

# **FORNECIMENTO DE $\text{Ca}^{2+}$ E $\text{Mg}^{2+}$ E REDUÇÃO DE ACIDEZ TROCÁVEL E $\text{Al}^{3+}$ PELA APLICAÇÃO DE ESGOTO DOMÉSTICO**

D.C. FERREIRA<sup>1</sup>; A.A. SOARES<sup>2</sup>; J. A. R de SOUZA<sup>3</sup>; R. O. BATISTA<sup>4</sup>; M. R. VICENTE<sup>5</sup>

**RESUMO:** O uso de águas residuárias urbanas como fonte de nutrientes é uma das vantagens associada à sua utilização na agricultura, pois além de fornecer nutrientes essenciais ao crescimento das culturas, como  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$ , favorece a diminuição dos teores de  $\text{Al}^{3+}$ , e acidez trocável, além de ser fonte de água. Foram aplicadas lâminas de esgoto doméstico de 180, 350, 480 e 638 mm, para os tratamentos T2, T3, T4 e T5, respectivamente. Os elementos foram analisados em análise de rotina, mensalmente. O esgoto doméstico foi eficiente no fornecimento de  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$ , reduzindo em média a recomendação de corretivos em 15%, e também na redução do teor de  $\text{Al}^{3+}$  e da acidez trocável.

**PALAVRAS CHAVE:** Esgoto doméstico, cálcio, magnésio, fertirrigação, corretivos de solo

## **$\text{Ca}^{2+}$ AND $\text{Mg}^{2+}$ INTAKE AND REDUCTION OF EXCHANGEABLE ACIDITY AND $\text{Al}^{3+}$ CONTENTS IN SOIL FERTIGATED WITH DOMSTIC SEWAGE**

**ABSTRACT:** The use of domestic wastewater as a source of nutrients is one of the advantages linked to its usage in agriculture, because despite de fact it provides essential nutrients, such as it also helps to decrease contents of  $\text{Al}^{3+}$  and exchangeable acidity, as well it is a water source. Four domestic sewage depths of 180, 350, 480 e 638 mm were applied on the treatments T2, T3, T4 e T5, respectively. The nutrients analyses were carried out by a soil routine evaluation, monthly. The domestic sewage was efficient in providing  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$ , reducing on average, 15% of lime recommendation, and also reducing the content of  $\text{Al}^{3+}$  and the exchangeable acidity.

**KEY WORDS:** domestic sewage, calcium, magnesium, fertigation, soil lime

---

<sup>1</sup> Engº Agrônomo, Mestre em Engenharia Agrícola, DEA/UFV, Rua Afonso Pena, 120/202 Centro CEP: 36570-000, Viçosa, MG. Fone: (31) 8854-6169 e-mail: faraell@gmail.com;

<sup>2</sup> Professor Titular Eng. Agrícola, DEA/UFV;

<sup>3</sup> Doutorando em Eng. Agrícola, DEA/UFV;

<sup>4</sup> Doutorando em Eng. Agrícola, DEA/UFV

<sup>6</sup> Estudante de Agronomia, UFV

<sup>55</sup> Doutor em Eng. Agrícola, DEA/UFV.

## INTRODUÇÃO

Durante as duas últimas décadas, o uso de água residuária de esgoto doméstico para irrigação das culturas aumentou em razão de fatores como dificuldade crescente de se identificar fontes alternativas de águas para irrigação, custo elevado de fertilizantes, custos elevados dos sistemas de tratamento, entre outros (Hespanhol, 2002).

O uso de águas residuárias urbanas como fonte de nutrientes é uma das vantagens associada à sua utilização na agricultura (van der Hoek et al., 2002), pois além de ser fonte de água também fornece nutrientes essenciais ao crescimento das culturas. Fonseca (2001) e Souza (2005) reportaram que a aplicação de esgoto urbano proporcionou aporte de nutrientes a ponto de reduzir substancialmente o emprego de fertilizantes convencionais. De acordo com a USEPA (2004), a produtividade de culturas anuais foi significativamente maior com a aplicação de águas reutilizadas. León & Cavallini (1999) afirmaram que as águas residuárias são eficientes no transporte de nutrientes requeridos pelas culturas. Produtividades maiores também foram apresentadas por Hespanhol (2002), em feijão, batata, algodão, trigo e arroz.

