



Efeitos da água residuária do café em plantas e no substrato de cultivo de aveia, milho e alface.

Sammy Fernandes Soares¹
Aldemar Polonini Moreli²
Sérgio Maurício Lopes Donzeles³
Luiz Carlos Prezotti⁴
Aledir Cassiano da Rocha⁵

Introdução

Os cafés mais valorizados no mercado são provenientes dos frutos maduros ou cereja, que propiciam a obtenção das melhores bebidas. Os cafés oriundos dos frutos verdes e dos frutos passas - aqueles que já passaram do ponto de maturação e estão secando na planta - proporcionam bebidas de qualidade inferior, alcançando menores preços.

Para colher apenas frutos maduros, é necessário realizar várias colheitas, selecionando os frutos cereja. Entretanto, essa operação é de alto custo e, na maioria das propriedades, é feita manualmente, dependendo de mão-de-obra cada vez mais escassa. Assim, a colheita é realizada de uma só vez, englobando frutos verdes, maduros e passas, com diferentes teores de umidade (Figura 1A).

Esses frutos podem ser separados através do processamento, possibilitando adequar as condições de secagem e formar lotes com características de bebida mais uniforme.

No processamento por via úmida, os frutos do cafeeiro passam pelo lavador (Figura 1B), onde os secos flutuam e saem por uma bica - café bóia - enquanto os verdes e cerejas saem por outra e são conduzidos para o descascador, no qual os frutos cereja são descascados e separados dos verdes (Figura 1C). O café cereja descascado pode ainda passar pelo desmucilador ou pelo tanque de degomagem, onde se retira a mucilagem dos grãos (Figura 1D).

A água é o elemento condutor dos frutos ao longo da unidade de processamento e diversos resíduos vão

¹DS Agronomia, Embrapa Café, Email: sammy.soares@embrapa.br

²MS Produção Vegetal, Incaper, Email: fevn@incaper.es.gov.br

³DS Engenharia Agrícola, Epamig, Email: slopes@ufv.br

⁴DS Solos e Nutrição de Plantas, Incaper, Email: prezotti@incaper.es.gov.br

⁵MS Fitotecnia, Incaper, Email: aledircassiano@incaper.es.gov.br

se juntando a ela, tais como: fragmentos de ramos, de folhas e sujidades aderidas à casca do café, no lavador; partes do fruto como o pedúnculo e a coroa, fragmentos da casca e parte da mucilagem, no descascador e, parte da mucilagem, no desmucilador ou no tanque de degomagem.



Fig. 1 (A) - Mescla de frutos verdes, maduros e passas resultantes da colheita manual do café.



Fig. 1 (B) - Café bóia, na bica à esquerda, e café verde e cereja, na saída do lavador.



Fig. 1 (C) - Café cereja descascado e café verde, após passagem pelo descascador.



Fig. 1 (D) - Café cereja descascado no tanque de degomagem.

A água residuária do processamento dos frutos do café é rica em matéria orgânica em suspensão e compostos orgânicos e inorgânicos dissolvidos. O material sólido da água residuária encontra-se em suspensão ou dissolvido, sendo a maior parte volátil, e sua carga orgânica, estimada pela demanda bioquímica e química de oxigênio, chega a 29500 e 14340 mg.L⁻¹, respectivamente (MATOS & LO MONACO, 2003, MATOS, 2008).

Devido à elevada carga orgânica, a água residuária não pode ser lançada em um corpo hídrico sem tratamento adequado, de modo a atender às condições e padrões de lançamento de efluentes estabelecidos pela legislação (CONAMA, 2005). Vários sistemas de tratamento vêm sendo desenvolvidos pela pesquisa (MATOS, 2008), porém ainda são pouco utilizados nas propriedades que realizam o processamento dos frutos do cafeeiro.

