

TEORES DE FÓSFORO E ENXOFRE NO CAFEIEIRO RECEPADO EM DIFERENTES DOSES E FONTES DE P₂O₅

Marcelo BREGAGNOLI¹; Bruno de Oliveira PAIVA²; Luiz Augusto GRATIERI³; Hernane de SOUZA²; Josimar Torres LUIZ²; Claudete Aparecida Donizetti SALOMÃO⁴

¹Professor, D.Sc. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais – Campus de Muzambinho, Muzambinho, MG, mbrega@eafmuz.gov.br

²Tecnólogo, Consultoria MG/SP.

³Professor, M.Sc. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais – Campus de Muzambinho, Muzambinho, MG, luigratieri@yahoo.com.br

⁴Aluna curso Tecnólogo em Cafeicultura, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais – Campus de Muzambinho, Muzambinho, MG, claudetemuz@yahoo.com.br

RESUMO: O presente trabalho objetiva avaliar dois macronutrientes, o fósforo (P), e o enxofre (S). O trabalho foi realizado no intuito de verificar a dinâmica de absorção de P e S em cafeeiros recepados em diferentes doses de P₂O₅ ha⁻¹ e seus teores residuais no solo. O experimento foi instalado na Fazenda Grama, no município de Guaxupé (MG), em uma lavoura de Mundo Novo IAC 379-19, de 44 anos de idade, a montagem do ensaio foi feita em DBC, com 8 tratamentos e 4 repetições. Os tratamentos utilizados foram, 0; 53,3; 106,5; 213; 426; 852; 1704 Kg de P₂O₅ ha⁻¹, sendo a dosagem de 400 Kg feita com Superfosfato Simples, e as demais com Termofosfato Magnésiano Yoorin. Foram realizadas análises foliares e de solo para determinação dos nutrientes e atributos químicos do solo. Os resultados obtidos em todas as avaliações os teores foliares de P foram ideais para a cultura, e aos 120 dias após a aplicação (daa), as diferentes concentrações de P₂O₅ no solo não interferiam nos teores foliares, já nos 350 daa as maiores absorções foram nos tratamentos 6 e 7, quanto ao S notou-se que a fonte Superfosfato Simples obteve maior aproveitamento pela planta aos 120 daa, e aos 300 daa as concentrações no solo neste tratamento foram maiores que as demais.

Palavras-chave: *Coffea arabica*; absorção/translocação; adubação; interação; nutriente

TEORES OF PHOSPHORUS AND SULFUR IN THE COFFEE-TREE RECEIVING DIFFERENT DOSES AND SOURCES OF P₂O₅

ABSTRACT: This paper aims to evaluate two nutrients, phosphorus (P) and sulfur (S). The study was conducted in order to verify the dynamics of absorption of P and S in coffee-tree reception at different doses of P₂O₅ ha⁻¹ and its residual levels in the soil. The experiment was installed on Fazenda Grama in the town of Guaxupé (MG) in a crop of Mundo novo IAC 379-19, at 44 years of age, the assembly of the test was done in DBC, with 8 treatments and 4 replicates. The treatments were, 0, 53.3, 106.5, 213; 426; 852; 1704 kg P₂O₅ ha⁻¹ and the strength of 400kg made with single superphosphate, and the other with Magnesium Yoorin. We performed analysis of soil and leaf for determination of nutrients and chemical soil. The results on all the ratings levels of leaf P were ideal for the crop, and 120 days after application (daa), different concentrations of P₂O₅ in the soil did not interfere in foliar levels, already in 350 daa were the largest acquisitions in Treatments 6 and 7, as the S noted that the source single superphosphate was greater use by the plant at 120 daa, and with 300 daa concentrations in the soil in this treatment were higher than the other.

Key words: *Coffea arabica*; absorption/translocation; fertilization; interaction; nutrients

INTRODUÇÃO

Os altos preços dos insumos e baixos preços da saca de café desestimulam o produtor e, esse por sua vez, reduz o manejo nos cafezais quando o correto seria eliminar os gastos supérfluos, mantendo uma adubação racionalizada, com alta da produtividade de sua lavoura, visto que passamos por uma grave crise econômica internacional, que afeta diretamente o agronegócio cafeeiro (MATIELLO et al., 2005).

Entre os tratamentos de uma lavoura cafeeira está a nutrição, um dos assuntos mais estudados e discutidos no ramo das ciências agrárias, sendo o fósforo (P) um dos nutrientes mais polêmicos entre os pesquisadores e extensionistas da área, sobretudo para a cafeicultura.

