



Nutrição do cafeeiro sob fertirrigação com água residuária de origem urbana

José A. A. de Souza¹; Salomão de S. Medeiros²; Antônio A. Soares¹;
Márcio M. Ramos¹; Júlio C. L. Neves³ & José A. de Souza⁴

¹ DEA/UFV, CEP 36571-000, Viçosa, MG. E-mail: albertojanauba@gmail.com; aasoares@ufv.br; mmramos@ufv.br

² DEAg/UFCG, CEP 58.109-085, Campina Grande, PB. E-mail: salommao@gmail.com

³ DPS/UFV. E-mail: julion2003@gmail.com

⁴ Agronomia/UFV, CEP 36571-000, Viçosa, MG. E-mail: adinansouza@yahoo.com.br

Protocolo 81

Resumo: O objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos da fertirrigação com água residuária de origem urbana bruta, aplicada via gotejamento e sem adubação química, sobre a nutrição do café arábica (*Coffea arabica.*); comparado com a irrigação com água doce mais adubação convencional, o experimento foi conduzido na Unidade Piloto de Tratamento de Água Residuária e Agricultura Irrigada, no campus da UFV, durante 18 meses. Cinco foram os tratamentos fertirrigados (MR's) com cinco lâminas de água residuária (406, 515, 798, 924 e 1071 mm) e um irrigado com água doce mais adubação e calagem (MC). Avaliaram-se os teores de macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg e S) nas folhas do cafeeiro, ao longo do tempo, em seis análises trimestrais. Os resultados demonstraram que: O MR apresentou maior teor de Mg que o MC, durante todo o período avaliado e de Ca e P durante os primeiros 12 meses; os teores de N e S não diferiram entre os tratamentos, e o teor de K no MC foi sempre superior ao do MR.

Palavras-chave: reúso, nutrientes, cafeicultura irrigada

Nutrition of coffee plants under fertirrigation with urban wastewater

Abstract: This study aimed to evaluate the effects on nutrition of Arabic coffee (*Coffea Arabica*) by fertirrigation using a drip irrigation system with untreated urban wastewater (UW), without application of chemical fertilizers; confronted with irrigation using fresh water (FW) with chemical fertilizers; The study was carried out at the Experimental Unit of Wastewater Treatment and Irrigated Agriculture, of UFV, during 18 months. The fertirrigated treatments (MR's) consisted of five depths of UW (406, 515, 798, 924 e 1071 mm). FW with fertilization (MC) was used in another treatment. The nutrient (N, P, K, Ca, Mg e S) contents of the leaf were evaluated every three months. The results obtained showed that: the MR presented Mg content of the leaves always higher than MC and contents of Ca and P during the first 12 months. There was no difference in N and S contents of the leaves for the MR's and MC treatments and the K content of the leaf for MC was higher than for MR.

Key words: reuse, wastewater, nutrients, irrigated coffee crop

INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural finito e essencial à vida, ao desenvolvimento econômico e ao bem-estar social. Embora o Brasil possua água em abundância, esta se encontra mal distribuída, com os maiores volumes ocupando as regiões de baixa densidade demográfica. Além disso, há comprometimento da sua qualidade, principalmente nas regiões próximas aos grandes centros.

No Brasil, as políticas públicas de saneamento básico priorizaram a construção dos sistemas de coleta, relegando ao segundo plano, talvez devido ao custo elevado, o tratamento dos resíduos coletados. 41,6% dos municípios brasileiros coletam esgoto, mas apenas 14,1% tratam os esgotos coletados (IBGE, 2000). O restante despeja os resíduos não tratados diretamente nos corpos hídricos.

A irrigação, por ser uma técnica de alto custo, só é possível em lavouras altamente produtivas. Entre os insumos importantes

para a produtividade, estão os fertilizantes. Os processos de tratamento de água residuária naturais, dentre eles o método denominado disposição de água no solo (DAS), apresentam a vantagem de utilizarem o sistema solo-planta-microrganismos e a radiação solar como reatores para depuração dos resíduos, com baixo custo, além da possibilidade de ganhos econômicos pela utilização da água residuária também como fertilizante orgânico.

Segundo van der Hoek et al. (2002), as maiores vantagens do aproveitamento da água residuária, são: conservação da água disponível, sua grande disponibilidade, possibilitar o aporte e a reciclagem de nutrientes (reduzindo a necessidade de fertilizantes químicos) e concorrer para preservação do meio ambiente. Al-Nakshabandi et al. (1997) constataram aumento nas concentrações de nitrogênio, fósforo, potássio, sódio, cálcio e magnésio, nas folhas e nos frutos de berinjela, em razão da fertirrigação com esgoto sanitário tratado.