Uma alternativa ao tratamento de águas residuárias ricas em material orgânico é o seu uso em fertirrigação, aproveitando os nutrientes nela contidos para substituir parte da adubação de culturas agrícolas (LO MONACO, 2005; MATOS, 2008; SOARES et al., 2008). Amostras de água residuária coletadas em 40 unidades de processamento dos frutos do cafeeiro na região Serrana do Espírito Santo apresentaram teores médios de 106, 5, 225, 30 e 9 mg.L⁻¹ de N, P, K, Ca e Mg, respectivamente. Com base nas médias de N e K, Prezotti et al. (2009) estimaram que a

aplicação de 20 L.m⁻² de água residuária equivale a uma adubação com 105 e 75 kg.ha⁻¹ de sulfato de amônio e cloreto de potássio.

Além de reduzir o gasto com adubos, a disposição da água residuária no solo pode contribuir para aumentar a produtividade e melhorar a qualidade dos produtos colhidos, bem como diminuir os riscos de poluição do ambiente (MATOS, 2003; MATOS & LO MONACO, 2003, LO MONACO, 2005).

O aproveitamento da água residuária em fertirrigação encontra resistência por parte dos cafeicultores devido ao preconceito de que provoca “queima” das plantas (SOARES, et al, 2008). O presente trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos da aplicação de diferentes doses de água residuária do processamento do café em plantas de aveia, milho e alface e no substrato usado para cultivá-las.

Metodologia

Foram realizados experimentos com aveia e alface em vasos e em casa de vegetação na unidade regional da EPAMIG; e milho, em caixas de cimento na área experimental da Agronomia da UFV, em Viçosa, MG. Utilizou-se o delineamento experimental de blocos casualizados, com quatro repetições e seis tratamentos nos experimentos com aveia e alface, e três repetições e oito tratamentos no experimento com milho, constituídos pela aplicação de diferentes doses de água residuária do processamento do café (ARC).

A ARC foi aplicada em bacias com 5 L de substrato, constituído de uma mistura de terra e esterco na proporção de 6:1, nas doses 0, 250, 500, 1000, 2000 e 4000 mL, adicionando-se, respectivamente, 4000, 3750, 3500, 3000, 1000 e 0 mL de água de torneira para igualar as condições de umidade. Trinta dias depois, o substrato foi transferido para vasos nos quais foram semeadas e cultivadas 8 plantas de aveia.

O milho foi semeado no espaçamento de 0,40 m entre fileiras e 0,20 m entre plantas, em caixas de cimento de 1x1x1 m cheias de terra. A ARC

foi aplicada sobre as folhas das plantas, em seis ocasiões: a primeira aos 15 dias após a emergência e as outras em intervalos de uma semana, nas doses de 0, 50, 100, 150, 200, 250, 300 e 350 mL, adicionando-se, respectivamente, 350, 300, 250, 200, 150, 100, 50 e 0 mL de água de torneira para igualar as condições de umidade.

A alface foi semeada em bandejas de isopor, com 96 células, contendo o substrato Plantmax hortaliças. Após três semanas, as mudas foram transplantadas para vasos contendo 5 L de uma mistura de terra e esterco, na proporção de 6:1. A ARC foi aplicada sobre as folhas das plantas em quatro ocasiões: a primeira aos 15 dias após o transplantio e as outras em intervalos de uma semana, nas doses de 0, 50, 100, 150, 200 e 250 mL, adicionando-se, respectivamente, 250, 200, 150, 100, 50 e 0 mL de água de torneira para igualar as condições de umidade.

A ARC utilizada nos experimentos foi coletada em diferentes ocasiões e unidades de processamento do café, nos municípios de Viçosa e Araponga, MG, e aplicada no dia seguinte ao de sua coleta. As características químicas da ARC e dos substratos usados nos experimentos constam das Tabelas 1 e 2, respectivamente.

