

AVALIAÇÃO DA RAS E RAP DA SOLUÇÃO DO SOLO EM DECPRENCIA DA APLICAÇÃO DE ÁGUA RESIDUÁRIA DE SUINOCULTURA EM MUDAS DE CAFEIRO CONILON

BRUMAT, A. E. L.¹; GARCIA, G. O.²; BRUMAT, A. C. L.¹; MONTE, E. O.²; MELERE, J. G.²; REIS, E. F.²; AMARAL, J. F. T²

¹Universidade Federal do Paraná; ²Universidade Federal do Espírito Santo.

RESUMO

Este estudo avaliou os efeitos do parcelamento da ARS nos atributos químicos da solução do solo cultivado com café conilon cv. Robusta, em três texturas de solo. Trabalho conduzido na UFES Campus Alegre, em vasos 50 dm³, parcelas subdivididas com parcelamento de ARS e adubação mineral em quatro níveis dispostas em DBC e quatro repetições. Foram monitorados Na, K, Ca e Mg na solução do solo e calculadas razão de adsorção de sódio e potássio (RAS e RAP). Os dados foram submetidos a análise de variância a 5% de probabilidade e os efeitos analisados por regressão. A RAS e RAP apontaram potenciais riscos ao solo de textura argilosa. **Palavras-chave:** café conilon; reuso da água; suinocultura.

INTRODUÇÃO

A crescente preocupação com a preservação dos recursos hídricos e com a conservação do meio ambiente tem conduzido o desenvolvimento e aperfeiçoamento de técnicas visando especialmente o reuso da água, de diversos tipos, oriundas de processos industriais e também agroindustriais. Nesse âmbito, o uso de efluentes na agricultura, apresenta vantagens como a incorporação de nutrientes e matéria orgânica ao solo (Christofolletti et al, in Silva, 2017), e também como alternativa viável de fertilizantes, tendo em vista que muitas águas residuárias possuem, em sua concentração, teores de nutrientes de interesse agrônomo (OLIVEIRA, 2012).

Dentre as águas residuárias agropeuárias, destaca-se a ARS (água residuária da suinocultura), que segundo Seganfredo (2004), pode ser utilizada na agricultura como fonte de nutrientes para as plantas, devido à presença de macronutrientes e micronutrientes, além de conter compostos orgânicos que ajudam a melhorar as características químicas, físicas e biológicas do solo. No entanto, sua aplicação pode causar uma desproporção entre entradas e saídas de nutrientes do solo, o que exige um monitoramento quanto aos riscos de saturação do solo com estes elementos, que poderão ser lixiviados atingindo o lençol freático, ter a disponibilidade para as plantas aumentada, afetar a comunidade microbiana do solo, dentre outros efeitos que desequilibram a funcionalidade do ecossistema (MENEGETTI, 2012).

O monitoramento da solução passa a ser ferramenta de extrema importância por possibilitar, ainda durante o ciclo da cultura, ajustes necessários na quantidade de fertilizantes aplicados e evitar flutuações das quantidades de sais na solução do solo (OLIVEIRA et al., 2012). Faz-se necessário conhecer os índices de razão de adsorção de sódio e razão de adsorção de potássio, pois são estes que expressam a possibilidade de que a água de irrigação provoque a sodificação e salinização do solo, no que depende a proporção do Na⁺ e K⁺ em

