

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DO SUL DE MINAS GERAIS – CAMPUS
MUZAMBINHO**
Curso Superior de Tecnologia em Cafeicultura

TÂNIA MARA DOS REIS

**EFEITOS DE DOSES CRESCENTES DE FÓSFORO NOS
TEORES DESTE NUTRIENTE NA SUPERFÍCIE E SUB-
SUPERFÍCIE DO SOLO E NOS TEORES FOLIARES DO
CAFEEIRO NA REGIÃO DE JURUAIA, MG**

MUZAMBINHO

- 2009 -

TÂNIA MARA DOS REIS

**EFEITOS DE DOSES CRESCENTES DE P NOS TEORES
DESTE NUTRIENTE NA SUPERFÍCIE E SUB-
SUPERFÍCIE DO SOLO E NOS TEORES FOLIARES DO
CAFEEIRO NA REGIÃO DE JURUAIA, MG**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Superior de Tecnologia em Cafeicultura, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais, Campus Muzambinho, como requisito para a obtenção do título de Tecnólogo em Cafeicultura.

Profº. Orientador: MSc. Luiz Augusto Gratieri

MUZAMBINHO

- 2009 -

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. MSc. Luis Augusto Gratieri (orientador)

Prof. MSc. Raul Henrique Sartori

Prof. Dr. Marcelo Bregagnoli

Muzambinho, 18 de maio de 2009.

DEDICATÓRIA

À minha família e a todos que me ajudaram a alcançar este degrau.

AGRADECIMENTOS

Ao Deus único e verdadeiro, Jesus Cristo, que me deu capacidade e forças para completar esta etapa de minha vida.

Aos meus pais, Reinaldo e Hilda, pelos ensinamentos, muitos deles adquiridos através de seus exemplos. Agradeço também pelo apoio, alegria, entusiasmo e pelo amor que têm me proporcionado durante o percurso de minha vida.

Ao meu irmão Lúcio, que sempre me incentivou e ajudou nesta caminhada.

Aos meus amigos Janaína, Livia e Carlito, que me ajudaram no desenvolvimento deste trabalho.

Aos amigos de classe, pelo companheirismo ao longo destes três anos de convivência.

Ao meu orientador, professor Luiz Augusto Gratieri, pela prestatividade na construção deste trabalho, e por todo conhecimento transmitido.

Aos professores José Mauro, Marcelo Bregagnoli e Felipe Campos, pela imensa atenção e boa vontade de sempre colaborar conosco.

Aos professores do Curso de Cafeicultura, pelo empenho durante o curso e por todo ensinamento transmitido.

Aos funcionários do IFET – Muzambinho, que nos auxiliaram na realização deste trabalho.

À COOXUPÉ pela colaboração prestada no desenvolvimento desta pesquisa, realizando as análises de solo e folhas.

A todos que torceram por mim.

Muito obrigada.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	8
2 JUSTIFICATIVA.....	10
3 OBJETIVOS	11
3.1 Objetivo Geral.....	11
3.2 Objetivo Específico	11
4 REVISÃO DE LITERATURA	12
5 MATERIAL E MÉTODOS	19
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	21
7 CONCLUSÕES	25
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	26

REIS, Tânia Mara dos. **Efeitos de doses crescentes de P nos teores deste nutriente na superfície e sub-superfície do solo e nos teores foliares do cafeeiro na região de Juruaia, MG.** 2009. 28f. Trabalho de Conclusão do Curso Superior de Tecnologia em Cafeicultura (Monografia) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais, campus Muzambinho, Muzambinho, MG, 2009.

RESUMO

Objetivou-se testar o efeito de doses de fósforo (P) sobre os teores totais e disponíveis no solo e os teores de nutrientes no 1^o e 3^o 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, MG, numa altitude de 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 5.000 plantas ha⁻¹, dispostas no espaçamento 2,5 m entre linhas e 0,8 m entre plantas. O delineamento experimental foi em blocos casualizados (DBC), com sete tratamentos: 0, 9, 18, 36, 72, 144, 288 g planta⁻¹ P₂O₅ na forma de superfosfato simples, repetidos em quatro blocos. Em junho de 2008, as amostras de solo foram coletadas na projeção da saia do cafeeiro nas profundidades de 0-10 cm e 11-20 cm para quantificação dos teores disponíveis e totais de P no solo. Em janeiro de 2009 foram coletadas folhas do primeiro e terceiro pares de cada parcela experimental para quantificação dos nutrientes foliares. Conclui-se que as doses de P elevaram os teores disponíveis de P na camada superficial e sub-superficial do solo, 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.

