



Efluente Sanitário na Composição Química e Físico-Química de um Latossolo Vermelho Eutrófico

Edcássio Dias Araújo, Francielle de Matos Feitosa, Gilberto Felipe de Oliveira, Pablo Fernando Santos Alves, Silvânio Rodrigues dos Santos, MAURO KOJI KOBAYASHI, POLYANNA MARA DE OLIVEIRA

Introdução

Se bem planejada, a disposição de águas residuárias no sistema solo-planta poderá trazer benefícios, tais como controle da poluição de corpos d'água, preservação de recursos hídricos, disponibilização de água e nutrientes para as plantas e reciclagem de nutrientes para o solo. Porém, deve-se cuidar para as doses a serem dispostas, em relação ao efeito nos atributos físico-químicos e químicos do solo [1; 2; 3]. Neste sentido, objetivou-se com a realização do presente trabalho, avaliar os efeitos da fertirrigação com efluente de estação de tratamento de esgoto na composição química do solo cultivado com banana.

Material e métodos

O trabalho foi conduzido na área Experimental da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) de Janaúba - MG, situada nas coordenadas geográficas 15° 49' 53" S e 43° 16' 20" W, com altitude de 540 m, cujo clima, segundo Köppen é do tipo Aw (tropical, com inverno seco). O solo da área é classificado como Latossolo Vermelho eutrófico [4], apresentando textura média na camada superficial.

O delineamento utilizado foi em blocos casualizados, com quatro repetições. Os tratamentos consistiram na aplicação de diferentes doses de água residuária sanitária de tratamento terciário (ART) tomando-se por referência o limite máximo de aplicação anual de 150 kg ha⁻¹ de sódio (Na) [5] no solo, conforme descrito a seguir: T1: Testemunha (água limpa + adubação mineral); T2: 70%; T3: 130%; T4: 170% e; T5: 200% de ART. Após a aplicação da ART foi feita a complementação hídrica utilizando água limpa, ambos via irrigação por microaspersão, para suprir a exigência da cultura.

As aplicações do efluente foram iniciadas aos 41 dias após o plantio (DAP), sendo feita uma aplicação semanal. A partir do terceiro mês do plantio, iniciou-se as adubações químicas, via fertirrigação com nitrogênio e potássio em cobertura na testemunha e complementação nos tratamentos sob aplicação do efluente, visando o fornecimento equilibrado (doses semelhantes) destes nutrientes para as plantas de todas as parcelas. A bananeira é a cultivar 'Prata-anã', cujo plantio ocorreu em 05/05/2012 utilizando-se mudas micropropagadas no espaçamento de 3 x 2 m, sendo 4 linhas com 6 plantas linha⁻¹, totalizando 24 plantas parcela⁻¹. O manejo da irrigação foi baseado na evapotranspiração diária de referência (ET₀), calculada pelo método de Penman-Monteith [6], a partir dos dados obtidos em uma estação meteorológica portátil instalada na área experimental.

Ao final do primeiro ciclo de cultivo da cultura (434 DAP) foram retiradas entre as linhas de microaspersores e as plantas de cada parcela útil, quatro amostras simples de solo (uma por planta) para a formação de uma amostra composta, nas seguintes profundidades: 0-20, 20-40, 40-60 e 60-80 cm. Nessas amostras foi quantificado o pH, MO, P, K, Na, Ca, Mg, Al, H+Al, V, B, Cu, Fe, Mn, Zn, P-rem e a CE do solo.

Mensalmente foram coletadas amostras simples da ART no final de uma das linhas laterais, sendo realizadas durante o horário das aplicações e acondicionadas em recipientes apropriados, devidamente identificados e realizadas as análises de N total, N nitrato, N amoniacal, P total, K total, Na, Zn, Ca, Mg, Cu, B, Fe, Mn, B, Cl⁻, Co, pH e condutividade elétrica (CE), seguindo metodologias descritas em APHA [7]. De posse dos resultados das análises da ART do mês anterior, eram calculadas as lâminas de fertirrigação com a ART nos respectivos tratamentos. Na Tab. 1 pode ser visualizada a composição química média dos principais constituintes da ART no período da realização do experimento.