relação aos demais cátions, de tal forma que, o acúmulo de Na^+ e K^+ nos solos pode acontecer se estes forem os cátions predominantes na solução do solo. Um grande aumento nos teores de sódio em solos agrícolas, se não monitorados, podem vir a alterar certas características físicas decorrentes de dispersão das argilas por exemplo, sendo uma das causas para a redução da porosidade do solo, condutividade hidráulica, taxa de infiltração e da destruição da estrutura do solo, afetando diretamente o desenvolvimento das plantas (HOMEM et al, 2014), assim como se houver acúmulo de K^+ , haverá disfunções na ligação dos demais íons as cargas do solo, devido a preferencialidade deste, gerando desbalanço nutricional às culturas, portanto, monitorar esses valores se faz necessário para tomadas de decisões, assim como avaliar potenciais riscos de contaminação e danos à estrutura do solo decorrentes das aplicações de água residuária.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no período de dezembro de 2017 a março de 2018, no Centro de Ciências Agrárias e Engenharias da Universidade Federal do Espírito Santo, município de Alegre/ES, em local protegido seguindo a orientação Leste-Oeste. O experimento foi montado no esquema de parcelas subdivididas ($3 \times 4 \times 9$), sendo nas parcelas o fator textura do solo em três níveis, nas subparcelas o fator parcelamento de ARS e adubação mineral em quatro níveis, e nas subsubparcelas o fator coleta da solução do solo em nove níveis, num delimitamento em blocos casualizados, com quatro repetições. Trabalhou-se com três texturas de solo (textura argilosa, textura média e textura arenosa) coletado na camada superficial (0-20 cm), destorroados, peneirados e homogeneizados. Realizou-se correção de acidez, 30 dias antes do início do período experimental.

As unidades experimentais foram caracterizadas por vasos plásticos com capacidade de 50 dm^3 . Após a incorporação do calcário às três texturas de solo, os vasos foram preenchidos com 40 dm^3 de solo, dispostos em quatro fileiras, com espaçamento de $0,80 \text{ m}$ entre vasos e $1,0 \text{ m}$ entre linhas, totalizando 48 unidades experimentais. Cada fileira correspondeu a um bloco, e continha a combinação das três texturas e parcelamentos.

A cultura utilizada foi a do café conilon cultivar robusta, oriundas de viveiro certificado, estando aclimatadas e com cinco pares de folhas. O controle da umidade do solo foi feito por meio da instalação de 12 tensiômetros ao longo das unidades experimentais, posicionados a $0,20 \text{ m}$ de profundidade no solo.

A ARS utilizada no experimento foi coletada na saída do biodigestor da Unidade Produtora de Suínos do Instituto Federal do Espírito Santo (IFES), Campus de Alegre antes de cada aplicação.

O potássio, por ser o elemento em maior concentração nesta ARS, foi estabelecido como o elemento preferencial para o cálculo do volume de ARS a ser aplicado, que foi disponibilizado de forma parcelada.

Adubação Mineral: Adubação potássica mineral recomendada para a cultura, fornecida via Cloreto de Potássio ($12,50 \text{ g}$ de K , divididas em três aplicações, num intervalo de 30 dias entre elas) seguindo o manual de recomendação de adubação e calagem para o estado do Espírito Santo; ARS_{K1} : 100% do potássio, fornecido via ARS até atingir a recomendação do manual de recomendação de adubação e calagem para o estado do Espírito Santo ($12,50 \text{ g}$); ARS_{K2} : 100%

do potássio, fornecido via ARS dividido em dois parcelamentos num intervalo de 30 dias entre eles (6,25g em cada); ARS_{K3} : 100% do potássio, fornecido via ARS, dividido em 3 parcelamentos num intervalo de 30 dias entre eles (4,16g em cada);

A aplicação dos parcelamentos iniciou-se aos 17 dias de transplantio obedecendo a necessidade de irrigação (substituindo a irrigação convencional), até atingir a dose recomendada de potássio para cada parcelamento, posteriormente, a irrigação foi efetuada com água. O volume de ARS necessário para o suprimento da dose potássica recomendada para cada parcelamento foi calculado de acordo com a quantidade de potássio presente por litro de ARS.

O monitoramento da solução foi feito por meio de extratores de capsula porosa onde a solução era coletada com uma seringa de 60 ml, por meio de vácuo positivo nos extratores. A solução foi coletada a cada 10 dias (10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80 e 90 dias) do início dos parcelamentos, totalizando nove coletas da solução ao longo do período experimental, armazenada em recipientes plásticos, acondicionados em geladeira a uma temperatura de 4°C. Realizou-se análises de sódio e potássio via fotômetro de chama, e cálcio e magnésio por titulometria.

