

AGRÁRIA

Revista Brasileira de Ciências Agrárias

ISSN (on line): 1981-0997; (impresso): 1981-1160

v.5, n.2, p.250-255, abr.-jun., 2010

Recife - PE, Brasil, UFRPE. www.agraria.ufrpe.br

DOI 10.5039/agraria.v5i2a420

Protocolo 420 - 04/07/2008 • Aprovado em 08/04/2010

Felizarda V. Bebé¹

Mario M. Rolim¹

George B. Silva¹

Sylvana N. Matsumoto²

Elvira M. Pedrosa¹

Alterações químicas no solo e no lixiviado em função da aplicação de água residuária de café

RESUMO

A água residuária de café (ARC) é rica em matéria orgânica e nutrientes, no entanto, se aplicada em altas doses, pode desequilibrar o complexo sortivo do solo, bem como contaminar o lençol freático. O presente estudo objetivou-se em avaliar a composição do lixiviado e as alterações químicas no solo com a aplicação de doses crescentes de ARC. Assim, em 12 colunas de PVC de 10 cm de diâmetro por 100 cm de altura, preenchidas com 80 cm de Argissolo Amarelo Latossólico, foi aplicada ARC nas doses zero 1070 (testemunha - água), 214 (dose 1), 642 (dose2) e, 1070 mL (dose 3), correspondentes a 1, 3 e 5 vezes a necessidade de K (80 g planta⁻¹ de K₂O) requerida pelo cafeeiro em produção. Após a administração da ARC, foram aplicadas duas lâminas de lixiviação com água de abastecimento, aos 60 (lâmina 1) e 75 dias (lâmina 2), e foram coletados os efluentes para a determinação da DQO, CE e análises de K, Na, Ca e Mg solúveis. Após o período de incubação, amostras de solo foram coletadas nas profundidades 0-14; 14-36; 36-55 e 55-80 cm para determinação da condutividade elétrica do extrato de saturação (CE_{es}) e pH em água (1:2,5), além de análises de K, Na, Ca e Mg. A aplicação de ARC ao solo alterou pH, CE_{es}, K e Na solúveis. Para o lixiviado, houve variação com o tempo de incubação das variáveis CE, K, Na, Ca e Mg.

Palavras-chave: aproveitamento de resíduos, *Coffea* sp., percolado, reuso

Chemical changes in the soil and leachate after the application of coffee wastewater

ABSTRACT

Coffee wastewater (CWW) is rich in organic matter and nutrients, but if applied in high doses, CWW may affect the soil sorptive complex balance and contaminate water tables through leaching process. This paper aims to evaluate the leachate composition and the chemical changes of the soil after application of increasing CWW doses. Therefore, CWW was applied in 12 PVC columns with 100 mm diameter and 800 mm height filled up with Yellow Latosolic Argis soil at doses of 1070 (control, dose 1), 214 (dose 2), 642 (dose 3) and, 1070 mL (dose 4), corresponding to 1, 3 and 5 times the necessity of K (80g K₂O plants⁻¹) required by coffee tree in production. After CWW application, two leaching depths were applied, at 60 (sheet 1) and 75 days (sheet 2), using water and collecting leachate for further analysis of OCD, EC and soluble K, Na, Ca and Mg. After the incubation period, soil samples were collected 0-15; 15-30; 30-45 and 45-60 cm deep for electric conductivity of saturate paste extract (EC_s) and pH in water (1:2,5) determination, along with K, Na, Ca e Mg analysis. CWW application in the soil changed the chemical characteristics of pH, EC_s, K and Na. In leachate, there was variation in CE, K, Na, Ca and Mg related to incubation time.

