

BALANÇO DE SÓDIO EM SOLO CULTIVADO APÓS APLICAÇÃO DE ÁGUA RESIDUÁRIA DE LATICÍNIOS

JACINEUMO FALCÃO DE OLIVEIRA¹, FERNANDO NERIS RODRIGUES², RONALDO FIA³, FÁTIMA RESENDE LUIS DIA⁴, DANIELA VILELA LANDIM⁴

¹Engenheiro Agrícola e Ambiental, Doutorando em Recursos Hídricos em Sistemas Agrícolas, Universidade Federal de Lavras, jacineumo@gmail.com; ²Engenheiro Ambiental e Sanitarista, Doutorando em Recursos Hídricos em Sistemas Agrícolas, Universidade Federal de Lavras, fernandoneris99@hotmail.com; ³Engenheiro Agrícola e Ambiental, Prof. DSc., Universidade Federal de Lavras, ronaldofia@deg.ufla.br; ⁴Engenheira Agrícola e Ambiental, Profª. DSc. Universidade Federal de Lavras, fatimarlf@deg.ufla.br; ⁵Engenheira Ambiental e Sanitarista, Universidade Federal de Lavras, dani_v_landim@hotmail.com.

Apresentado no
XLVI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2017
30 de julho a 03 de agosto de 2017 - Maceió - AL, Brasil

RESUMO: As águas residuárias de laticínios (ARL), além de conter nutrientes e matéria orgânica, apresentam grandes concentrações de sódio, em virtude da sanitização dos ambientes de produção. Assim, o manejo correto é preponderante para o uso destas águas na agricultura. Portanto, objetivou-se realizar um balanço de sódio no solo após dosagens de água residuária de laticínios. O experimento montado em colunas de PVC, com 0,30 m de diâmetro e 1,2 m de profundidade, preenchidas com amostras de Latossolo Vermelho Distrófico e cultivadas com capim-Tifton 85, com três repetições. Os tratamentos compreenderam de adubação mineral nas doses de 300, 310 e 200 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de NPK, respectivamente, e quatro doses de ARL (100, 200, 300 e 400% da recomendação de N). O balanço de Na levou em consideração a aplicação de ARL, absorção do capim-Tifton 85, concentração no percolado e solo antes da aplicação de ARL. A lixiviação do Na nos tratamentos com ARL e adubação mineral apresentaram uma faixa de variação de 80 mg L⁻¹. O incremento de Na por ARL em relação ao solo original foi mais de 100%. O capim-Tifton 85 absorveu 6,75 g kg⁻¹ de Na quando recebeu a dose de 3915m³ha⁻¹ de ARL.

PALAVRAS-CHAVE: Sociedade, Efluente Agroindustrial, Capim-Tifton 85.

SODIUM BALANCE IN CULTIVATED SOIL AFTER APPLICATION OF DAIRY WASTEWATER

ABSTRACT: The dairy wastewater (DW), in addition to contain nutrients and organic matter, have large concentrations of sodium, in virtue of the sanitization of production environments. Thus, the correct handling is prevalent for the use of these waters in agriculture. Therefore, the objective was to perform the sodium balance in single doses of dairy wastewater. Conducted the experiment in PVC columns, with 0.30 m in diameter and 1.2 m depth, filled with samples of dystrophic Red Latosol distributed design, with three replications. The treatments were of mineral fertilizer in the recommended doses of 300, 310 and 200 kg ha⁻¹ year⁻¹ NPK, respectively, and four doses of DW (100, 200, 300 and 400% of the recommendation of N). The balance of the took into consideration the application of DW, absorption of Tifton 85 bermudagrass, concentration in leachate and soil before application of WD. The leaching of Na in the treatments with DW and mineral fertilization presented a variation range of 80 mg L⁻¹. The increase of Na by ARL in relation to the original soil was more than 100%. Tifton 85 bermudagrass absorbed 6.75 g kg⁻¹ Na when it received the 3915m³ha⁻¹ dose of DW.

KEYWORDS: Sodicity, Effluent Agroindustry, Tifton 85 Bermudagrass.

