente. A ADA em superfície chegou a 4,72 g dm⁻³, corroborando com Erthal et al. (2010) que encontraram maior dispersão de argila na camada de 0 a 10 cm, em Argissolo sob aplicação de efluente de bovinocultura. O teor de Mg foi maior de 10 a 30 cm, similar aos resultados de Cabral et al. (2011), que obtiveram aumento do Mg na camada de 0-20 cm, com a aplicação de ARS. Erthal et al., (2010) também observaram maiores concentrações de Mg nos tratamentos que receberam água residuária, com valores acima de 0,90 cmol_c dm⁻³, próximo do encontrado no presente trabalho, que foi de 1,0 cmol_c dm⁻³. O fato de não haver diferenças entre os tratamentos para os demais atributos do solo, pode estar relacionado ao tempo de avaliação, já que o fator tempo pode ter maior magnitude que as doses sobre o comportamento das variáveis (Erthal et al., 2010; Condé et al., 2012). A concentração de NO_3^- no lixiviado em T2 e T3, nos quais houve aplicação de 963 e 1926 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N, foi de 0,22 e 0,39 mg L⁻¹, respectivamente, muito abaixo do limite crítico para a saúde humana, que é de 10 mg L⁻¹ (Ministério da Saúde, 2011), evidenciando o baixo risco de contaminação de águas freáticas. Essa lixiviação pode ter aumentado devido às doses de N aplicadas e não pela natureza química ou orgânica do fertilizante, como explicado por Fernandes et al. (2017). O nitrato é bastante móvel no solo, por sua baixa carga residual, sendo rapidamente lixiviado com a água da chuva ou altas lâminas de irrigação (Capoane et al., 2017), por isso, deve-se preconizar a aplicação de N em taxas que correspondam à absorção pelas culturas, independente da fonte utilizada. A concentração de fósforo não sofreu influência dos tratamentos, e ressalta-se que a maior concentração encontrada de P foi no T3, com 0,6 mg L⁻¹

de P no lixiviado, inferior ao encontrado por Maggi et al. (2011), que relatam 1,2 mg L⁻¹ de P no lixiviado de um Latossolo sob aplicação de efluente de suinocultura.

CONCLUSÃO

A fertirrigação com efluente de bovinocultura aumentou o teor de Mg do solo e a dispersão de argila em superfície, sem apresentar risco de contaminação de águas por nitrato ou fósforo orgânico.

REFERÊNCIAS

- Burek P.; Satoh Y.; Fischer G.; Kahil T.; Nava Jimenez L.; Scherzer A.; Tramberend S.; Wada Y.; Eisner S.; Flörke M.; Hanasaki N.; Magnusziewski P.; Cosgrove W.; Wiberg D. Water futures and solution fast track initiative. **International Institute for Applied Systems Analysis**, Copyright, Laxenburg, Austria, 2016. 115p.
- Cabral, J.R.; Freitas, P.S.L.; Rezende, R.; Muniz A.S.; Bertonha A. Impacto da água residuária de suinocultura no solo e na produção de capim-elefante. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, n.8, p.823–831, 2011.
- Capoane, V.; Tales T.; Zafar M; Santos D.R. **Impacto da atividade de suinocultura intensiva na qualidade da água de uma bacia hidrográfica do Médio Alto Uruguai**. Editora URI, Cap. 9, p. 162-182, 2017.
- Carvalho, A. M. X. D.; Mendes, F. Q.; Mendes, F. Q.; Tavares, L. D. F. SPEED Stat: A free, intuitive, and minimalist spreadsheet program for statistical analyses of experiments. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 20, n.3, 2020.
- Conover Wj, Iman RL. Rank Transformations as a bridge between parametric and nonparametric statistics. **The American Statistician**, v. 35, n. 3, p. 124-134, 1981.
- Condé M.S.; Almeida Neto O.F.; Homem B.G.C.; Ferreira I.G.; Silva M.D. Impacto da fertirrigação com água residuária da suinocultura em um Latossolo vermelho-amarelo. **Revista Vértices**, v.15, n. 2, p. 161-178, 2013.
- Donagema, G.K.; Campos, D.V.B.; Calderano, S.B.; Texeira, W.G.; Viana, J.H.M. **Manual de Métodos de Análise de Solos**. 3 ed. Embrapa Solos. Rio de Janeiro, 230 p., 2011.
- Erthal, V. J.; Ferreira, P. A.; Matos, A. T.; Pereira, O. G. Alterações físicas e químicas de um Argissolo pela aplicação de água residuária de bovinocultura. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, n.5, p.467–477, 2010.
- 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. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, n.2, p. 170-177, 2011.
- Matos, A.T.; Matos, M.P. **Disposição de águas residuárias no solo e em sistemas alagados construídos**. Viçosa, MG: Editora UFV, 2017. 371p.
- Ministério da Saúde. **Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011**. Disponível em: <http://site.sabesp.com.br/site/uploads/file/asabesp_doctos/PortariaMS291412122011.pdf> Acesso em: 17 junho, 2021.
- Silva, F.C. **Manual de Análises Químicas de Solos, Plantas e Fertilizantes**. 2 ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 627p., 2009. Werner, J.C.; Paulino, V.T.; Cantarella, H.; Andrade, N.O.; Quaggio, J.A. Forrageiras. In: Van Raij, B.; Cantarella, H.; Quaggio, J.A.; Furlani, A.M.C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2 ed. Campinas: IAC, Boletim técnico 100,1996. 285 p.