A colheita foi realizada na época do florescimento da aveia, aos 40 dias após a emergência do milho e aos 30 dias após o transplantio da alface, cortando-se as plantas rente ao solo e destacando-se as folhas do caule. A biomassa produzida foi acondicionada em sacola de papel e colocada para secar em estufa com ventilação forçada, a 70° C, durante 72 horas, determinando-se então a massa seca do caule e das folhas. Esse material foi encaminhado para laboratório no qual foram analisados os teores totais de N, P, K, Ca, Mg, S, Zn, Fe, Mn, Cu e B nas folhas, usando ácido nítrico e ácido perclórico para extração desses nutrientes. O N foi determinado pelo método Kjeldahl, o K por fotometria de chama, o Ca e o Mg por espectrofotometria de absorção atômica e o B, na mufla.

Tabela 1 – Teores de nutrientes em amostras de água residuária do café coletada em diferentes ocasiões e unidades de processamento.

Amostra*	N	P	K	Ca	Mg	Cu	Mn	Fe	Zn
-----mg.L ⁻¹ -----									
1	164	33	433	45	16	0,2	1,0	8,7	ND
2	317	102,0	373,0	34,5	7,2	0,35	0,48	9,40	0,07
3	550	11,7	317,0	31,0	6,3	0,60	ND	4,50	ND
4	159	10,7	90,0	11,2	4,0	0,13	ND	0,09	0,37
5	1194	100,1	410,0	413,4	14,5	0,83	14,30	8,20	7,10
6	167	11,0	983,3	186,2	9,5	0,88	0,21	3,73	1,47
7	112	5,3	175,0	322,8	22,3	37,80	0,43	7,72	2,57

*Amostra 1: ARC utilizada no experimento com aveia; amostras 2, 3, 4, 5, 6 e 7: ARC utilizada no experimento com milho; amostras 3, 4, 5 e 6: ARC utilizada no experimento com alface.

Tabela 2 – Características químicas da terra usada nos experimentos (Exp.) com aveia (A) milho (M) e alface (Al).

Exp.	pH	P	K	Ca	Mg	Al	Zn	Fe	Mn	Cu	B
		-----mg.dm ⁻³ -----		-----cmolc.dm ⁻³ -----			-----mg.dm ⁻³ -----				
A	5,2	49	160	2,4	1,7	0,1	-	-	-	-	-
M	6,3	85	53	5,7	1,5	0	19,8	80,0	62,9	1,8	2,1
Al	4,8	172	610	3,8	1,3	0,1	29,7	41,6	69,6	2,5	0,4

Após a colheita da aveia, o substrato de cada vaso foi destorroado e homogeneizado e dele se coletou uma amostra. Antes de colher o milho, foram retiradas quatro amostras simples da terra de cada caixa, com as quais foi feita uma amostra composta, na profundidade de 0 a 10 cm, entre duas plantas, na linha de plantio. Essas amostras foram analisadas em laboratório, usando a metodologia descrita no manual de métodos elaborado pela Embrapa (1997). Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e, nos casos em que o valor de F foi significativo ao nível de 5% de probabilidade, foi feita a análise de regressão, usando o programa SAEG (2007). As curvas de regressão foram construídas com as médias de tratamento, usando o M. O. Excel.

Resultados e discussão

A aplicação da água residuária (ARC) não causou injúrias visíveis nas plantas, mesmo quando aplicada várias vezes sobre as folhas, como ocorreu nos

experimentos com milho e alface (Figura 2). Esse resultado contradiz o preconceito de que a ARC provoca “queima” das plantas e pode ajudar a desfazer a resistência em usá-la na fertirrigação de culturas.



Fig. 2 – Aspecto das plantas que receberam água residuária sobre as folhas, nas doses de 150, 200 e 250 mL, em alface e 350 mL em milho, aplicadas quatro e seis vezes, respectivamente, durante o período de cultivo.

