

EFEITO DA APLICAÇÃO DE EFLUENTE DOMÉSTICO TRATADO NOS TEORES DE MICRONUTRIENTES NO SOLO

DANILO RODRIGUES MONTEIRO¹; TAINARA TÂMARA SANTIAGO SILVA²; LEDA VERONICA BENEVIDES DANTAS SILVA²; VERA LÚCIA ANTUNES DE LIMA³; CRIS LAINY MACIEL SANTOS² E HOWARD WILLIAM PEARSON⁴

¹ Graduando em Engenharia Agrícola, Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande, danilor.monteiro1@gmail.com

² Pós-graduandos em Engenharia Agrícola, Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande, tainara.eng.agri@gmail.com, ledavdantas@yahoo.com.br, cris-lainny@hotmail.com

³ Engenheira Agrícola, Prof^ª Dr^ª, Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande, antunes@deag.ufcg.edu.br

⁴ Botânico, Prof. PhD, Dpto Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Estadual da Paraíba, howard_william@uol.com.br

1 RESUMO

Os micronutrientes estão disponíveis de acordo com as características do solo e são utilizados pelas plantas em pequenas quantidades, porém sua falta pode acarretar perdas consideráveis na produção. Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo estudar as interações dos elementos presentes em águas residuais com solo. O experimento foi conduzido em casa de vegetação pertencente à Companhia de Águas e Esgotos do Estado da Paraíba (CAGEPA). Plantas de algodoeiro foram cultivadas em vasos com capacidade para 45 L de solo submetido aos tratamentos que resultaram da combinação fatorial de cinco doses de nitrogênio no substrato (0, 45, 90, 135 e 180 kg ha⁻¹) e duas qualidades de água de irrigação (Esgoto doméstico tratado em reator UASB e Esgoto doméstico tratado em reator UASB e pós-tratado em filtro de areia intermitente). Após o ciclo do algodoeiro foram coletadas amostras de solo dos vasos, as quais foram encaminhadas para laboratório a fim de se determinar os teores dos seguintes micronutrientes: cobre (Cu), boro (B), ferro (Fe), manganês (Mn) e zinco (Zn). Observou-se que, a irrigação com efluente tratado apenas em reator UASB elevou os teores dos micronutrientes cobre, boro e ferro no solo em 15%, 23,63%, 10,71%, respectivamente. O teor de manganês no solo foi beneficiado pelo nitrogênio aplicado via adubação, com cada elevação de 100 kg ha⁻¹ na dose de N resultando em acréscimo de 2,25 mg cm⁻³ no teor de Mn. Os teores de zinco no solo não foram afetados pelos tratamentos testados.

Palavras-chave: água residuária, nutrição do solo, filtro de areia intermitente.

2 INTRODUÇÃO

A agricultura moderna utiliza, aproximadamente, 1,6 bilhão de hectares (FAO, 2011) dos melhores e mais produtivos solos do planeta para o cultivo. Segundo FAO (2011), partes destas áreas estão sendo degradadas devido às práticas agrícolas que causam algum tipo de impacto ambiental negativo, dentre eles a erosão hídrica e eólica, perda de matéria orgânica, compactação do solo superficial, salinização e poluição do solo e perda de nutrientes.

Neste contexto e dentre os vários fatores de produção, ressalta-se a necessidade do uso de uma adubação equilibrada, na qual se incluem não apenas os macronutrientes primários e secundários, mas também, os micronutrientes. Embora exigidos em menores quantidades, sua carência no solo pode ser uma das causas da menor produtividade em nossas condições, pois

representaria fator limitante (BELTRÃO et al., 2010). Os micronutrientes estão disponíveis de acordo com as características do solo e são utilizados pelas plantas em pequenas quantidades, porém sua falta pode acarretar perdas consideráveis na produção.

A água residuária tem sido bastante utilizada como fertirrigação, devido seu aporte de nutrientes que trazem benefícios ao desenvolvimento das culturas. Além de contribuir efetivamente na proteção ambiental e ser uma alternativa viável no controle da demanda por água em regiões com baixa disponibilidade de recursos hídricos.

