



Aproveitamento da água do processamento dos frutos de café na fertirrigação de *Brachiaria mutica*

Michell Bahia Dutra EMERICK¹, Rodolfo Alves BARBOSA^{2*}, Ademar Polonini MORELI³, Sammy Fernandes SOARES⁴, Edvaldo Fialho dos REIS⁵

¹ Instituto de Defesa Agropecuária do Espírito Santo, Vitória, ES, Brasil.

² Instituto Guaicuy, Belo Horizonte, MG, Brasil.

³ Instituto Federal do Espírito Santo, Venda Nova do Imigrante, ES, Brasil.

⁴ Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Brasília, DF, Brasil.

⁵ Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, ES, Brasil.

*E-mail: Rodolfo.ufv@gmail.com

(ORCID: 0000-0002-6194-7463; 0000-0001-6015-6558; 0000-0002-6659-5807; 0000-0002-9798-1583; 0000-0003-3823-1472)

Recebido em 07/08/2020; Aceito em 12/09/2021; Publicado em 24/09/2021.

RESUMO: Considerando que a aplicação da água do processamento de café (APC), via fertirrigação, pode promover alterações nos teores de K do solo, na planta e na produção de massa seca do *Brachiaria mutica* (Capim Angola), realizou-se um trabalho com o objetivo de avaliar os teores disponíveis de K no perfil de um Neossolo Flúvico, na planta, e na produção de massa seca do capim angola decorrentes da aplicação de diferentes doses de APC. As parcelas receberam cinco tratamentos sendo: doses de APC 0, 57, 114, 171 e 228m³/ha, calculados de forma que a dose 114m³/ha elevasse o teor de K a 5% na CTC (T) do solo. Foram coletadas amostras de solo, aos 45 e 90 dias após a aplicação da APC, nas profundidades de 0 a 20 cm; 20 a 40 cm; 40 a 60 cm e 60 a 80 cm. Realizado também coletas, no mesmo período, de amostras para análise foliar e de massa seca. O uso da APC, na dose de 114 m³/ha promoveu incremento de K no solo apenas na camada de 0-20 cm. Observou-se ainda incremento em camadas inferiores mediante dosagens superiores. Não houve diferença na produção de biomassa e teores de nutrientes na planta, mediante os diversos tratamentos.

Palavras-chave: pós-colheita; nutrição; lixiviação; potássio.

Use of water for processing coffee beans in the fertigation of *Brachiaria mutica*

ABSTRACT: Considering that the application of water from coffee processing (WCP), via fertigation, can promote changes in the K content of the soil, in the plant and the production of the dry mass of *Brachiaria mutica* (Capim Angola), work was carried out to evaluate evaluating the available levels of K in the profile of a Floss Neossol, in the plant, and the production of the dry mass of the Angola grass resulting from the application of different doses of WPC. The plots received five treatments: WPC doses 0, 57, 114, 171, and 228m³ / ha, calculated so that the 114m³ / ha dose raised the K content to 5% in the CTC (T) of the soil. Soil samples were collected at 45 and 90 days after WPC application, at depths of 0 to 20 cm; 20 to 40 cm; 40 to 60 cm and 60 to 80 cm. Samples for leaf analysis and dry mass were also collected in the same period. The use of WPC, at a dose of 114 m³ / ha, increased K in the soil only in the 0-20 cm layer. An increase was also observed in lower layers through higher dosages. There was no difference in the production of biomass and nutrient contents in the plant, through the different treatments.

Keywords: Post-harvest; nutrition; leaching; potassium.

1. INTRODUÇÃO

A forma do processamento pós-colheita do café é considerada de grande destaque, por influenciar a qualidade do produto final, bem como aspectos ambientais da propriedade, tornando-a ponto chave na sustentabilidade desta atividade (IJANU, 2019; ALEMAYEHU et al., 2020). Dito isto, este processo merece atenção, devido à alta capacidade de geração de efluentes, sendo consumidos em média 4,0 L⁻¹ de água limpa por litro de fruto processado, detendo este efluente alto potencial de impactos ambientais, conforme observado por LO MONACO et al. (2003).

Uma alternativa de tratamento e ou disposição da APC no meio ambiente, é a sua disposição no solo na forma de fertirrigação, técnica esta, que prioriza o aproveitamento dos nutrientes nela presentes, dentre os quais, merece destaque o

potássio, pela grande quantidade presente via APC, indicando que esses efluentes constituem material de elevado valor fertilizante e que podem ser aproveitados e dispostos no solo, com o objetivo de substituir alguns fertilizantes inorgânicos (LO MONACO et al., 2003).

Garcia et al. (2008), trabalhando com diluições diferentes de APC de conilon em três solos (Neossolo, Argissolo, Latossolo), verificaram incremento nos valores da CTC efetiva, soma de bases e saturação por bases, além da redução da saturação do alumínio.

Em experimento realizado em ambiente protegido, com vasos contendo 2 dm³ de um solo classificado como Latossolo Vermelho Amarelo, os autores aplicaram doses de 0, 5, 10, 20, 40 e 80 litros de APC por m² de solo. Após 30

dias de incubação, foram retiradas amostras para análise de solo e semeou-se milho, que foi colhido um mês depois. A aplicação de APC no solo elevou o pH, os teores de P, K, Na, Ca, Al, Zn e matéria orgânica e, também, a saturação em bases. O K foi o elemento que apresentou a maior taxa de incremento, da ordem de 11,4 mg/dm³ para cada 10 L de APC aplicados por m² de solo. A produção de biomassa da parte aérea das plantas aumentou de 26 g, com a dose 0 de APC, para 62 g, com a dose de 5 L.m⁻² (PREZOTTI et al., 2012).

