

## TEORES FOLIARES DE FÓSFORO EM CAFEIROS ADULTOS SUBMETIDOS À APLICAÇÃO DE ELEVADAS DOSES DESTA NUTRIENTE<sup>1</sup>

Kaio Gonçalves de Lima Dias<sup>2</sup>; Paulo Tácito Gontijo Guimarães<sup>3</sup>; Antônio Eduardo Furtini Neto<sup>4</sup>; Thiago Henrique Pereira Reis<sup>5</sup>; Cesar Henrique Caputo de Oliveira<sup>6</sup>; Vanessa Castro Figueiredo<sup>7</sup>

<sup>1</sup> Trabalho realizado com o apoio do Consórcio Pesquisa Café, CNPq, CAPES e FAPEMIG.

<sup>2</sup> Doutorando, Departamento de Ciência do Solo – UFLA, kaiogld@gmail.com

<sup>3</sup> Pesquisador, DSc, EPAMIG – URESM, paulotgg@epamig.ufla.br

<sup>4</sup> Professor / Pesquisador, DSc, Departamento de Ciência do Solo – UFLA, afurtini@dcs.ufla.br

<sup>5</sup> Eng<sup>o</sup> Agr<sup>o</sup>, DSc, Departamento de Ciência do Solo – UFLA, thiagohpreis@yahoo.com.br

<sup>6</sup> Eng<sup>o</sup> Agr<sup>o</sup>, Bolsista do Consórcio Pesquisa Café, cesar\_caputo@yahoo.com.br

<sup>7</sup> Eng<sup>o</sup> Agr<sup>o</sup>, MSc, Bolsista do Consórcio Pesquisa Café, vcfigueiredo.agro@gmail.com

**RESUMO:** O estudo do fósforo (P) consiste num dos maiores desafios relacionados à nutrição de plantas, principalmente em solos que apresentam avançado grau de intemperismo, como a maioria dos solos brasileiros. Com objetivo de avaliar os efeitos da adubação de manutenção com doses anuais crescentes de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> como superfosfato simples e termofosfato magnésiano nos teores foliares de P em cafeeiros adultos no Sul de Minas Gerais, foi instalado um experimento no município de Três Pontas – MG, em um Argissolo Vermelho da Fazenda Experimental da EPAMIG, com a cultivar Catiguá MG-2, no espaçamento de 3,60 x 0,60m. As adubações foram realizadas levando em consideração os resultados das análises de solo, exceto para o nutriente fósforo. As doses testadas foram 0, 75, 150, 300, 450 e 600 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e as fontes utilizadas foram o superfosfato simples e o termofosfato magnésiano. Os teores foliares de P se elevaram com a aplicação de P no solo para as duas fontes testadas, tendendo a se estabilizarem em torno de 1,8 – 1,9 g kg<sup>-1</sup>. O cafeeiro mostrou-se responsivo a aplicação de P na adubação de manutenção.

**PALAVRAS-CHAVE:** nutrição do cafeeiro, Coffea arábica, adubação fosfatada.

## LEAF PHOSPHORUS LEVELS IN ADULT COFFEE PLANTS SUBMITTED THE APPLICATION OF HIGH DOSES OF THIS NUTRIENT

**ABSTRACT:** The study of phosphorus is one of the plant nutrition biggest challenges, especially in weathering soils, like most Brazilian soils. this work was performed with the objective of verify the maintenance fertilization effects with increasing P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> doses from two sources on the leaf P contents. The experiment was installed in 2008, on a clayey Red Ultisol at the EPAMIG Experimental Farm, located in Três Pontas – MG city, in area planted with the Catiguá MG-2 cultivar. From the second year until the test installation, fertilizations were conducted according to CFSEMG - Commission on Soil Fertility of Minas Gerais: 5th approximation. Treatments consisted of application of six P doses from two sources, as follows: 0 (control), 75, 150, 300, 450 and 600 kg ha<sup>-1</sup> of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> as simple superphosphate and magnesium thermal phosphate not enriched with micronutrients. as leaf P contents, which stabilized around 1.80 to 1.90 g kg<sup>-1</sup>, in general, with the application of approximately 300 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

**KEY WORDS:** coffee nutrition, Coffea arabica, phosphorus fertilization.

## INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor e exportador mundial de café com produção nacional estimada em 50,83 milhões de sacas para o ano de 2012. O Estado de Minas Gerais destaca-se como maior produtor, sendo grande parte provinda de sua Região Sul (Companhia Nacional de Abastecimento - CONAB, 2012). Essa região de relevo montanhoso é produtora de cafés de alta qualidade, fato que tem proporcionado melhores preços ao produto colhido. Além do aspecto econômico, esta cultura apresenta também grande importância social, pois, principalmente em regiões de relevo mais acidentado, demanda grande quantidade de mão-de-obra em toda sua cadeia de produção.