INTRODUÇÃO

O uso da água no processamento de alimentos gera grandes quantidades de efluentes líquidos. Dentre estes, as agroindústrias de laticínios que além de apresentarem alta carga orgânica, possuem concentrações relevantes de nutrientes eutrofizantes como nitrogênio e fósforo e sódio, este último com efeitos negativos no solo e planta quando aplicado em excesso.

As práticas de manejo das águas residuárias na disposição do solo são de extrema importância, seja para a manutenção da qualidade dos solos ou para obtenção de boas produtividades. Nesse sentido, AYERS e WESTCOT (1999), relatam que a limitação principal do uso de águas residuárias na agricultura é a sua composição química (totais de sais dissolvidos, presença de íons tóxicos e concentração relativa de sódio) e a tolerância das culturas a este tipo de efluente.

Alguns estudos relatam alterações no solo e nas plantas após aplicações de águas residuárias, como MEDEIROS et al. (2005) observaram incrementos nas concentrações de sódio trocável e um aumento da condutividade elétrica do extrato de saturação do solo (CEs), razão de adsorção de sódio (RAS) e percentagem de sódio trocável (PST) após aplicação de água residuária doméstica; OLIVEIRA et al. (2014) avaliaram o efeito da água residuária de laticínios nos atributos físico-químicos de um Argissolo Vermelho submetido a fertirrigação, e observaram elevadas concentrações de nitrogênio e fósforo, bem como incremento da concentração de sódio, indicando a necessidade de um manejo mais adequado, a fim de evitar a toxicidade das plantas e degradação física do solo. PRIOR et al. (2015) constataram produtividade de 1,64 t ha⁻¹ na dosagem de 450 m³ ha⁻¹ de água residuária de suinocultura (ARS) e 1,34 t ha⁻¹ no tratamento com adubação mineral; CIDRINI et al. (2015), trabalhando com água residuária de suinocultura verificaram decréscimo na produção de massa de matéria seca da forrageira *Pennisetum purpureum* cv. BRS Kurumi (capim elefante), nas doses acima de 300 m³ ha⁻¹ ano⁻¹.

Em função das águas residuárias de laticínios apresentam concentrações consideráveis de sódio em sua composição, advindos das etapas de limpeza e processamento de produtos, quando disposta no solo como alternativa de fertirrigação em solos cultiváveis, pode promover a salinidade do meio, alterando a dinâmica de sais no solo, nas plantas e em lixiviados, com consequências nas produtividades.

Assim, o objetivo deste trabalho é avaliar o balanço de sódio em solo cultivado após aplicações de diferentes dosagens de água residuária de laticínios.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado na Universidade Federal de Lavras, em Lavras, Minas Gerais, latitude 21°13'45"S, longitude 44°58'31"W, altitude média de 918 m e clima Cwa, (clima mesotérmico ou tropical de altitude), com inverno seco e verão chuvoso, segundo a classificação de Köppen (SÁ JUNIOR et al., 2012).

O solo utilizado no experimento foi coletado dentro da UFLA e levado para o Laboratório de Análise de Solos, no Departamento de Solos da UFLA, onde foi caracterizado segundo metodologia da EMBRAPA (2013), como observado na Tabela 1.

Tabela 1 - Caracterização física e química do solo utilizado no preenchimento das colunas.

pH _{Água}	N	P (Mehlich 1)	K	Ca	Mg	Na	H+Al	SB	CTC	V(%)	M.O	C/N
5,60	0,20	3,21	0,05	0,80	0,12	0	2,32	0,98	3,30	29,60	16,40	45/1
Solo				Argila	Silte	Areia	Areia (Grossa)		Areia (Fina)			
Lvd				60	24	16	8		8			

H+AL, K, Ca, Mg, SB, CTC em cmolc dm⁻³; V em %; N e M.O em g kg⁻¹; P (Mehlich 1) em mg dm⁻³; Argila, Silte, Areia, Areia (Grossa), Areia (Fina) em dag kg⁻¹; Lvd: latossolo vermelho escuro.

O experimento foi composto por 15 colunas de solo construídas em PVC com 0,30 m de diâmetro (área de 0,07 m²) e 1,20 m de altura. As colunas foram preenchidas, a partir da base, com 0,05 m de brita nº zero, 0,05 m de areia grossa lavada e 1,05 m de Latossolo Vermelho Escuro.