Key words: residue use, *Coffea* sp., percolate, reuse

¹ Universidade Federal Rural de Pernambuco, Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, CEP 52171-900, Recife-PE, Brasil. Fone: (81) 33206276. Fone: (81) 33206273. E-mail: felizvb@hotmail.com; rolim@ufrpe.br; silvagb@yahoo.com.br; elvira.pedrosa@ufrpe.br

² Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Estrada do Bem Querido, km 04, Caixa-Postal 95, Men Querido, CEP 45083-900, Vitória da Conquista-BA, Brasil. Fone: (77) 4248637. Fax: (77) 4248600. E-mail: snaomi@uesb.br

INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor e exportador de café do mundo, no entanto, nos últimos anos, a falta de qualidade do produto foi um dos fatores responsáveis pelo declínio Brasileiro no mercado internacional (Torrês, 1997). Dessa forma, a estratégia do setor para recuperar as vendas internas e externas é garantir e divulgar a qualidade do café Brasileiro. Nesse sentido, tornou-se necessária a busca por alternativas para maior produção e, principalmente, melhoria da qualidade do grão (Tavares, 2002; Afonso Júnior et al., 2004).

O processamento via úmida faz parte das estratégias para melhorar a qualidade da bebida, em que o fruto de café é descascado e despulpado de forma rápida antes da secagem visando à obtenção de cafés com melhor qualidade, além da redução dos custos com energia na secagem (Matos et al., 2005a). Mas, se por um lado o processamento via úmida de frutos de café melhora a qualidade da bebida e reduz os custos com secagem, por outro, gera grandes volumes de água residuária de café (ARC), já que o consumo é de 3 a 5 L de água L⁻¹ de fruto. Esse resíduo é bastante rico em material orgânico que, quando disposto no meio ambiente, pode ocasionar uma elevada contaminação dos corpos receptores e do solo (Almeida & Silva, 2006; Matos et al., 2007).

A ARC, assim como outros resíduos líquidos (Pelizer et al., 2007; Brito et al., 2007) apresenta elevados teores de matéria orgânica e elementos químicos, resultando em alta demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e demanda química de oxigênio (DQO), acima dos padrões estabelecidos como aceitáveis para os corpos receptores (60 e 90 mg L⁻¹, DBO e DQO, respectivamente, BRASIL, 1986) e, certamente, trarão problemas se forem lançadas sem tratamento prévio, ocasionando a poluição dos rios. Outro aspecto é a quantidade de sólidos em suspensão que dificulta a irrigação com ARC na lavoura de café (Matos et al., 2003).

Em relação à salinidade e à sodicidade, Silva (2007) estudou o tratamento da ARC através de reatores e concluiu que o efluente final analisado pode ser utilizado sem restrições para irrigação na maioria das culturas ou aplicado ao solo.

Portanto, a disposição no solo é uma das alternativas mais viáveis para minimizar os impactos ambientais da aplicação da ARC, pois, além de ser uma forma de tratamento, pode ser também uma fonte de nutrientes, melhorando algumas propriedades físicas do solo (Almeida & Silva, 2006). Assim, parte da água residuária que se infiltra no solo sofre, de certa forma, tratamento. O solo comporta-se como uma camada filtrante, possibilitando ações de adsorção e atividades dos microrganismos, os quais usam a matéria orgânica contida na água como alimento, convertendo-a em matéria mineralizada (Couracci Filho et al., 1999). No entanto, o conhecimento das características físicas e químicas do solo em que será aplicada a ARC é fundamental para que não se altere a integridade dos recursos hídricos nem tampouco sature o solo com um único elemento que pode levar ao desequilíbrio nutricional das plantas (Matos, 2005b).

Matos et al. (2005a), objetivando o tratamento de ARC através de escoamento superficial em rampas com 5 e 15% de declividade, verificaram que houve redução nas variáveis SS, DQO, DBO. Já a concentração de K na ARC não foi alterada, não havendo também o efeito das declividades das rampas na redução das variáveis analisadas.

Avaliando os efeitos de doses crescentes de ARC no solo, Lo Mônaco (2005) observou aumentos significativos nos valores de condutividade elétrica em função das doses aplicadas. A autora atribuiu o aumento da condutividade elétrica no solo à grande concentração de K na água residuária, destacando que a aplicação da maior dose proporcionou a adição de íons suficientes para causar significativa lixiviação de K, Na, Ca e Mg no perfil do solo.