Apesar das vantagens do uso da água residuária na agricultura, sua utilização de maneira inadequada pode trazer alguns riscos às plantas, como desfolhação e queimaduras nas folhas de culturas sensíveis, devido à aplicação de águas com elevados teores de sódio e cloreto, via aspersão (Ayers & Westcot, 1991).

Sendo assim, há necessidade de se investigar mais a respeito das conseqüências do uso da água residuária na agricultura sobre o sistema solo-planta-microrganismos e sobre o meio-ambiente, de forma que se possa estabelecer critérios de manejo que visem à sustentabilidade técnica e ambiental desta tecnologia.

Neste sentido, o trabalho objetivou investigar o efeito da fertirrigação com água residuária de origem urbana, filtrada, sobre o estado nutricional do cafeeiro, além de comparar os resultados com aqueles obtidos com o manejo com irrigação com água doce e adubação convencional.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Unidade Piloto de Tratamento de Água Residuária e Agricultura Irrigada, localizada na Universidade Federal de Viçosa – UFV, pertencente ao Departamento de Engenharia Agrícola – DEA. A Unidade é constituída por uma estação elevatória e uma unidade de tratamento de água residuária de origem doméstica (abastecida pelo esgoto proveniente do condomínio Bosque Acamari) conjugada a um sistema de irrigação localizada por gotejamento, o qual possibilita a aplicação do efluente em uma área de 0,14 ha de cafeeiro arábica (variedade Catuai) com quatro anos de idade, cujo espaçamento é de 2,5 m entre linhas de plantio e 0,75 m entre plantas.

A classificação do solo da área experimental, segundo Vieira (2003), é um Cambissolo Háptico Tb distrófico latossólico.

Na realização do experimento usou-se parte da Unidade Piloto, na qual se montou uma infra-estrutura para aplicação da água residuária, procedente do esgoto urbano (Figura 1). A infra-estrutura se compõe de uma linha de derivação que capta a água residuária da adutora e a conduz a um filtro de areia, para ser filtrada; após a filtração, a água residuária é armazenada em um tanque com capacidade de 2.500 L, o qual



Figura 1. Infra-estrutura montada para aplicação da água residuária filtrada, à esquerda, e detalhe das três linhas de plantio, à direita

possui um sistema de motobomba acoplado, possibilitando a sua aplicação através de um sistema de irrigação por gotejamento, após filtrada novamente, por um filtro de disco.

O delineamento experimental foi montado em blocos casualizados, com seis tratamentos e três repetições, totalizando 18 unidades experimentais, com oito plantas cada uma, ocupando uma área de 15 m². Os manejos adotados foram: convencional (MC), com irrigação com água doce, adubação mais calagem e manejo com água residuária (MR), com aplicação de cinco diferentes lâminas.

No início do experimento (dezembro de 2003), o MC recebeu calagem e adubação convencional, com base na análise química do solo, seguindo-se a Recomendação para uso de corretivos e fertilizantes do estado de Minas Gerais – 5ª aproximação (Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999), considerando uma expectativa de produtividade de 30 a 40 sc ha⁻¹.

A calagem foi realizada com base no método da neutralização do Al³⁺ e da elevação dos teores de Ca²⁺ e Mg²⁺ aplicando-se de uma só vez, 1.000 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de calcário PRNT 65% em linha contínua, abaixo da saia do cafeeiro. Na adubação aplicaram-se 50 kg ha⁻¹ de P₂O₅, e 300 kg ha⁻¹ de N e de K₂O.

Em dezembro de 2004 o MC recebeu, também, 63 kg ha⁻¹ de P₂O₅, 500 kg ha⁻¹ de N e 400 kg ha⁻¹ de K₂O, em duas parcelas iguais, com intervalos de 30 dias, considerando-se uma produtividade estimada acima de 50 sc ha⁻¹. A fonte de P₂O₅

utilizada foi o superfosfato simples, a de N utilizada foi o sulfato de amônia e a de K_2O , o cloreto de potássio.

Realizou-se a irrigação no MC com base na evapotranspiração do cafeeiro, sendo que, ao final do experimento e após 540 dias, a lâmina acumulada foi de 341 mm.

No MR, o critério adotado na definição das lâminas de água residuária de origem doméstica seguiu o manejo adotado anteriormente no experimento de Medeiros (2005). Foram aplicadas 5 diferentes lâminas (Tratamentos T2, T3, T4, T5 e T6). As lâminas de água residuária aplicadas acumuladas totalizaram, ao final do experimento (540 dias): 406, 515, 798, 924 e 1071 mm, para T2, T3, T4, T5 e T6, respectivamente.