Palavras-chave: *Coffea arabica* L.; fósforo total; nutrição mineral; superfosfato simples.

REIS, Tânia Mara dos. **Effects of crescents doses of P in the contents of this nutrition in the surface and sub-surface soil contend and in the foliar content of coffee tree plant in the Juruaia region, MG.** 2009. 28f. Trabalho de Conclusão do Curso Superior de Tecnologia em Cafeicultura (Monografia) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais, campus Muzambinho, Muzambinho, MG, 2009.

ABSTRACT

Objective testify the effect of phosphate (P) doses on the total and available contend in the soil and the contend of nutrients in the 1st and 3rd pair 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, MG, in an altitude of 971 m, in a Latossoil Yellow Red Typical Distrófic (LVA). The cultivate appraised was the Yellow Catucaí 2SL, planted in december of 2003, with a density of planting of 5.000 plants have⁻¹, disposed in the spacing 2,5 m between lines and 0,8 m among plants. The experimental design consisted of randomized blocks (DBC), with seven treatments: 0, 9, 18, 36, 72, 144, 288 g plant⁻¹ P₂O₅ in the form of simple highphosphate, repeated in four blocks. In June of 2008, the soil samples were collected in the skirt projection of coffee tree plants in the 0-10 cm and 11-20 cm depths for quantification of total and available soil P contends. In January of 2009, first and third leaves of the branches were collected of each experimental portion for quantification of the contend nutrients. It follows that the P doses elevated the P contend available in the superficial and sub-superficial layer of soil, but it didn't alter the total contend of this nutrient on the two studied layers. The foliate content nutrients were not affected by the phosphore doses tested on the experiment.

Key-words: *Coffea arabica* L.; total phosphore; mineral nutrition; simple highphosphate.

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., 2006).

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. A nutrição é um dos requisitos importantes para que as plantas possam expressar o seu potencial produtivo (GUERRA et al., 2007).

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 (P), elemento responsável por 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 P total e baixa concentração de P disponível, além de altas taxas de adsorção, fenômeno denominado “fixação do P”, que faz com que o elemento fique indisponível, pelo menos temporariamente à planta (COELHO; ALVES, 2003).

O pH condiciona a disponibilidade de P, sendo que em solos muito ácidos pode existir a formação de fosfatos com o ferro (Fe), o alumínio (Al) e o manganês (Mn), 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 P ao cafeeiro pode ser efetuado através de fertilizantes químicos. Existem no mercado diversos fertilizantes fosfatados, que se diferem pela concentração de P 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 fosfato natural finamente moído e o ácido sulfúrico; contém até 16% de P (calculado como P_2O_5 , anidrido fosfórico) solúvel em água, 18% solúvel em citrato neutro de amônio (CNA) mais água, além de cálcio (18% a 27%) e enxofre (8% a 12%), que também são nutrientes essenciais para o cafeeiro (RAIJ et al., 1997).

Trabalhos recentes mostram que a adubação fosfatada vem sendo reavaliada, pois existem evidências que o aumento das doses pode 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.

Poucos têm sido, no entanto, os trabalhos realizados com o P na cafeicultura, visando avaliar quais as melhores doses dos fertilizantes fosfatados, assim como os efeitos que exercem sobre o desenvolvimento e produção do cafeeiro. Deste modo, objetivou-se com este 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.

2 JUSTIFICATIVA

Como o P é um dos nutrientes que mais limita a produção do cafeeiro no Brasil e mediante resultados de trabalhos recentes que mostram evidências de que o incremento das doses de P pode trazer aumentos de produtividade e estabilidade de produção de cafeeiros irrigados e devido ao comportamento deste nutriente no solo, este trabalho foi desenvolvido visando avaliar quais as melhores doses dos fertilizantes fosfatados, assim como a influência que exercem sobre os teores totais e disponíveis de P no solo e os teores de nutrientes no 1º e 3º pares de folhas dos ramos plagiotrópicos de cafeeiros.