Nas colunas de solos cultivou-se a forrageira capim-Tifton 85 (*Cynodon* spp.). O experimento consistiu de cinco tratamentos, utilizando-se Água Residuária de Laticínios (ARL) provenientes de uma agroindústria de Lavras-MG, em quatro diferentes doses, e no tratamento com adubação mineral (AM). As aplicações dos tratamentos seguiram as recomendações de 300 kg ha⁻¹ano⁻¹ de nitrogênio para pastagem (CFSEMG, 1999), sendo dividida em aplicações de estabelecimento e manutenção mensal de 25 kg ha⁻¹. Na adubação mineral utilizou-se ureia, superfosfato simples e cloreto de potássio segundo as recomendações de 300, 310 e 200 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N, P e K.

As doses de ARL aplicadas mensalmente foram de 1801 m³ ha⁻¹ (A_LT₁), 3602 m³ ha⁻¹ (A_LT₂), 5403 m³ ha⁻¹ (A_LT₃) e 7203 m³ ha⁻¹ (A_LT₄). Na Tabela 2 está presente a caracterização da água residuária segundo APHA et al. (2012).

O balanço de sódio será avaliado utilizando-se as concentrações no solo, no percolado e nas plantas.

Tabela 2. Caracterização da água residuária de abatedouro suíno (ARA).

Variáveis	ARL			
	Média + DP	Mínimo	Máximo	CV (%)
pH	7,8 ± 0,3	5,2	10,5	31,3
CE (dS m ⁻¹)	3,2 ± 0,5	3,1	4,1	14,7
P (mg L ⁻¹)	16,1 ± 7,6	7,3	23	47,7
N (mg L ⁻¹)	84,8 ± 12,8	70	105	15,1
Ca (mg L ⁻¹)	83,1 ± 29,4	39,2	117,9	35,5
Mg (mg L ⁻¹)	30,7 ± 10,9	14,5	43,6	35,5
Na (mg L ⁻¹)	134 ± 21,7	116,7	164,5	16,2
K (mg L ⁻¹)	16,3 ± 7,6	9,3	28,8	46,6
RAS (mmol L) ^{-0,5}	5,9 ± 1,0	5,2	7,5	16,1

A perda total por lixiviação de sais foi quantificada através da CE do percolado, com a fórmula $M = CE \times 0,64 \times V$ (HOLANDA; AMORIM, 1997), em que:

M = Massa de sais (em g);

CE = Condutividade elétrica do percolado em (dS.m-1) e;

V = Volume percolado (em L).

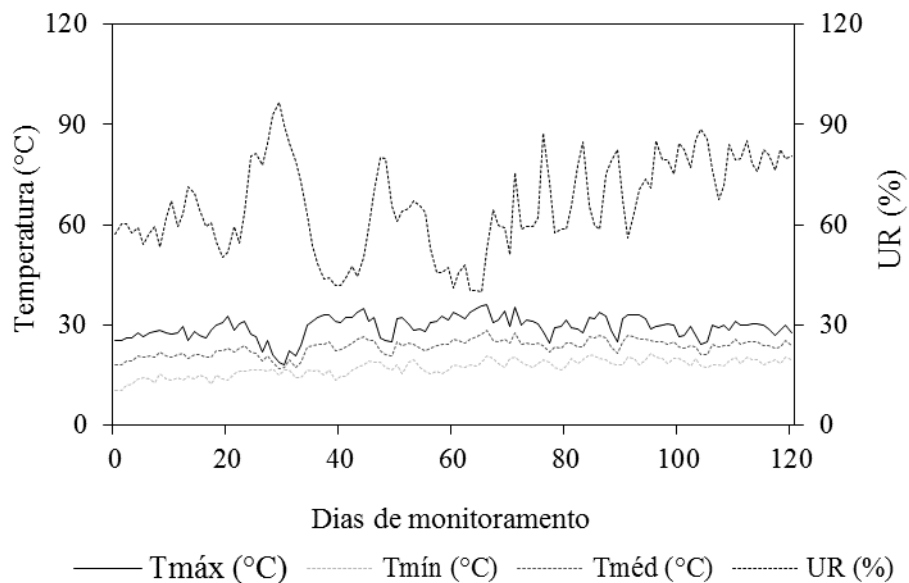


Figura 1. Temperatura máxima, média, mínima e umidade relativa da área experimental.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O balanço de sódio (Na) nas colunas que receberam os tratamentos está apresentado na Tabela 3. Observam-se que em função das dosagens crescentes de água residuária de laticínios (ARL) aplicadas nas colunas, também houve acréscimos de Na em todos os tratamentos.