Esse trabalho tem como objetivo avaliar a qualidade do lixiviado e as alterações químicas em um Argissolo Amarelo Latossólico resultante da aplicação de água residuária da lavagem e despulpa dos frutos de café.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Aproveitamento de Resíduos e Mecânica dos Solos da UFRPE. A ARC utilizada foi proveniente do processamento de lavagem e despulpa de café retirada na saída do lavador-despulpador de uma propriedade situada no município de Barra do Choça, sudoeste da Bahia, Brasil (Tabela 1).

Tabela 1. Composição físico-química da água residuária de café (ARC)

Table 1. Physico-chemical composition of coffee wastewater

Parâmetros	Unidades	Valor
Demanda bioquímica de oxigênio (DBO)	mg L ⁻¹	6.840
pH	-	3,8
Demanda química de oxigênio (DQO)	mg L ⁻¹	15.000
Condutividade elétrica (CE)	dS m ⁻¹	4,2
Potássio	mg L ⁻¹	1.290
Sódio	mg L ⁻¹	55,75
Cálcio	mg L ⁻¹	5,27
Magnésio	mg L ⁻¹	14,94

O solo utilizado foi coletado na Estação Experimental de Pesquisa Agropecuária de Pernambuco (IPA), Brejão, PE, sendo classificado como Argissolo Amarelo Latossólico (EMBRAPA, 2006); enquanto as análises, para efeito de caracterização, foram realizadas no Laboratório de Física do Solo e no Laboratório de Química do Solo, ambos da UFRPE (Tabela 2), conforme métodos descritos pela EMBRAPA (1997).

Após coletado, o solo foi destorroado e peneirado (peneira de 4,76 mm) para o preenchimento das colunas. Isso foi realizado de forma a proporcionar uniformidade e homogeneidade nos diversos horizontes, sendo adicionado em camadas de aproximadamente 5 cm de espessura. A unidade experimental foi constituída de uma coluna de PVC com 10 cm de diâmetro e 100 cm de altura, que foi preenchida com solo em camadas semelhantes aos horizontes até 80 cm reproduzindo a densidade e a espessura dos horizontes do solo em campo

Tabela 2. Composição físico-química do Argissolo Amarelo Latossólico**Table 2.** Physico-chemical composition of the Yellow Latosolic Argisil

Horizonte	Prof.(cm)	Composição granulométrica (g kg ⁻¹)			Densidade (g cm ³)		pH	Complexo sortivo (cmol _c kg ⁻¹)			
		Areia	Silte	Argila	Solo	Partículas		Ca	Mg	K	Na
A	0-14	596	77	95	1,23	2,61	4,7	0,90	0,28	0,20	0,13
E/A	14-36	539	37	152	1,23	2,52	5,6	0,10	0,17	0,05	0,04
E/A	36-55	546	23	182	1,44	2,73	5,3	0,10	0,13	0,05	0,03
EB	55-80	462	27	285	1,53	2,75	5,2	0,40	0,11	0,07	0,05

(Tabela 2), deixando 15 cm de folga na parte superior e no fundo, 5 cm de material drenante. Após o acondicionamento do solo, procedeu-se a saturação através de fluxo ascendente para expulsar o ar presente nos poros e evitar caminhos preferenciais.

Conforme a concentração de potássio (K) existente na ARC (Tabela 1), foram aplicadas as seguintes doses: dose zero (apenas a aplicação de 1.070 mL de água de abastecimento, equivalente ao volume da maior dose), 214 mL (dose 1), 642 mL (dose 2), 1.070 mL (dose 3) correspondentes a 0, 1, 3 e 5 vezes a necessidade de potássio (80 g planta⁻¹ de K₂O), requerida pela cultura do cafeeiro em produção. Decorridos 60 e 75 dias à aplicação da ARC, adicionou-se uma lâmina de água de 254,6 mm (2 L.coluna⁻¹) ao solo, e posteriormente coletou-se 1 L do lixiviado proveniente de cada coluna, a qual correspondeu à lâmina 1 aos 60 dias e lâmina 2 aos 75 dias. Em seguida foram realizadas determinações de DQO, CE e, análises de K, Na, Ca e Mg, segundo métodos descritos no Standard Methods (APHA, 1995).

