

Utilização de água residuária de origem da agroindústria no cultivo de cafeeiro: Estudo das alterações químicas do solo

Ivan Carlos Carreiro Almeida^I, Mauro Franco Castro Mota^{II}, Vinícius Lopes Melo^{II}, Tais Carvalho Camelo^{III}, José Alberto Alves de Souza^I.

^(I)Professores do Departamento de Ciências Agrárias do IFNMG - *campus* Januária. Fazenda São Geraldo s/n. Estrada Geral Januária, Km 06, Bairro Bom Jardim, CEP: 39480-000 Januária - MG. Fone: 38-3629-4661. E-mails: ivancarreiro@yahoo.com.br/albertojanauaba@gmail.com

^(II)Acadêmicos do curso de Agronomia do IFNMG - *campus* Januária; e-mail: maurofrancocastro@yahoo.com.br

^(III)Acadêmica do curso de Engenharia Agrícola e Ambiental da UFMG - *campus* Montes Claros

RESUMO: Dentre as tecnologias disponíveis para o tratamento de água residuária ou destino final dos efluentes líquidos, destaca-se o método de disposição de água no solo (DAS), que vem sendo utilizada em grande escala, principalmente em regiões áridas e semiáridas. Neste contexto, este trabalho teve como objetivo principal investigar as principais alterações químicas do solo cultivado com cafeeiro e irrigado com água residuária – AR, comparado com solo irrigado com água convencional - AC. O experimento foi implantado no setor de horticultura do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Norte de Minas- *campus* Januária - IFNMG. Experimento foi constituído de dois tratamentos: 1 - manejo convencional irrigado com água convencional (AC) e adubado segundo a recomendação da CFSEMG (1999), para a cultura do café; e 2 - irrigação com água residuária (AR) sem adubação. Foram avaliados: o aporte de nutrientes (P, K⁺, Na⁺) e os efeitos sobre o pH e matéria orgânica (MO), pelos tratamentos nas faixas de profundidade do solo (0 – 0,20; 0,20 – 0,40 e 0,40 – 0,60 m). Os resultados obtidos permitiram concluir que a utilização de água residuária de origem da agroindústria foi mais efetiva na melhoria da fertilidade do solo para os nutrientes analisados e não apresentou restrição quanto à presença de Na⁺ em níveis tóxicos no solo.

Palavras-chave: nutrição de plantas, efluentes, fertirrigação

INTRODUÇÃO

O Brasil possui cerca de 12% da água doce do planeta, mas ela é mal distribuída, com os maiores volumes nas regiões de baixa densidade demográfica. Além disso, há comprometimento da sua qualidade, principalmente nas regiões próximas aos grandes centros (Souza, 2005). Na região semiárida brasileira, justamente onde a irrigação é imprescindível, há grande escassez de água de boa qualidade.

No Brasil, a cultura de reuso de água ainda é incipiente. Apesar de ser uma prática utilizada há vários anos (reuso não planejado), sua utilização sofre preconceito de parte do público. Experiências nacionais e internacionais têm demonstrado tendência à expansão do reuso no Brasil, para fins diversos, especialmente para a irrigação, cabendo, ao setor público, regulamentar e fiscalizar a atividade, coibindo abusos de seus praticantes; e à pesquisa, a definição de parâmetros técnicos para garantir o uso adequado e seguro dessa técnica. O objetivo geral deste trabalho é avaliar a viabilidade do uso de águas residuárias provenientes de agroindústria, na produção de café Conilon (*Coffea canephora*), analisando-se os seus efeitos socioambientais, de modo a proporcionar benefícios econômicos, com sustentabilidade ambiental, para os produtores rurais, principalmente para a agricultura familiar.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Instituto Federal do Norte de Minas Gerais – Campus Januária, MG- cujas coordenadas geográficas são: 44° 22' 42" de longitude W e 15° 28' 54" de latitude S e altitude de 473 m. O clima é do tipo Aw, caracterizado por uma estação seca durante o inverno, de acordo classificação climática de Köppen (Köppen, 1948). A temperatura média anual é de 24,5° C e a precipitação média anual de 950 mm. A fitogeografia da região é classificada como zona de transição cerrado-caatinga. O solo é classificado como Neossolo Quartzarênico eutrófico com relevo caracterizado como plano. A unidade é abastecida com água residuária proveniente da agroindústria do Instituto Federal do Norte de Minas Gerais - campus Januária, conjugada com um sistema de irrigação localizada que permite a aplicação do efluente ao cafeeiro (Conilon Vitória). O café foi implantado no espaçamento 3 x 1 m. Foram dispostas 240 plantas, sendo 12 clones do café Conilon (Conilon Vitória). A unidade foi composta por um reservatório onde a água residuária foi