De posse dos dados referentes aos atributos químicos do solo, os mesmos foram submetidos à análise de variância e, quando o F foi significativo até o nível de 5%, procedeu-se a análise de regressão. As profundidades no perfil do solo foram comparadas separadamente.

Resultados e Discussão



FÓRUM ENSINO • PESQUISA
EXTENSÃO • GESTÃO

FEPEG

UNIVERSIDADE: SABERES E PRÁTICAS INOVADORAS

Trabalhos científicos • Apresentações artísticas
e culturais • Debates • Minicursos e Palestras



24 a 27
setembro

Campus Universitário Professor Darcy Ribeiro

www.fepeg.unimontes.br

À partir da análise de variância preliminar (Tab. 1) notou-se que houve diferença significativa apenas para o pH nas profundidades de 0-20 cm e 20-40 cm; conteúdo de Na nas profundidades de 0-20, 20-40 e 40-60 cm e condutividade elétrica (CE) nas profundidades de 0-20 e 40-60. Para os macronutrientes e micronutrientes não houve diferenças significativas mostrando que o efluente sanitário foi satisfatório na fertilização química do solo.

Observa-se que para a camada de 0-20 cm no perfil do solo (Fig. 1) o aumento da dose de ART promove o aumento exponencial do pH, cujo valor máximo é aproximadamente 5,93. Para a camada de 20-40 cm, o incremento do pH é da ordem 0,014 unidades para cada unidade percentual de aumento da dose de ART. Os valores de pH nas camadas de 40-60 e 60-80 não foram influenciados pelo manejo com água residuária. Os incrementos de pH observados com o aporte da ART podem estar relacionados aos valores médios de pH da água residuária, cuja média neste trabalho foi de 7,60 (Tab. 1). Incrementos no pH do solo foram verificados por [1] testando a utilização de água residuária como fonte de água e/ou nutrientes. Pode-se observar também (Fig. 1) que nas camadas de 0-20 e 20-40 cm no perfil ocorre incremento exponencial do teor de sódio até o limite máximo de 0,2819 e 0,2779 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$, respectivamente para as duas camadas, com o aumento da dose de ART. Na camada de 40-60 cm esse aumento ocorre de maneira linear, sendo observado o incremento de 0,0002 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ para cada unidade percentual de aumento da dose de ART. Na camada de 60-80 cm não há diferença entre as doses de ART sobre o teor de sódio no solo. Porém observa-se uma tendência de incremento deste elemento, evidenciando a necessidade do monitoramento para evitar a contaminação de águas subterrâneas. O excesso de sais de sódio, além de trazer prejuízos às propriedades físicas [3] e químicas do solo [1; 2], provoca a redução do crescimento das plantas cultivadas com sérios problemas para a agricultura [2; 3]. No presente trabalho a elevação dos teores de sódio no solo nos tratamentos com água residuária ocorreu em virtude da elevada concentração deste elemento (Tab. 1). É possível verificar também (Fig. 1) que a CE aumentou de maneira linear nas camadas de 0-20 e 20-40 cm no perfil do solo em função do aumento das doses de ART. Esses aumentos foram de 0,0018 e 0,0015 dS m^{-1} , respectivamente para as duas camadas mencionadas. Para a camada de 40-60 cm no perfil do solo houve efeito significativo das doses de ART sobre a CE (Tab. 2). Porém, nenhum modelo de regressão testado explicou com eficiência o comportamento. Dessa forma, foi apresentada (Fig. 1) a média geral deste atributo nesta profundidade e as diferenças pontuais foram discutidas. Segundo [8], a CE do solo é proporcional à sua concentração iônica, isto é, mensura os solutos (íons) carregados da solução do solo, sendo amplamente utilizada para medir sua salinidade. Desta forma, os incrementos observados na CE do solo podem estar associados aos íons dissolvidos na ART (Tab. 1).