Após o experimento, foram coletadas amostras do solo nas camadas 0-14; 14-36; 36-55 e 55-80 cm nas colunas com auxílio de um trado, medindo-se o pH em água na proporção 1:2,5; e a condutividade elétrica no extrato da pasta saturada (CE_{es}); determinando-se os teores de K, Na, Ca e Mg do solo segundo métodos descritos pela Embrapa (1997).

Para a análise estatística dos dados, aplicou-se o teste de esfericidade de Mauchly (Xavier, 2000). Para definição do tipo de análise a ser utilizada: *univariada*, caracterizada pela independência das duas medidas ao longo do tempo, ou *multivariada*, em que se considera a não independência entre as medidas. Para o lixiviado, o delineamento utilizado foi inteiramente casualizado com quatro tratamentos (doses), duas lâminas (lâmina 1, L1; e lâmina 2, L2) e três repetições, totalizando 12 colunas. Para as variáveis de solo consideraram-se quatro doses, quatro profundidades e três repetições, sendo aplicada aná-

lise de variância em arranjo fatorial 4×4. Os dados foram analisados a partir do programa SAS e as médias comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teste de esfericidade de Mauchly indicou a análise de medida repetida ao longo do tempo para todas as variáveis analisadas do lixiviado. Com relação à variável DQO, não houve diferença significativa entre os tratamentos e o tempo (Tabela 3). O solo funcionou como um filtro da carga orgânica existente na ARC que pode ser verificado nos valores de DQO muito inferiores a ARC (15.000 mg L⁻¹) aplicada ao solo. Resultados semelhantes foram obtidos por Lyra et al. (2003), onde os valores de DQO em amostras coletadas no lençol freático foram inferiores aos da água residuária que foi adicionada ao solo.

Observando os valores de CE, pode-se inferir que a concentração de sais foi menor no lixiviado quando se aplicou a lâmina 2, ou seja, aos 75 dias após a aplicação da ARC, devido à lixiviação dos sais com a aplicação da primeira lâmina de água, sem no entanto ocorrer diferenças entre os tratamentos (Tabela 3). A ARC aplicada não comprometeu a qualidade da água do lixiviado, segundo a classificação de água para irrigação (Ayers & Westcot, 1991), em que valores menores que 0,7 dS m⁻¹ não apresentam riscos ou prejuízos à produção das culturas. No entanto, não há resultados de pesquisas em que a CE seja alterada com o uso contínuo de ARC.

Quanto ao teor de K no lixiviado, não foi verificada diferença estatística entre doses na lâmina 1. Na lâmina 2 as doses 2 e 3 promoveram aumento nos teores de K, apresentando inclusive valores significativamente superiores àqueles observados na lâmina 1 (Tabela 3). Provavelmente o K ficou adsorvido nos colóides do solo, não havendo lixiviação. Isso pode ser evidenciado pelo incremento

Tabela 3. Valores de DQO, CE, K, Na, Ca e Mg em lixiviado de Argissolo Amarelo Latossólico tratado com ARC. Valores correspondentes a média de três repetições**Table 3.** Data of DQO, EC, K, Na, Ca and Mg in Yellow Latosolic Argisil leachate treated with CWW. Data corresponding to means of three replicates