Valores de RAS e RAP foram calculados através das equações 1 e 2.

$$RAS = \frac{Na^+}{\left[\frac{Ca^{++} + Mg^{++}}{2}\right]^{0,5}} \quad (1)$$

$$RAP = \frac{K^+}{\left[\frac{Ca^{++} + Mg^{++}}{2}\right]^{0,5}} \quad (2)$$

Onde:

Na^+ : concentração de sódio ($mmolc.dm^{-3}$); Ca^{++} : concentração de cálcio ($mmolc.dm^{-3}$); Mg^{++} : concentração de magnésio ($mmolc.dm^{-3}$); K^+ : concentração de potássio ($mmolc.dm^{-3}$).

Os dados foram submetidos a Análise de variância a 5% de probabilidade. Os efeitos significativos das variáveis foram analisados por meio de regressão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Razão de adsorção de Sódio (RAS)

Observa-se na figura 1A, 1B e 1C que apenas o parcelamento da ARS em três vezes apresentou efeito significativo, nas três texturas de solo. As curvas de acúmulo da RAS ajustaram-se ao modelo quadrático de regressão. O parcelamento com adubação mineral não apresentou efeito significativo em nenhuma das texturas de solo, e embora para os demais parcelamentos tenha havido interação significativa, não houve ajuste às curvas para os modelos de regressão quadrática e nem linear simples.