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Objetivou-se testar doses crescentes de P em lavoura cafeeira.

3.2 OBJETIVO ESPECÍFICO

Avaliar a influência que doses crescentes de P exercem sobre os teores totais e disponíveis deste nutriente no solo, bem como, sobre os teores de nutrientes no 1º e 3º pares de folhas dos ramos plagiotrópicos de cafeeiros.

4 REVISÃO DE LITERATURA

O cafeeiro (*Coffea arabica* L.) é uma das principais culturas do Brasil, tendo, além de caráter econômico, alto significado social, pois demanda grande quantidade de mão-de-obra. O país é o maior produtor de café do mundo e também o segundo maior consumidor do produto. É no campo que o café gera maiores benefícios, ocupando mais de trezentas mil propriedades, distribuídas em onze estados, onde quase sempre constitui a principal fonte de renda (MATIELLO et al., 2005).

A cafeicultura brasileira está implantada, em sua grande maioria, em solos de baixa fertilidade, com predominância de acidez elevada, altos teores de alumínio (Al) e excesso de manganês (Mn), além de baixos teores de matéria orgânica (M.O.) e fósforo (P) disponível. Nessas condições, a fertilidade deve ser reconstituída, para o bom desenvolvimento dos cafeeiros e para sua produtividade adequada. Para tanto, os nutrientes devem estar presentes ou serem supridos de forma equilibrada, pois, pela Lei do Mínimo, o desempenho vegetativo e produtivo do cafeeiro fica condicionado à situação daquele nutriente que se encontra em falta (MATIELLO et al., 2005).

Segundo Matiello et al. (2006), o P constitui-se no 5º nutriente mais exigido pelo cafeeiro, sendo um elemento muito importante no desenvolvimento das plantas jovens e de suas raízes, além disso, é importante na transferência de energia como parte do trifosfato de adenosina (ATP) e faz parte de compostos essenciais ao metabolismo vegetal, como adenosinas, fosfolípidios e ácidos nucléicos, os quais participam de fenômenos importantes, como respiração, fotossíntese e comunicação genética. Auxilia, ainda, na floração, formação de grãos e sementes e regula a maturação (MALAVOLTA, 2006).

O P do solo tem sua origem no mineral acessório chamado genericamente apatita, que contém 40% a 42% de P_2O_5 e 54% a 55% de CaO, além de outros elementos como o flúor (F) e o cloro (Cl). O intemperismo leva-o à solução do solo, de onde as plantas extraem e depois, servem ou não, como alimento para os micro-organismos e animais, cujos restos devolvem-no, parcialmente, ao solo, na forma de P orgânico (MALAVOLTA, 2006).

No solo podem ocorrer interações do P com outros elementos, cujo efeito pode ter modificação na disponibilidade ou na própria absorção. Algumas

delas são de importância prática, por exemplo, as micorrizas podem aumentar a absorção de P; o excesso de Al conduz à precipitação e menor absorção de P; a presença de íons Mg^{+2} também aumenta a sua absorção; exsudatos de raiz são capazes de aumentar a absorção através de seus efeitos na complexação de Al; o P, por outro lado, pode reduzir a absorção e o transporte a longa distância do zinco (Zn) e de outros micronutrientes (MALAVOLTA, 2003).

Apesar de estar entre os macronutrientes menos requeridos e exportados pela cultura do cafeeiro, o P é um elemento que merece uma importância especial por ser comum a carência deste nos solos em que assentam à cultura do café. Além dos solos brasileiros apresentarem uma baixa concentração natural de P, este nutriente é fixado rapidamente pela fração argila, formando compostos menos solúveis (LAVIOLA et al., 2007). Essa é a razão porque apenas 5% a 20% do P solúvel aplicado é aproveitado pela cultura, sendo o restante aproveitado ou não, dependendo da reação do P no solo (ALCARDE; PROCHNOW, 2003).

Um dos fatores mais interfere na disponibilidade de P é o pH. A disponibilidade máxima de P acontece quando este está ao redor de 6,5; uma vez que valores mais baixos favorecem a formação de fosfatos de Fe e Al de baixa disponibilidade, como, por exemplo, a strengita ($FePO_4 \cdot 2H_2O$) e variscita ($AlPO_4 \cdot 2H_2O$); a elevação do pH, por sua vez, conduz à precipitação do P (solução) como fosfatos de Ca de menor disponibilidade – hidroxiapatita ($3Ca_3(PO_4)_2 \cdot Ca(OH)_2$) e carbonatoapatita ($3Ca_3(PO_4)_2 \cdot CaCO_3$). Um outro fator que também influencia na absorção de íons fosfatos é a temperatura da solução (MALAVOLTA, 1980).

