

EFEITO DA APLICAÇÃO DE EFLUENTE DOMÉSTICO E ADUBAÇÃO NA LIXIVIAÇÃO DE SÓDIO NO PERCOLADO EM SOLO ARENOSO

Ana Claudia Sossai Souza¹, Bruna Lana Campanenute Soares², Nayara Regina Campanenute Soares³, Liliane Scabora Miotto⁴, Paulo Sérgio Lourenço de Freitas⁵

¹Doutoranda no Programa de pós-graduação em Agronomia (PGA) - Universidade Estadual de Maringá - UEM. Bolsista Capes. ana_sossai87@hotmail.com

²Doutoranda no Programa de pós-graduação em Agronomia (PGA) - Universidade Estadual de Maringá - UEM. Bolsista Capes bruna.campanenute@gmail.com

³Doutoranda no Programa de pós-graduação em Ciências Biológicas - Universidade Estadual de Maringá - UEM. Bolsista Capes. nayaracampanenute@gmail.com

⁴Engenheira Agrícola, Doutora em Agronomia - Universidade Estadual de Maringá - UEM. liliscabora@hotmail.com

⁵Professor Orientador, Doutor - Universidade Estadual de Maringá - UEM. Departamento de Agronomia. pslfreitas@uem.br

RESUMO

O déficit hídrico é uma problemática atual de relevância mundial, sendo necessária a busca de alternativas mitigadoras, como o reuso planejado de águas residuárias, alternativa instaurada com sucesso nos países desenvolvidos, aplicado para diversos fins, inclusive na agricultura. No entanto devem ser tomadas precauções quanto ao manejo do efluente, visando o controle e monitoramento para minimizar impactos causados ao meio ambiente com efeitos nocivos ao solo e a água. Nesse sentido, este trabalho teve como objetivo avaliar e comparar o impacto da aplicação de doses crescentes de efluente doméstico (ED) e adubação na lixiviação de sódio em colunas de solo, durante 60 dias do ciclo da cultura do milho (*Zea mays* L.) para fins de silagem. O experimento foi conduzido no Centro Técnico de Irrigação (CTI) da Universidade Estadual de Maringá (UEM). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial com Latossolo Vermelho distrófico de textura arenosa. Os tratamentos foram constituídos da testemunha T0, que recebeu apenas água de poço, quatro doses crescentes de efluente doméstico: T1-150; T2-300; T3-450 e T4-600 m³ ha⁻¹, com e sem adubação, e quatro repetição por tratamento. Foram realizadas coletas do percolado em cada parcela experimental, sendo avaliada a concentração de sódio lixiviado do percolado. Com base nos resultados observou-se o aumento dos valores de sódio com as crescentes doses de ED aplicadas, sendo influenciado pela adubação.

PALAVRAS-CHAVE: Água residuária; lixiviação; Impacto ambiental.

1. INTRODUÇÃO

Os nutrientes presentes na água de reuso podem ser absorvidos pelas plantas, adsorvidos pelas partículas de argila e matéria orgânica, como também lixiviados das camadas superficiais. Quando lixiviados, os nutrientes podem atingir o lençol freático, contaminando assim mananciais de água potável (SAMPAIO *et al.*, 2010). Portanto a disposição do efluente no solo deve ser realizada de forma controlada, e que atenda critérios ambientais e agrônômicos (BOLZANI *et al.*, 2012; FORTES NETO *et al.*, 2013, BONINI *et al.*, 2014).

A principal limitação do uso de efluente doméstico no solo é relacionado a alta concentração de sódio presente no mesmo, acima de 60 mg L⁻¹ (BLUM *et al.*, 2012; LEAL *et al.*, 2009), aumentando assim seu teor em solos agrícolas, alterando as características físicas do solo, devido a dispersão de argilas e características químicas, influenciando direta ou indiretamente o desenvolvimento de plantas (SANTOS, 2004). Como a extração de sódio pelas plantas é relativamente baixa e a dosagem disposta no solo é alta, esse cátion pode acumular no solo, ocasionando a sodificação do solo e/ou ser lixiviado até suas camadas mais profundas, onde a contaminação das águas subterrâneas é um risco efetivo.

Neste contexto, o trabalho apresenta como objetivo avaliar a lixiviação de sódio em colunas de solo que receberam a aplicação de diferentes doses de efluente doméstico.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O presente trabalho foi conduzido no período de dezembro de 2020 a fevereiro de 2021, em casa de vegetação no Centro técnico de Irrigação (CTI) da Universidade Estadual de Maringá (UEM), situado no município de Maringá – PR (23°23'57" S, 51° 57' O e 542 m de altitude). Segundo a classificação de Koppen, a região apresenta clima do tipo Cfa subtropical mesotérmico úmido. O solo utilizado no experimento é classificado como Latossolo Vermelho distrófico de textura arenosa com 825 g kg⁻¹ de areia, 10 g kg⁻¹ de silte e 165 g kg⁻¹ de argila e foi coletado da Fazenda experimental de Iguatemi (FEI -UEM).