Antes do início do experimento, fez-se a caracterização inicial das plantas em cada parcela, por meio de análises foliares, para determinação das concentrações de N, P, K, Ca, Mg e S. As amostragens foliares foram realizadas coletando-se os 3º e 4º pares de folhas, a partir do ápice dos ramos produtivos no terço médio e no terço superior do cafeeiro, dos dois lados de cada uma das quatro plantas úteis por parcela (plantas centrais).

Após a caracterização inicial (t_0) a cada noventa dias, amostras de folhas também foram coletadas, da mesma forma que em t_0 , até 540 dias após o início do experimento (t_1 , t_2 , t_3 , t_4 , t_5 e t_6).

No Laboratório de Análise Foliar do Departamento de Solos da UFV, determinaram-se os teores foliares com base na metodologia proposta pela EMBRAPA (1999).

Para quantificar o aporte de nutrientes pela água residuária, coletaram-se alíquotas de 100 mL a cada irrigação, diretamente nos gotejadores. As amostras foram acumuladas e armazenadas em freezer. Mensalmente, com as amostras simples fazia-se uma composta para determinação das concentrações de P, K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} e N-total.

As análises da água residuária foram realizadas no Laboratório de Qualidade da Água do Departamento de Engenharia Agrícola da UFV, em conformidade com recomendações do Standard Methods (APHA, 1995).

Para as análises estatísticas, utilizou-se o software SAEG 5.0 (FUNARBE, 1993).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1, são apresentados os aportes de nutrientes aos cinco tratamentos com água residuária. Considerando que no MC foram aplicados 113 kg ha^{-1} de P_2O_5 , 800 kg ha^{-1} de N e

$700 \text{ de } K_2O$, verifica-se que o MR só foi capaz de aportar 82% do P, 47% do N e 59 K com a lâmina aplicada de 1071 mm.

Expõem-se, na Tabela 2, as diferenças de teores foliares de N, P, K, Ca, Mg e S, entre o MC e o MR, enquanto a Figura 1 aponta os valores observados nos teores foliares desses elementos, nos MC e MR, nos seis tempos avaliados, além dos modelos de regressão para estimativa desses teores, em função do tempo.

Observa-se que a adoção do MC (que recebeu $800 \text{ kg de N ha}^{-1}$) só foi superior ao MR aos 90 e 450 dias (Tabela 2); todavia, não foram identificadas deficiências deste nutriente no cafeeiro em resposta a adoção ao MR durante o período avaliado; tal fato evidencia que a aplicação de água residuária pode vir a substituir a adubação química.

Quanto ao incremento de P nas folhas do cafeeiro, o MR foi superior ao MC, que recebeu $113 \text{ kg de } P_2O_5 \text{ ha}^{-1}$, e ficou no mesmo nível do MC nos últimos seis meses. Este mesmo comportamento pôde ser observado em relação ao cálcio.

Observa-se que o incremento de K nas folhas do cafeeiro no MC foi superior ao MR, embora aos 270, 360 e 540 dias não tenham apresentadas diferenças significativas, considerando-se que o MC recebeu $700 \text{ kg de } K_2O \text{ ha}^{-1}$; esta constatação evidencia que a água residuária não tem capacidade para suplantiar toda esta quantidade, devido sua baixa concentração (39 mg L^{-1}) e alta exigência pela cultura do cafeeiro, sobretudo na época de enchimento de grãos, quando há intensa translocação deste elemento das folhas para os frutos do cafeeiro, onde ele é essencial no enchimento do grão. Nesta mesma época, as plantas onde se adotou o MR apresentaram intenso ataque de cercosporiose (*Cercospora coffeicola*), que segundo Zambolim et al. (1999) é comum em plantas com desequilíbrio nutricional.

Os incrementos foliares de enxofre não diferiram estatisticamente nos dois manejos em nenhuma época avaliada. Considerando-se que o MC recebeu adubação com S, indiretamente através da adubação fosfatada, com superfosfato simples, da adubação nitrogenada, com sulfato de amônio e da calagem; a aplicação de água residuária foi capaz de suprir o cafeeiro de enxofre na mesma quantidade disponibilizada no MC.

Já para o incremento nos teores foliares de Mg, o MR foi superior ao MC, em todos os tempos avaliados, com exceção do tempo 1. Como o MC recebeu Mg apenas no início do experimento, pela calagem, o MR, que disponibiliza esse nutriente diariamente, supriu com folga os teores de Mg disponibilizados pelo MC.