Os fatores físicos do solo também apresentam importante papel na disponibilidade do P, pois, de modo geral, solos que apresentam maiores teores de argila mostram maior potencial de fixação deste elemento, e conseqüentemente, a diminuição de sua disponibilidade para as plantas, principalmente quando esta argila é rica em óxidos de ferro e alumínio (NOVAIS et al., 2007).

O P do solo pode ser classificado em P não-lábil, que representa as formas de P precipitado (Fe, Al, Ca) ou adsorvidos no solo com elevada energia (argilas); e P lábil, que é representado por alguma forma que está em

equilíbrio com o P da solução, podendo, assim, repor para esta, os íons fosfatos à medida que estes são absorvidos pela planta (OLIVEIRA, 1982). De acordo com Novais et al. (2007), frequentemente, mais de 90% do P aplicado no solo é adsorvido na primeira hora de contato, formando, primeiramente, o P-lábil e, posteriormente, com o passar do tempo, o P não-lábil.

Sendo assim, devem-se buscar alternativas que minimizem os efeitos da fixação do P, visando aumentar a eficiência da adubação fosfatada, tais como, uma calagem realizada com critério, adoção do Sistema de Plantio Direto (SPD), bem como a utilização de fontes de P com solubilidade gradual, porém completa (SOUSA; LOBATO, 2003).

Segundo Malavolta (2006), a calagem é um modo de economizar fertilizante fosfatado, pois minimiza os efeitos tóxicos causados pelo Al e Mn, além de liberar elementos, dentre eles o P, que estavam indisponíveis junto aos hidróxidos de Fe e Al no solo. A calagem contribui reduzindo a fixação do P, uma vez que reduz a quantidade de cargas positivas do solo e eleva as negativas (CTC), diminuindo as possibilidades do P, utilizado na adubação, se ligar fortemente à argila, que promoveria menor disponibilização do nutriente (ANDRADE, 2001).

Já o plantio direto proporciona melhoria na absorção de P pelas plantas, contribuindo para aumentar a eficiência da adubação fosfatada, por diferentes mecanismos. Primeiramente, a matéria orgânica é fonte natural de P, liberando-o à medida que ocorre sua mineralização. Logo, se não há movimentação do solo neste sistema, essa mineralização ocorre de modo gradual, mantendo constante a liberação de pequenas doses de P, o que possibilita maior chance da planta absorvê-lo antes que o solo o fixe (COELHO; ALVES, 2003).

Além disso, substâncias orgânicas continuamente liberadas pela decomposição dos resíduos culturais na superfície do solo atuam como “invólucros” sobre os sítios de fixação do P no solo, ou seja, a M.O. reduz a exposição do P à fase mineral do solo, que tem grande poder de fixação. Ainda, na presença da M.O., os ácidos orgânicos formados se ligam ao Fe e Al, diminuindo a associação do P com estes (MATIELLO et al., 2005).

Pode-se correlacionar que, se for utilizada fonte de P de solubilidade gradual na adubação, ocorre maior possibilidade da planta absorver o P antes

que o solo o fixe. Além disso, quando se utiliza fertilizante granulado em relação ao pó, há menor contato deste com os sítios de adsorção de P no solo (SOUSA; LOBATO, 2003), assim como ocorre quando este fertilizante é aplicado de forma localizada, diminuindo sua fixação (OLIVEIRA, 1982).

As plantas, segundo Dechen e Nachtigall (2007), absorvem a maior parte do P como o ânion monovalente – ortofosfato biácido – H_2PO_4^- , e, em menor proporção, como o ânion bivalente – ortofosfato monoácido - HPO_4^{2-} . O pH do solo influi, em grande parte, na proporção em que estas duas formas de P estão disponíveis para absorção pela planta. O ânion monovalente H_2PO_4^- tem sua disponibilidade aumentada em valores de pH abaixo de 7, enquanto o ânion bivalente HPO_4^{2-} tem sua disponibilidade aumentada em valores de pH acima de 7.