Dose	DQO (mg L ⁻¹)		CE (dS m ⁻¹)		K(mg L ⁻¹)		Na(mg L ⁻¹)		Ca(mg L ⁻¹)		Mg(mg L ⁻¹)	
	L1	L2	L1	L2	L1	L2	L1	L2	L1	L2	L1	L2
0	97,83aA	112,54aA	0,52aA	0,15aB	12,83aA	9,67bA	18,57aA	11,47bB	6,02aB	21,83bA	0,70aB	2,04aA
1	229,30aA	174,31aA	0,79aA	0,18aB	14,70aA	14,20bA	19,43aA	15,40abA	5,55aB	45,06abA	0,66aB	3,25aA
2	252,48aA	144,34aA	0,57aA	0,25aB	21,73aB	38,67aA	19,97aA	17,87aA	4,63aB	49,06abA	0,93aB	3,58aA
3	175,80aA	183,49aA	0,64aA	0,31aB	17,57aB	31,47aA	20,10aA	16,97abA	6,46aB	81,03aA	0,84aB	3,87aA
CV%	25,73	14,13	11,86	18,78	11,36	11,81	5,27	5,38	13,13	12,50	22,50	13,34

Para as doses médias com mesma letra maiúscula e minúscula na coluna, ou linha não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey

Tabela 4. Valores de pH, CE, K, Na, Ca e Mg em amostras de solo tratado com doses crescentes de ARC em função da profundidade**Table 4.** pH, EC, K, Na, Ca and Mg data in soil samples gradually treated with CWW according to depth

Dose	Prof. (cm)	pH	CE _{es} (dS m ⁻¹)	K	Na	Ca	Mg
				(cmol _c dm ⁻³)			
dose 0	0-14	5,0Ab	0,26Ab	0,06Ac	0,04Ac	0,33Aa	0,11Aa
	14-36	5,0Ab	0,31Ab	0,07Ac	0,05Ac	0,37Aa	0,13Aa
	36-55	5,0Ab	0,27Ab	0,07Ac	0,05Ac	0,37Aa	0,12Aa
	55-80	5,0Ab	0,25Ab	0,06Ac	0,04Ac	0,53Aa	0,11Aa
dose 1	0-14	5,5Aa	0,45Ab	0,21Abc	0,1Ab	0,37Aa	0,12Aa
	14-36	5,4Aa	0,43Ab	0,20Abc	0,08Ab	0,37Aa	0,14Aa
	36-55	5,3Aa	0,34Ab	0,20Abc	0,07Ab	0,45Aa	0,13Aa
	55-80	5,5Aa	0,34Ab	0,21Abc	0,08Ab	0,27Aa	0,11Aa
dose 2	0-14	5,8Aa	0,49Ab	0,46Ab	0,12Ab	0,53Aa	0,114Aa
	14-36	5,4Aa	0,47Ab	0,31Ab	0,08Ab	0,66Aa	0,10Aa
	36-55	5,3Aa	0,26Ab	0,27Ab	0,07Ab	0,27Aa	0,07Aa
	55-80	5,5Aa	0,36Ab	0,23Ab	0,06Ab	0,37Aa	0,10Aa
dose 3	0-14	5,4Aa	0,82Aa	0,78Aa	0,14Aa	0,33Aa	0,13Aa
	14-36	5,6Aa	0,62Aa	0,74Aa	0,13Aa	0,67Aa	0,39Aa
	36-55	5,8Aa	0,83Aa	0,89Aa	0,16Aa	0,41Aa	0,12Aa
	55-80	5,6Aa	0,56Aa	0,62Aa	0,11Aa	0,37Aa	0,10Aa

Médias com mesma letra maiúscula e minúscula na coluna não diferem entre si para a profundidade e doses de ARC respectivamente

de potássio disponível no solo conforme as doses aplicadas (Tabela 4). A matéria orgânica presente na ARC pode ter auxiliado no processo de adsorção de K. Brito et al. (2005), trabalhando com doses de água residuária do processamento do álcool, que também apresenta altos teores de K, observou maiores teores de K nos solos que receberam maiores doses em relação à testemunha, aos 60 dias de incubação.

