

## EFEITOS DA SUPER-FOSFATAGEM NOS TEORES DE P NA SUPERFÍCIE E SUB-SUPERFÍCIE NO SOLO E NUTRIÇÃO DOS CAFEZEIROS (*Coffea arabica* L.) EM JURUAIA, MG<sup>1</sup>

Lívia Maria Ferreira de Resende<sup>2</sup>; Tânia Mara dos Reis; Carlito<sup>3</sup>; Janaina Aparecida de Oliveira<sup>4</sup>; Antonio Carlos Marques; Luiz Augusto Gratieri<sup>7</sup>; Marcelo Bregagnoli<sup>8</sup>; Felipe Campos Figueiredo<sup>9</sup>.

<sup>1</sup> Trabalho realizado com o apoio da Instituto Federal do Sul de Minas Gerais, campus Muzambinho, FAPEMIG e da Cooperativa Regional de Cafeicultores de Guaxupé – COOXUPÉ.

<sup>2,3,4,5,6</sup> Graduandos do Curso Superior de Tecnologia em Cafeicultura Instituto Federal do Sul de Minas Gerais, Campus Muzambinho, MG; [606053@eafmuz.gov.br](mailto:606053@eafmuz.gov.br); [606071@eafmuz.gov.br](mailto:606071@eafmuz.gov.br); [606064@eafmuz.gov.br](mailto:606064@eafmuz.gov.br); [606068@eafmuz.gov.br](mailto:606068@eafmuz.gov.br).

<sup>7</sup> Professor MSc. Fitotecnia, Instituto Federal do Sul de Minas Gerais, Campus Muzambinho - MG, [gratieri@eafmuz.gov.br](mailto:gratieri@eafmuz.gov.br);

<sup>8</sup> Professor DSc. Fitotecnia, Instituto Federal do Sul de Minas Gerais, Campus Muzambinho - MG, [marcelob@eafmuz.gov.br](mailto:marcelob@eafmuz.gov.br);

<sup>9</sup> Professor DSc. Solos e Nutrição de Plantas, Instituto Federal do Sul de Minas Gerais, Campus Muzambinho - MG, [felipe@eafmuz.gov.br](mailto:felipe@eafmuz.gov.br);

**RESUMO:** O trabalho teve o objetivo de testar doses de P sobre os teores totais e disponíveis no solo e os teores de nutrientes no 1º e 3º pares de folhas dos ramos plagiotrópicos de cafeeiros. O experimento foi instalado, em agosto de 2007, no Sítio Roda Viva, localizado no município de Juruaia, Minas Gerais, numa altitude 971 m, em um Latossolo Vermelho Amarelo distrófico típico (LVA). A cultivar avaliada foi o Catucaí Amarelo 2SL, plantada em dezembro de 2003, com uma densidade de plantio de 5000 plantas ha<sup>-1</sup>, dispostas no espaçamento 2,5 m entre linhas e 0,8 m entre plantas. O delineamento experimental foi em blocos casualizados (DBC), com sete doses: 0, 9, 18, 36, 72, 144, 288g planta<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> na forma de superfosfato simples, repetidos em quatro blocos. Em janeiro de 2009, as amostras de solo foram coletadas na projeção da saia do cafeeiro nas profundidades de 0-10 cm, 0-20 cm para quantificação dos teores disponíveis e totais de P no solo. Na mesma época foram coletadas folhas do primeiro e terceiro pares de cada parcela experimental para quantificação dos nutrientes foliares. Foi possível concluir que as doses de fósforo elevaram os teores disponíveis de P na camada superficial e sub-superficial, mas não alterou os teores totais deste nutriente nas duas camadas estudadas. Os teores de nutrientes foliares não foram afetados pelas doses de fósforo testadas no experimento.