O P entra em contato com a raiz, quase exclusivamente, por difusão, que representa o movimento do íon em uma fase aquosa estacionária, a distâncias curtas (MALAVOLTA, 1980). Por causa da alta mobilidade do P na planta, sob condições de carência os sintomas aparecem primeiramente em folhas mais velhas, das quais o elemento migra para as mais novas (MALAVOLTA, 2006). Nessa condição, as folhas velhas perdem o brilho e apresentam manchas amareladas desuniformes, que evoluem, devido ao acúmulo de antocianina, para cores vermelho-arroxeadas, podendo tomar todo o limbo foliar. Ocorrem, ainda, desfolha e redução do sistema radicular fino (MATIELLO et al., 2005).

Segundo Guerra et al. (2007), o menor vigor das plantas após o florescimento está associado à deficiência de P, que pode ser visualmente observada em dois momentos bem distintos: no mês de fevereiro, início do enchimento de grãos e formação de novas gemas reprodutivas; e no período de floração em setembro. O mesmo autor ainda menciona que no local onde se concentra a aplicação de P_2O_5 há crescimento vigoroso de raízes absorventes superficiais.

Silva et al. (2002) estudando o efeito dos macro e micronutrientes na formação e produção do cafeeiro até a 3ª safra, observaram que o P foi um dos nutrientes limitantes para a produtividade do cafeeiro em um solo Latossolo Vermelho Amarelo fase arenosa (LVA), reduzindo em 56% a produtividade quando ausente, ficando atrás somente do K (71%).

O crescimento e o desenvolvimento de plantas submetidas à deficiência de P são reprimidos desde os estádios iniciais da plântula e, dependendo da severidade, os efeitos negativos podem continuar durante o desenvolvimento de sementes ou frutos. Sob condições limitantes de P, as plantas normalmente apresentam pequeno desenvolvimento de raízes e de brotações e, como resultado, ocorre exploração insuficiente do solo, resultando em acesso restrito e baixa eficiência de uso, tanto da água quanto de nutrientes (STAUFFER; SULEWSKI, 2003).

A produção do cafeeiro depende, dentre outros fatores, do suprimento e da intensidade de absorção dos nutrientes pelas raízes. O conhecimento do período de maior exigência dos nutrientes minerais pela planta é uma importante informação para melhorar a eficiência das práticas de adubação (LAVIOLA et al., 2007). Para fazer uma recomendação criteriosa de adubação fosfatada para a correção do solo, deve-se conhecer o histórico da área, com informações sobre quantidades e tipos de insumos já aplicados, produtividades obtidas, preparo do solo, condições climáticas e tipo de solo. Além disso, a recomendação deve basear-se na análise de solo, que relaciona os teores de nutrientes do solo e o rendimento da cultura (SOUSA; LOBATO, 2003).

A exigência de P para a formação do fruto do café é proporcional ao acúmulo de massa seca. A exportação pela colheita de uma produção de cerca de 60 sacas ha^{-1} , não chega a 10 kg ha^{-1} de P. Apesar da pequena exigência de P pelo cafeeiro, trabalhos recentes em cafezais adensados verificaram aumentos significativos na produção, devidos à aplicação deste nutriente (BATAGLIA, 2003).

Amaral et al. (2002) estudaram a influência de duas fontes de P (Superfosfato Simples e Triplo) nas doses de 0, 100, 200, 400 e 800 $\text{kg de P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1}$, na formação e manutenção (após o 4º ano de plantio retomou-se a aplicação anual de P_2O_5) de cafeeiros em plantio super adensado (1,5 x 0,7 m). O solo Latossolo Vermelho Amarelo húmico (LVAh) apresentava um teor médio de P de 1,9 mg dm^{-3} . Os resultados mostraram que as duas fontes, no tipo de solo estudado, apresentaram comportamento semelhante e a dose de 800 $\text{kg de P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1}$ (84g de $\text{P}_2\text{O}_5 \text{ planta}^{-1}$), associada à adubação de manutenção após o 4º ano, foi a que promoveu maior aumento de produção no plantio super adensado.