Os valores de Na não variaram com as doses de ARC na lâmina 1, ao contrário da lâmina-2, em que as doses 2 e 3 causaram teores de Na significativamente superiores à testemunha (Tabela 3). Em trabalhos realizados por Lo Mônaco et al. (2002), no tratamento de ARC, o Na⁺ não foi removido por nenhum dos materiais filtrantes utilizados devido às características intrínsecas deste íon.

Os valores de Ca²⁺ do lixiviado referente à lâmina 1 não foram alterados com as doses de ARC, no entanto, houve aumento na concentração do elemento no lixiviado da lâmina 2 com as doses de ARC aplicadas (Tabela 3). Referente aos valores de Mg²⁺ no lixiviado, não foi evidenciada diferença entre as doses tanto para a lâmina 1 quanto para a lâmina 2. De modo geral, verificou-se que nos teores dos elementos Ca²⁺ e Mg²⁺ no lixiviado, o tempo de incubação (60 e 75 dias) não foi suficiente para promover alterações significativas, pois houve a necessidade de um tempo maior para a água residuária adicionada entrar em equilíbrio com o complexo de troca do solo. Possivelmente, a lâmina de ARC aplicada ocasionou uma solubilização dos íons de Ca e Mg, e estes foram sensivelmente percolados pela coluna de solo. Quanto às propriedades químicas do solo, o pH foi alterado pela adição de ARC (Tabela 4). Independentemente da dose aplicada (doses 1, 2 e 3) de ARC (pH = 3,8), os valores de pH do solo foram superiores em relação à testemunha (sem adição de ARC), e o aumento do pH pode ter ocorrido devido à intensificação da atividade microbiana que conso-

me íons H⁺ como fonte de energia, corroborando com Brito et al. (2005), em estudos com aplicação no solo de água residuária do processamento do álcool.

Em relação à condutividade elétrica obtida no extrato da pasta saturada do solo (CE_{es}), os maiores valores foram verificados com a aplicação da dose 3 em relação as demais doses; e quanto à profundidade, não foi evidenciada nenhuma diferença significativa. A CE_{es} antes de ser aplicada a ARC, era em média de 0,31 dS m⁻¹ passando para um valor médio de 0,71 dS m⁻¹, independente da profundidade, após a adição da maior dose de ARC. Provavelmente, a concentração de íons presentes na ARC, principalmente K⁺ e Na⁺ contribuíram para a elevação da CE_{es}. No entanto, os resultados obtidos se encontram abaixo do limite considerado por Richard (1954) para solos salinos, que é de 4 dS m⁻¹. Silva (2008) verificou valores de CE_{es} próximos a 1,25 dS m⁻¹, superiores ao presente estudo, devido à diferente composição da ARC e a textura do solo.

Os teores de K⁺ aumentaram com as doses crescentes de ARC. A dose 3 promoveu maior teor de K no solo em relação às demais (Tabela 4). As doses 1 e 2 foram semelhantes entre si e diferenciaram-se da testemunha. Dentre os íons presentes na ARC, o K se encontra em maior concentração e conseqüentemente promoveu incremento no solo. Vários autores (Garcia, 2003; Lo Mônaco, 2005; Silva, 2008) evidenciaram aumento do teor de K trocável em diferentes solos sob aplicação de ARC, constatando a interação entre a água residuária e os colóides do solo. Dessa forma, a ARC pode ser substituída pela adubação potássica, minimizando os custos de produção da cultura cafeeira, além de evitar a contaminação dos recursos hídricos.

Em relação aos teores de Na trocável, pode-se verificar que houve aumento em função das doses de ARC aplicadas. O teor de Na no solo foi superior ao das camadas 14-36, 36-55 e 55-80 cm em relação à testemunha (Tabela 4), devido à concentração de Na (55,75 mg L⁻¹) existente na ARC ser maior do que os íons cálcio e magnésio. De acordo com Leite (2002), a concentração de Na existente na ARC é resultante da composição da casca do café, suspensa na ARC, que possui 46 % de sódio em sua composição química.