Para o bom desenvolvimento das culturas são necessárias quantidades muito maiores de P do que aquelas que as culturas retiram. Solos das regiões tropicais “fixam” P no solo e requerem a aplicação de elevadas quantidades, porque apenas uma pequena parte das raízes ficam em contato com adubo, que se move pouco (LOPES et al., 1982). Análises foliares realizadas no Sul de Minas, em 1999, mostraram entre os macronutrientes, maior frequência da falta de P (62%), Mg (58%) e K (30%) e, entre os micronutrientes, Zn (54%) e B (13%) (MATIELLO et al., 2005).

Várias literaturas são utilizadas pelos técnicos para prestarem assistência em campo, para recomendar doses de adubação, onde se destacam a 5ª aproximação de Minas Gerais no capítulo referente ao cafeeiro, escrito por Guimarães et al. (1999) e o Boletim Técnico 100 do IAC de São Paulo escrito por Raij et al. (1996), literaturas que recomendam em uma única dose no máximo 80 kg ha⁻¹ e 100 kg ha⁻¹ respectivamente de P₂O₅. Porém, Guerra et al. (2007), concluíram que doses de P₂O₅ de 300 kg ha⁻¹ são as mais indicadas para solos de Minas Gerais, justificando que essas quantidades de P amenizam a bienalidade do cafeeiro devido maior fornecimento de energia para a planta (ATP).

O efeito do P depende da fonte (solubilidade e reação no solo). Geralmente plantas deficientes em P tendem a diminuir seus teores foliares de N, P, K, Ca, Mg e F. Altas doses de P, aumentam a concentração de N, P, Ca, Mg, B e Mo. E diminuem a concentração de K, Cu, Fe, Mn, Zn. O Al diminui a absorção de P, reduzindo o teor foliar. Ca em condições não excessivas aumenta o teor foliar de P, já o seu excesso diminui, o efeito pode estar relacionado com pH, formação de fosfatos de Ca insolúveis. O Mg também aumenta o teor de P absorvido (MALAVOLTA, 2006).

Por ser um nutriente pouco móvel na planta, os sintomas de deficiência do enxofre (S) ocorrem nas folhas mais novas, que por sua vez ficam amarelas (amarelo citrina), devido a falta de clorofila nos cloroplastos, pois o nutriente é componente de proteínas e participa da síntese de clorofila. Pode ocorrer também o encurtamento dos internódios e o desfolhamento da planta. Além disso, plantas deficientes apresentam caule quebradiço, lenhoso, com crescimento paralisado, baixo vingamento de flores, frutos descolorados, fracamente esverdeados, com amarelecimento tardio (GUIMARAES; MENDES, 1997; NOGUEIRA, 2001).

O presente trabalho foi realizado para avaliar a dinâmica da absorção de fósforo (P) e enxofre (S) em cafeeiros recepadados em diferentes doses de P₂O₅ ha⁻¹ e seus teores residuais no solo.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no período de setembro de 2007 a outubro de 2008, na Fazenda Grama, município de Guaxupé - MG, cujas coordenadas são: -21° 17' 05" (latitude) e 46° 38' 41" (longitude) e 988 m de altitude. O clima da região na safra 2007/08*, no período do outono/inverno (maio a setembro), apresentou temperatura média de 19,1° e precipitação 24,4 mm, na primavera/verão a temperatura média foi 26,5° e precipitação de 1406 mm.

O solo é um Latossolo Vermelho Eutrófico, declividade de 3% e elevado teor de argila (48%). Na Tabela 1 encontram-se os resultados da análise de solo realizada em diferentes profundidades (0-10, 10-20 e 20-40 cm) na área, antes da instalação do experimento.

Tabela 1 – Resultados da análise de solo na área experimental

	pH	M.O.	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	T	V	Zn	Fe	Mn	Cu	B
	H ₂ O	dag kg ⁻¹	mg dm ⁻³				cmolc dm ⁻³				%					
0-10	6,2	3,28	20,1	145	5,4	1,3	0,0	2,5	7,0	9,6	74	6,0	24	46	3,9	0,62
10-20	6,0	2,87	11,3	123	4,9	1,4	0,0	2,5	6,6	9,1	73	3,7	27	37	4,3	0,50
20-40	5,6	1,75	5,9	90	3,1	0,9	0,1	2,7	4,2	6,9	61	2,3	34	29	3,5	0,64