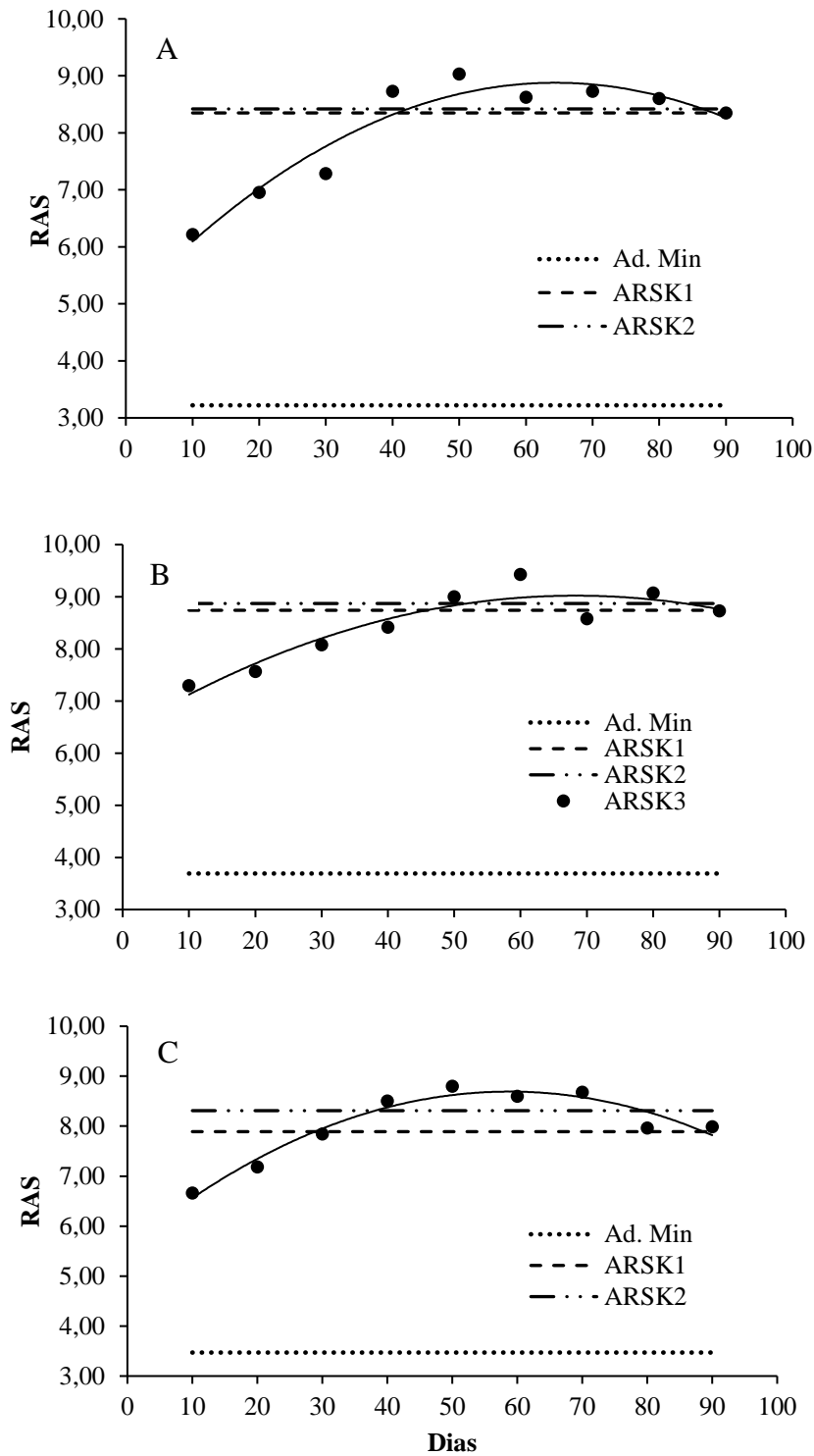


Figura 1. Valores médios do comportamento da RAS na solução do solo, em decorrência da aplicação dos parcelamentos de ARS e Adubação Mineral, ao longo de 90 dias de experimentação, em três texturas de solo.

Tabela 1. Equações ajustadas e valores médios da concentração da RAS da solução do solo, em decorrência dos parcelamentos de ARS e Adubação Mineral ao longo de 90 dias de experimentação, em três texturas de solo

Textura Argilosa (A)			
$\hat{y}_{Ad. Min} =$	3,22		
$\hat{y}_{ARS_{K1}} =$	8,35		
$\hat{y}_{ARS_{K2}} =$	8,42		
$\hat{y}_{ARS_{K3}} =$	$5,3104 + 0,09752 D - 0,0006374 D^2$	$R^2 = 0,874$	
Textura Média (B)			
$\hat{y}_{Ad. Min} =$	3,69		
$\hat{y}_{ARS_{K1}} =$	7,89		
$\hat{y}_{ARS_{K2}} =$	8,87		
$\hat{y}_{ARS_{K3}} =$	$5,5994 + 0,1051 D - 0,0008948 D^2$	$R^2 = 0,941$	
Textura Arenosa (C)			
$\hat{y}_{Ad. Min} =$	3,47		
$\hat{y}_{ARS_{K1}} =$	8,74		
$\hat{y}_{ARS_{K2}} =$	8,31		
$\hat{y}_{ARS_{K3}} =$	$6,4172 + 0,07619 D - 0,0005575 D^2$	$R^2 = 0,860$	

Houve o aumento da RAS ao longo do período experimental, e um leve decréscimo ao final, o que infere que de modo em que se aplica a ARS, há o acúmulo de sódio na solução, com isso o aumento da RAS (Figura 1A, 1B e 1C), e a aplicação da ARS em maior parcelamento promove a disposição constante de ARS ao solo, de forma a manter os níveis de RAS também sempre constantes. Contudo, deve-se atentar para o risco de salinização e sodificação, e também de alterações na capacidade de infiltração da água no solo, relacionada ao aumento da razão de adsorção de sódio.

A sodicidade determinada pela RAS diz respeito ao efeito do sódio contido na água de irrigação, que elevará a porcentagem de sódio trocável, podendo afetar sua capacidade de infiltração. A RAS avalia a concentração de sódio em relação ao cálcio e magnésio. Quanto maior a concentração destes em relação ao sódio, menor será o valor da RAS, e consequentemente, menor serão os riscos ao solo em decorrência da aplicação da ARS.