Os teores de K e a saturação de bases no substrato dos vasos nos quais se cultivou a aveia aumentaram com o aumento da dose de ARC (Figura 3 A e B), fortalecendo a indicação do seu aproveitamento para substituir parte dos adubos químicos usados nas lavouras (LO MONACO, 2005; MATOS, 2008; SOARES et al., 2008). Aumentos nos teores de K e na saturação de bases no substrato com o aumento das doses de ARC aplicadas em vasos foram registrados em outros trabalhos (GARCIA, 2008; PREZOTTI, 2008). Esses autores constataram ainda elevação do pH do substrato, o que não aconteceu no presente trabalho.

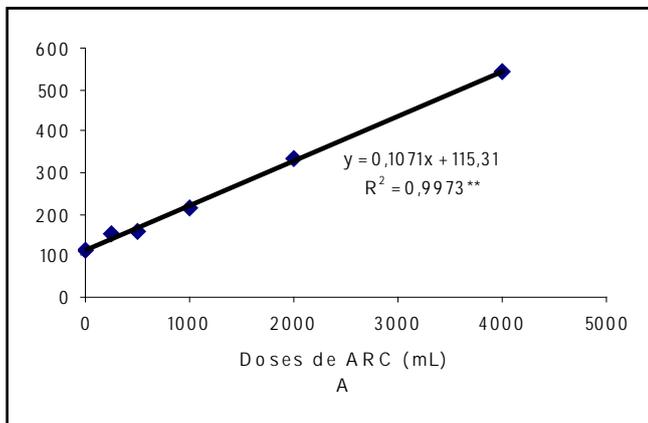


Fig. 3 (A) – Teores de potássio ($\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$) no substrato dos vasos nos quais se cultivou aveia após a aplicação de diferentes doses de água residuária do café.

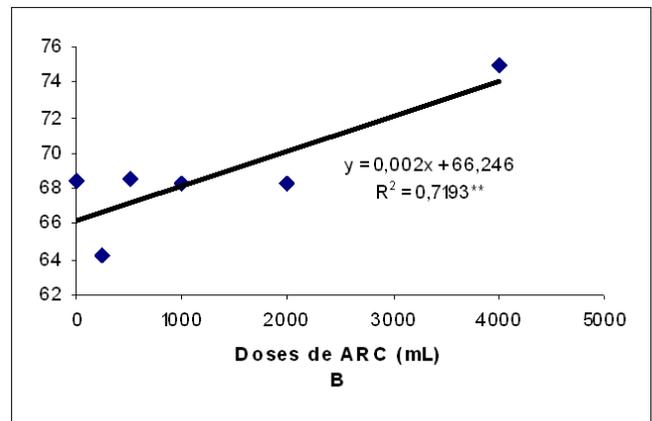


Fig. 3 (B) – Saturação de bases ($\text{cmolc}\cdot\text{dm}^{-3}$) no substrato dos vasos nos quais se cultivou aveia após a aplicação de diferentes doses de água residuária do café.

A análise de variância não mostrou efeito significativo da aplicação das doses de ARC sobre a massa seca da parte aérea das plantas de aveia, o pH e os teores de P, Ca, Mg e matéria orgânica do substrato usado nos vasos (Tabela 3). Matos et al. (2005) observaram sintomas de toxicidade em aveia e menor produção de biomassa com a aplicação de ARC, semanalmente, ao longo de quatro meses, correspondente a utilização de um total potássio de $1252 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, indicando que, em excesso, a ARC pode ser prejudicial.

Tabela 3 – Massa seca da parte aérea de plantas de aveia e características químicas do substrato dos vasos nos quais foi cultivada, após a aplicação de diferentes doses de água residuária do café.