Diversos estudos comprovaram o efeito de fertilizante associado ao uso de águas residuárias em diversas culturas como o algodoeiro (ALVES et al., 2009; SILVA et al., 2013), cafeeiro (MEDEIROS et al., 2008) e na produção de mudas de plantas florestais e de mudas de hortaliças (AUGUSTO et al., 2003; OLIVEIRA et al., 2012).

Em termos de nutrição, o algodoeiro herbáceo se caracteriza como cultura altamente exigente apresentando elevada sensibilidade à deficiência de nutrientes, em especial aos macronutrientes nitrogênio, potássio, enxofre (CROZIER et al., 2008). Dentre os micronutrientes, os que causam maiores problemas à cultura algodoeira são o boro, o zinco e o manganês e, em escala menor, o cobre, o ferro e o molibdênio. Embora sejam requeridos em quantidades relativamente diminutas, a deficiência destes microelementos pode reduzir de maneira expressiva a produtividade da planta (QUAGGIO et al., 1991).

Diante do exposto este trabalho objetivou-se em estudar as interações dos elementos presentes em águas residuais com solo.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado em casa de vegetação pertencente à Companhia de Águas e Esgotos do Estado da Paraíba (CAGEPA), localizada no município de Campina Grande - PB, onde se localizam a Estação de Tratamento Biológico de Esgotos (EXTRABES) e o grupo de pesquisa do Programa de Pesquisa em Saneamento Básico (PROSAB).

Conduziu-se o experimento em vasos de 45L preenchidos com solo classificado como Luvissole crômico. As amostras de solo foram coletadas a uma profundidade de 0 a 20,0 cm, foram secas ao ar, passadas em peneira de 2,0 mm de abertura de malha e encaminhadas para caracterização química e física no Laboratório de Irrigação e Salinidade da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG através de metodologia proposta por EMBRAPA (1997).

A irrigação deu-se diariamente de acordo com a necessidade hídrica da cultura, determinada em função de seu Kc.

Os tratamentos foram dispostos em esquema fatorial 5 x 2, no delineamento em blocos casualizados, com quatro repetições. Os fatores foram constituídos por cinco doses nitrogênio no substrato (0, 45, 90, 135 e 180 kg ha⁻¹) e duas qualidades de água de irrigação (efluente tratado por meio de um reator UASB (reator anaeróbico de fluxo ascendente) e efluente tratado por reator UASB e pós-tratamento em um filtro de areia intermitente), que foram captadas da Estação de Tratamento de Esgotos situada na área experimental. A caracterização química das fontes de água utilizadas para irrigação pode ser observada na Tabela 1.

Tabela 1. Caracterização química das duas fontes de água residuária utilizadas para irrigação – efluente tratado apenas em reator UASB (UASB) e, efluente tratado em reator UASB e pós-tratado em filtro de areia intermitente (UASB + FA)

	pH	CE dS m ⁻¹	Ca	Mg	Na	K	CO ₃	HCO ₃	Cl ⁻	SO ₄	RAS *
			----- meq L ⁻¹ -----								
UASB	8,0	1,61	2,21	3,90	7,25	0,53	0,58	7,66	7,42	presente	4,14
UASB+FA	8,5	1,41	2,62	3,29	7,43	0,53	0,50	1,94	7,42	presente	4,32

$$RAS = \frac{Na}{\sqrt{\frac{Ca+Mg}{2}}}$$

*Razão de absorção de sódio

Após a coleta das plantas de algodão, amostras de solo dos vasos foram coletadas e identificadas, foram secas ao ar, passadas por peneira de 2,0 mm de abertura de malha e encaminhadas para caracterização química no Laboratório de Fertilidade do Solo do Instituto Agrônomo de Campinas.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, seguida de análise de regressão polinomial.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observa-se na Tabela 2 o resumo da análise de variância para os micronutrientes do solo cobre (Cu), boro (B), ferro (Fe), manganês (Mn) e zinco (Zn) após o cultivo do algodoeiro.

Constatou-se efeito significativo a 5% de probabilidade da qualidade de água para os micronutrientes cobre, boro e ferro, e observou-se que, em relação ao efluente pós tratado em filtro de areia, a irrigação com efluente tratado apenas em reator UASB elevou os teores desses micronutrientes no solo em 15%, 23,63% e 10,61%, respectivamente (Tabela 3). A dose de nitrogênio aplicada afetou de forma significativa apenas os teores de Mn, tendo sido observado também que a interação água e doses de nitrogênio não apresentou significância para os teores dos micronutrientes analisados.