De acordo com a classificação das águas de irrigação e efluentes quanto a condutividade elétrica e RAS, descrita por Cordeiro (2001), que apresenta o risco de salinidade e sodicidade dos solos respectivamente, a ARS do presente estudo se enquadra em C3S1, com condutividade elétrica em torno de 3 dS m, e RAS entre 6 e 12 com condutividade elétrica maior que 1,9 dS m. Estes resultados salientam quanto ao risco de salinização dos solos visto a alta condutividade elétrica da ARS, com isso, deve haver o cuidado de não utilizar a água em solos demasiadamente argilosos ou de baixa permeabilidade.

Embora não tenha havido diferença nos valores médios de RAS entre as três texturas de solo, alerta-se ao risco do uso da ARS. Em solos argilosos, o sódio dessa classe de água representa um perigo de dispersão com possível redução em sua porosidade. Por outro lado, essas águas podem ser utilizadas em solos arenosos ou orgânicos que possuem boa permeabilidade (KENIMER, 2017).

Razão de Adsorção de Potássio (RAP)

De acordo com a figura 2A, os parcelamentos da ARS foram significativos, ajustando-se ao modelo quadrático de regressão, em contra partida, a adubação mineral não apresentou significância.

No solo de textura média e arenosa (Figura 2B e 2C respectivamente), não obteve-se efeito significativo para a variável estudada em nenhum dos parcelamentos.

Tabela 2. Equações ajustadas e valores médios da concentração da RAP da solução do solo, em decorrência dos parcelamentos de ARS e Adubação Mineral ao longo de 90 dias de experimentação, em três texturas de solo

Textura Argilosa (A)		
$\hat{y}_{Ad. Min} =$	5,73	
$\hat{y}_{ARS_{K1}} =$	$8,7004 + 0,1935 D - 0,0006374 D^2$	$R^2 = 0,827$
$\hat{y}_{ARS_{K2}} =$	$9,9828 + 0,1576 D - 0,001822 D^2$	$R^2 = 0,935$
$\hat{y}_{ARS_{K3}} =$	$7,0247 + 0,2504 D - 0,002430 D^2$	$R^2 = 0,843$
Textura Média (B)		
$\hat{y}_{Ad. Min} =$	5,60	
$\hat{y}_{ARS_{K1}} =$	12,15	
$\hat{y}_{ARS_{K2}} =$	13,21	
$\hat{y}_{ARS_{K3}} =$	13,41	
Textura Arenosa (C)		
$\hat{y}_{Ad. Min} =$	6,18	
$\hat{y}_{ARS_{K1}} =$	12,40	
$\hat{y}_{ARS_{K2}} =$	12,22	
$\hat{y}_{ARS_{K3}} =$	13,66	