O P é um nutriente bastante investigado, em função de sua importância para os seres vivos, da frequência com que limita a produção das culturas e pelo fato de ser um insumo mineral finito e insubstituível (Malavolta, 2006). É também o nutriente que mais comumente limita a produção das culturas no País e assume a peculiaridade de ser aplicado em quantidades maiores do que aquelas exigidas pelas plantas (Furtini Neto et al., 2001), é utilizado nas adubações no Brasil em quantidades maiores que as de N e K (Rajj,1991). Segundo Malavolta (1976) 75% dos solos brasileiros apresentam naturalmente teores baixos de P.

Dentre as fontes de P, destacam-se os fosfato solúveis, termofosfatos, multifosfatos e fosfatos naturais como as mais utilizadas no País (Malavolta, 1980). A escolha de determinada fonte é baseada na sua eficiência em suprir P para as plantas e em sua relação custo:benefício (Goebert et al., 1985).

Os fertilizantes totalmente acidulados são os mais utilizados devido ao seu menor custo por unidade de P, onde destacam-se os superfosfatos, que são obtidos pela acidulação das rochas fosfatadas, com teores mínimos de 16 % e 37% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> exigidos pela legislação para superfosfato simples e superfosfato triplo, respectivamente, (Brasil, 1982).

O termofosfato magnesiano possui cerca de 18% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> total e 7% de Mg, e sua solubilidade é grandemente influenciada pelo pH e pela matéria orgânica do solo. Por ser uma fonte rica em Ca e em Mg, atua muitas vezes como corretivo da acidez do solo (Goedert et al., 1985).

Em trabalho realizado por Correa et al. (2001), onde foram analisadas 75 amostras de solo e folha de lavouras cafeeiras, representativas do sul de MG, constataram que 37,3% e 34,7 % das lavouras avaliadas apresentaram baixos e médios teores de P no solo, respectivamente. Também observaram que 49,3% destas lavouras apresentaram teores foliares de P inferiores a 1,6 g kg<sup>-1</sup>, teores estes considerados baixos por Bergman (1992) e Malavolta et al. (1997).

A produtividade média do estado em 2012, segundo estimativas da CONAB, (2012), foi de 26,2 sacas ha<sup>-1</sup>, média considerada baixa, então é notável que o P pode estar limitando a produção em grande parte das lavouras cafeeiras da Região.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos da adubação de manutenção com doses crescentes anuais de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> como superfosfato simples e termofosfato magnesiano nos teores foliares de P em cafeeiros adultos no Sul de MG.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em 2008 num Argissolo Vermelho da Fazenda Experimental da EPAMIG, situada no município de Três Pontas – MG, com a cultivar Catiguá MG-2 plantada em fevereiro de 2004, no espaçamento de 3,60 x 0,60m com uma planta por cova. Os tratamentos culturais e fitossanitários utilizados seguiram o manejo adotado na propriedade. As adubações foram realizadas conforme a CFSEMG – 5ª aproximação (Guimarães et al., 1999), levando em consideração os resultados das análises de solo, exceto para o nutriente fósforo. As doses testadas foram 0 (controle), 75, 150, 300, 450 e 600 kg anuais de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> e as fontes utilizadas foram o superfosfato simples e o termofosfato magnesiano, constituindo, portanto um fatorial 6x2.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados com cinco repetições utilizando-se 10 plantas por parcela, sendo as 8 centrais consideradas úteis. Os tratamentos foram aplicados manualmente sem parcelamento no início do período chuvoso (outubro), e reaplicados anualmente no mesmo período. Antes da instalação do experimento foram realizadas análises químicas e físicas do solo (Tabela 1).