Estes resultados são condizentes com os obtidos por Al-Jaloud et al. (1995), que verificaram aumentos das concentrações

Tabela 1. Aporte de nutrientes pela água residuária nos tratamentos T2, T3, T4, T5 e T6

Tratamentos	Lâmina mm	(kg ha ⁻¹)					
		P	K	N	Na	Ca	Mg
T ₂	406	34,7	156,6	140,1	159,7	56,6	15,1
T ₃	515	44,9	200,1	181,5	195,1	73,0	19,4
T ₄	798	68,4	308,4	275,7	312,3	110,9	29,7
T ₅	924	79,9	357,2	323,0	358,0	128,9	34,4
T ₆	1071	92,5	416,7	375,3	406,8	152,2	40,6

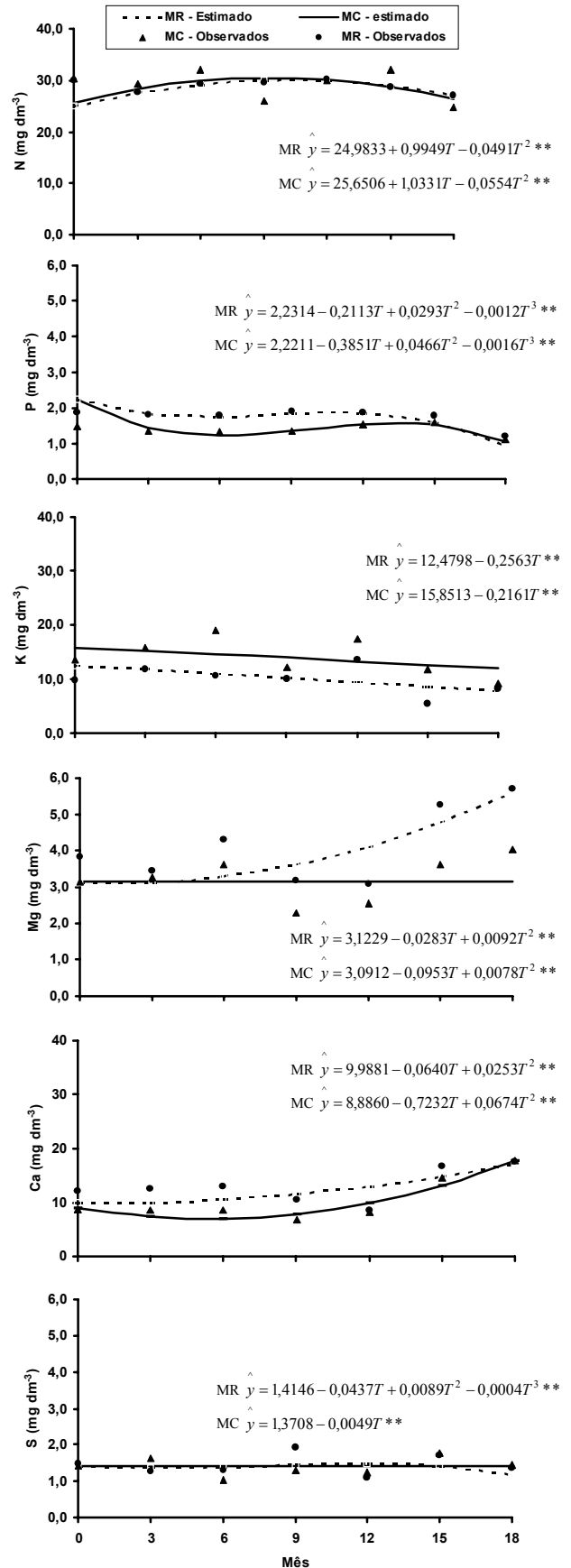
Tabela 2. Diferenças médias (MR – MC) na concentração foliar do cafeeiro

Tempo	Variável	Diferenças (MR – MC) (g kg ⁻¹)	
1	N	-1,77	ns
2		-2,65	*
3		3,55	*
4		0,06	ns
5		-3,29	*
6		2,25	ns
1	P	0,44	**
2		0,43	**
3		0,56	**
4		0,34	**
5		0,18	ns
6		0,08	ns
1	K	-4,09	*
2		-8,38	**
3		-2,27	ns
4		-3,87	ns
5		-6,49	**
6		-1,03	ns
1	Ca	3,92	**
2		4,56	**
3		3,90	**
4		0,45	ns
5		2,21	ns
6		-0,23	ns
1	Mg	0,17	ns
2		0,71	*
3		0,89	*
4		0,52	*
5		1,62	*
6		1,66	*
1	S	-0,38	ns
2		0,25	ns
3		0,59	ns
4		-0,15	ns
5		-0,05	ns
6		-0,10	ns

** e * Significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, e ns é não significativo

de nitrogênio, fósforo, magnésio, sódio, cobre, manganês, molibdênio e zinco nas folhas de milho sob fertirrigação com esgoto sanitário tratado e Al-Nakshabandi et al. (1997), que observaram aumento nas concentrações de nitrogênio, fósforo, potássio, sódio, cálcio e magnésio, nas folhas e nos frutos de berinjela, em razão da fertirrigação com esgoto sanitário tratado.