Doses mL	Massa g	pH	P $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$	Ca $\text{cmolc}\cdot\text{dm}^{-3}$	Mg $\text{cmolc}\cdot\text{dm}^{-3}$	MO $\text{dag}\cdot\text{kg}^{-1}$
0	3,45	5,97	31	3,0	1,50	2,20
250	3,44	6,20	29	2,9	1,50	2,42
500	3,18	6,02	28	2,8	1,40	2,17
1000	3,20	6,07	28	2,9	1,47	2,15
2000	3,27	6,05	25	2,9	1,42	2,17
4000	3,80	6,42	25	2,9	1,47	2,32

Não houve efeito significativo das diferentes doses de ARC sobre a massa seca da parte aérea das plantas nem sobre os teores de nutrientes na terra das caixas em que o milho foi cultivado (Tabela 4). Nesse caso, as doses de ARC, além de serem menores, foram aplicadas em um volume

de substrato muito maior que no experimento com aveia. Em trabalho realizado em vasos contendo 2 dm^3 de terra, Prezotti et al. (2008) verificaram que a produção de massa seca das plantas de milho aumentou com o aumento das doses de ARC.

Tabela 4 – Massa seca da parte aérea das plantas de milho e teores de nutrientes na terra das caixas nas quais foi cultivado, com a aplicação de diferentes doses de água residuária do café.

Doses mL	Massa g	pH	P ----mg.dm ⁻³ ----	K ---cmolc. dm ⁻³ ---	Ca ---cmolc. dm ⁻³ ---	Mg	MO dag.kg ⁻¹
0	180	6,37	25	17	3,53	1,23	2,40
50	161	6,57	21	19	3,17	1,33	2,50
100	208	6,70	25	19	4,57	1,43	2,30
150	172	6,60	25	23	4,77	1,43	2,30
200	164	6,63	22	24	4,77	1,47	2,33
250	180	6,57	18	21	4,10	1,33	1,93
300	140	6,67	20	22	3,90	1,30	2,57
350	161	6,50	14	23	4,43	1,40	2,30

Os teores de K nas folhas de milho aumentaram enquanto os teores de Ca e Mg diminuíram com o aumento das doses de água residuária (Figura 4). O aumento do K é um efeito esperado, já que as plantas receberam seis aplicações de ARC, contendo quantidades consideráveis desse nutriente (Tabela 1). Prezotti et al. (2008) também constataram aumento dos teores de K na parte aérea das plantas ao passo que Lo Monaco et al. (2009) verificaram redução nos teores de Ca e Mg com o aumento das doses de ARC.

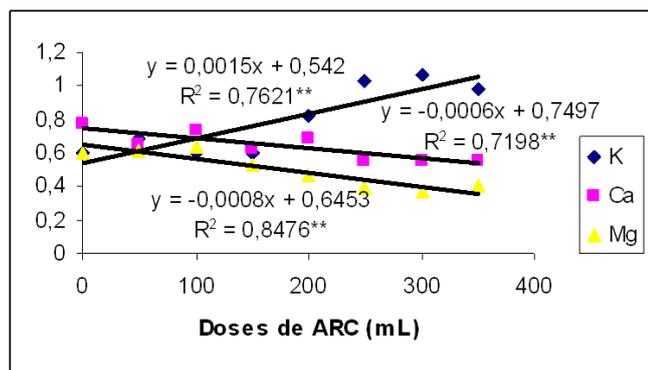


Figura 4 – Teores (dag.kg⁻¹) de potássio, cálcio e magnésio nas folhas de milho com a aplicação de diferentes doses de água residuária do café.

A massa seca das plantas de alface diminuiu com o aumento das doses de ARC (Figura 5) enquanto os teores de K, Ca, Mg e Na nas folhas não foram afetados (Tabela 5). O efeito negativo sobre a produção de biomassa da alface pode ser decorrente de um excesso de K, devido ao seu elevado teor no substrato (Tabela 2) acrescido daquele contido na

ARC aplicada. A aplicação de altas doses de cloreto de potássio, acima de 200 kg.ha⁻¹, prejudicou a produção de alface americana (MOTA et al., 2001).