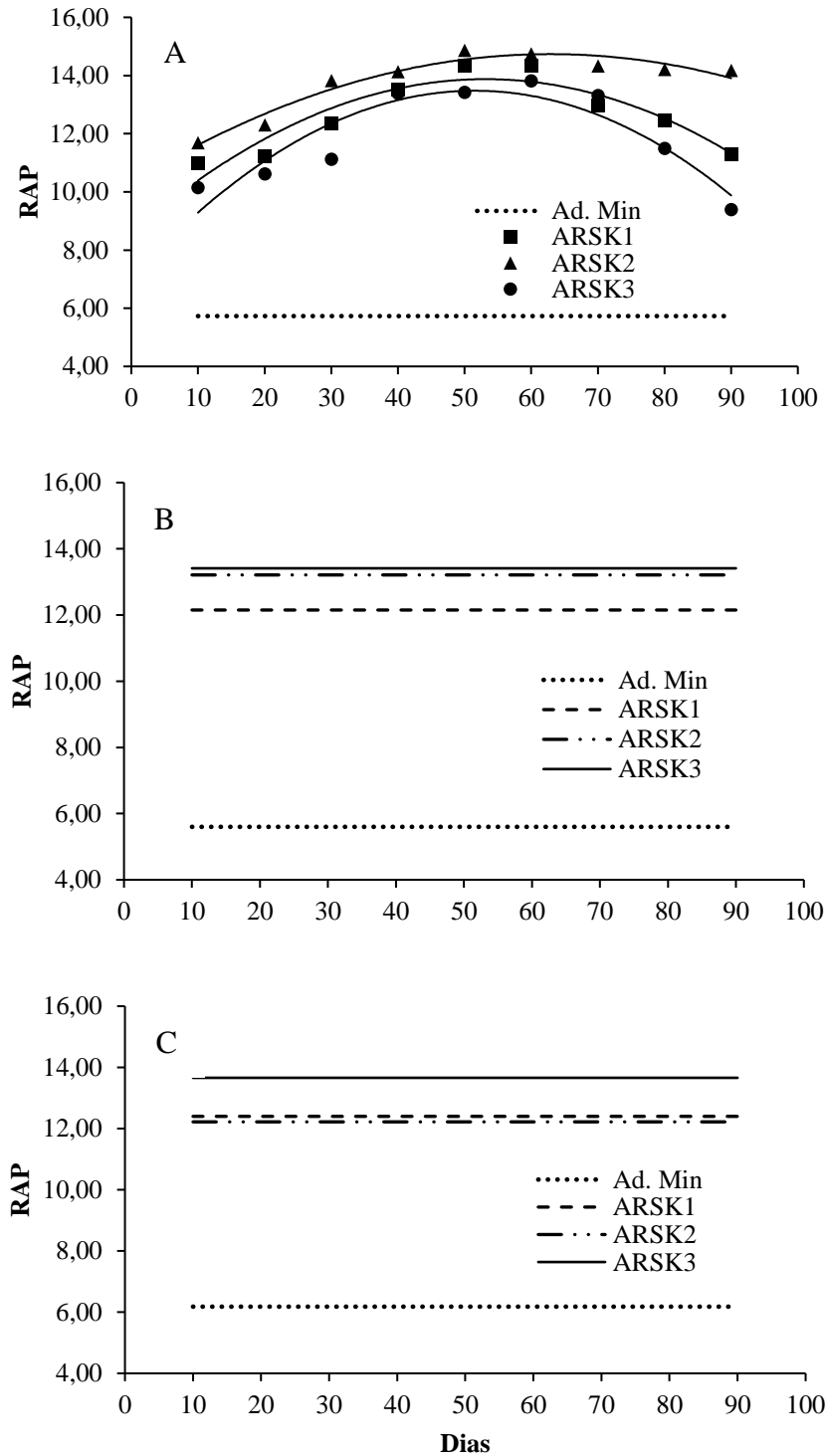


Figura 2. Valores médios do comportamento da RAP na solução do solo, em decorrência da aplicação dos parcelamentos de ARS e Adubação Mineral, ao longo de 90 dias de experimentação, em três texturas de solo.

Nota-se na figura 2A, que as aplicações de ARS promoveram momentaneamente a elevação dos valores da RAP da solução do solo, e posteriormente diminuíram, esse comportamento foi observado para os três parcelamentos. Assim como para o potássio, observa-se que a elevação dos valores estão relacionados com a composição e aplicação da ARS, ou seja, altas concentrações de potássio na ARS, aumentou a RAP gradativamente ao longos das aplicações, com decréscimo em seu valor após o término delas.

Destaca-se para esta variável, que o parcelamento da ARS em duas vezes apresentou maior valor de RAP em relação aos demais parcelamentos da ARS (Figura 2A).

Os altos valores de potássio e RAP, sugere alerta para os riscos ao solo, pois os íons de potássio quando elevados na solução, podem substituir outros íons, como o cálcio por exemplo, no complexo de troca.