Tabela 1. Atributos químicos e físicos de um Argissolo, na camada de 0-20 cm, da Fazenda Experimental da EPAMIG de Três Pontas - MG.

pH	K	Ca	Mg	Al	H+Al	m	M.O.	P	P-rem	Areia	Silte	Argila
H <sub>2</sub> O	mg dm <sup>-3</sup>	-----cmol <sub>c</sub>	dm <sup>-3</sup> -----	-----	-----	%	dag kg <sup>-1</sup>	--mg dm <sup>-3</sup> --	-----	-----g kg <sup>-1</sup> -----	-----	-----
5,6	184	2,6	0,7	0,1	3,2	3	2,1	8,2	26,4	280	320	400

O balanço nutricional da lavoura foi acompanhado através de análises foliares antes da fase de enchimento de grãos, realizadas no laboratório de análises químicas da Universidade Federal de Lavras.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, e foram ajustadas equações de regressão para avaliar os teores foliares de P. Todas as análises foram realizadas utilizando-se o programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2008).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os teores foliares de P em 2009 aumentaram de forma linear para o superfosfato simples; neste ano não houve correlação entre as doses aplicadas como termofosfato magnesiano e os teores foliares de P. Em 2010 e 2011 o comportamento foi exponencial, e quadrático apenas para o superfosfato simples neste último ano. Observou-se que houve um aumento brusco nos teores de P da testemunha em relação a dose de 75 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, com tendência de estabilização em torno de 1,8-1,9 g kg<sup>-1</sup> de maneira geral a partir da dose de 300 kg ha<sup>-1</sup> (Figura 1). Estes resultados evidenciam um possível efeito de diluição, pois estas plantas apresentaram maior desenvolvimento vegetativo e/ou maior extração pelos frutos, devido as produtividades mais elevadas, considerando a alta mobilidade deste nutriente na planta (Marschner, 1995). Resultados semelhantes foram encontrados por Reis et al. (2011), onde o teor foliar se estabilizou em 1,98 g kg<sup>-1</sup> a partir da dose de 270 kg ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> em cafeeiros irrigados em Planaltina – DF.

É importante ressaltar que é nesta fase de amostragem que são encontrados os maiores teores foliares de P em plantas de cafeeiro adequadamente nutridas (Laviola et al., 2007). Neste mesmo trabalho os autores encontram menores teores foliares de P com aumento das doses, justificando tal fato pela intensidade de dreno pelos frutos em função das maiores produtividades advindas da aplicação de P.

Outros trabalhos também constataram aumentos nos teores foliares de P em função da aplicação de doses crescentes; Martins et al. (2007) encontraram aumento linear até a dose máxima estudada ( $100 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1}$ ), Gallo et al. (1999), verificaram aumento na concentração de P nas folhas à medida que se elevou a dose de P no solo de  $30 \text{ a } 90 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$ .

Os teores foliares de P considerados adequados para o cafeeiro são  $1,2\text{-}1,6 \text{ g kg}^{-1}$  (Guimarães et al., 1999; Martinez et al. 2004),  $1,2\text{-}2,0 \text{ g kg}^{-1}$  (Jones Junior et al., 1991; Mills & Jones Junior, 1996);  $1,5\text{-}2,0 \text{ g kg}^{-1}$  (Reuter & Robinson, 1988; Malavolta et al., 1993);  $1,6\text{-}2,0 \text{ g kg}^{-1}$  (Bergmann, 1992) e  $1,6\text{-}1,9 \text{ g kg}^{-1}$  (Malavolta et al., 1997). Na testemunha ( $0 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$ ), exceto em 2009, os teores foliares se encontram dentro da faixa considerada adequada pela maioria dos autores. Já nos demais tratamentos, nos quais se obteve maiores produtividades, os teores foliares de P se encontram acima da faixa considerada adequada por Guimarães et al. (1999) e Martinez et al. (2004) (Figura 1). Com base nos resultados deste ensaio e também em resultados obtidos por Reis et al. (2009), onde os teores foliares correspondentes às maiores produtividades se situaram acima de  $1,8 \text{ g kg}^{-1}$ , possivelmente para obtenção produtividades mais elevadas o limite inferior da faixa considerada ideal pela maioria dos autores pode estar baixo.

Em trabalho realizado por Correa et al. (2001), foram analisadas 75 amostras de folhas de lavouras representativas de MG, 49,3% destas apresentaram teores foliares de P inferiores a  $1,6 \text{ g kg}^{-1}$ , podendo então, este nutriente estar limitando a produtividade em parte das lavouras cafeeiras do estado.