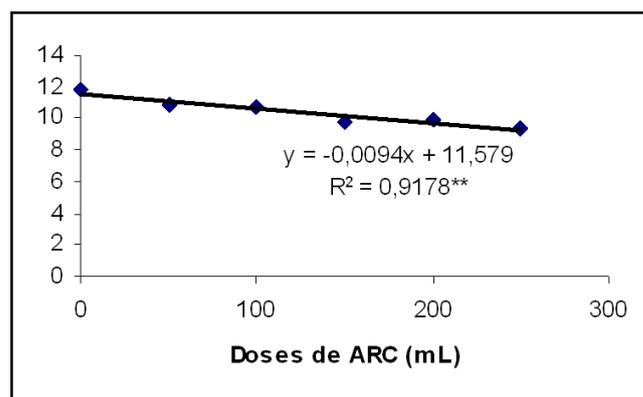


Figura 5 – Massa seca (g) da parte aérea de plantas de alface com a aplicação de diferentes doses de água residuária do café.

Esses resultados sinalizam que o aproveitamento da ARC na fertirrigação de culturas pode ser uma opção interessante, uma vez que possibilita devolver ao solo os nutrientes nela contidos sem precisar fazer seu tratamento. Os teores de nutrientes na ARC variam muito nas diferentes unidades de processamento em que é gerada, razão pela qual a dose a ser aplicada não pode ser definida antes de se ter os resultados das respectivas análises. Adicionalmente, para ter maior segurança, podem ser realizados testes com a aplicação de uma ou mais doses de ARC, em algumas plantas, monitorando os resultados.

Tabela 5 – Teores de minerais nas folhas de alface com a aplicação de diferentes doses de água residuária do café.

Doses mL	K	Ca	Mg	Na
	----- dag.kg ⁻¹ -----			
0	6,9375	1,5225	0,7100	0,1175
50	6,2125	1,4775	0,7075	0,1037
100	6,4375	1,3325	0,6675	0,1037
150	7,1750	1,4250	0,6850	0,1062
200	5,9125	1,3375	0,6500	0,1025
250	6,4875	1,3125	0,6675	0,1037

Conclusões

Há potencial para utilização de águas residuárias como fertilizante em culturas, uma vez que:

1-Os teores de K e a saturação de bases no substrato dos vasos cultivados com aveia se elevaram com o aumento das doses de água residuária (ARC), enquanto as características químicas da terra usada nas caixas nas quais se cultivou o milho não foram afetadas pela aplicação da ARC.

2-A aplicação da ARC, em diferentes doses, não causou injúrias visíveis nas plantas de aveia, milho e alface e nem afetou massa seca da parte aérea das plantas de aveia e das folhas de milho, ao passo que a massa seca das plantas de alface diminuiu com o aumento das doses de ARC.

Entretanto estudos mais detalhados são necessários para se determinar as doses ideais de uso, uma vez que foram observadas diferenças de resposta nas diversas culturas utilizadas.

Referências

CONAMA. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições de lançamento de efluentes, e da outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 18 mar. 2005. Seção 1, p.58-

63. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>. Acesso em: 14 jul. 2008.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. rev. atual. Rio de Janeiro, 1997. 212 p. (EMBRAPA – CNPS. Documentos, 1).

GARCIA, G. de O.; FERREIRA, P. A.; MATOS, A. T. de; RUIZ, H. A.; MARTINS FILHO, S. **Alterações químicas de três solos decorrentes da aplicação de águas residuárias da lavagem e despolpa de frutos do cafeeiro conilon**. Engenharia na Agricultura, Viçosa, MG, v.16, n.4, p. 416-427, out./dez.,2008.

LO MONACO, P.A. **Fertirrigação do cafeeiro com águas residuárias da lavagem e descascamento de seus frutos**. 2005. 101p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2005.

LO MONACO, P. A.; MATOS, A. T. de; MARTINEZ, H. E. P. FERREIRA, P. R.; RAMOS, M. M. **Características químicas do solo após a fertirrigação do cafeeiro com águas residuárias da lavagem e descascamento de seus frutos**. Irriga, Botucatu, v.14, n.3, p. 348-364, jul./set., 2009.