**Palavras-chave:** superfosfato simples, fósforo total, translocação de P no solo, teores foliares.

## EFFECTS OF THE HIGH-PHOSPHATE DOSAGE IN THE P SURFACE AND SUB-SURFACE SOIL CONTENT AND NUTRITION OF COFFEE TREE PLANT (*Coffea Arabica* L.) IN JURUAIA, MG

**ABSTRACT:** The work had the objective of testing P doses on the total and available content in the soil and the content of nutrients in the 1<sup>st</sup> and 3<sup>rd</sup> equal of leaves of the branches plagiotropics coffee tree plants. The experiment was installed, in august of 2007, in the Roda Viva Site, located in the Juruaia municipal district, Minas Gerais, in an altitude 971 m, in a Latosol Yellow Red typical distrófic (LVA). The cultivate appraised it was Yellow Catucaí 2SL, planted in december of 2003, with a density of planting of 5000 plants have<sup>-1</sup>, disposed in the spacing 2,5 m between lines and 0,8 m among plantas. The experimental design it was in blocks randomized (DBC), with seven doses: 0, 9, 18, 36, 72, 144, 288g plant<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> in the form of simple highphosphate, repeated in four blocks. In January of 2009, the soil samples were collected in the skirt projection of coffee tree plants in the 0-10 cm and 0-20 cm depths for quantification of total and available soil P contends. In the same time, first and third leaves of the branches were collected of each experimental portion for quantification of the contend nutrients. It was possible to conclude that the phoaphate doses elevated the P contend available in the superficial and sub-superficial layer, but it didn't alter the total contend of this nutritient one in the two studied layers. The contend nutrients foliate they were not affected for the phosphoro doses tested in the experiment.

**Key words:** simple highphosphate, total phosphoro, P translocation of the soil, contend foliar.

## INTRODUÇÃO

O cafeeiro é uma planta perene, de porte arbustivo ou arbóreo, com sistema radicular pivotante; as raízes finas são superficiais, localizando-se, em sua maioria, até 30 a 40 cm de profundidade do solo; este, por sua vez, deve fornecer suporte adequado ao cafeeiro, pois influi diretamente sobre o volume e a profundidade das raízes e condiciona melhor desenvolvimento e produção na parte aérea da planta (Matiello et al., 2005).

A tecnologia cafeeira busca continuamente maior produtividade, melhor qualidade dos grãos, redução dos custos e estabilidade de produção, visando um sistema produtivo eficiente, competitivo e, conseqüentemente, sustentável. Para tanto, é necessário que as plantas estejam sempre bem nutridas, suprindo suas exigências para vegetação e produção, visto que o cafeeiro é muito sensível ao desequilíbrio nutricional.

Existem nutrientes minerais que são essenciais às plantas, sem os quais elas não vivem. Estes podem ser fornecidos pelo solo, diretamente ou através de suplementação – calagem e adubação, ou ainda, via foliar. Dentre eles, encontra-se o fósforo, elemento de vital relevância à planta, pois desempenha funções como armazenamento e transferência de energia, principalmente através do ATP – trifosfato de adenosina. Além disso, tem função estrutural, participando de compostos, tais como, ésteres de carboidratos, nucleotídeos e ácidos nucléicos, coenzimas e fosfolipídios (Malavolta, 2006).

Os solos tropicais como os do Brasil, ricos em óxidos de ferro e alumínio, apresentam, sob condições naturais, baixo teor de fósforo total e baixa concentração de fósforo disponível, além de altas taxas de adsorção, fenômeno denominado “fixação do fósforo”, que faz com que o elemento fique indisponível, pelo menos temporariamente, à planta (Novais & Mello, 2007).

O pH condiciona a disponibilidade de fósforo sendo que em solos muito ácidos pode existir a formação de fosfatos com o ferro, o alumínio e o manganês que são compostos de baixa solubilidade. Em solos neutros (solos alcalinos ou com excesso de calagem) ocorre a formação de compostos com o cálcio, também pouco solúveis (Matiello et al., 2005).

O fornecimento de fósforo ao cafeeiro pode ser efetuado através de fertilizantes químicos. Existem no mercado diversos fertilizantes fosfatados, que se diferem pela concentração de fósforo e solubilidade. Dentre estes, encontra-se o superfosfato simples, que é um pó branco ou cinzento, ou ainda, se apresenta na forma de grânulos, obtido pela reação entre o fostato natural finamente moído e o ácido sulfúrico; contém até 16% de fósforo (calculado como  $P_2O_5$ , anidrido fosfórico) solúvel em água, 18% solúvel em citrato neutro de amônio (CNA) mais água, além de cálcio (18-27%) e enxofre (8-12%), que também são nutrientes essenciais para o cafeeiro (CFSEMG, 1999).