Há duas recomendações básicas para aplicação de P no cafeeiro, uma é a adubação de plantio, baseada na análise de solo, e a outra é a de produção, de acordo com a disponibilidade de P no solo e a produtividade da lavoura. Em geral, a adubação de plantio, aplicada na cova ou sulco é suficiente para os dois anos iniciais da cultura. A partir do terceiro ano inicia-se o programa de adubação de produção ou manutenção – fertilizante fosfatado em aplicação única durante o ano, no início da estação chuvosa, ou, caso haja conveniência, pode ser também parcelado. É aplicado em superfície, numa faixa, em sua maior parte abaixo das copas das plantas, onde se concentram as raízes absorventes, para aí criar condições favoráveis às raízes (BATAGLIA, 2003).

Segundo Guerra et al. (2007), cafeeiros cultivados em áreas com mais de 50 mg dm^{-3} de P_2O_5 no solo (valor alto), mas que não receberam P na adubação de manutenção apresentaram sintomas de deficiência de P e pouca ou nenhuma formação de gemas reprodutivas e pegamento da florada. Por outro lado, áreas com 5 mg dm^{-3} de P_2O_5 no solo (valor baixo), que receberam doses razoáveis de P_2O_5 , da ordem de 100 a 120 kg ha^{-1} , mostraram bom desempenho no desenvolvimento de gemas reprodutivas e no pegamento da florada.

Dentre os macronutrientes primários (N, P e K), o P é o que apresenta a maior variação quanto aos tipos de fertilizantes disponíveis no mercado. A matéria prima para a produção destes fertilizantes é um mineral chamado genericamente de apatita, e são classificados, principalmente, quanto a sua solubilidade (MALAVOLTA, 2006).

Os fertilizantes fosfatados solúveis – superfosfato simples e triplo, fosfato monoamônico (MAP), fosfato diamônico (DAP) – e os relativamente solúveis – Escórias e Termofosfatados – se encontram em uma forma que as plantas podem logo absorver ou estão prestes a se transformar nessa condição; estes são mais eficientes se aplicados de forma localizada e próxima das raízes, a fim de facilitar sua absorção e atenuar os efeitos da imobilização, e com pouco contato com as partículas do solo, para diminuir a fixação do elemento. Já os fosfatos insolúveis – Fosfatos naturais – necessitam de uma conversão prévia em produto que as raízes possam absorver; estes devem ser aplicados em área total e com boa incorporação ao solo, a fim de reagirem com as partículas ácidas deste para dissolverem-se (MALAVOLTA, 1989).

Um outro método de indicação de adubação fosfatada, juntamente com os demais macronutrientes primários, é através do uso de módulos. Segundo Matiello et al. (2005), cada módulo, com 10 sacas ha^{-1} , recebe 0,10 ou 20 $\text{kg P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1}$, quando o solo tiver mais que 10 mg dm^{-3} , de 5-10 mg dm^{-3} ou menos de 5 mg dm^{-3} , respectivamente. Este método sugere que o número mínimo seja de dois módulos e prevê o acompanhamento por análise de solo para, sobre os níveis estabelecidos, efetuar possíveis reduções nas doses de P.

Considerando um solo com baixo teor de P e elevada capacidade de adsorção, a CFSEMG (1999) recomenda uma dose de 80 kg ha^{-1} de P_2O_5 para uma produtividade maior que 60 sc ha^{-1} de café arábica. Nas mesmas condições, pelo Boletim Técnico 100 de São Paulo (RAIJ et al., 1997) tem-se uma produtividade maior do que 80 sc ha^{-1} de café arábica, para a dose de 100 kg ha^{-1} de P_2O_5 . Já a CFSES (2007), recomenda para uma produção maior que 130 sc ha^{-1} de café arábica, 180 kg ha^{-1} de P_2O_5 . Para uma produção maior que 170 sc ha^{-1} de café conilon, recomenda-se 140 kg ha^{-1} de P_2O_5 . Como se nota, essas recomendações são equivalentes para uma mesma produção. O que não poderia deixar de ser, pois as tabelas de adubação são construídas a partir de extensa experimentação em campo, bem como de um tratamento estatístico adequado.