Tabela 2. Resumo da análise de variância para os teores no solo dos micronutrientes Cobre (Cu), Boro (B), Ferro (Fe), Manganês (Mn) e Zinco (Zn) após o cultivo do algodoeiro.

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio				
		Cu	B	Fe	Mn	Zn
Qualidade de água (A)	1	0,3980*	0,2265*	103,4908*	0,1960ns	1,9936ns
Doses de Nitrogênio (D)	4	0,0716ns	0,0220ns	17,1250ns	24,2376*	0,5433ns
AxD	4	0,0306ns	0,0202ns	9,2646ns	3,3728ns	0,3570ns
Resíduo		0,0338	0,0145	10,6527	5,2441	0,2678
Total	39					
CV (%)		16,67	19,17	17,29	14,09	35,4

^{ns} não significativo e *significativo ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

Os tratamentos não acarretaram em diferenças significativas nos teores de zinco no solo após o cultivo do algodoeiro (Tabela 2). SILVA (1999) comenta que o zinco foi estudado em diversas oportunidades, porém raramente mostrou resultados significativos. ROSOLEM

(2001) comenta que na literatura são poucas as referências quanto à adubação de zinco na cultura do algodão.

Observa-se que a quantidade de boro tem o menor teor encontrado comparando-se com os outros micronutrientes analisados (Tabela 3). Porém, ao longo do experimento não foram observados sintomas de deficiência de boro nas folhas de algodoeiro, podendo assim afirmar que o B presente no solo foi suficiente para nutrir a planta.

Tabela 3. Efeito da aplicação de diferentes águas residuais nos teores médios de Cobre (Cu), Boro (B), Ferro (Fe), Manganês (Mn) e Zinco (Zn) após o cultivo do algodoeiro.

Fonte de água aplicada	Valores médios				
	Cu	B	Fe	Mn	Zn
	----- (mg dm ⁻³) -----				
UASB	1,15 a	0,68 a	19,12 a	16,29 a	1,48 a
UASB + FA	1,00 b	0,55 b	17,27 b	16,18 a	1,16 a

Em cada coluna médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a nível de 5 % de probabilidade.

Com relação aos teores de Fe no solo, observou-se que foram afetados pela qualidade da água de irrigação (Tabela 2), notando-se teores maiores de Fe quando foi utilizado efluente tratado apenas em reator UASB (Tabela 3). Em alguns estudos têm sido constatado a ocorrência de aumento na disponibilidade de Fe no solo devido à irrigação com esgotos tratados, no entanto, isto geralmente ocorre ou devido à elevada concentração do micronutriente no efluente e/ou em condições de solo neutro ou ligeiramente alcalino, onde a aplicação da água residuária acarreta em diminuição no pH do solo, elevando a disponibilidade de micronutrientes catiônicos (FONSECA, 2005).

Em relação a interação dose de nitrogênio e águas residuárias, não foram constatadas diferenças significativas (Tabela 2).

No que diz respeito ao zinco, o emprego do efluente tratado apenas no reator UASB, quando comparado com o efluente doméstico tratado em reator UASB e pós-tratado em filtro de areia intermitente, proporcionou uma leve redução nos teores médios do nutriente no solo (Tabela 3). Em outros estudos nos quais se avaliou os efeitos das águas residuárias no solo foram obtidas respostas semelhantes com relação aos teores de Zn disponível no solo, tendo sido verificado redução (PALIWAL et al., 1998), elevação (AL-NAKSHABANDI et al., 1997; ADEKALU e OKUNADE, 2002) ou inalteração (MOHAMMAD e MAZAHREH, 2003; WANG et al., 2003; FONSECA, 2005) nos teores do referido micronutriente no solo em função da aplicação de águas residuárias.