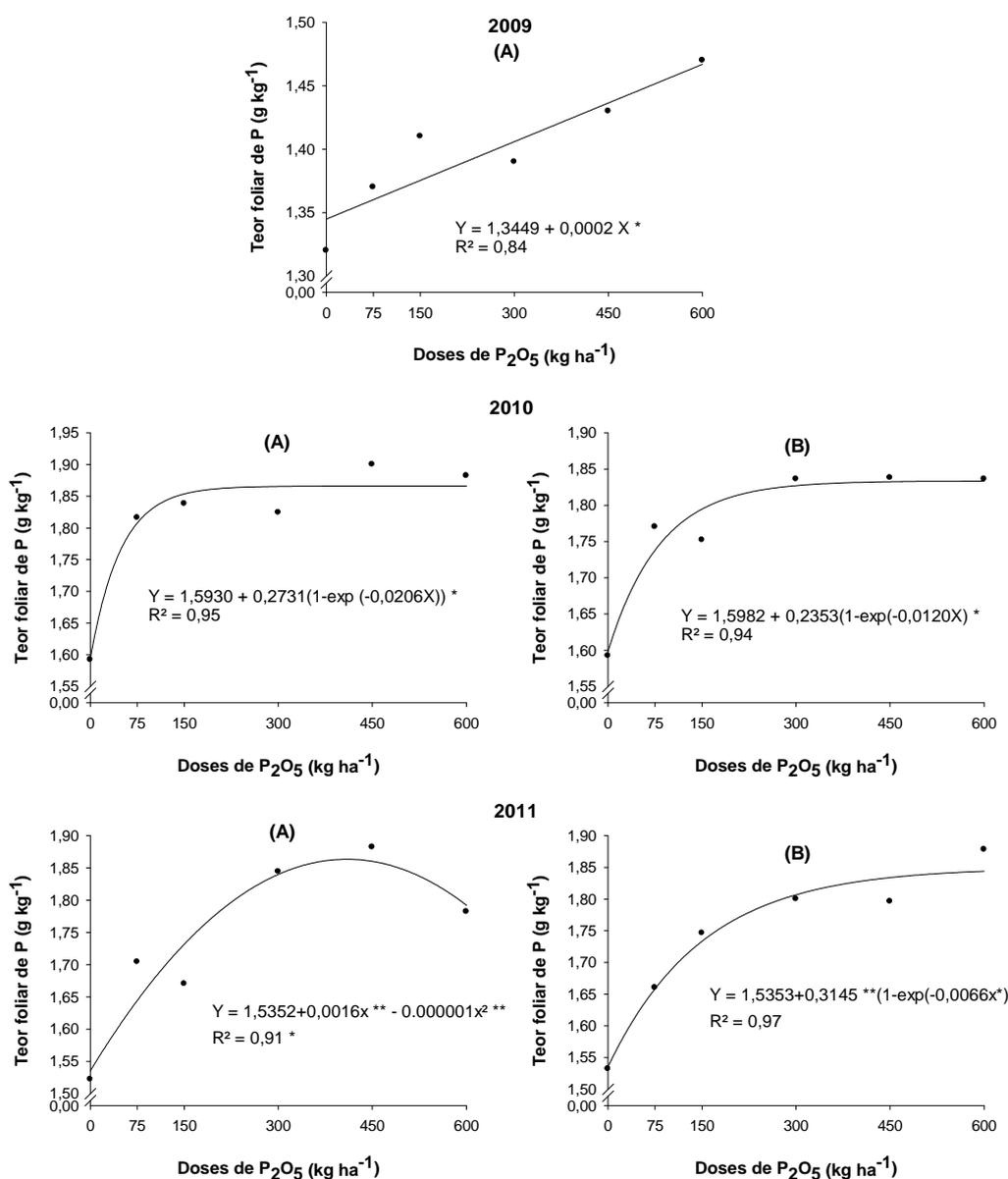


Fig. 1. Teores foliares de P em cafeeiros submetidos à adubação anual com diferentes fontes e doses de fósforo, em amostras coletadas em tres anos (A e B = superfosfato simples e termofosfato magnesiano, respectivamente). \* Significativo, pelo teste de t, a 5%.