O experimento foi arranjado em delineamento inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial, com quatro repetição por tratamento. Os tratamentos foram constituídos da testemunha T0, que recebeu apenas água de poço, quatro doses crescentes de efluente doméstico (ED): T1-150; T2-300; T3-450 e T4-600 m³ ha⁻¹, com e sem adubação. Na área foram alocadas 40 colunas de PVC branco, de 200 mm de diâmetro com 0,60 m de altura, dispostos em estruturas de apoio de madeira a 0,15 m de altura. Na base das colunas foram adaptadas telas de bidin, para evitar extravasamento de material. A deposição do solo nas colunas foi de forma gradual, de modo a reproduzir de forma semelhante a ordem sequencial dos horizontes na condição ambiente.

O efluente utilizado no experimento foi proveniente da Estação de Tratamento de Esgoto Norte (ETE Norte) de Maringá.

Na Tabela 1 são apresentadas as características químicas do efluente.

Tabela 1: Caracterização química do efluente de esgoto doméstico tratado

pH	CE	P	K ⁺	Na ⁺
	μS cm ⁻¹	mg L ⁻¹		
8,56	633,3	7,67	10,8	50

Nota: CE é a condutividade elétrica obtida no extrato de saturação.

Fonte: Dados da pesquisa

A aplicação do ED nas colunas com solo foi realizada no dia 21 de dezembro e o plantio de cinco sementes de milho (*Zea mays* L.), híbrido K 9105 VIP3, no dia 22 de dezembro. A adubação seguiu a recomendação para cultura do milho para silagem, sendo aplicado 2,44 g por coluna de superfosfato simples no dia do plantio. Após a emergência, 15 dias, foi realizado o desbaste das plantas, deixando apenas uma planta por coluna. A aplicação de nitrogênio (N) e potássio (K) foi parcelada em duas, nos estádios V2 (12 de janeiro) e v6 (19 de janeiro), totalizando 2,34 g de uréia e 1,65 g de Cloreto de potássio.

A coleta do percolado foi realizada aos 60 dias após o plantio. Do material foi feita a análise da concentração de sódio (Na⁺) no lixiviado com o fotômetro de chama DIGIMED DM-62 do Laboratório de Águas residuárias (CTI - UEM), seguindo metodologia descrita pela APHA, AWWA e WEF (2012).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F, considerando as doses de ED e a aplicação ou não de adubo, como fonte de variação, com auxílio do software estatístico Sisvar (FERREIRA, 2011). A análise de regressão foi utilizada para verificar o ajuste de modelos polinomiais para a variável dependente, em nível de 5% de probabilidade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Pela análise de variância, o valor de F foi significativo para adubação e não significativo para o fator dose, ao nível de 0,05 pelo teste F. A interação adubação e dose não foram significativas ao nível de 0,05 pelo teste F (Tabela 2).

Tabela 2: Análise de variância e regressão para o teor de sódio no percolado

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Dose de efluente	4	6,57 ^{ns}	1,64	2,43	0,069 ^{ns}
Adubação	1	28,90 [*]	28,90	42,75	0,000 [*]
Dose*Adubação	4	5,83 ^{ns}	1,45	2,15	0,098 ^{ns}
Erro	30	20,28	0,67		
Total	39	61,60			
CV		32,12%			
Regressão	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Linear	1	4,70	4,70	6,95	0,013 [*]
Quadrática	1	0,41	0,41	0,61	0,441 ^{ns}
Desvio	2	1,47	0,73	1,09	0,350
Erro	30	20,28	0,67		

Nota: ^{NS} Não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F. ^{*} Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Fonte: Dados da pesquisa

Os valores de sódio lixiviado no percolado dos tratamentos que não receberam adubação, não foram influenciados pelo aumento da concentração do ED, não sendo possível ajustar um modelo de regressão. Entretanto, houve alteração na concentração de sódio lixiviado no percolado nos tratamentos adubados, sendo possível ajustar um modelo de regressão linear crescente (Figura 1).