Pesquisas realizadas utilizando águas residuárias para irrigação obtiveram como resposta teores de Manganês que não foi verificada diferença significativa no teor do referido micronutriente entre os tratamentos irrigados com efluente de esgoto e água potável (AZEVEDO, 2004; FONSECA, 2005; DUARTE, 2006). Porém, em estudos realizados por ADEKALU e OKUNADE (2002) na Nigéria e por MOHAMMAD e MAZAHREH (2003) na Jordânia, foi observado que a aplicação de águas residuárias contribuiu para o aumento de Mn trocável no solo após o cultivo. Convém, contudo, ressaltar que, assim como para os outros elementos, os teores de manganês e o acúmulo deste nutriente no solo dependem diretamente da concentração do metal na água aplicada, do tipo de solo cultivado, da lâmina de água aplicada e do período de aplicação (DUARTE, 2006).

No que diz respeito às doses crescentes de nitrogênio aplicadas, pode ser observado na Figura 1 que as mesmas proporcionaram um incremento linear nos teores de Mn do solo ao final do experimento. Dessa forma, o teor de manganês no solo foi beneficiado pelo

nitrogênio aplicado via adubação, com cada elevação de 100 kg ha^{-1} na dose de N resultando em acréscimo de $2,25 \text{ mg cm}^{-3}$ no teor de Mn.

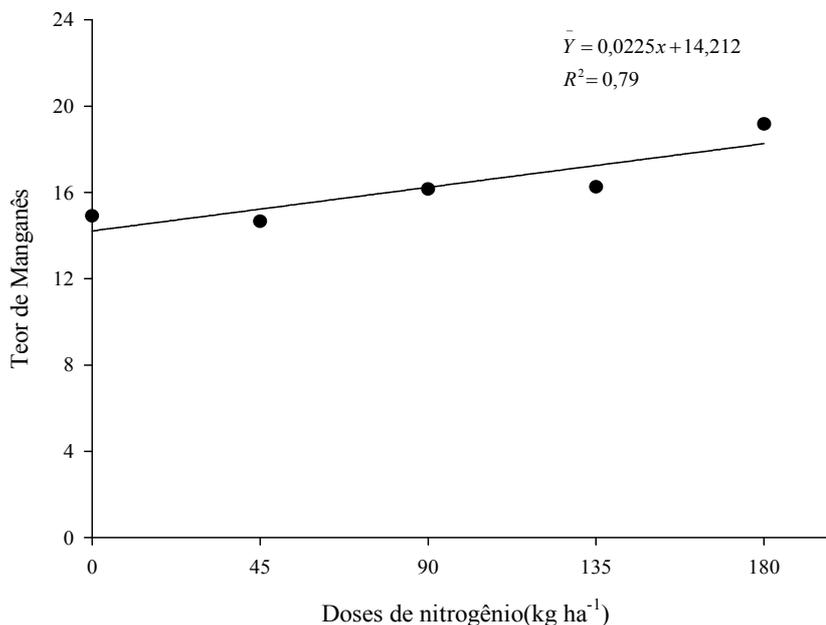


Figura 1. Teor de Manganês no solo (mg dm^{-3}) em função da dose de nitrogênio aplicada.

5 CONCLUSÕES

Em relação ao efluente pós-tratado em filtro de areia, a irrigação com o efluente tratado apenas em reator UASB contribuiu para a elevação dos teores de cobre e boro no solo após o cultivo do algodoeiro.

As doses de nitrogênio, aplicadas via adubação, elevaram os teores de manganês no solo.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADEKALU, K. O.; OKUNADE, D. A. Effects of pond water and sewage effluent treatments on yield and nutrient uptake of maize (*Zea mays* L.). **Tropical Agriculture**, v.79, p.120-124, 2002.

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.

ALVES, W. W. A.; AZEVEDO, C. A. V. de; DANTAS NETO, J.; SOUSA, J. T. de; LIMA, V. L. A. de; Águas residuárias e nitrogênio: efeito na cultura do algodão marrom. **Revista Verde**, v.4, n.1, p. 16 – 23, 2009.

AUGUSTO, D. C. C.; GUERRINI, I. A.; ENGEL, V. L.; ROUSSEAU, G. X. Utilização de esgotos domésticos tratados através de um sistema biológico na produção de mudas de *Croton*

floribundus Spreng. (Capixingui) e *Copaifera langsdorfii* Desf. (Copaíba). **Revista Árvore**, v.27, n.3, p.335-342, 2003.