armazenada, passando por um filtro de areia, para ser filtrada. Após a filtragem, a água residuária foi armazenada num tanque com a capacidade de 5 m³, o qual possui um sistema de motobomba utilizado em sistema de irrigação localizada após filtragem da água em filtro de disco. As plantas foram irrigadas diariamente com a água residuária e com água de boa qualidade de acordo com os tratamentos. Os tratamentos avaliados foram: manejo convencional – MC (T₁), com irrigação com água convencional (AC) e adubação segundo a recomendação CFSEMG (1999) para a cultura do café; e manejo água residuária – MR (T₂) irrigado com água residuária AR e sem adubação. O período de monitoramento das alterações químicas do solo foi de 365 dias, realizando-se, a cada trimestre, coleta de amostras de solo. Elas foram coletadas paralelamente à linha de plantio, nos dois lados da planta, distante 0,10 m do caule do cafeeiro, em quatro plantas centrais de cada unidade experimental, com o auxílio de um trado tipo rosca, nas faixas de profundidade de 0 – 20; 20 – 40 e 40 – 60 cm. Nas amostras de solo foram determinados os valores de pH, K⁺, Na⁺ e matéria orgânica (MO).

Os dados estatísticos foram analisados para cada tempo 0, 120, 240 e 360 dias nas faixas de profundidade de 0 – 0,20; 0,20 – 0,40 e 0,40 – 0,60 m, em função do tipo de manejo adotado (AC e AR); de início, realizou-se a análise de variância para cada atributo monitorado em cada tempo. Com base no modelo estatístico, realizou-se o desdobramento da interação tratamento x faixa de profundidade, no sentido de se estudar os efeitos dos tratamentos (AC e AR) em cada faixa de profundidade; contudo, ajustaram-se equações de regressão aos dados coletados, em função dos tratamentos em cada faixa de profundidade e em cada tempo.

Para as análises estatísticas, utilizou-se o software SAEG 5.0 (FUNARBE, 2007).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observaram-se, em geral, os modelos de regressão ajustados aos atributos químicos do solo em função da profundidade, apresentaram alta capacidade preditiva ($R^2 > 0,80$) para descrever o seu comportamento no perfil do solo, após 360 dias da adoção dos manejos convencional e com água residuária filtrada (**Tabela 1**)

Foi observado que a água residuária aumentou significativamente o pH do solo nas profundidades de 0-0,2 e 0,2-0,4 m durante o período de monitoramento, elevando o pH para uma faixa muito alta (pH > 7) (CFSEMG, 1999), o que pode ser atribuído a característica alcalina da

água residuária (pH médio 7,37). No manejo AC não foi observado aumento significativo do pH em todas as camadas, (**Tabela 1**) apesar da água utilizada geralmente elevar o pH devido a presença de carbonato de cálcio (CaCO₃), isso não aconteceu possivelmente devido a aplicação de sulfato de amônio (NH₄⁺) como fonte de nitrogênio que, após o processo de nitrificação libera H⁺ no sistema, elevando a acidez do solo.

A concentração de K⁺ no solo aumentou em resposta à adoção dos manejos com AR e AC em todas as camadas durante o período monitorado (**Tabela 1**). No manejo AR o aumento se deu devido à concentração elevada de K⁺ na água residuária (média 35,4 mg L⁻¹). No manejo a AC o aumento se deu devido à aplicação de cloreto de potássio como fonte de K⁺ para o cafeeiro. Os resultados encontrados na literatura

Tabela 1. Equações de regressão para pH, K, P, Na⁺ e MO no solo em diferentes profundidade do solo em função da aplicação de água residuária e água convencional

Var	Pf.(cm)	Trat.	Equação	R ²
pH	0-20	AC	Y=Y=7,13	R ² =0,85
		AR	Y= 6,49 + 0,00327* X	
	20-40	AC	Y=Y=7,09	R ² =0,99
		AR	Y=4,82 + 0,2762* X ^{0,5} - 0,007181*X	
	40-60	AC	Y=Y=7,09	
		AR	Y=Y=6,96	
K ⁺	0-20	AC	Y=42,58 + 0,1782**X	R ² =0,98
		AR	Y= 54,17 + 0,1815** X	R ² =0,96
	20-40	AC	Y=37,71 + 0,1028** X	R ² =0,91
		AR	Y= 43,57 + 0,0962**X	R ² =0,87
	40-60	AC	Y=39,17 + 0,1028** X	R ² =0,90
		AR	Y= 41,17 + 0,1040**X	R ² =0,86
P	0-20	AC	Y= Y=59,02	R ² =0,93
		AR	Y= 25,79+ 0,1409**X	
	20-40	AC	Y=Y=73,07	R ² =0,97
		AR	Y= 51,52 + 0,1246**X	
	40-60	AC	Y=Y=100,9	R ² =0,93
		AR	Y= 70,84 + 0,1119**X	
Na ⁺	0-20	AC	Y=Y=0,201	R ² =0,93
		AR	Y= 0,3650 + 0,001060** X	
	20-40	AC	Y=Y=0,1943	R ² =0,97
		AR	Y= 0,0237 + 0,00086**X	
	40-60	AC	Y=Y=0,1935	R ² =0,93
		AR	Y= 0,0488 + 0,000674**X	
MO	0-20	AC	Y= 0,7054 - 0,001417* X	R ² =0,92
		AR	Y= 0,8090 - 0,00158*X	R ² =0,90
	20-40	AC	Y=Y=0,2746	
		AR	Y=Y=0,3589	
	40-60	AC	Y=Y=0,1653	
		AR	Y=Y= 0,200	