Matos et al. (2005), avaliando os efeitos da aplicação de APC, em alguns atributos químicos de um solo cultivado com três espécies forrageiras (azevém, aveia-preta e milho), observaram que os nutrientes aplicados no solo por meio da APC, à exceção do potássio, não foram suficientes para proporcionar acúmulo na camada superficial do solo que, ao contrário, apresentou redução de P disponível, Ca e Mg trocáveis.

Diante disso, o aproveitamento da APC por meio da fertirrigação configura-se uma excelente oportunidade. Observando que, procura-se atender à demanda da cultura por nutrientes e não para a necessidade hídrica das plantas. Destaca-se ainda que a APC apresenta variações dos teores dos elementos, conforme diversos fatores, assim é necessário realizar análise dos teores de nutrientes presentes na APC e no solo. De posse dessa informação, utiliza-se o elemento encontrado em maior quantidade (potássio), como indicador para o cálculo da dose a ser aplicada (PREZOTTI et al., 2012).

Considerando o potencial de uso da APC e tendo a presunção que sua aplicação no solo pode promover a

alteração nos teores de K no solo, planta e da massa seca da vegetação existente, existe, portanto, a necessidade de avaliar doses de aplicação de APC, considerando a recomendação utilizada no Estado do Espírito Santo.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido no imóvel rural Cachoeira Alegre, localizada no município de Ibatiba, ES, à altitude de 780 m, geograficamente localizado nas coordenadas Datum WGS 84 UTM 24 K, 240236 E: 7753229 N, em área de, aproximadamente, 350 metros quadrados (Figura 1). O clima da região é classificado como Cwb (Alvares et al., 2013), apresentando clima temperado úmido com inverno seco e verão temperado nos locais mais elevados.

O solo do local do experimento é classificado como Neossolo Flúvico, no qual é cultivado o capim angola (*Brachiaria mutica*). Para caracterização química do solo realizou-se amostragem, por meio de um trado tipo holandês, coletando-se 20 amostras simples em pontos aleatórios e em quatro camadas nos perfis 0 a 20 cm, 20 a 40 cm, 40 a 60 cm e 60 a 80 cm, gerando uma amostra composta para cada camada. Após secagem ao ar, as amostras foram destorroadas e passadas em peneira de 2 mm, sendo, em seguida, encaminhadas ao Laboratório de Análises Água Limpa, a fim de se procederem às caracterizações físicas, químicas e físico-químicas, conforme metodologia estabelecida pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa (2009). O resultado da análise química do solo, antes do início do experimento, é apresentado na Tabela 1.

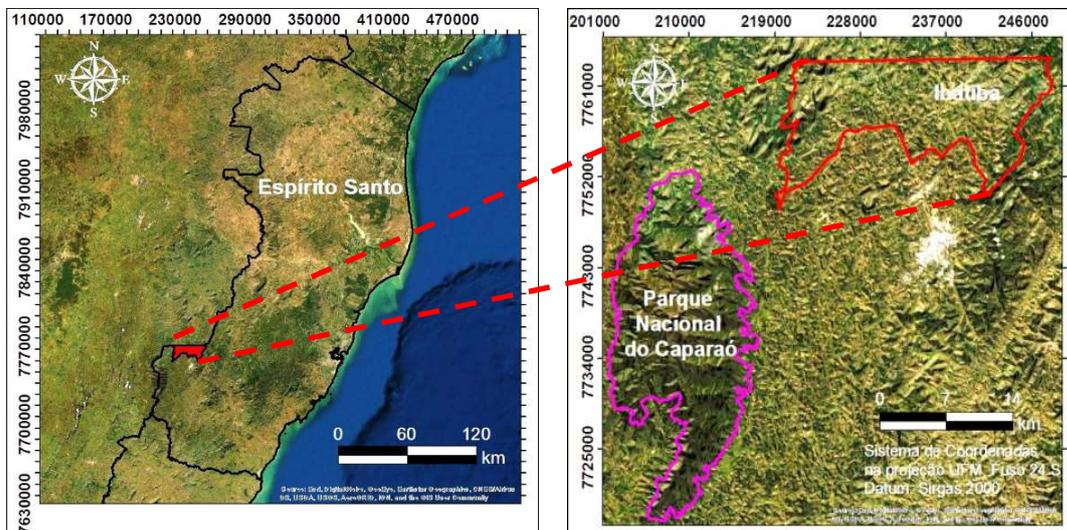


Figura 1. Localização do município de Ibatiba, próximo ao Parque Nacional do Caparaó, ES. Fonte: Rodolfo Barbosa
Figure 1. Location of the municipality of Ibatiba, close to Caparaó National Park, ES.

No decurso do período experimental foram coletadas informações de pluviosidade média, temperaturas máxima, mínima e média obtidas através da Estação Meteorológica automática do INMET para a região onde foi realizado o estudo, constatando-se que o volume médio de precipitação ocorrido entre os meses de setembro e novembro variou de 65,2 a 234,2 mm, respectivamente, tendo ocorrido, 413,2 mm no total, sendo considerado normal para a região. A temperatura média registrada no período variou de 20,4 a 20,75 °C, não havendo uma variação significativa entre os meses trabalhados.