MATOS, A.T. de. Tratamento e destinação final de resíduos gerados no processamento do cafeeiro. In: ZAMBOLIM, L. (ed.). **Produção integrada de café**. Viçosa, UFV;DFP, 2003. p 647-708.

MATOS, A. T, de. Tratamento de resíduos na pós-colheita do café. In: BOREM, F. M. (Ed.). **Pós-**

colheita do café. Lavras: Ed. UFLA, 2008. Cap. 6, p.159-201.

MATOS, A.T. de; LO MONACO, P. A. Tratamento e aproveitamento agrícola de resíduos sólidos e líquidos de lavagem e despolpa dos frutos do cafeeiro. Viçosa, MG. UFV, 2003. 68p. (UFV-DEA. **Revista Engenharia na Agricultura.** Boletim Técnico, 7).

MATOS, A. T, de; PINTO, A. B.; PEREIRA, O. G.; BARROS, F. M. Extração de nutrientes por forrageiras cultivadas com água residuária do processamento dos frutos do cafeeiro. **Revista Ceres**, v. 52, n. 303, p. 675-688, 2005.

MOTA, J. H.; SOUZA, R. J. de; SILVA, E. C. da; CARVALHO, J. G. de; YURI, J. H. Efeito do cloreto de potássio via fertirrigação na produção de alface americana em cultivo protegido. **Cienc. Agrotec.**, Lavras, v.25, n.3, 542-549, maio/jun., 2001.

SAEG Sistema para Análises Estatísticas, Versão 9.1: Fundação Arthur Bernardes - UFV - Viçosa, 2007. Disponível em: < <http://www.ufv.br/saeg/>>. Acesso em 9 set. 2010.

PREZOTTI, L. C.; ROCHA, A. C. da; SOARES, S.F; GUARÇONI, M; MORELI, A. P. Alterações das características químicas do solo submetido à aplicação de água residuária do processamento pós-colheita dos frutos de café e sua influência sobre o crescimento de plantas de milho. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 34, Caxambu, MG. **Anais**, Caxambu, 2008, p. 83-85. Resumos.

PREZOTTI, L. C.; ROCHA, A. C. da; SOARES, S. F.; GUARÇONI, A. M.; MORELI, A. P. Águas residuárias da despolpa de frutos do cafeeiro como fonte de matéria orgânica e nutrientes na agricultura. In: **Congresso Brasileiro de Resíduos Orgânicos.** Vitória-ES: Incaper, 2009. (Incaper. Documentos, CD-ROM 012)

SOARES, S. F.; DONZELES, S.M.L; MORELI, A. P.; ROCHA, A. C. da; PREZOTTI, L. C.; SOARES, G. F.; SOARES, V. F. **Água residuária do café: geração e aproveitamento.** Belo Horizonte, MG. EPAMIG, 2008. 4p. (Circular Técnica, 30).

Comunicado Técnico, 01

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na: Embrapa Café
Endereço: Pq. Estação Biológica s/n.
 Ed. Sede, 3º andar
Fone: (61) 3448 4566
Fax: (61)34484425
www.embrapa.br/cafe
<http://sac.sapc.embrapa.br>
1ª edição
 1ª impressão (2010): tiragem de 200 exemplares

Comitê de Publicações

Presidente: Maria Isabel de Oliveira Penteadó
Secretário-Executivo: Adriana Maria Silva Macedo
Membros: Paulo César Afonso Junior, Carlos Henrique Siqueira de Carvalho, Maurício Sérgio Zacarias

Expediente

Supervisão editorial: Maria Isabel de Oliveira Penteadó
Revisão de texto: Maria Isabel de Oliveira Penteadó e Flávia Raquel Bessa Ferreira
Tratamento das ilustrações: Cibele Martins Varão
Editoração eletrônica: Cibele Martins Varão

Apoio