Conclusão

Para as condições avaliadas nesse experimento o uso de água residuária influenciou positivamente na composição de macronutrientes e micronutrientes, sendo necessários os resultados de produção da bananicultura bem como a avaliação do solo ao longo dos anos para definir a dose de efluente a ser usado.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA), ao Banco do Nordeste do Brasil (BNB) e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo apoio financeiro e concessão de bolsas.

Referências

- [1] MEDEIROS, S. DE S.; SOARES, A. A.; FERREIRA, P. A.; NEVES, J. C. L.; MATOS, A. T. DE; SOUZA, J. A. A. DE. Utilização de água residuária de origem doméstica na agricultura: estudo das alterações químicas do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 9, p. 603–612, 2005.
- [2] CAVALCANTE, L. F.; CORDEIRO, J. C.; NASCIMENTO, J. A. M.; CAVALCANTE, Í. H. L.; DIAS, T. J. Fontes e níveis da salinidade da água na formação de mudas de mamoeiro cv. Sunrise solo. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 31, n. 4Sup1, p. 1281–1290, 2010.
- [3] SILVA, F. L. B. DA; LACERDA, C. F. DE; SOUSA, G. G. DE; NEVES, A. L. R.; SILVA, G. L. DA; SOUSA, C. H. C. Interação entre salinidade e biofertilizante bovino na cultura do feijão-de-corda. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, p. 383–389, 2011.
- [4] EMBRAPA, 2013. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Humberto Gonçalves dos Santos [et al.]. – 3 ed. rev. ampl. – Brasília, DF : Embrapa, 2013. 353 p.
- [5] LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima, 2000, 531 p.
- [6] ALLEN, R.G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, J. **Evapotranspiration del cultivo: guias para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos**. Roma: FAO, 2006. 298 p. (Estudio Riego e Drenaje Paper, 56).



- [7] APHA [AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION]; AWWA [AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION]; WEF [WATER ENVIRONMENT FEDERATION]. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. Washington: APHA/AWWA/WEF, 2012. 1268 p.
- [8] FERREIRA, P. A.; DILVA, J. B. L. DA; RUIZ, H. A. Aspectos físicos e químicos de solos em regiões áridas e semi-áridas. GHEYI, HR; DIAS, NS; LACERDA, C. F. **Manejo da salinidade na agricultura**. Fortaleza, INCT Sal, p. 472, 2010.

Tabela 1. Composição média da água residuária tratada durante o período compreendido entre junho de 2012 e maio de 2014.

Constituinte	Unidade	Média	Constituinte	Unidade	Média
N _{total}	mg L ⁻¹	47,60	Mn	mg L ⁻¹	0,1000
N _{amon}	mg L ⁻¹	35,70	B	mg L ⁻¹	0,0230
N _{nit}	mg L ⁻¹	1,08	Cl ⁻	mg L ⁻¹	130,6000
K	mg L ⁻¹	33,94	Co	mg L ⁻¹	0,0010
Na	mg L ⁻¹	84,37	Ca	mg L ⁻¹	19,1340
P	mg L ⁻¹	8,22	Mg*	mg L ⁻¹	7,9630
Zn*	mg L ⁻¹	0,09	CE	dS m ⁻¹	1,1280
Cu	mg L ⁻¹	0,0080	pH		7,60
Fe	mg L ⁻¹	0,6800			

Nitrogênio total (N_{total}); nitrogênio amoniacal (N_{amon}); nitrogênio nitrato (N_{nit}); potássio (K); sódio (Na); fósforo (P); zinco (Zn); cobre (Cu); ferro (Fe); manganês (Mn); boro (B); cloreto (Cl⁻); cobalto (Co); cálcio (Ca); magnésio (Mg); condutividade elétrica (CE) e pH. (*) Quantificado somente a partir de 02/2013.