A área do estudo encontrava-se cultivada com *Brachiaria mutica* (capim-angola, bengô). Este capim possui origem africana, sendo propagado por meio vegetativo, através do plantio de estolões ou mudas, possui boa adaptação a solos de baixada sujeitos a alagamento temporário e a solos de baixa fertilidade, estando difundido em todo o território nacional (COSTA, 2004).

Previamente a aplicação da APC foi realizada a uniformização da gramínea em toda a área do experimento, à altura de 0,10 m do solo, portanto, respeitando-se a altura de pastejo adotado pelo pecuarista.

Tabela 1. Propriedades químicas do Neossolo Flúvico.
Table 1. Chemical properties of Floss Neossol.

Camadas (cm)	pH	P	K	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H + Al
	H ₂ O	mg dm ⁻³				cmol _c dm ⁻³	
0-20	5,55	5,65	62,13	1,95	0,5	0,18	5,58
20-40	5,63	5,75	63,88	2,04	0,55	0,19	5,69
40-60	5,82	7,65	93,25	2,15	0,67	0,19	5,59
60-80	5,3	8,39	81,23	1,91	0,59	0,15	5,54
Camadas (cm)	SB	(t)	(T)	V	m	MO	
		cmol _c dm ⁻³		%		dag kg ⁻¹	
0-20	2,61	2,79	8,19	31,86	6,45	3,2	
20-40	2,75	2,94	8,44	32,61	6,45	2,9	
40-60	3,06	3,25	8,65	35,37	5,85	2,65	
60-80	2,71	2,86	8,25	32,83	5,25	2,55	

pH em água; Ca- Mg-Al: extrator KCl 1 mol/L; SB: soma de bases trocáveis; T: CTC – capacidade de troca catiônica a pH 7,0; m: índice de saturação de alumínio. P- K: extrator Mehlich; H+Al: extrator SMP; t: CTC(t) capacidade de troca catiônica efetiva; V: índice de saturação de bases; M.O: matéria orgânica.

Após dois dias de recirculação, a APC gerada na UP, conforme processo produtivo, foi direcionada para a área experimental por gravidade e armazenada em caixa de polietileno de 1000 L, de onde, após homogeneização, foi retirada uma amostra, acondicionada em recipiente adequado e conservada em caixa de isopor, contendo gelo, e levada para o Laboratório Água Limpa, para análise, seguindo-se metodologia apresentada no Standard Methods (AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION - APHA, 1995).

A análise química, representada na Tabela 2, consistiu nas determinações do potencial hidrogeniônico (pH), por meio de um potenciômetro, e das concentrações de fósforo, por colorimetria e potássio, por fotometria de chama (APHA, 1995). O método de cálculo foi similar ao utilizado no estado do Espírito Santo, onde o Incaper adota a fertirrigação como recomendação de aproveitamento da APC, tendo por fundamento a recomendação do uso até a elevação do teor de K ao limite de 5% da CTC pH7 do solo (PREZOTTI et al., 2012).

Tabela 2. Caracterização química da APC utilizada na fertirrigação da pastagem, cultivada em Neossolo Flúvico no município de Ibatiba, ES.

Table 2. Chemical characterization of the WCP used in pasture fertigation, cultivated in Neossolo Flúvico in the municipality of Ibatiba, ES.

CE	pH	P	K+	Zn	Mn	
dS m ⁻¹			mg/L ⁻¹			
4,1	4,65	10	1710	0,97	3,24	
Cu	FeTotal	S	Ca	Mg	DBO	DQO
			mg/L ⁻¹			
0,48	139,57	1971	195	50	25409,52	53360

Após definir a recomendação de potássio para o atendimento da demanda conforme o cálculo apresentado, estabeleceu-se a aplicação das doses de 0, 57, 114, 171 e 228m³/ha de APC, correspondendo, respectivamente, aos níveis de 0%, 50%, 100%, 150% e 200% da necessidade de potássio, de forma que o mesmo atinja 5% da CTC do solo.

Calculado o volume de APC necessário para a aplicação das doses, procedeu a aplicação de água limpa de forma complementar à APC, quando necessário, ao ponto que todos os tratamentos receberam o mesmo volume de água. Para a aplicação foi utilizado regador de jardinagem de bico

com orifícios, mantendo-se, assim, a aplicação homogênea e sempre respeitando a velocidade de infiltração básica do solo.

Na Tabela 3, são apresentados os volumes de APC aplicados em cada tratamento e sua respectiva porcentagem, bem como o suprimento de K e sua correspondência em K₂O e KCl.

Na amostragem, foi realizada uma coleta aleatória em zigue-zague, dentro dos limites de cada unidade experimental, de cinco amostras simples do solo. As amostras simples foram homogeneizadas em bandejas plásticas, obtendo-se uma amostra composta. Ao final desse procedimento, as amostras de solo foram acondicionadas em vasilhames plásticos e encaminhadas para o laboratório de análises Água Limpa, sendo realizada a determinação K, do pH em água, das concentrações de P disponíveis, das concentrações trocáveis de Ca, Mg, Al, Al + H, MO, além da determinação da soma de bases trocáveis, CTC, seguindo-se metodologia citada.