Não houve diferença no teor de Ca trocável no solo entre as doses aplicadas e entre as profundidades (P<0,05) (Tabela 4). Provavelmente, com a aplicação das lâminas de água, houve solubilização e lixiviação do Ca ao longo das camadas do solo. Diferentemente, Garcia (2003) verificou que o teor de Ca trocável aumentou de três vezes (2,45 cmol_c dm⁻³) na camada de 0-40 cm, em relação ao teor que tinha antes da aplicação da ARC (0,71 cmol_c dm⁻³).

Semelhantemente ao Ca, os valores de Mg não diferiram entre as doses, bem como com as profundidades. Apesar da concentração de Mg solúvel na ARC ter sido aproximadamente 3 vezes superior à concentração de Ca, não houve evidências de acréscimo no complexo sortivo devido a lixiviação deste elemento ao longo das camadas semelhante à verificada para o Ca. O Argissolo Amarelo Latossólico utilizado no presente

estudo é bastante intemperizado, proveniente da zona da mata de Pernambuco, onde a argila predominante apresenta baixa quantidade de cargas negativas, o que contribuiu para a lixiviação dos elementos Ca e Mg. De qualquer forma, no solo existe um equilíbrio entre a fase sólida e líquida e, desta forma, quando qualquer cátion em elevada concentração é acrescido na solução, imediatamente outro cátion que está adsorvido cede lugar ao novo que entrou no sistema.

CONCLUSÕES

A qualidade do lixiviado expressa pelos teores de K, Na, Ca e Mg e CE foi alterada com o tempo de incubação;

O K e o Na foram alterados no lixiviado unicamente para as maiores doses (2 e 3) aplicadas de ARC;

A aplicação de ARC ao Argissolo Amarelo Latossólico alterou as características químicas do solo para as variáveis pH, CE_{es} , K e Na aumentando seus valores em função das doses aplicadas;

Os teores de Ca e Mg no solo não foram alterados pela aplicação de ARC.