A variedade de café utilizada foi o Mundo Novo IAC 379-19, com 44 anos de plantio, espaçamento de 4,0 x 1,5 m, recém-recepadado (29/08/2007), mantendo-se de 4 a 5 brotos por cova e cada cova na maioria com 2 plantas. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com oito tratamentos e quatro repetições, com a aplicação (adubação) dos tratamentos ocorrendo no dia 13/11/2007. As parcelas experimentais foram constituídas por 6 plantas, para análises utilizou-se as 4 plantas centrais. Os tratamentos utilizados foram de acordo com a dosagem de P₂O₅ e fonte, sendo:

- T1 = 0 kg P₂O₅ ha⁻¹;
- T2 = 53,3 kg P₂O₅ ha⁻¹ (200 g cova⁻¹) - fonte Termofosfato - Yoorin (Mitsui);
- T3 = 106,5 kg P₂O₅ ha⁻¹ (400 g cova⁻¹) - fonte Termofosfato - Yoorin (Mitsui);
- T4 = 213,0 kg P₂O₅ ha⁻¹ (800 g cova⁻¹) - fonte Termofosfato - Yoorin (Mitsui);
- T5 = 426,0 kg P₂O₅ ha⁻¹ (1600 g cova⁻¹) - fonte Termofosfato - Yoorin (Mitsui);
- T6 = 852,0 kg P₂O₅ ha⁻¹ (3200 g cova⁻¹) - fonte Termofosfato - Yoorin (Mitsui);
- T7 = 1704,0 kg P₂O₅ ha⁻¹ (6400 g cova⁻¹) - fonte Termofosfato - Yoorin (Mitsui);
- T8 = 400 kg P₂O₅ ha⁻¹ (1333 g cova⁻¹) - fonte Superfosfato Simples (Bunge);

A composição química do Termofosfato (TF) da empresa Mitsui com nome comercial Yoorin Máster 1 S é 16,0% P₂O₅ total (12,0% solúvel em ácido cítrico), 16,0% Ca; 6,0% Mg; 6,0% S; 0,1% B; 0,05% Cu; 0,15% Mn; 0,55% Zn e; 9,0% Si. A composição química do Superfosfato Simples (SFS) utilizado é 18% P₂O₅ solúvel em ácido cítrico; 18% Ca e; 14% S.

Procedeu-se a capina das parcelas por meio de enxada na linha e roçada mecanizada na entrelinha. Para controle do bicho mineiro (*Leucoptera coffella*), foi feito à aplicação de 2 kg ha⁻¹ de Thiamethoxam (Actara 250 WG), principal praga do cafeeiro na região. A desbrota ocorreu nos dias 04/01 e 16/09 de 2008 deixando-se somente as hastes principais - 4 a 5 brotos por cova.

Foram analisados os teores foliares dos nutrientes concentrados nos tecidos, utilizando-se folhas representativas da parcela, num total de 25 folhas por tratamento, realizado no dia 13/03 e 28/10/2008. As amostras

foram encaminhadas ao Laboratório de Análise de Solo e Tecido Vegetal da Escola Agrotécnica Federal de Muzambinho (MG) para determinação dos teores dos nutrientes. A lavagem se deu em três etapas: água + detergente; água e; água deionizada. Em seguida foram colocadas em estufa de circulação forçada de ar à 65°C por 48 horas e moídas em moinho tipo Willey com peneira de malha de 1,0 mm. A digestão das amostras foi nitro-perclórica para todos os elementos, exceto N e B via catalítica e via seca, respectivamente (SARRUGE; HAAG, 1974). Os métodos empregados foram: K (espectrometria de chama); P (colorimetria do metavanadato); S (turbidimetria do sulfato de bário); Ca, Mg, Zn, Cu, Mn e Fe (espectrofotometria de absorção atômica); B (colorimetria da azometina-H) e N (semimicro-Kjeldahl), descritos por Malavolta et al., (1997).