Tabela 2. Análise de variância preliminar para pH, matéria orgânica (MO), fósforo (P), potássio (K), sódio (Na), cálcio (Ca), magnésio (Mg), alumínio (Al), acidez potencial (H+Al), saturação por bases (V), boro (B), cobre (Cu), ferro (Fe), Manganês (Mn), Zinco, fósforo remanescente (Prem) e condutividade elétrica (CE) em um bananal fertirrigado com água residuária tratada (ART), ao final do primeiro ciclo de cultivo (434 DAP).

FV	GL	Quadrados médios																
		pH	MO	P	K	Na	Ca	Mg	Al	H+Al	V	B	Cu	Fe	Mn	Zn	Prem	CE
00-20 cm																		
Trat.	4	0,26 ^{**}	0,19 ^{ns}	0,7 ^{ns}	1218,55 ^{ns}	0,0218 ^{**}	0,08 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,0001 ^{ns}	0,04 ^{ns}	4,55 ^{ns}	0 ^{ns}	0,05 ^{ns}	24,64 ^{ns}	27,77 ^{ns}	0,04 ^{ns}	3,54 ^{ns}	0,07 ^{**}
Bloco	3	0,03 ^{ns}	0,26 ^{ns}	0,91 ^{ns}	418,8 ^{ns}	0,0027 ^{ns}	0,04 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,0008 ^{ns}	0,12 ^{ns}	24,85 ^{ns}	0,05 ^{**}	0,01 ^{ns}	43,05 ^{ns}	9,65 ^{ns}	0,19 ^{ns}	33,98 ^{ns}	0,01 ^{ns}
Resíduo	12	0,07	0,07	1,35	419,88	0,0014	0,34	0,02	0,0006	0,1	34,85	0	0,04	35,27	40,11	0,04	13,36	0,01
CV		4,48	17,22	34,62	34,04	17,11	21,48	17,51	2,41	13,51	9,38	21,49	19,46	23,3	24,68	14,61	10,2	15,75
MÉDIA		5,74	1,57	3,35	60,2	0,22	2,7	0,88	1,01	2,29	62,95	0,29	1,03	25,49	25,66	1,36	35,84	0,52
20-40 cm																		
Trat.	4	0,26 ^{**}	0,03 ^{ns}	0,42 ^{ns}	654,55 ^{ns}	0,0218 ^{**}	0,04 ^{ns}	0,002 ^{ns}	0,0020 ^{ns}	0,03 ^{ns}	7,3 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,04 ^{ns}	6,9 ^{ns}	20,72 ^{ns}	0 ^{ns}	7,37 ^{ns}	0,05 ^{ns}
Bloco	3	0,04 ^{ns}	0,06 ^{ns}	1,99 ^{ns}	1496,18 ^{ns}	0,0013 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,0034 ^{ns}	0,2 ^{ns}	36,85 ^{ns}	0,05 ^{**}	0,01 ^{ns}	7,87 ^{ns}	4,52 ^{ns}	0,01 ^{ns}	31,2 ^{ns}	0,01 ^{ns}
Resíduo	12	0,06	0,02	0,78	551,02	0,0017	0,16	0,01	0,0039	0,21	54,93	0	0,04	4,42	21,44	0,01	8,99	0,02
CV		4,35	16,35	38,22	41,15	19,02	20,07	13,45	5,84	19,73	13,37	21,88	20	12,57	46,12	16,59	9,02	34,56
MÉDIA		5,6	0,9	2,31	57,05	0,22	1,98	0,58	1,07	2,35	55,45	0,3	0,94	16,74	10,04	0,69	33,23	0,37
40-60 cm																		
Trat.	4	0,12 ^{ns}	0 ^{ns}	0,63 ^{ns}	222,83 ^{ns}	0,0067 ^{**}	0,03 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,0053 ^{ns}	0,22 ^{ns}	23,92 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,02 ^{ns}	1,83 ^{ns}	8,55 ^{ns}	0,01 ^{ns}	1,99 ^{ns}	0,06 ^{**}
Bloco	3	0,13 ^{ns}	0,02 ^{ns}	1,1 ^{ns}	2626,58 ^{ns}	0,0007 ^{ns}	0,18 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,0113 ^{ns}	1,16 ^{ns}	127,53 ^{ns}	0,06 ^{**}	0,01 ^{ns}	1,73 ^{ns}	15,35 ^{ns}	0,02 ^{ns}	86,92 ^{ns}	0,02 ^{ns}
Resíduo	12	0,12	0,02	0,23	496,46	0,0011	0,32	0,01	0,0197	0,67	125,83	0,01	0,04	4,85	9,13	0,01	24,04	0,01
CV		6,56	27,41	20,47	36,74	19,36	27,91	16,95	12,34	29,93	21,45	29,34	18,89	14,06	57,23	16,28	18,66	27,34
MÉDIA		5,22	0,58	2,33	60,65	0,17	2,02	0,6	1,14	2,73	52,3	0,3	1	15,66	5,28	0,58	26,28	0,36
60-80 cm																		
Trat.	4	0,08 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,56 ^{ns}	152,75 ^{ns}	0,0017 ^{ns}	0,11 ^{ns}	0,04 ^{ns}	0,0126 ^{ns}	0,14 ^{ns}	58,92 ^{ns}	0,002 ^{ns}	0,04 ^{ns}	14,56 ^{ns}	4 ^{ns}	0,05 ^{ns}	1,19 ^{ns}	0,01 ^{ns}
Bloco	3	0,21 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,98 ^{ns}	1203,73 ^{ns}	0,0033 ^{ns}	0,56 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,0365 ^{ns}	0,83 ^{ns}	227,92 ^{ns}	0,07 ^{ns}	0,01 ^{ns}	4,9 ^{ns}	7,2 ^{ns}	0,11 ^{ns}	74,34 ^{ns}	0 ^{ns}
Resíduo	12	0,1	0,03	0,54	322,82	0,0021	0,39	0,02	0,0119	0,33	116,46	0,01	0,04	13,87	7,47	0,04	5,93	0,01
CV		6,26	43,11	35,49	34,55	35,11	32,2	25,19	9,31	20,58	21,56	35,82	20,35	25,54	67,63	31,76	10,76	40,19
MÉDIA		5,12	0,4	2,08	52	0,13	1,95	0,59	1,17	2,81	50,05	0,31	1,01	14,59	4,04	0,61	22,64	0,29