Var. = Variáveis; Pf = profundidade; Trat = tratamentos; AC = água convencional; AR = água residuária; R² coeficiente de regressão; * pouco, **mediano e ***altamente significativo a P<0,05.

são divergentes. Stewart et al. (1990) observaram que a aplicação de água residuária de origem agroindústria tratada ocasionou diminuição do teor de K^+ , enquanto Cromer et al. (1984) e Al-Nakshabandi et al. (1997) verificaram a ocorrência de aumento na concentração de K^+ trocável; acredita-se que a o aumento é diretamente influenciado pela cultura e pelo efluente utilizado, pois se a exigência da cultura for alta, dificilmente não será observado aumento significativo no teor K^+ .

No que se refere à concentração de P disponível no solo (**Tabela 1**), o manejo AR aumentou significativamente em todas as faixas de profundidade. Estes aumentos nos teores de P são corroborados por outros pesquisadores (Al-Nakshabandi et al., 1997) que utilizaram efluentes domésticos para a irrigação de culturas agrícolas. No manejo AC não foi observado diferenças estatísticas nas concentrações de P durante o período monitorado, apesar da aplicação de P no plantio do cafeeiro, o que pode ser atribuído a baixa mobilidade do nutriente no solo e a absorção pelas as plantas, no entanto o P do efluente apresentou maior mobilidade no solo, pois o este tem baixo poder tampão ($Prem > 40 \text{ mgL}^{-1}$) se o solo fosse argiloso possivelmente isto não ocorreria.

A adoção do manejo AR aumentou a concentração de Na^+ trocável no solo, durante o período monitorado e em todas as profundidades avaliadas (Figura 4) esse aumento se deu devido a alta concentração de sódio na água residuária, (média $36,8 \text{ mg L}^{-1}$) (**Tabela 1**) e sua alta mobilidade no perfil do solo. No manejo AC não observou diferença estatística durante o período monitorado, no entanto é possível observar uma leve queda no teor de Na^+ trocável na solução do solo devido à aplicação de laminas de água que faz com que o elemento seja lixiviado para as camadas mais profundas.

Fonseca, (2001) observaram aumento na concentração de sódio devido à aplicação de água residuária, e o aumento é diretamente influenciado pela concentração no efluente.

A matéria orgânica (M.O) decresceu significativamente na camada de 0-0,20 m nos dois tratamentos AR e AC (**Tabela 1**), este decréscimo pode ser atribuído ao aumento do pH e a adição de N via adubação no manejo AC e ao N contido na água residuária, o que favoreceu a atividade microbiana acelerando a degradação da M.O, nas camadas de 0,2-0,4 e 0,4-0,6 m não houve diferença estatística durante o período monitorado nos dois tratamentos.

CONCLUSÕES

A implantação do manejo AR foi mais efetiva na melhoria da fertilidade do solo que o manejo AC para os atributos químicos analisados.

Aplicação de água residuária de origem da agroindústria no solo proporcionou no solo, aumento no pH e nas concentrações de P e K.

Os impactos negativos verificados no solo em decorrência do manejo AR foi o incremento nas concentrações de Na^+ trocável que podem causar toxidez as plantas.

AGRADECIMENTOS

À FAPEMIG, pela concessão de recursos financeiros para execução dos trabalhos.

Ao IFNMG pela disponibilização das estruturas necessárias a implantação do experimento.

REFERÊNCIAS

- AL-NAKSHABANDI, G.A.; SAQ QAR, 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, n.1, p.81-94, 1997.
- CROMER, R.N.; TOMPKINS, D.; BARR, N.J.; HOPMANS, P. Irrigation of Monterey pine with wastewater: effect on soil chemistry and ground water composition. *Journal of Environmental Quality*, Madison, v.13, n.4, p.539-542, 1984.
- FONSECA, A.F. Disponibilidade de nitrogênio, alterações nas características químicas do solo e do milho pela aplicação de efluente de esgoto tratado. 110 p. (Dissertação Mestrado) - Piracicaba: ESALQ, 2001.
- FUNARBE. SAEG – Sistema para análises estatísticas – versão 5.0. Viçosa: Fundação Arthur Bernardes. 2007. 80p.
- RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVARES V., V.H.; COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. Recomendações para o uso de corretivo e fertilizantes em Minas Gerais. - 5ª aproximação, Viçosa :UFV 359 p, 1999.