O experimento foi instalado em área com pastagem implantada, utilizando-se o delineamento experimental em blocos inteiramente casualizados, com quatro repetições. As parcelas mediram 6 m² (3 × 2 m), distantes 1,5 m entre si, em cada bloco.

Tabela 3. Volumes de APC utilizados na fertirrigação da pastagem de capim-angola cultivado em um Neossolo Flúvico, no município de Ibatiba, ES. Nível (%) de K e correspondência em K₂O e KCl.

Table 3. WCP volumes used in the fertilization of angola grass pastures cultivated in a Floss Neossol, in the municipality of Ibatiba, ES. Level (%) of K and correspondence in K₂O and KCl.

%	Dose APC		K	K ₂ O	KCl
	m ³ /ha	l/parcela			
0%	0	0	0	0	0
50%	57	34,2	97,5	117,4	195,7
100%	114	68,4	194,9	234,8	391,4
150%	171	102,6	292,4	352,2	587,1
200%	228	136,8	389,9	469,6	782,7

A disposição das parcelas, nos respectivos blocos, foi definida por sorteio, sendo os tratamentos constituídos de doses da APC em cinco níveis, 0%, 50%, 100%, 150% e 200%, que correspondem, respectivamente, à aplicação de 0, 57, 114, 171 e 228 m³/ha de APC. Os tratamentos 0%, 50%, 100% e 150% receberam a complementação com água limpa de forma a atingir o mesmo volume aplicado de APC no nível de 200%.

Foram coletadas aos 45 e posteriormente aos 90 dias após aplicação da APC, em cada unidade experimental, uma amostra composta oriunda de amostras simples deformadas com auxílio de um trado holandês, nas profundidades de 0 a 20 cm; 20 a 40 cm; 40 a 60 cm e 60 a 80 cm.

Para avaliar a massa seca total e os teores de K na biomassa, em cada unidade experimental, foram realizadas coletas da biomassa aos 45 e aos 90 dias após a aplicação da APC, no intuito de simular o pastejo na área experimental, utilizando-se gabarito com dimensão de 0,50 x 0,50 m (0,25 m²) no centro das parcelas, sendo esta área considerada como área útil e o restante, da bordadura.

As amostras colhidas de cada parcela foram acondicionadas em sacos de papel e colocadas para secagem em estufa de ventilação forçada, a 65 °C, nas dependências de laboratório do campus IFES de Ibatiba, até o ponto que atingiu massa constante. Após a secagem, as amostras foram pesadas em balança de precisão, para a obtenção da massa

seca total (MST). Após a pesagem, o material foi moído em moinho tipo “Willey”, com peneira de 30 mesh, acondicionado em recipientes plásticos e encaminhado ao laboratório especializado Água Limpa, para as análises de K, N e P, conforme Silva; Queiroz (2002).

Os dados obtidos foram submetidos às análises estatísticas, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5% e os modelos de regressão testados pelo teste F. Os parâmetros estimadores foram testados utilizando-se o teste t de Student, adotando-se o nível de 5% de probabilidade. As análises foram realizadas utilizando-se o software SAEG 8.0 e os gráficos, confeccionados no Excel.

3. RESULTADOS

3.1. Potássio disponível no solo pelo extrator Mehlich

O teor de K no perfil do solo (0 a 20 cm; 20 a 40 cm; 40 a 60 cm e 60 a 80 cm) em função das doses aplicadas de APC (0, 50, 100, 150 e 200%) para épocas de corte aos 45 e 90 dias são observados na Figura 2.

Não houve diferença estatística entre os fatores estudados para dosagem 0% em ambas épocas de corte (Figura 2a). Os teores de K encontrados no perfil do solo, para esta dose, são similares aos encontrados na análise química inicial do solo, conforme observado na Tabela 1, sendo este resultado já esperado e confirmando a idoneidade do experimento.

Foi verificado incremento significativo de potássio na camada superficial do solo até a dosagem de 150% para as profundidades de 0-20 cm aos 45 e 90 dias de dosagem (Figura 3a).

As dosagens de 150% e 200% proporcionaram incremento de K em todas as profundidades do solo, permitindo evidenciar o potencial de lixiviação deste elemento. Na Figura 2 observa-se o maior incremento de K na profundidade 0-20 cm e, na Figura 3, que também houve incremento de K nas demais profundidades, em função das maiores doses de APC aplicadas, evidenciando, portanto, o potencial de mobilidade do potássio.

O aumento da concentração de potássio na solução do solo é devido à elevada concentração deste nutriente na APC. Conforme apresentado na Tabela 2, a APC utilizada nos ensaios apresentava concentração de potássio em 1.710 mg/L, provocando o aumento da concentração deste nutriente no solo, conforme descrito sob diferentes doses.

Foi verificada diferenças significativas para dosagens superiores a 150% para épocas de 45 e 90 dias (Figura 4).

Para as doses de 150% e 200%, como se observa na Figura 5, verificou-se que, com aplicações superiores à recomendação estabelecida pelo Incaper, para ambas as doses, ocorreu um acréscimo da relação K/CTC no solo, em todas as profundidades avaliadas. Todavia, a dose 200% apresentou menor relação K/CTC que a 150%.