(*) Significativo a 1%, (**) significativo a 5% e (ns) não significativo, pelo teste F;

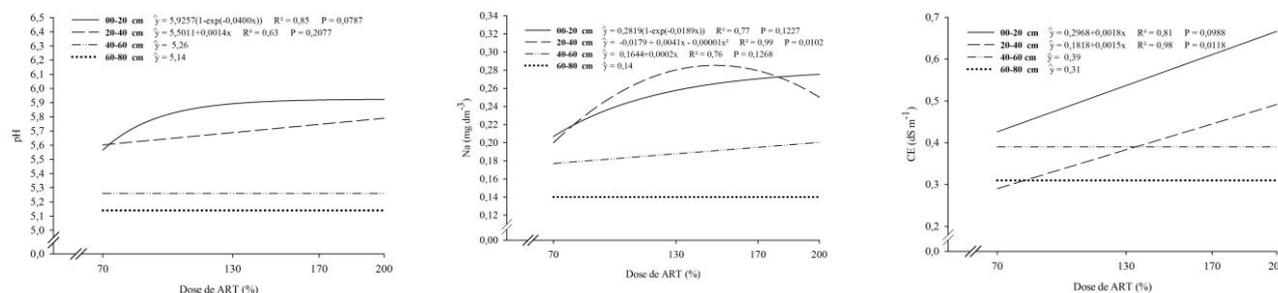


Figura 1. pH; conteúdo de sódio e condutividade elétrica em um Latossolo Vermelho eutrificado fertirrigado com diferentes doses de água residuária sanitária tratada (ART), tendo o sódio como referência.