-+

Observa-se que a retenção de Na no solo foi maior com as maiores dosagens, observando-se 156,35 e 151,63 mg de Na nos tratamentos A_{LT3} e A_{LT4} . Embora a maior dosagem aplicada tenha sido A_{LT4} , observa-se o solo, a extração do capim-Tifton 85 apresentaram quantidade de massa retida e absorvida menor, respectivamente, em relação ao tratamento A_{LT3} . Esta situação evidencia a possibilidade de presença de caminhos preferenciais, fato que, em partes, pode ser avaliado com o acréscimo das concentrações de Na no percolado, superior à 600 mg entre o tratamento A_{LT3} e A_{LT4} .

Os saldos de Na, relação entre entrada e retenção no solo, absorção pelo capim-Tifton 85 e lixiviação no percolado foram positivos para todos os tratamentos, exceto para tratamento controle. GARCIA et al., (2006) sustentaram que um solo com balanço negativo não pode, necessariamente, ser considerado de fertilidade inferior e, balanços neutros indicam que a quantidade de nutrientes no solo não muda, porém, a fertilidade pode ter sido alterada.

Queiroz e colaboradores (2004) estudaram doses excessivas de ARS aplicadas no cultivo de forrageiras, concluindo que os nutrientes P, K, Na e Zn aplicados com o esterco líquido de suínos, acumularam no solo, na profundidade de 0 - 0,20m, sendo recomendável um monitoramento das características químicas do solo ao longo de seu perfil e das águas subterrâneas para que se avaliem riscos de contaminação ambiental.

Tabela 3. Balanço de sódio nas colunas de solos cultivadas com capim-Tifton 85 e fertirrigadas com diferentes dosagens de ARL.

Tratamentos	Balanço de sódio (Na)				
	Entrada	Solo	capim-Tifton 85 (parte aérea)	Lixiviado	Balanço de Na
	mg de Na				
A _Q T ₀	0	14,21	21,65	94,87	-130,74
A _L T ₁	756,9	139,06	13,54	447,25	157,05
A _L T ₂	1513,79	125,62	16,02	752,25	619,90
A _L T ₃	2270,69	156,35	23,16	703,61	1387,56
A _L T ₄	3027,58	151,63	22,39	1326,63	1526,93

Observa-se na Figura 2 que houve crescimento da massa de sais percolados em função das dosagens de ARL, constatando ajuste linear com R² de 0,8178. Este montante de sais no percolado está relacionado ao crescimento do volume de percolado obtido ao longo do experimento (Figura 3), sendo intensificado nos períodos de maior precipitação e também com um adicional de 50% a mais de água, referente ao requerimento de água pelo capim-Tifton 85.

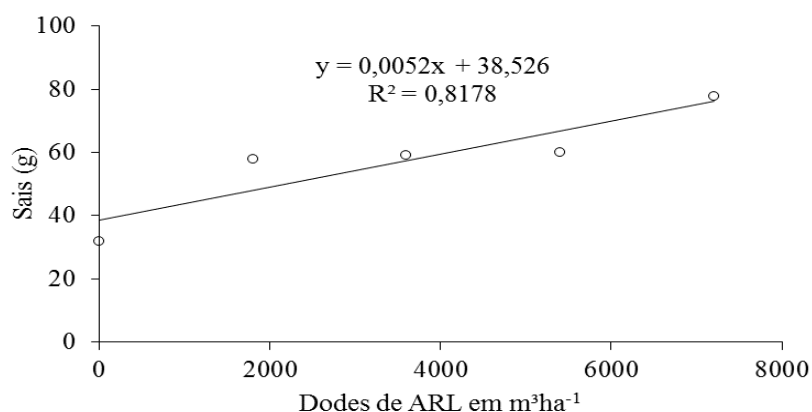


Figura 2. Lixiviação de sais nas colunas de solos em função das dosagens de ARL.