Esses fatos evidenciam que o MR não foi capaz de substituir totalmente a adubação convencional e que, o MR mostrou-se uma alternativa viável para destino final das águas residuárias de origem doméstica, pois além de suprir as necessidades hídricas do cafeeiro suplantaram completamente alguns nutrientes e, parcialmente, outros; todavia, deve ser monitorado o estado nutricional do cafeeiro, a fim de identificar possíveis distúrbios nutricionais.



Os valores observados no MC são provenientes da média de três repetições, enquanto do MR são provenientes da média geral dos tratamentos. (**) são modelos significativos a 1%

Figura 1. Teores foliares observados e estimados no manejo convencional – MC e no manejo com água residuária – MR, de N, P, K, Ca, Mg e S, em função do tempo de aplicação

CONCLUSÕES

1. Durante o período de monitoramento não foram identificadas deficiências de nitrogênio no cafeeiro em resposta a adoção do manejo com água residuária.
2. Os teores foliares de fósforo e cálcio no manejo com água residuária, foram superiores aos do manejo convencional, que recebeu irrigação com água doce mais adubação e calagem nos primeiros 12 meses avaliados.
3. O teor foliar de potássio no manejo convencional foi sempre superior ao do manejo com água residuária.
4. O teor foliar de magnésio no manejo com água residuária, foi sempre superior ao do manejo convencional.
5. Não ocorreu diferença significativa nos teores foliares de enxofre nos dois tipos de manejo.

LITERATURA CITADA

- Al-Jaloud, A.A.; Hussain, G.; Al-Saati, A.J.; Karimulla, S. Effect of wastewater irrigation on mineral composition of corn and sorghum plants in a pot experiment. *Journal of Plant Nutrition*, Georgia, v.18, p.1677-1692, 1995.
- 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, n.1, p.81-94, 1997.
- APHA-American Public Health Association. Standard methods for the examination of water and wastewater. 19 ed. Washington: APHA, AWWA, WPCR, 1995. 1134p.
- Ayers, R.S.; Westcot, D.W. A qualidade da água na agricultura. Campina Grande: UFPB, 1999. 153p.
- Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais. Recomendações para o uso de corretivo e fertilizantes em Minas Gerais.- 5ª aproximação. A.C. Ribeiro, P.T.G. Guimarães, V.H. Alvares V., editores. Viçosa. 1999. 359 p.
- EMBRAPA–Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Rio de Janeiro: EMBRAPA - Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1999, 412p.
- FUNARBE. SAEG – Sistema para análises estatísticas – versão 5.0. Viçosa: Fundação Arthur Bernardes. 1993. 80p.
- IBGE–Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Atlas de saneamento. <http://www.ibge.gov.br>. 2000. Acesso em 05 de agosto de 2005.
- Medeiros, S.S. Alterações física e químicas do solo e estado nutricional do cafeeiro em resposta à fertirrigação com água residuária de origem doméstica. Viçosa: UFV. 2005. 114p. Tese Doutorado.
- van der Hoek, W.; Hassan, U. M.; Ensink, J. H. J.; Feenstra, S.; Raschid-Sally, L.; Munir, S.; Aslam, R.; Alim, N.; Hussain, R.; Matsuno, Y. Urban Wastewater: A valuable resource for agriculture. a case study from horoonabad, Pakistan. Research Report 63. Colombo, Sri Lanka: International Water Management Institute. 2002.
- Vieira, E.O. Índices de lixiviação e modelagem do transporte de pesticidas no solo. Viçosa: UFV. 2003. 184p. Tese de Doutorado
- Zambolim, L.; Vale, F.X.R. do; Pereira, A.A.; Chaves, G.M. Manejo integrado das doenças do cafeeiro. In: Zambolim, L.; Laércio Zambolim. (ed). Encontro Sobre Produção de Café Com Qualidade, 1, 1999, Viçosa: UFV, 1999. cap.7, p.134-215.