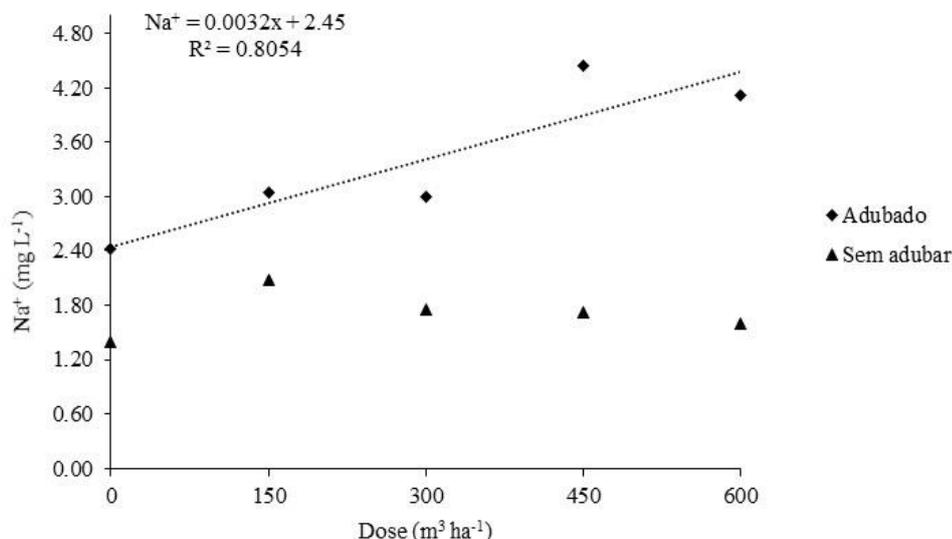


Figura 1: Valores médios de sódio do percolado em função das doses de ED

Fonte: Dados da pesquisa

Os resultados mostram que com o aumento da dose houve maior diferença entre os tratamentos adubado e não adubado, onde a aplicação das maiores doses de ED promoveu elevação da concentração de Na⁺ no lixiviado do solo. O sódio além de estar em altas concentrações no efluente aplicado ao solo, pode ser facilmente lixiviado, devido a sua característica de baixa afinidade no complexo de troca do solo, permanecendo principalmente na solução do solo (LEAL *et al.*, 2009).

É sabido que dentre os cátions trocáveis, o Na⁺ é o último elemento em seletividade de adsorção, devido a sua monovalência e maior raio iônico hidratado (série liotrópica). Assim, quando na mesma concentração dos cátions comuns, ele será o último a ser adsorvido às cargas elétricas (HOLANDA *et al.*, 2016).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aplicação de doses crescentes de ED elevou a concentração de sódio lixiviado no percolado somente quando aplicado no solo adubado.

5. REFERÊNCIAS

APHA - American Public Health Association, AWWA - American Water Works Association, WEF - Water Environment Federation. **Standard Methods for examination of water and wastewater**. 22nd ed. Washington: American Public Health Association, 2012. 1360 p.

BLUM, J.; HERPIN, U.; MELFI, A. J.; MONTES, C. R. Soil properties in a sugarcane plantation after the application of treated sewage effluent and phosphogypsum in Brazil. **Agricultural Water Management**, v. 115, p. 203-216, 2012.

BOLZANI, H. R.; OLIVEIRA, D. L. A.; LAUTENSCHLAGER, S. R. Efeito da aplicação de água residuária de suinocultura no solo e na qualidade dos seus lixiviados. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 17, n. 4, p. 385-392, 2012.

BONINI, M. A.; SATO, L. M.; BASTOS, R. G.; SOUZA, C. F. Alterações nos atributos químicos e físicos de um Latossolo vermelho irrigado com água residuária e vinhaça. **Revista Biociências**, v. 20, n.1, p. 78-85, 2014.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia (UFLA)**, v. 35, n.6, p.1039-1042, 2011.

FORTES NETO, P.; VEIGA, P. G. A.; FORTES, N. L. P.; TARGA, M. S.; GADIOLI, J. L.; PEIXOTO, P. H. M. Alterações químicas do solo e produção de aveia fertilizada com água residuária do tratamento de esgoto sanitário. **Revista Ambiente e Água**, v. 8 (suplemento), p. p.71-83, 2013.

HOLANDA, J. S.; AMORIM, J. R. A.; NETO, M. F.; HOLANDA, A. C. Qualidade da água para irrigação. *In*: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. **Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados**. 2. Ed. Fortaleza, 2016. Cap. 4, p. 35–50.

LEAL, R. M. P.; HERPIN, U.; FONSECA, A. F. da; FIRME, L. P.; MONTES, C. R.; MELFI, A. J. Sodicity and salinity in a Brazilian Oxisol cultivated with sugarcane irrigated with wastewater. **Agricultural Water Management**, v. 96, n. 2, p. 307-316, 2009.

SAMPAIO, S.C.; CAOVILO, F.A.; OPAZO, M.A.U.; NÓBREGA, L.H.P.; SUSZEK, M.; SMANHOTTO, A. Lixiviação de íons em colunas de solo deformado e indeformado. **Engenharia Agrícola**, v. 30, n. 1, p. 150-159, 2010.

SANTOS, A. P. R. **Efeito da irrigação com efluente de esgoto tratado, rico em sódio, em propriedades químicas e físicas de um argissolo vermelho distrófico cultivado com capim-Tifton 85**. 2004. 79 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba. 2004.