Pela análise de variância dos efeitos da aplicação da APC sobre o atributo massa seca (MS), verificamos que não houve efeito significativo dos tratamentos sobre o rendimento de MS da graminéia manejadas sob os diferentes tratamentos.

3.2. Potássio na planta e produção de massa seca do capim angola

Não houve efeito significativo dos tratamentos sobre os teores de nutrientes na planta e nem nas diferentes épocas de coleta da parte vegetal.

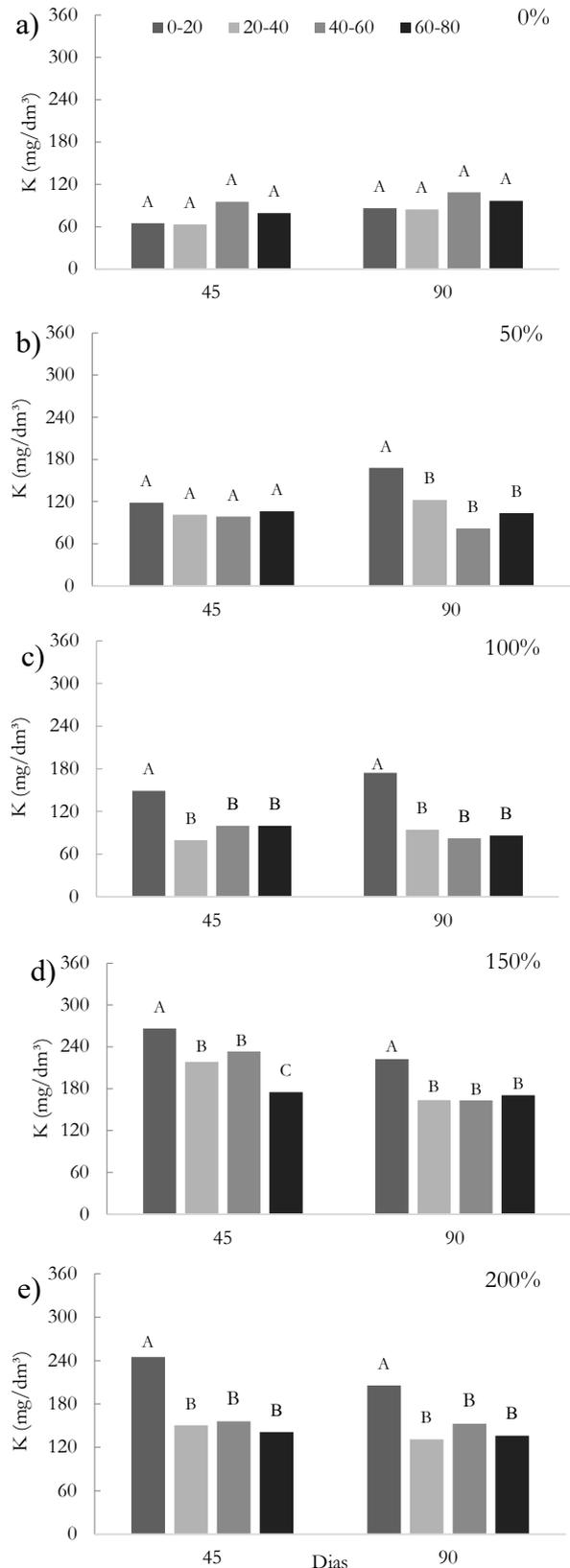


Figura 2. Variação de potássio em função das doses 0%, 50%, 100%, 150% e 200%, para profundidades de 0 a 20 cm, 20 a 40 cm, 40 a 60 cm e 60 a 80 cm, aos 45 e 90 dias. Fonte: Michell Emerick
Figure 2. Potassium variation depending on the doses 0%, 50%, 100%, 150% and 200%, for depths from 0 to 20 cm, 20 to 40 cm, 40 to 60 cm and 60 at 80 cm, at 45 and 90 days.