Melhorias na fertilidade do solo, diminuição dos teores de  $\text{Al}^{3+}$  trocável, e saturação por alumínio e elevação nos teores de  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$ , da soma de bases (SB), da matéria orgânica (MO), da capacidade de troca catiônica (CTC), da saturação por bases (V) (Al-Nakshabandi et al., 1997; Falkiner e Smith, 1997; Fonseca, 2001; Jnad et. al., 2001b; Medeiros et. al., 2005; Souza, 2005) são reportados como benefícios do uso deste resíduo na agricultura.

Portanto, o objetivo deste trabalho foi quantificar o aporte de  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$  ao solo cultivado com cafeeiro fertirrigado com esgoto doméstico, bem como avaliar o papel do esgoto na redução de teores de  $\text{Al}^{3+}$  e acidez trocável.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Área Experimental de Tratamento de Resíduos (AETR), localizada na Universidade Federal de Viçosa – UFV, pertencente ao Departamento de Engenharia Agrícola – DEA. A AETR é constituída por uma estação elevatória e uma unidade de tratamento preliminar, abastecida pelo esgoto proveniente do condomínio residencial Bosque Acamari, 0,14 ha plantado com cafeeiro arábica (*Coffea arábica* L.) em 2002, variedade catuaí, cujo espaçamento é de 2,50 x 0,75 m, quatro faixas de escoamento superficial cultivadas com capim Tifton 85 do gênero *Cynodon* e uma lagoa de maturação com capacidade de armazenagem de 300m<sup>3</sup>.

O solo da área experimental, segundo Vieira (2003), é um Cambissolo Háplico Tb distrófico latossólico, com cinco horizontes, denominados: horizonte A de 0 a 0,13 m de profundidade; horizonte AB de 0,13 a 0,26 m de profundidade; horizonte BA de 0,26 a 0,48 m; horizonte B1 de 0,48 a 0,75 m; e o horizonte B2 de 0,75 a 1,00 m.

Para realização do experimento, usou-se apenas parte da AETR (unidade de tratamento preliminar e 0,14 ha de cafeeiro arábica) e infra-estrutura para aplicação de esgoto doméstico tratado de forma preliminar composta de uma linha de derivação que capta a água residuária bruta da adutora e a conduz a um filtro de areia. Após a filtração, a água residuária é armazenada em tanque com capacidade de 2.500 L, no qual há um conjunto motobomba acoplado, que possibilita a sua aplicação utilizando-se um sistema de irrigação por gotejamento, depois de passar por um filtro de disco de 1", com malha de 120 mesh e capacidade de filtração de até 5,0 m<sup>3</sup> h<sup>-1</sup>.

No presente experimento foi feita aplicação de esgoto doméstico, por um período de quatro meses, de abril a julho de 2007. As lâminas totais aplicadas em cada tratamento foram 180, 350, 480 e 638 mm, para os tratamentos T2, T3, T4 e T5, respectivamente. As lâminas diárias aplicadas variaram e foram, em média 4,85, 6,80, 6,47 e 10,62 mm nos meses de abril, maio, junho e julho, respectivamente.

Uma caracterização dos teores de nutrientes no solo foi feita no início do experimento, por meio de amostragem nas faixas de 0 – 20 , 20 – 40 e 40 – 60 cm. Foi feito caminhamento em toda a área utilizada no experimento, formando uma amostra composta para cada faixa amostrada. Durante a condução do experimento, foram retiradas amostras mensais de solo, nas três profundidades, com o objetivo de acompanhar a variação na concentração dos elementos químicos no solo das parcelas experimentais. Os teores de Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Al<sup>3+</sup> e acidez trocável foram analisados em análise e rotina de solos.