A amostragem foliar em cafeeiros deve ser realizada no 3º ou 4º par de folhas (CFSEMG, 1999). Estas são folhas completamente expandidas e metabolicamente ativas, representantes do status nutricional do cafeeiro. As folhas novas ainda em expansão possuem menor quantidade de estômatos e atividade metabólica intensa, funcionando como dreno energético e nutricional das plantas (Malavolta, 2006). O suprimento energético destes tecidos em desenvolvimento seria realizado pelo P na forma de ATP, o que poderia apresentar teores mais elevados nas folhas novas de modo a suprir esta demanda energética. Assim, as folhas novas poderiam ser consideradas na identificação do suprimento de P via adubação.

Trabalhos recentes mostram que a adubação fosfatada vem sendo reavaliada, pois existem evidências que o aumento das doses podem trazer aumentos de produtividade e estabilidade de produção de cafeeiros irrigados (Reis, 2009). Porém estes resultados não podem ser extrapolados para cafeeiros cultivados sem irrigação.

Deste modo, objetivou-se com o presente trabalho testar doses de P sobre os teores totais e disponíveis no solo e os teores de nutrientes no 1º e 3º pares de folhas dos ramos plagiotrópicos de cafeeiros.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado, em Agosto de 2007, no Sítio Roda Viva, localizado no município de Juruáia, Minas Gerais, cujas coordenadas geográficas são: Latitude de 21°17'32" S, Longitude de 46°33'03" W e altitude média de 971 m, em um solo classificado como Latossolo Vermelho Amarelo distrófico típico (LVA). O clima é tropical de altitude, definido com estação chuvosa no verão e seca no inverno.

O presente trabalho foi implantado em uma lavoura de café da variedade Catucaí Amarelo 2SL, plantada em Dezembro de 2003, com uma densidade de plantio de 5000 plantas  $ha^{-1}$ , dispostas no espaçamento 2,5 m entre linhas e 0,8 m entre plantas.

O experimento constou de um delineamento em blocos casualizados (DBC), com sete doses: 0, 9, 18, 36, 72, 144, 288g  $P_2O_5$  planta<sup>-1</sup> (0, 45, 90, 180, 360, 720, 1440 kg  $P_2O_5$   $ha^{-1}$ ) repetidos em quatro blocos, perfazendo um total de 28 parcelas. Cada parcela foi constituída de cinco plantas, sendo as três plantas centrais consideradas como área útil experimental.

Como fonte de fósforo para os tratamentos foi utilizado o superfosfato simples granulado contendo 16% de  $P_2O_5$  solúvel em água, 18% solúvel em citrato neutro de amônio (CNA) mais água, além de 18-27% de cálcio e 8-12% enxofre (CFSEMG, 1999).

Para caracterização da fertilidade foram coletadas amostras de solo de diversas camadas na projeção da saia do cafeeiro nas profundidades de 0-10 cm, 0-20 cm e 21-40 cm. As amostras foram enviadas ao Laboratório de Solos e Tecidos Vegetais do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas (IFET), campus Muzambinho - MG, para análise e caracterização química da fertilidade do solo (Tabela 1).

A doses de adubação fosfatada foram realizadas no dia 22 de novembro de 2007 e 10 de outubro de 2008. Para os demais nutrientes, utilizou-se as recomendações de adubação conforme a adubação modular (Malavolta, 1993).

Anualmente foram realizadas amostragens de solo e folhas de modo de modo a corrigir o solo e os possíveis desequilíbrios nutricionais.

**Tabela 1** - Análises químicas de amostras do solo nas profundidades de 0 a 10, 0 a 20 e 21 a 40 cm na projeção da copa do cafeeiro.

Profundidade	pH	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	(t)	(T)
-----cm-----	H <sub>2</sub> O	-----mg dm <sup>-3</sup> -----						-----Cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----		
0-10	4,4	29,5	180	1,70	0,2	1,1	7,8	2,36	3,46	10,16
0-20	4,9	10,4	109	1,90	0,2	0,7	5,4	2,38	3,08	7,78
21-40	5,0	4,0	63	2,40	0,5	0,3	4,8	3,06	3,36	7,86
Profundidade	V	m	MO	Prem	Zn	Fe	Mn	Cu	B	
-----cm-----	-----%-----		dag kg <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>				-----mg dm <sup>-3</sup> -----		
0-10	23,2	31,8	2,61	20,9	4,00	60,4	11,1	2,18	0,73	
0-20	30,6	22,7	2,42	-	1,93	65,5	9,2	1,89	0,62	
21-40	38,9	8,9	1,75	12,3	1,07	54,3	7,3	1,24	0,48	

Em janeiro de 2009, três meses após a adubação fosfatada, foram coletadas amostras de folhas do primeiro e terceiro pares e as amostragens de solo para quantificação do P disponível e total realizadas no mês de janeiro de 2009, que foram encaminhadas para o Laboratório João Carlos P. de Freitas (COOXUPÉ).