## CONCLUSÃO

Os teores foliares de P aumentaram com as doses, para as duas fontes, tendendo a se estabilizarem em torno de 1,8 – 1,9 g kg<sup>-1</sup>.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fazenda Experimental da EPAMIG de Três Pontas pela área e apoio na condução do ensaio e ao Consórcio Pesquisa Café, ao CNPq, à CAPES e à FAPEMIG pelo apoio.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bergmann, W. Nutritional disorders of plants: development, visual and analytical diagnosis. New York: G. Fisher, 1992. 741 p.
- Brasil. Ministério da Agricultura. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Portaria 01 de 04/83; Portaria 03 de 12/06/86: Inspeção e fiscalização da produção e do comércio de fertilizantes, corretivos, inoculantes, estimulantes e biofertilizantes destinados à agricultura; legislação e fiscalização. Brasília, 1982. 88p.
- CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento Acompanhamento da Safra Brasileira de Café Safra 2012. Brasília, 2012. Disponível em: <www.conab.gov.br> Acesso em: 07 março 2013.
- Corrêa, J. B.; Reis Júnior, R. A.; Carvalho, J. G. de & Guimarães, P. T. G. Avaliação da fertilidade do solo e do estado nutricional de cafeeiros do sul de Minas Gerais. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 25, n. 6, p. 1279-1286, nov./dez. 2001.
- Ferreira, D.F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. *Revista Científica Symposium* 6: 36-41, 2008.
- Furtini Neto, A. E.; Vale, F. R.; Resende, A. V.; Guilherme, L. R. G. & Guedes G. A. A. Fertilidade do solo. Lavras: UFLA/FAEP, 2001. 252 p.
- Gallo, P.B.; Raij, B. V.; Quaggio, J.A. & Pereira, L.C.E. Resposta de cafezais adensados à adubação NPK. *Bragantia*, Campinas, v.58, n.2, p.341-351, 1999.
- Goebert, W. J. & Lobato, E. Avaliação agrônômica de fosfatos em solo de cerrado. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v. 8, n. 1, p. 97-102, 1985.
- Guimarães, P.T.G.; Garcia, A.W.R.; Alvarez, 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. Cafeeiro. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V., V.H. (Eds.). *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. p.289-302.
- Jones Junior, J.B.; Wolf, B. & Mills, H.A. *Plant analysis handbook*. Athens: Micro-Macro-Publishers, 1991. 213 p.
- Laviola, B.G.; Martinez, E.M.P.; Souza, R.B. & Alvarez V., V.H. Dinâmica de P e S em folhas, flores e frutos de cafeeiro arábico em três níveis de adubação. *Bioscience Journal*, 23:29-40, 2007.
- Malavolta, E. *Manual de química agrícola: nutrição de plantas e fertilidade do solo*. São Paulo: Agronômica Ceres, 1976. 528p.
- Malavolta, E. *Elementos de nutrição mineral de plantas*. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. 251 p.
- Malavolta, E.; Fernandez, D.R. & Romero, J.P. *Seja doutor do seu cafezal*. *Informações Agronômicas*, Campinas, v.64, p.1-13, 1993.
- Malavolta, E.; Vitti, G.C. & Oliveira, S.A. *Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações*. 2.ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319 p.
- Malavolta, E. *Manual de nutrição mineral de plantas*. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006. 631 p.
- Marschner, H. *Mineral nutrition of higher plants*. 2nd ed., New York, Academic Press, 1995. 889p.
- Martins, L. E. C.; Furlani Júnior, E.; Santos, D. M. A.; Ferrari S. & Ferrari J. V.R. Estudo de Sistemas de aplicação e Doses de Fósforo no Desenvolvimento Vegetativo do Cafeeiro In: *Águas de Lindóia. Anais... Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café*. 2007, CD-ROM.
- Martinez, H.E.P.; Souza, R.B.; Alvarez V., V.H.; Menezes, J.F.S.; Neves, Y.P.; Oliveira, J.A.; Alvarenga, A.P. & Guimarães, P.T.G. Nutrição mineral, fertilidade do solo e produtividade do cafeeiro nas regiões de Patrocínio, Manhuaçu, Viçosa, São Sebastião do Paraíso e Guaxupé. Belo Horizonte, EPAMIG, 2004. 60 p. (Boletim Técnico, 72).
- Mills, H.A. & Jones Junior, J.B. *Plant analysis handbook II*. 2. ed. Athens: Micro-Macro-Publishers, 1996. 422 p.
- Raij, B. V. *Fertilidade do solo e adubação*. São Paulo: Agronômica Ceres/Potafós, 1991, 343p.
- 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, 2009.
- Reuter, D.J. & Robinson, J.B. *Plant analysis: an interpretation manual*. 2. ed. Melbourne: Inkata Press, 1988. 218 p.