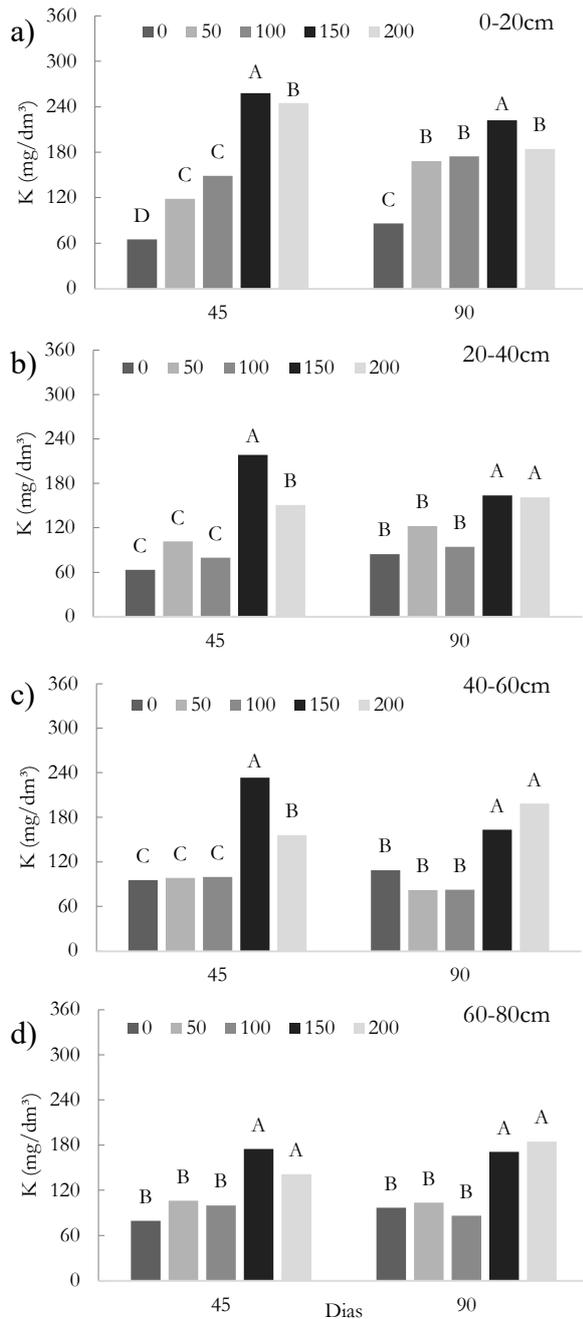


Figura 3. Teores de potássio, em função das profundidades (0 a 20 cm, 20 a 40 cm, 40 a 60 cm e 60 a 80 cm), para doses de APC aplicadas (0%, 50%, 100%, 150% e 200%), aos 45 e aos 90 dias.

Fonte: Michell Emerick

Figure 3. Potassium contents, depending on depths (0 to 20 cm, 20 to 40 cm, 40 to 60 cm and 60 to 80 cm), for applied WCP doses (0%, 50%, 100%, 150% and 200%) at 45 and 90 days.

3.3. Atributos químicos (P, Ca, Mg, Al e MO) no solo em função da aplicação da APC sob diferentes doses

Não houve efeito significativo dos tratamentos sobre os efeitos da aplicação de APC sobre demais atributos químicos do solo e para as profundidades de solo avaliadas. O aporte destes nutrientes via APC e valores médios extraídos pela pastagem estão demonstrados na Tabela 4.

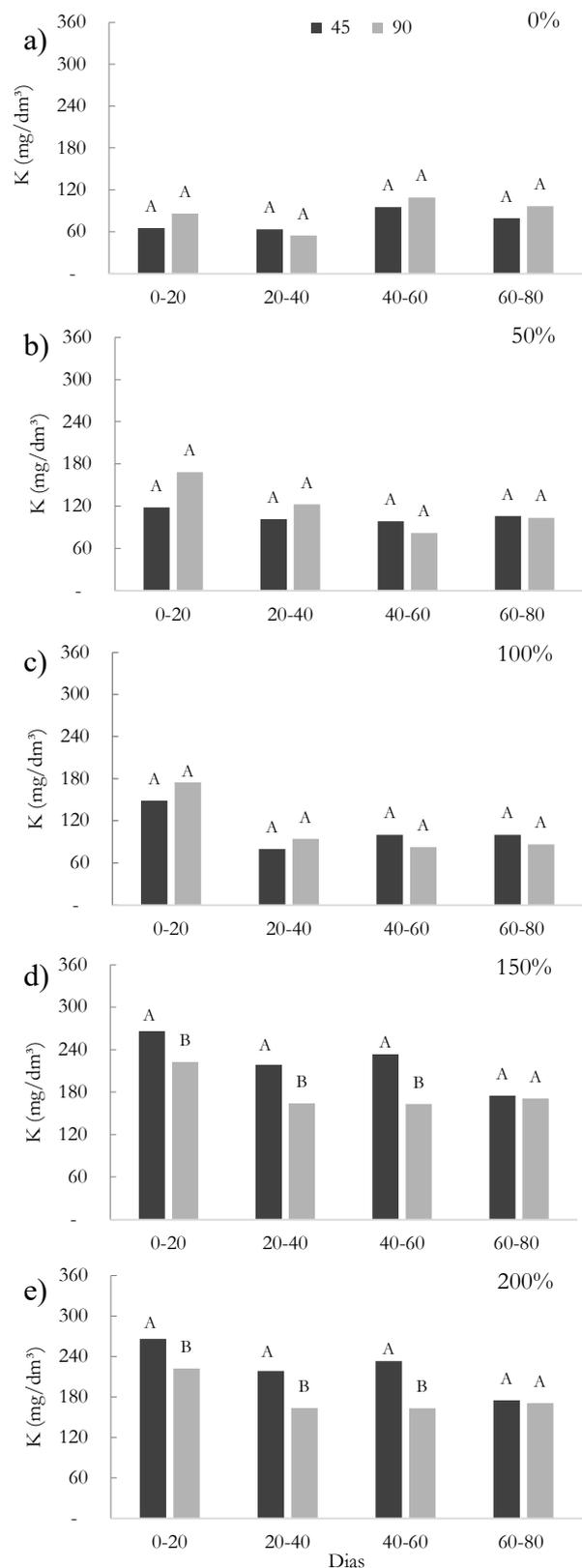


Figura 4. Variação de potássio, em função das doses 0%, 50%, 100%, 150% e 200% nas profundidades de 0 a 20 cm, 20 a 40 cm, 40 a 60 cm e 60 a 80 cm, para as épocas de 45 e 90 dias. Fonte: Michell Emerick

Figure 4. Variation of potassium, depending on the doses 0%, 50%, 100%, 150% and 200% at depths from 0 to 20 cm, 20 to 40 cm, 40 to 60 cm and 60 to 80 cm, for periods of 45 and 90 days.