A utilização da RAP, juntamente com a RAS, permite avaliar a relação dos íons monovalentes com o risco de salinização, que causam degradação física do solo. Ou seja, com base nos resultados obtidos (Figura 2A), o cenário é bastante favorável para potencialização da salinização do solo, com risco de dispersão do mesmo pelo aumento da RAS e da RAP no solo de textura argilosa, visto a maior capacidade de retenção de água e íons, gerando assim maiores problemas na dispersão de solos. Já em solos de textura mais arenosa, os problemas não são tão pronunciáveis, pois solos mais arenosos possuem maior macro porosidade que lhe conferem melhor drenagem e permeabilidade.

Como observado por Lo Monaco 2005, e Garcia, 2003, em trabalhos com água residuária de despolpa de café, a grande quantidade de potássio aplicada por meio da ARC proporcionou a substituição de íons de cálcio do complexo de troca do solo, podendo afetar a estrutura do mesmo, acarretando problemas de infiltração da água, além de lixiviação dos demais nutrientes pelo perfil, sendo que em campo, esse acúmulo de potássio pode gerar dispersão de argilas e até mesmo dano salino às plantas.

CONCLUSÕES

O parcelamento da ARS em três vezes proporcionou aumento momentâneo das RAS e RAP no solo de textura argilosa, assim como o aumento da RAS no solo de textura média, e RAS no solo de textura arenosa, com decréscimo ao final das aplicações.

REFERÊNCIAS

CHRISTOFOLETTI, C. A.; ESCHER, J. P.; CORREIA, J. E.; MARINHO, J. F. U.; FONTANETTI, C. S. Sugarcane vinasse: environmental implications of its use. In: SILVA, S. F. da. Uso da vinhaça na cultura do milho: efeitos no solo, nos teores nutricionais do tecido foliar e na produção durante três safras. Alegre – ES: UFES, 2017, Tese (Doutorado em produção Vegetal) – Universidade Federal do Espírito Santo – ES, 92p. 2017.

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 – MG: UFV, 2003, Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa - MG, 101p., 2003.

HOMEM, B. G. C.; ALMEIDA NETO, O. B. De; CONDÉ, M. S.; SILVA, M. D.; FERREIRA, I. M. Efeito do uso prolongado de água residuária da suinocultura sobre as propriedades químicas e físicas de um Latossolo Vermelho-Amarelo. **Rev. Científica**, Jaboticabal, v.42, n.3, p.299–309, 2014.

KENIMER, A.; JNAD, I.; LESIKAR, B.; SABBAGH, G. Subsurface Drip Dispersal of Residential Effluent: II. Soil Hydraulic Characteristics. In: SILVA, S. F. da. Uso da vinhaça na cultura do milho: efeitos no solo, nos teores nutricionais do tecido foliar e na produção durante três safras. Alegre – ES: UFES, 2017, Tese (Doutorado em produção Vegetal) – Universidade Federal do Espírito Santo – ES, 92p. 2017.

Lo MONACO, P. A. Fertirrigação do cafeeiro com águas residuárias da lavagem e descascamento de seus frutos. Viçosa – MG: UFV, 2005. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, 111p., 2005.

MENEGHETTI, A. M.; NÓBREGA, L. H. P.; SAMPAIO, S. C.; FERQUES R. G. Mineral composition and growth of babycorn under swine wastewater combined with chemical fertilization. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.16, n.11, p.1198–1205, 2012.

OLIVEIRA, Eduardo Luiz de (Org.). Manual de Utilização de Águas Residuárias em Irrigação. 1ª Botucatu: Fepaf, 192p. 2012.

OLIVEIRA, R. C. de.; COELHO, E. F.; ARAÍJO, R. T. M.; TEIXEIRA, J. C.; BARROS, D. L.; SILVA, A. C. P. da.; AMORIM, M. S. Condutividade elétrica de um solo manejado com diferentes lâminas de irrigação e diferentes doses de potássio. **Fertibio**, Maceió – AL, 3p. 2012.

SEGANFREDO, M. A. Dejetos animais: a dupla face benefício e prejuízo. **Suinocultura Industrial**, São Paulo, v. 26, n. 183, p. 14-16, dez. 2004.