LITERATURA CITADA

- Afonso Júnior, P.C.; Corrêa, P.C.; Goneli, A.L.D.; Silva, F.S. Contribuição das etapas do pré-processamento para a qualidade do café. *Revista Brasileira de Armazenamento, Especial Café*, n.8, p. 46-53, 2004.
- Almeida, C.D.G.C.; Silva, I.J.O. Uso de águas residuárias do beneficiamento do café. *Thesis*, v.6, n.2, p.30-43, 2006.
- APHA. Standard methods for the examination of water and wastewater. 19. ed. Washington, D.C.: American Public Health Association/American Water Works Association/ Water Pollution Control Federation, 1995.
- Ayers, R.S.; Westcot, D.W.A. A qualidade da água na agricultura. Campina Grande: UFPB, 1991. 218p. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 29).
- Brasil. Resolução CONAMA n. 20, de 18 de junho de 1986. In: *Diário Oficial da União*. Distrito Federal, jul. 1986.
- Brito, F.L.; Rolim, M.M.; Pedrosa, E.M.R. Teores de potássio e sódio no lixiviado e em solos após a aplicação de vinhaça. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. Campina Grande, Suplemento, p.52-56, 2005.
- Brito, F.L.; Rolim, M.M.; Pedrosa, E.M.R. Concentração de cátions presentes no lixiviado de solos tratados com vinhaça. *Engenharia Agrícola*, v. 27, p. 773-781, 2007.
- Coraucii Filho, B.; Chemicharo, C.A.L.; Andrade Neto, C.O.; Nour, E.A.; Andreoli, F. De N.; Souza, H.N. de; Monteggia, L.O.; von Sperling, M.; Lucas Filho, M.; Aisse, M.M.. Figueiredo, R. F. de; Stefanutti, R. Bases conceituais da disposição controlada de águas residuárias no solo. In: Campos, J.R. (Ed.). *Tratamento de esgotos sanitários por processo anaeróbico e disposição controlada no solo*. Rio de Janeiro: ABES/PROSAB, 1999. p. 321-356.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa. Manual de análises de solo. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 1997. 212p.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 2.ed. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 2006. 306p.
- Garcia, G.O. Alterações químicas, físicas e mobilidade de íons do solo decorrentes da aplicação de águas residuárias da lavagem e despolpa dos frutos do cafeeiro conilon. Viçosa: UFV, 2003. 101 p. Dissertação Mestrado.
- Leite, R. A. Mucilagem residual e qualidade da bebida do café cerejea descascado. Botucatu: UNESP, 2002. 125p. Tese Doutorado.
- Lo Mônaco, P.A.; Matos, A.T.; Martinez, M.A.; Jordão, C.P. Eficiência de materiais orgânicos filtrantes no tratamento de águas residuárias da lavagem e despolpa dos frutos do cafeeiro. *Engenharia na Agricultura*, v.10, n.1-4, p.40-47, 2002.
- Lo Mônaco, P.A. Fertilização do cafeeiro com águas residuárias da lavagem e descascamento de seus frutos. Viçosa: UFV, 2005. 101p. Tese Doutorado.
- Lyra, M.R.C.C.; Rolim, M.M.; Silva, J.A.A. Toposequência de solos fertilizados com vinhaça: contribuição para a qualidade das águas do lençol freático. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.7, n.3, p.525-532, 2003.
- Matos, A.T.; Emmerich, I.N.; Brasil, M.S. Tratamento por escoamento superficial de águas residuárias da lavagem e despolpa de frutos do cafeeiro em rampas cultivadas com azevém. *Engenharia na Agricultura*, v.13, n.4, p.249-246, 2005a.
- Matos, A.T.; Eustáquio Júnior, V.; Pereira, P.A.; Matos, M.P. Tratamento da água para reuso no descascamento/despolpa dos frutos do cafeeiro. *Engenharia na Agricultura*, v.15, n.2, p.173-178, 2007.
- Matos, A.T.; Pinto, A.B. Pereira, O.G. Barros, F.M. Alteração de atributos químicos no solo de rampas utilizadas no tratamento de águas residuárias. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.9, n.3, p.406-412, 2005b.
- Matos, A. T.; Pinto, A.B.; Pereira, O. G.; Soares, A.A.; Monaco, P.A.L. Produtividade de forrageiras utilizadas em rampas de tratamento de águas residuárias da lavagem e despolpa de frutos do cafeeiro. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 7, n. 1, p. 154-158, 2003.
- Pelizer, L.H.; Pontieri, M.H.; Moraes, I.O. Utilização de resíduos agro-industriais em processos biotecnológicos como perspectiva de redução do impacto ambiental. *Journal of Technology Management & Innovation*, Santiago, v.2, n.1, p.118-127, 2007.
- Richards, L.A. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. Washington: United States Salinity Laboratory, 1954. 160p. (Agriculture Handbook 60).
- Silva, G.B. Efeito da aplicação de água residuária de café sobre as propriedades químicas do solo e do efluente. Recife: UFRPE, 2008. 48p. Dissertação Mestrado.

- Silva, V.G. Monitoramento de parâmetros físicos, químicos e biológicos em reator anaeróbio híbrido (RAH) em escala piloto, tratando água residuária do café produzido por via úmida. Lavras: UFLA, 2007. 170p. Dissertação Mestrado.
- Tavares, E.L.A. A questão do café commodity e sua precificação: o “*C Market*” e a classificação, remuneração e qualidade do café. Campinas: UNICAMP, 2002. 207p. Tese Doutorado.
- Torrês, G. Qualidade: fator determinante para uma cafeicultura moderna. Informativo Agropecuário, v.18, n.187, p.3, 1997.
- Xavier, L.H. Modelos univariado e multivariado para análise de medidas repetidas e verificação de acurácia por meio de simulação. Piracicaba: USP, 2000. 91p. Dissertação Mestrado