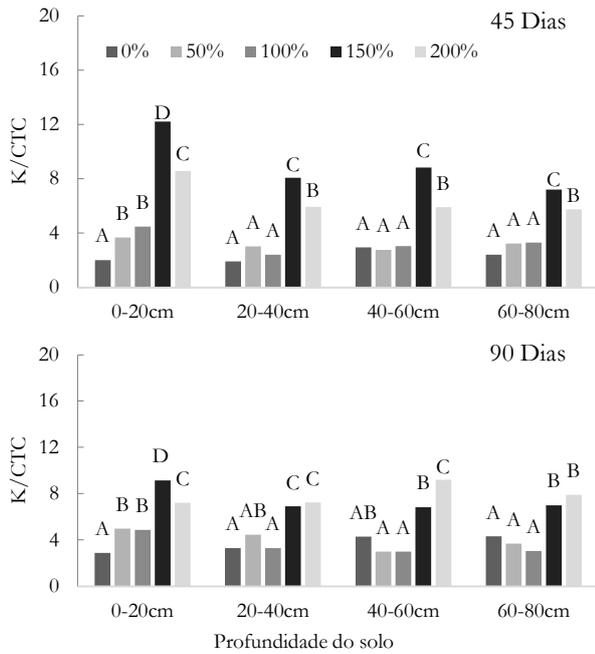


Figura 5. Doses de APC sob a relação K/CTC aplicadas nas diferentes profundidades do solo. Médias seguidas pelas mesmas letras, no mesmo gráfico/profundidade, não diferem estatisticamente entre si. Fonte: Michell Emerick
 Figure 5. WCP doses under the K / CTC ratio applied at different soil depths. Averages followed by the same letters, in the same graph / depth, do not differ statistically.

Tabela 4. Teores médios, para todos os tratamentos, de aporte de P, Ca e Mg via APC e teores médios de extração pelo capim-angola, no município de Ibatiba, ES.
 Table 4. Average levels, for all treatments, of P, Ca and Mg input via WCP and average levels of extraction by angola grass, in the city of Ibatiba, ES.

	P	Ca	Mg
	----- Kg/ha -----		
Aporte via APC	1,14	22,23	5,7
Extração Capim Angola	7,56	15,81	8

*Foi considerada a produção média de 3.756 kg/ha do capim-angola. Fonte:

4. DISCUSSÃO

4.1. Potássio disponível no solo pelo extrator Mehlich

O incremento de potássio na camada superficial pela APC também foi observado por LO MONACO (2003) em cafeeiro irrigado pela APC, onde ocorreu aumento na concentração de potássio trocável na camada superficial do solo (0-20 cm), quando aplicada a APC, via fertirrigação. Pinto (2001) também observou maiores concentrações de potássio nas camadas superficiais do solo cultivados em diferentes espécies forrageiras ao avaliar a aplicação de APC.

Solos com concentração de potássio trocável superior a 120 mg dm⁻³ são considerados solos de alta fertilidade, especificamente referente à disponibilidade deste nutriente (PREZZOTTI, 2013).

Foi verificado no presente estudo um acréscimo acentuado dos valores de potássio trocável nas camadas de 60 a 80 cm de profundidade nos tratamentos com doses de 150% e 200% (Figura 3), o que mostra a necessidade de acompanhamento do potássio trocável no solo, pois, devido a sua elevada mobilidade, pode levar a contaminação do lençol freático. Lo Monaco et al. (2003) também observaram incremento de potássio nas camadas mais profundas do solo

com aumento da dose de APC.

Foram observadas diferenças significativas de incremento de K para diferentes épocas no presente estudo (Figura 4). Van Raij (1981) observou que elevadas concentrações de potássio em solos de baixa permeabilidade pode ocorrer a salinização do solo, uma vez que sais de sódio e potássio são os maiores contribuintes para salinidade do solo.

A lixiviação de K está diretamente relacionada à CTC do solo. Quanto maior a CTC, menor será a lixiviação de K, uma vez que este cátion fica adsorvido às cargas negativas do solo, portanto para aplicação de doses superiores é recomendado o monitoramento periódico destes solos.

Dosagens de 150 e 200% de APC da relação K/CTC no solo, em todas as profundidades foram contatadas no presente estudo, valores considerados superior ao observado por Prezotti et al., (2013), que teve como base a elevação do uso de APC até valores superiores ao limite de 5% da CTC pH 7 do solo. Os valores mostram uma maior disponibilidade de potássio disponível para as plantas, como também um maior risco de lixiviação devido às características do solo.

4.2. Potássio na planta e produção de massa seca do capim angola

A fertilidade média do solo possibilita o desenvolvimento nutricional exigida pela cultura em questão, podendo concluir que a planta não apresentou exigência do excedente nutricional contido na APC aplicada na área.

Os teores nutricionais encontrados em todos os tratamentos estão dentro da faixa adequada, segundo a análise de interpretação foliar preconizada por Prezotti; Guarçoni (2013). Assim pode se inferir que as plantas extraem do solo apenas o necessário e suficiente para o crescimento, não proporcionando o desbalanceamento de N, P e K da planta sob as diferentes aplicações de APC, rica fonte de K.