## **RESULTADOS E DISSCUSSÃO**

O aporte de Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup> foi igual a 173,24 e 49,18 Kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente para a lâmina máxima aplicada, igual a 640 mm. Também, observa-se que a concentração final de Al<sup>3+</sup> foi menor que no início do experimento (quadro 1), o que mostra que o efluente é eficiente na neutralização de Al<sup>3+</sup>, que a pHs baixos pode ser muito tóxico as cultura.

Quadro 1 – Concentração de  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$  no esgoto doméstico e teores iniciais no solo

| Concentração de elementos no esgoto |                               |                  | Profundidade | Teores iniciais no solo |                                    |                  |
|-------------------------------------|-------------------------------|------------------|--------------|-------------------------|------------------------------------|------------------|
| Mês                                 | -----mg L <sup>-1</sup> ----- |                  |              | Mg <sup>2+</sup>        | Ca <sup>2+</sup>                   | Al <sup>3+</sup> |
|                                     | Mg <sup>2+</sup>              | Ca <sup>2+</sup> | cm           | -----                   | cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> | -----            |
| Abril                               | 4,28                          | 16,53            | 0 - 20       | 0,39                    | 1                                  | 0,58             |
| Maio                                | 15,23                         | 52,8             | 20 - 40      | 0,13                    | 0,32                               | 1,25             |
| Junho                               | 5,35                          | 19,15            | 40 - 60      | 0,15                    | 0,51                               | 1,2              |
| Julho                               | 6,09                          | 21,15            |              |                         |                                    |                  |
| Médias                              | 7,74                          | 27,41            |              |                         |                                    |                  |

A aplicação de esgoto doméstico proporcionou reduções de até 26 % (quadro 2) na recomendação de calagem. Em média, uma redução de 15 % na recomendação de calagem pode significar uma considerável economia no uso de calcário, já que, geralmente, a aplicação mínima destes corretivos fica em torno de 2,5 t ha<sup>-1</sup>. Quando da utilização de calcários dolomíticos, que possuem custo mais elevado, a economia pode ser ainda maior, pois dependendo da quantidade de  $\text{Mg}^{2+}$  fornecida pelo esgoto doméstico, a correção do solo pode ser feita somente com calcários calcíticos, mais baratos.

Quadro 2 - Teores de alguns nutrientes e recomendação de calagem pela neutralização de  $\text{Al}^{3+}$ .

|          | Al <sup>3+</sup> | Ca <sup>2+</sup>                   | Mg <sup>2+</sup> | T     | T     | Va      | NC neut Al                | Redução       |
|----------|------------------|------------------------------------|------------------|-------|-------|---------|---------------------------|---------------|
|          | -----            | cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> | -----            | ----- | ----- | -- % -- | ---t ha <sup>-1</sup> --- | ----- % ----- |
| Início   | 0,87             | 0,41                               | 0,15             | 1,52  | 3,55  | 18,30   | 4,50                      | 0             |
| Final T1 | 0,78             | 0,83                               | 0,23             | 1,99  | 5,42  | 21,37   | 3,83                      | 15            |
| Final T2 | 0,58             | 0,85                               | 0,23             | 1,82  | 4,73  | 26,16   | 3,46                      | 23            |
| Final T3 | 0,54             | 0,87                               | 0,26             | 1,81  | 4,98  | 24,99   | 3,33                      | 26            |
| Final T4 | 0,64             | 0,83                               | 0,20             | 1,80  | 4,80  | 24,42   | 3,61                      | 20            |
| Final T5 | 0,74             | 0,80                               | 0,21             | 1,89  | 4,44  | 26,00   | 3,81                      | 15            |

Al<sup>3+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, t e T concentrações em cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>. Va = Índice de saturação por bases atual, em %. NC em t ha<sup>-1</sup>.