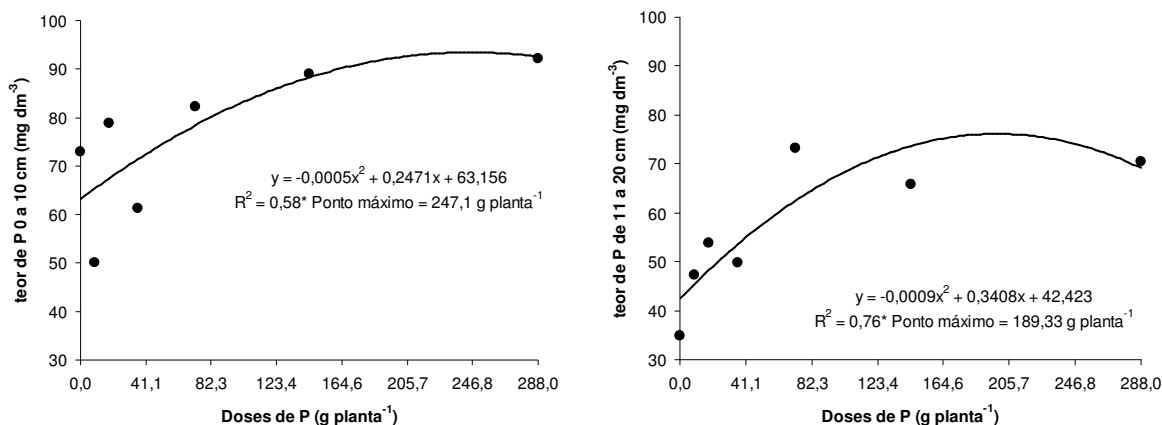
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os teores de P total não foram influenciados pelas doses aplicadas mas os teores de P disponível na camada de 0 a 10cm e de 11 a 20cm no solo foram influenciadas pelas doses de P aplicadas. Na camada de 0 a 10cm, houve ajustamento dos teores médios das doses de P ao modelo quadrático onde os teores de P no solo aumentaram até a dose estimada de 247,1 g planta<sup>-1</sup>. Na camada de 11 a 20cm também houve ajustamento quadráticos aos teores médios de P em diversas doses onde o teor máximo se deu na dose estimada de 189,33 g planta<sup>-1</sup>. Isto demonstra que o P pode, de certa forma, translocar no perfil melhorando os níveis em profundidade. Esta translocação poderia ser facilitada pelas doses mais elevadas, pois estas quantidades saturam o complexo adsorvivo da camada superior, facilitando assim a descida do elemento. Esta afirmação estaria sustentada pelo maiores níveis de P total na camada superior (Tabela1).

**Tabela 1** - Teores médios de fósforo disponível e total (mg dm<sup>-3</sup>), nas profundidades de 0 a 10cm e 11 a 20cm de solo em Juruáia, MG.

Doses de P (g planta <sup>-1</sup> )	P disponível (0-10cm)	P Total (0-10cm)	P disponível (11-20cm)	P Total (11-20cm)
0,0	73,00 ab	1221,0 a	34,75 b	981,3 a
9,0	50,00 b	1126,3 a	47,25 ab	1059,5 a
18,0	78,75 ab	1220,3 a	53,75 ab	1016,0 a
36,0	61,25 ab	1216,0 a	49,75 ab	985,8 a
72,0	82,25 ab	1243,5 a	73,25 a	1166,8 a
144,0	89,00 a	1309,0 a	65,75 ab	1088,8 a
288,0	92,25 a	1301,3 a	70,50 a	1155,8 a
média	75,21	1233,9	56,43	828,2

Médias seguidas por letras iguais na coluna não diferem entre si pelo Teste de Duncan a 5% de probabilidade.

**Figura 1** – Teores de P disponível na camada de 0 a 10 cm e 11 a 20 cm em diversas doses de P aplicadas.

Uma outra possibilidade seria a descida do fertilizante ainda não solubilizado na forma de partículas que seriam carregadas pela água para as camadas mais profundas. Esta descida seria facilitada por propriedades físicas do solo como a maior porosidade e continuidade de poros.