4.3. Atributos químicos (P, Ca, Mg, Al e MO) no solo em função da aplicação da APC sob diferentes doses

A aplicação de APC contribuiu somente para manutenção dos teores destes atributos no solo não contribuindo para o incremento dos mesmos, inclusive provocando a lixiviação de Ca e Mg que são nutrientes concorrentes no mesmo sítio de absorção do solo que o K.

5. CONCLUSÃO

A aplicação da APC, na dose recomendada (100%) para elevar ao nível de 5% da CTC do solo, mostrou-se tecnicamente viável para reposição/incremento de K na camada superficial do solo (0-20cm), sem promover incremento nas camadas mais profundas, em comparação aos outros tratamentos.

A aplicação da APC, nas doses de 150% e 200%, promoveu o aumento de K nas camadas inferiores do solo, bem como apresentou relação K/CTC superior ao recomendado. Assim, devido ao potencial de mobilidade do K, bem como da classe do solo em questão, há o risco de lixiviação.

Não houve diferença na produção de biomassa e nos teores de N, P e K da planta, dada a característica da cultura em questão. Logo inferimos que a aplicação da APC não gerou desbalanceamento nutricional da planta.

Devido ao baixo aporte de P, Ca e Mg, via aplicação da APC, e à baixa extração destes nutrientes pela pastagem, não

houve, em todas as doses, alteração sobre estes atributos, não causando, portanto, seu incremento e, tampouco, a lixiviação de Ca e Mg.

O emprego da fertirrigação com APC, respeitando-se a metodologia estabelecida, se apresentou eficaz na reposição de K na camada superficial do solo, sem provocar desbalanceamento nutricional das plantas, possibilitando elevar o ativo ambiental das propriedades cafezeiras.

6. AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Capes, à Universidade Federal de Lavras e a Fazenda Heringer pelo financiamento.

7. REFERÊNCIAS

- ALEMAYEHU, Y. A.; ASFAW, S. L.; TIRFIE, T. A. Management options for coffee processing wastewater. A review. **Journal of Material Cycles and Waste Management**, v. 22, p. 454-469, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10163-019-00953-y>
- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVER, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013. DOI: [10.1127/0941-2948/2013/0507](https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507)
- APHA_American Public Health Association. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 23. ed. New York: American Public Health Association, 2017. 1504p.
- COSTA, M. N. X. da. **Desempenho de duas gramíneas forrageiras tropicais tolerantes ao estresse hídrico por alagamento em dois solos glei húmicos**. 2004. 89 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.
- EMBRAPA_ Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de análise químicas de solo, plantas e fertilizantes**. 2 ed. Brasília: Embrapa, 1995. 20p.
- GARCIA, G. O.; FERREIRA, P. A.; MATOS, A. T.; RUIZ, H. A.; FILHO, S. M. Alterações químicas em três solos decorrentes da aplicação de águas residuárias da lavagem e despolpa de frutos do cafeeiro conilon. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v. 16, n. 4, p. 416-427, 2008. DOI: <https://doi.org/10.13083/reveng.v16i4.58>
- IJANU, E. M.; KAMARUDDIN, M. A.; NORASHIDDIN, F. A. Coffee processing wastewater treatment: a critical review on current treatment technologies with a proposed alternative. **Applied Water Science**, v. 10, n. 11, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13201-019-1091-9>
- LO MONACO, P. A.; MATOS, A. T.; MARTINEZ, H. E. P.; FERREIRA, P. A. Avaliação do estado nutricional do cafeeiro após a fertirrigação com águas residuárias da lavagem e descascamento de seus frutos. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v. 15, n. 4, p. 392-399, 2007.
- LO MONACO, P. A.; GARCIA, G. O.; MATOS, A. T. Caracterização da água residuária da lavagem e despolpa dos frutos dos cafeeiros Arábica e Conilon. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 3., 2003, Porto Seguro. **Anais...** Porto Seguro: [s.n.], 2003. 1 CD-ROM.
- 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**, Campina Grande, v. 9, n. 3, p. 406-412, 2005. DOI: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1415-43662005000300017&script=sci_abstract&tlng=pt
- PINTO, A. B. **Avaliação de gramíneas forrageiras com uso de águas residuárias da lavagem e despolpa dos frutos do cafeeiro**. 2001. 108 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2001. Viçosa, 2001.
- PREZOTTI, L. C.; MORELI, A. P.; SOARES, S. F.; ROCHA, A. C. **Teores de nutrientes nas águas residuárias do café e características químicas do solo após sua aplicação**. Vitória: Incaper, 2012. 24 p. (Incaper Documentos, 208). Disponível em: <http://www.sbicafe.ufv.br:80/handle/123456789/5105>
- PREZOTTI, L. C.; GUARÇONI, A. **Guia de interpretação de análise de solo e foliar**. Vitória: Incaper, 2013. 104p.
- SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos)**. 3 ed. Viçosa: Ed. UFV, 2002. 235p.
- VAN RAIJ, B. **Avaliação da fertilidade do solo**. Piracicaba: POTAFÓS, 1981. 142p. Disponível em: https://books.google.com.br/books/about/Avaliacao_Da_Fertilidade_Do_Solo.html?id=cupFAAAAYAAJ&redir_esc=y