Houve também redução em todos os tratamentos, da acidez trocável (H + Al) pela aplicação do esgoto doméstico (quadro 3). No caso do tratamento T1, a calagem foi responsável pela redução dos teores de acidez trocável, mas nos demais tratamentos, o esgoto doméstico, pelo fornecimento de  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$ , teve papel importante na redução da acidez trocável. Observa-se que quanto maior a lâmina aplicada, menor acidez trocável no solo.

Quadro 3 – Teores de acidez trocável no solo no início e no final do experimento para cada tratamento

| H +AL        | T1   | T2   | T3   | T4   | T5   | Inicial |
|--------------|--|------|------|------|------|---------|
| ---- cm ---- | ----- cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> ----- |      |      |      |      |         |
| 0 – 20       | 4,21   | 3,49 | 3,71 | 3,64 | 3,29 | 4,80    |
| 20 – 40      | 3,70   | 3,08 | 3,09 | 3,24 | 3,02 | 4,50    |
| 40 – 60      | 3,27   | 2,75 | 2,75 | 2,92 | 2,79 | 4,40    |

## CONCLUSOES

O esgoto doméstico apresentou papel importante no fornecimento de  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$ , ponto de reduzir a recomendação de corretivos de solo para a cultura do cafeeiro em media até 15%, e também, o resíduo é eficiente na diminuição de teores de  $\text{Al}^{3+}$  no solo, bem como da acidez trocável.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AL-NAKSHABANDI, G. A.; SAQQAR, M. M.; SHATANAWI, M. R.; FAYYAD, M.; AL-HORANI, H. Some environmental problems associated with the use of treated wastewater for irrigation in Jordan. *Agricultural Water Management*, Amsterdam, v. 34, p. 81- 94, 1997.

FALKINER, R.A.; SMITH, C.J. Changes in soil chemistry in effluent- irrigated *Pinus radiata* and *Eucalyptus grandis*. *Australian Journal of Soil Research*, Victoria, v.35, p.131-147, 1997.

FONSECA, A.F. Disponibilidade de nitrogênio, alterações nas características químicas do solo e do milho pela aplicação de efluente de esgoto tratado. 2001. 110f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ), Piracicaba, SP, 2001.

HESPANHOL, I. Potencial de reuso de água no Brasil: agricultura, indústria, municípios, recarga de aquíferos. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, Rio de Janeiro, v. 7 n.4, p. 75-95, out./dez. 2002.

JNAD, I.; LESIKAR, B.; KENIMER, A.; SABBAGH, G. Subsurface Drip Dispersal of Residential Effluent: II. Soil Hydraulic Characteristics. *Transactions of the ASAE*. St. Joseph, v. 44(5), 2001b.

LÉON S. G.; CAVALLINI, J.M. Tratamento e uso de águas residuárias industriais. Tradução. Campina Grande: Universidade Federal da Paraíba, 110 p., 1999.

MEDEIROS, S. S., SOARES, A. A., FERREIRA, P. A., NEVES, J. C. L., MATOS, A. T.; SOUZA, J. A. A. Utilização de água residuária de origem doméstica na agricultura: Estudo das alterações químicas do solo. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, PB, v.9, n.4, p.603-612, 2005

SOUZA, J. A. A. Uso de água residuária de origem doméstica na fertirrigação do cafeeiro:

efeitos no solo e na planta. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2005.

U.S.EPA. Guidelines for water reuse. U.S. EPA, Offices of Water and Wastewater and compliance (Ed.). U.S. EPA, Washington. 2004.

VAN DER HOEK, W.; HASSAN, U.M.; ENSINK, J.H.J.; FEENSTRA, S.; RASCHIDSALLY, L.; MUNIR, S.; ASLAM, R.; ALIM, N.; HUSSAIN, R.; MATSUNO, Y. Urban wastewater: A Valuable Resource for Agriculture. A case study from Horoonabad, Institute. 2002. Pakistan. Research Report 63. Colombo, Sri Lanka: International Water Management

VIEIRA, E.O. Índices de Lixiviação e modelagem dos Transporte de Pesticidas no Solo. Tese (Doutorado em Solos) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2003.