Foi realizada a coleta das amostras de solo de cada tratamento para análise, no dia 16/09/2008 nas profundidades de 0 a 10 cm e de 10 a 20 cm em cada parcela. As amostras foram colocadas para secar ao ar e à sombra e, passadas em peneira com malha de 2 mm de abertura (TFSA). Os métodos empregados para analisar as amostras foram os seguintes (LOPES, 1999; EMBRAPA 1997): pH em H₂O; Carbono orgânico: Método Walkley & Black (via úmida com dicromato de K); Ca, Mg, Acidez trocável: Método KCL 1mol L⁻¹; Acidez potencial: Método SMP; P, K, Zn, Mn, Fe, Cu - disponível: Método Mehlich (Extrato Sulfúrico); S - disponível: Método Hoeft et al. (Ba CL₂); B - disponível: Método água quente. As análises estatísticas foram realizadas pelo software SISVAR 1999/2007, versão 5.0 da Universidade Federal de Lavras.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Aos 300 dias após a aplicação (daa) verificou-se que as concentrações de P no solo aumentaram em relação a análise feita antes da implantação, exceto na testemunha e no tratamento 8 (10-20cm), além disso os teores permaneceram em maiores quantidades na camada de 0 a 10 cm o que pode ser explicado em função da sua baixa mobilidade no solo. Em todos os tratamentos, exceto o tratamento 1 (Testemunha) e tratamento 8 (10-20 cm), as concentrações de P avaliadas apresentam-se acima da faixa ideal de 20 mg dm⁻³ (Tabela 2) (MATIELLO et al., 2005).

Os tratamentos diferiram estatisticamente entre si, com um aumento na concentração de P conforme o acréscimo de P₂O₅, exceto nos tratamentos 1, 2 e 3 (0; 53,3; 106,5 Kg de P₂O₅ ha⁻¹ respectivamente) e no tratamento 8 (400 kg P₂O₅ ha⁻¹) tanto na profundidade de 0 a 10, quanto de 10 a 20 cm.

O S no solo ao contrário do P, apresentou concentrações menores na profundidade de 0 a 10 cm, devido a sua mobilidade. Não houve diferença estatística nas duas profundidades e as concentrações encontradas estiveram acima da faixa ideal de 10 mg dm⁻³ (MATIELLO et al., 2005). Porém no tratamento 8 nota-se uma maior concentração de S no solo.

Tabela 2 - Concentração de P e S em duas profundidades de solo cultivado com cafeeiro recepado aos 300 dias após aplicação em diferentes doses de P₂O₅ (Termofosfato) e Superfosfato Simples. Guaxupé (MG), 2008.

Tratamentos	P				S			
	Profundidade (cm)							
	0-10		10-20		0-10	10-20		
kg P ₂ O ₅ ha ⁻¹	mg dm ⁻³							
T1 (0)	12,2	b	7,9	b	17,6	a	39,5	a
T2 (53,3) – Termofosfato	99,7	b	37,8	b	14,5	a	46,9	a
T3 (106,5) – Termofosfato	72,3	b	21,5	b	13,2	a	34,3	a
T4 (213) – Termofosfato	377,3	ab	51,8	b	10,7	a	32,8	a
T5 (426) – Termofosfato	450,6	ab	57,3	ab	16,0	a	42,9	a
T6 (852) – Termofosfato	748,5	a	82,3	ab	14,3	a	41,4	a
T7 (1704) – Termofosfato	802,8	a	133,2	a	10,5	a	29,8	a
T8 (400) - Superfosfato simples	49,3	b	10,3	b	18,1	a	50,1	a
CV %	84,20		99,14		33,96		25,92	

Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, a 5% de probabilidade pelo Teste de Duncan

Aos 120 dias após a aplicação (daa) avaliou-se os teores de P no 3º e 4º pares de folha, submetidos a diferentes doses de P₂O₅ no cafeeiro, os tratamentos não diferiram estatisticamente entre si (Tabela 3) e ficaram acima e dentro dos níveis de 0,12 a 0,15 dag Kg⁻¹ considerados adequados por Matiello et al. (2005).

Já aos 350 daa os tratamentos com termofosfato apresentaram maiores níveis foliares, certamente devido ao sinergismo com Mg. Nesta avaliação houve diferença estatística, com incremento nas folhas nas maiores doses Tratamentos 6 e 7 (852 e 1704 kg P₂O₅ ha⁻¹, respectivamente), apesar disso, todas doses permaneceram em níveis altos.

Para o S no Tratamento 8 (400 kg P₂O₅ ha⁻¹) com Superfosfato Simples, aos 120 daa houve um incremento na folha. Os teores ficaram acima da faixa ideal de 0,15 a 0,20 dag Kg⁻¹ (MATIELLO et al., 2005). O S não apresentou consumo de luxo, pois mesmo com altas doses do nutriente no solo a absorção não alcançou níveis tóxicos à planta.

Tabela 3 - Teor foliar de P e S em brotos de cafeeiro recepado, aos 120 e 350 dias após aplicação (daa), sob diferentes doses de P₂O₅ (Termofosfato) e Superfosfato Simples. Guaxupé (MG), 2008.