AZEVEDO, L. P. **Avaliação da qualidade microbiológica e da produção de alface americana sob diferentes sistemas de irrigação utilizando águas residuárias**. 2004, 77p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2004.

BELTRÃO, N. E. de M.; VALE, L. S. do; MARQUES, L. F.; CARDOSO, G. D.; SILVA, F. V. de F. Fontes e modos de aplicação de boro no algodoeiro herbáceo. **Revista Verde**, v.5, n.5 (Número Especial) p. 001 – 007, 2010.

CROZIER, C. R. Fertilization. In: 2008 Cotton Information. North Carolina: North Carolina State University, 2008. Disponível em:<http://ipm.ncsu.edu/Production_Guides/Cotton/contents.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2013.

DUARTE, A. S. **Reuso de água residuária tratada na irrigação da cultura do pimentão (*Capsicum annun L.*)**. 2006. 187f. Tese de Doutorado, Doutorado em Agronomia - Área de concentração em Irrigação e Drenagem, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de métodos de análise do solo**. 2. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA - Centro Nacional de Pesquisa de Solos. p. 247, 1997.

FAO (Food and Agriculture Organization of United Nations). **State of the World's Land and Water Resources for Food and Agriculture**. Summary report. 47f. Roma, 2011.

FONSECA, A. F.; MELFI, A. J.; MONTES, C. R. Maize growth and changes in soil fertility after irrigation with treated sewage effluent. II. Soil acidity, exchangeable cations, and sulfur, boron, and heavy metals availability. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v.36, p.1983-2003, 2005.

MEDEIROS, S. S.; SOARES, A. A.; FERREIRA, P. A.; NEVES, J. C. L.; SOUZA, J. A. A. Utilização de água residuária de origem doméstica na agricultura: Estudo do estado nutricional do cafeeiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.12, n.2, p.109-115. 2008.

MOHAMMAD, M. J.; MAZAHREH, N. Changes in soil fertility parameters in response to irrigation of forage crops with secondary treated wastewater. **Communications in soil science and plant analysis**, v.34, n.9/10, p.1281-1294, 2003.

OLIVEIRA, J. F. de; ALVES, S. M. C.; FERREIRA NETO, M.; OLIVEIRA R. B. de. Efeito da água residuária de esgoto doméstico tratado na produção de mudas de pimenta cambuci e quiabo. **Enciclopédia biosfera**, Centro Científico Conhecer, v.8, n.14; p. 442, 2012.

PALIWAL, K.; KARUNAICHAMY, K.S.T.K.; ANATHAVALLI, M. Effect of sewage water irrigations on growth performance, biomass and nutrient accumulation in *Hardwickia binata* under nursery conditions. **Bioresource Technology**, v.66, p. 105-111, 1998.

QUAGGIO, J. A.; SILVA, N. M. da; BERTON, R. S. Cultura Oleaginosas. In: SIMPÓSIO SOBRE MICRONUTRIENTES NA AGRICULTURA, 1., Jaboticabal, 1988. **Anais...** Piracicaba: Potafos/CNPq, 1991. p. 445-484.

ROSOLEM, C. A. **Problemas em nutrição mineral, calagem e adubação do algodoeiro**. n. 95. Piracicaba: Potafos, 2001. 21p. (Informações Agronômicas, 95).

SILVA, L. V. B. D.; LIMA, V. L. A.; SILVA, V. N. B.; SOFIATTI, V.; PEREIRA, T. L. P. Torta de mamona residual e irrigação com efluente sobre crescimento e produção de algodoeiro herbáceo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.17, n.12, p.1264-1270, 2013.

SILVA, N. M. Nutrição mineral e adubação do algodoeiro no Brasil. In: CIA, E.; FREIRE, E. C.; SANTOS, W. J., eds. **Cultura do Algodoeiro**. Piracicaba. Potafós. 1999. p. 57-92

WANG, Z.; CHANG, A. C.; WU, L.; CROWLEY, D. Assessing the soil quality of long-term reclaimed wastewater-irrigated cropland. **Geoderma**, Amsterdam, v.114, p.261-278, 2003.