Apesar de existir uma maior disponibilidade de P em ambas as profundidades estudadas, esta não foram suficientes para elevar os teores deste nutriente nas folhas e de nenhum outro (Tabela 2). Demonstrando que nesta situação ainda não existe nenhuma reação de antagonismo suficientes para afetar significativamente os teores dos demais nutrientes, propiciadas pelas doses elevadas deste fertilizante contendo P.

**Tabela 2** – Teores médios de nutrientes foliares de cafeeiros adubados com diversas doses de fósforo em Juruaia – MG.

Dose P	N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	B	Cu	Mn	Fe
	%						mg dm <sup>-3</sup>				
<i>1<sup>a</sup> folha</i>											
0,0	32,25	1,78	27,70	8,03	2,52	1,97	12,61	23,92	10,69	143,80	42,67
9,0	30,64	1,68	26,92	6,55	2,29	1,69	11,25	20,12	10,10	104,83	33,63
18,0	31,19	1,78	26,96	6,76	2,40	1,81	10,73	21,44	10,95	108,67	34,39
36,0	31,36	1,70	26,02	6,99	2,45	1,68	12,16	27,94	10,45	135,80	46,01
72,0	30,00	1,74	26,63	5,45	2,21	1,77	11,42	22,16	11,29	101,12	37,16
144,0	30,83	1,70	26,59	5,64	2,32	1,63	13,21	21,17	10,50	107,00	35,45
288,0	30,38	1,80	27,88	5,81	2,29	1,68	11,47	23,09	10,34	115,66	35,05
média	30,95	1,74	26,96	6,46	2,35	1,75	11,83	22,83	10,62	116,70	37,76
<i>teste F</i>											
Doses	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
bloco	ns	**	**	ns	ns	ns	ns	*	**	*	**
CV (%)	3,69	9,73	8,06	23,27	8,98	9,75	21,32	15,78	8,06	18,43	18,11
<i>3<sup>a</sup> folha</i>											
0,0	31,03	1,46	27,24	9,21	2,27	1,99	12,21	31,10	13,52	180,53	70,35
9,0	31,96	1,50	27,87	9,45	2,21	1,96	10,63	32,74	11,84	194,04	70,31
18,0	30,90	1,47	28,00	9,42	2,22	1,82	10,67	34,49	11,39	173,43	56,10
36,0	31,59	1,66	27,04	10,10	2,33	2,10	10,57	30,07	13,50	175,64	67,83
72,0	32,20	1,60	25,35	10,22	2,49	2,05	10,82	30,99	14,83	196,04	69,91
144,0	32,42	1,57	27,50	9,87	2,24	1,96	10,25	35,17	11,64	191,74	70,54
288,0	32,03	1,66	34,35	10,65	2,29	2,12	11,72	32,59	10,65	179,07	57,94
média	31,73	1,56	28,19	9,84	2,29	2,00	10,98	32,45	12,48	184,35	66,14
<i>teste F</i>											
Doses	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
bloco	**	**	ns	ns	*	ns	ns	*	*	**	**
CV (%)	3,64	9,65	19,57	7,48	9,59	12,49	14,74	12,09	22,01	14,17	12,22

## CONCLUSÕES

As doses de fósforo elevam os teores disponíveis de P na camada superficial e sub-superficial, mas não alteraram os teores totais deste nutriente nas duas camadas estudadas.

Os teores de nutrientes foliares não foram afetados pelas doses de fósforo testadas no experimento.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Recomendações para o Uso de Corretivos e Fertilizantes em Minas Gerais: 5<sup>a</sup> aproximação.** Viçosa, MG, 1999. 359 p.
- MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas.** São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 2006. 638p.
- MALAVOLTA, E. **Nutrição mineral e adubação do cafeeiro** – colheitas econômicas máximas. São Paulo: Ceres, 1993. 210 p.
- MATIELLO, J.B. et al. **Cultura de café no Brasil: novo manual de recomendações.** Rio de Janeiro: MAPA/PROCAFE, 2005. 438 p.
- NOVAIS, R.F.; MELLO, J.W.V. Fósforo. In: In.: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V, V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L. **Fertilidade do Solo.** Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. Cap.04, p.133-204.
- REIS, T.H.P. **Dinâmica e disponibilidade de fósforo em solos cultivados com cafeeiros em produção.** 2009. 144p. (Dissertação de mestrado) Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.