Tratamentos	P		S	
	daa			
	120	350	120	350
kg P ₂ O ₅ ha ⁻¹	dag Kg ⁻¹			
T1 (0)	0,14 a	0,16 c	0,24 ab	0,22 ab
T2 (53,3) – Termofosfato	0,16 a	0,18 abc	0,21 b	0,22 ab
T3 (106,5) – Termofosfato	0,14 a	0,18 abc	0,24 ab	0,22 ab
T4 (213) – Termofosfato	0,13 a	0,17 bc	0,22 ab	0,20 b
T5 (426) – Termofosfato	0,14 a	0,18 abc	0,22 ab	0,24 a
T6 (852) – Termofosfato	0,15 a	0,19 a	0,22 ab	0,23 ab
T7 (1704) – Termofosfato	0,15 a	0,19 a	0,24 ab	0,23 ab
T8 (400) - Superfosfato simples	0,13 a	0,17 bc	0,27 a	0,21 ab
C.V.%	13,93	6,19	13,56	8,40

Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, a 5% de probabilidade pelo Teste de Duncan

CONCLUSÕES

As altas concentrações de P no solo não interferiram nos teores foliares aos 120 dias após a aplicação (daa). Os níveis presentes no solo foram suficientes para que a planta desenvolvesse seu metabolismo. Aos 350 daa, os tratamentos com Termofosfato tiveram maior incremento na folha, devido ao sinergismo com Mg;

Nessas condições experimentais o S do Superfosfato Simples apresentou absorção mais imediata quando comparado ao Termofosfato. O S contido nos fertilizantes não apresentou consumo de luxo;

Sugestiona-se que nas próximas avaliações se avalie o índice de enfolhamento da lavoura, P-remanescente, para a obtenção de melhores comparações.

AGRADECIMENTOS

À FAPEMIG pelo apoio e à Mitsui fertilizantes pelo fornecimento do Termofosfato Yoorin.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- EMBRAPA. **Centro Nacional de Pesquisa de Solo**: manual de métodos de análise de solo. 2. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 1997. 212p.
- GUERRA, A. F.; ROCHA, O. C.; RODRIGUES, G. C.; SANZONOWICZ, C.; RIBEIRO FILHO, G. C.; TOLEDO, P. M. R.; RIBEIRO, L. F. **Sistema de produção de café irrigado**: um novo enfoque. Brasília: Irrigação & Tecnologia Moderna, 2007. 61p.
- GUIMARÃES, R. J.; MENDES, A. N. G. **Nutrição mineral do cafeeiro**. Lavras: UFLA, 1997.631p.
- GUIMARÃES, P. T. G.; GARCIA, A. W. R.; ALVAREZ, V. V. H.; PREZOTTI, L. C.; VIANA, A. S.; MIGUEL, A. E.; MALAVOLTA, E.; CORRÊA, J. B.; LOPES, A. S.; NOGUEIRA, F. D.; MONTEIRO, A. V. C.; OLIVEIRA, J. A. **Cafeeiro**. In: RIBEIRO, C. R.;GUIMARÃES ,P. T. G.; ALVAREZ, V. V. H. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**: 5ª aproximação. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. 359p.
- LOPES, A. S.; ALVAREZ, V. V. H. Apresentação dos resultados das análises de solos. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V., V. H. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**: 5ª Aproximação. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. 359p.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas**: princípios e aplicações. 2. ed. Piracicaba: POTAFÓS, 1997. 319 p.
- MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006. 631p.
- MATIELLO, J. B.; SANTINATO, R.; GARCIA, A. W. R.; ALMEIDA, S. R.; FERNANDES, D. R. **Cultura de café no Brasil**: novo manual de recomendações. Rio de Janeiro: MAPA/PROCAFÉ, 2005. 438 p.
- NOGUEIRA, F .D.; SILVA, E. B.; GUIMARÃES, P. T. G. **Adubação Potássica do Cafeeiro**: sulfato de potássio. Washington: SOPID, 2001. 81p.
- RAIJ, B. V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J, A.; FURLANI A. M. C. (Ed). **Recomendações de Adubação e Calagem Para o Estado de São Paulo**: Boletim Técnico 100. 2. ed. Campinas: Instituto Agronômico e Fundação IAC, 1996. 285p.
- SARRUGE, J.R.; HAAG, H.P. **Análises químicas em plantas**. Piracicaba: ESALQ. 1974.54p.