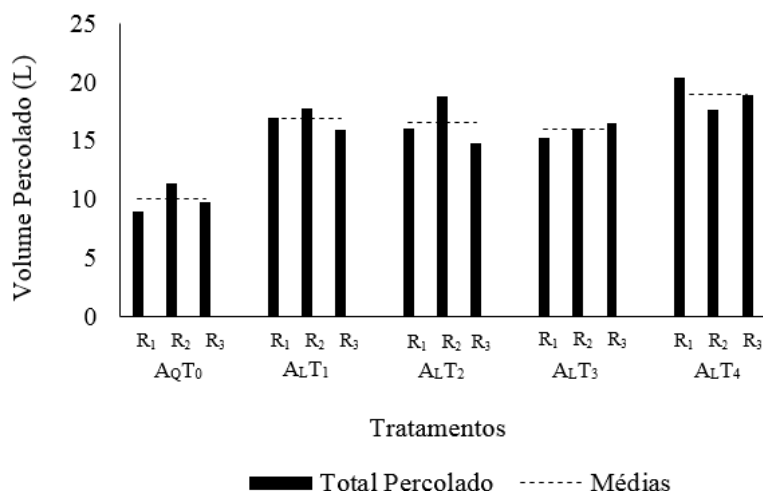


Figura 3. Volume de percolado obtido nos tratamentos ao longo do experimento.

CONCLUSÕES

O balanço de sódio foi positivo para os tratamentos com água residuária de laticínios, evidenciando que é preciso realizar um manejo mais adequado e utilização mais criteriosa de definição do parâmetro para disposição de ARL no solo.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à UFLA pelo apoio ao ensino e pesquisa, e a FAPEMIG e CAPES por todo apoio financeiro para a realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS

- 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).
- AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. Campina Grande: UFPB, 1999. 153 p. (Estudos FAO: Irrigação e drenagem, 29).
- BUSTILLO-LECOMPTE, C, F.; MEHRVAL, M. Slaughterhouse wastewater characteristics, treatment, and management in the meat processing industry: A review on trends and advances. **Journal Enviromental Management**, v. 161, n. 1, p. 287-302, 2015.
- 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 de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.15, n.8, p.823–831, 2011.
- COAVILLA, F. A.; SAMPAIO, S. C.; PEREIRA, J. O.; VILAS BOAS, M. A.; GOMES, B. M.; FIGUEIRÊDO, A. C. Lixiviação de nutrientes provenientes de águas residuárias em colunas de solo cultivados com soja. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 9, n. 4, p. 283-287, 2005. Supl.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação. Viçosa, MG, 1999. 359 p.
- DRUMMOND, L. C. D.; ZANINI, J. R.; AGUIAR, A. P. A.; RODRIGUES, G. P.; FERNANDES, A. L. T. Produção de matéria seca em pastagem de Tifton 85 irrigada com diferentes doses de dejetos líquidos de suíno. **Revista de Engenharia Agrícola**, Botucatu, v. 26, n. 2, p. 426 – 433, 2006.
- EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3 ed. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 2013. 353p.
- MEDEIROS, S. S. et al. Utilização de água residuária de origem doméstica na agricultura: Estudo das alterações químicas do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 9, n. 4, p. 603-612, 2005.
- OLIVEIRA, J. F. et al. Avaliação de sistema de tratamento de laticínio e o efeito do efluente gerado nos atributos físico-químico de um argissolo vermelho. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, MG, v. 22 n. 1, p. 58-66, 2014.
- HOLANDA, J. S.; AMORIM, J. R. A. Qualidade da água para irrigação. In: GHEYI, H. R.; QUEIROZ, J. E.; MEDEIROS, J. F. (ed). Manejo e controle da salinidade na agricultura irrigada. Campina Grande, PB: UFPB, 1997. p. 137-169.

MAGGI, C. F. et al. Lixiviação de nutrientes em solo cultivado com aplicação de água residuária de suinocultura. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 15, n. 2, p. 170-177, 2011.

SÁ JUNIOR, A.; CARVALHO, L. G.; SILVA, F. F.; ALVES, M. C. Application of the Köppen Classification for climatic zoning in the state of Minas Gerais, Brazil. **Theoretical and Applied Climatology**. v. 108, p. 1-7, 2012.