Guerra et al. (2007) recomendam, sem considerar os teores de P presentes no solo, a elevada dose de 300 $\text{kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de P_2O_5 , para a produção de safras anuais em torno de 60 a 70 sc ha^{-1} de café arábica. Os autores sustentam que as doses não sejam fundamentadas exclusivamente na carga pendente, pois as aplicações de fertilizantes devem ter por objetivo o crescimento de novos ramos e nós para a próxima safra. De qualquer forma, essa dose representa, aproximadamente, 33,5 sacas de superfosfato simples por hectare, o que em preços atuais corresponde, aproximadamente, a R\$ 1.847,00 por hectare, só de adubo fosfatado. Além disso, a aplicação de elevadas doses de P anualmente, sem o devido monitoramento, pode levar ao acúmulo desse elemento nos solos, causando um completo desbalanço entre os nutrientes. Esse fato pode acarretar, até mesmo, uma redução na produção por área.

5 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado, em agosto de 2007, no Sítio Roda Viva, localizado no município de Juruaia, 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. Apresenta temperatura média anual de 20,9°C, umidade relativa média anual de 63,8% e precipitação média anual de 1529,8 mm (COOXUPÉ, 2009).

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: T1=0; T2=9; T3=18; T4=36; T5=72; T6=144 e T7=288 g P₂O₅ planta⁻¹ (0, 45, 90, 180, 360, 720, 1440 kg P₂O₅ 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 P para os tratamentos foi utilizado o superfosfato simples granulado contendo 16% de P₂O₅ solúvel em água, 18% solúvel em citrato neutro de amônio (CNA) mais água, além 18% a 27% de cálcio e 8% a 12% enxofre (RAIJ et al., 1997).

Antes da primeira adubação, aplicou-se calcário em área total para elevar a saturação por bases (V%) para 60%, correspondendo à aplicação de 64 kg de calcário dolomítico na área do experimento, com 95,51% de Poder Relativo de Neutralização Total (PRNT).

A primeira adubação com superfosfato simples foi realizada no dia 22 de Novembro de 2007, e a segunda em 10 de outubro de 2008, sendo estas feitas por polvilhamento, na faixa sob a saia do cafeeiro em ambos os lados. Para os demais nutrientes, utilizaram-se as recomendações para adubação modular (MALAVOLTA, 1993). Além de duas aplicações foliares de B e Zn, utilizando-se ácido bórico e sulfato de zinco, a 0,3% e 0,6%, respectivamente.

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

Para caracterização da fertilidade foram coletadas amostras de solo, em junho de 2008, de diversas camadas na projeção da saia do cafeeiro nas profundidades de 0 a 10 cm e 10 a 20 cm (CFSEMG, 1999). As amostras foram enviadas ao Laboratório de Solos e Tecidos Vegetais João Carlos P. de Freitas (COOXUPÉ) em Guaxupé, MG, para análise e caracterização química da fertilidade do solo, sendo a extração do P feita através de resina trocadora de íons.

Em janeiro de 2009, três meses após a segunda adubação fosfatada, foram realizadas amostragens foliares do terço médio das plantas no primeiro e terceiro pares de folhas do ramo plagiotrópico e encaminhadas ao Laboratório de Solos e Tecidos Vegetais João Carlos P. de Freitas (COOXUPÉ) em Guaxupé, MG, onde foram realizadas as análises de nutrientes.

Os dados foram submetidos a análises estatísticas pelo programa SISVAR (FERREIRA, 2000) e as variáveis respostas dos teores de P disponível nas camadas de 0 a 10 cm e 10 a 20 cm foram submetidas à análise de regressão e os gráficos plotados pelo Microsoft Excel.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pelos dados da amostragem de solo, observa-se que os valores de P disponível nas camadas analisadas (Tabela 1) estão acima dos considerados adequados por Matiello et al. (2006), que classifica como nível alto, valores maiores que 50 mg dm⁻³, pelo método de extração de P com resina trocadora de íons.

Tabela 1. Teores médios dos nutrientes da análise química¹ de amostras do solo, nas profundidades de 0 a 10 e 10 a 20 cm na projeção da copa do cafeeiro – Junho de 2008 – Juruáia – MG.

Profundida de	pH	M.O.	K	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	CTC
-----cm----- --	CaCl ₂	g dm ⁻³	-----mmol dm ⁻³ -----						
0-10	4,20	23,14	2,57	23,7 9	6,11	5,41	76,6 8	32,4 6	109,1 5
10-20	4,15	21,54	2,33	20,5 0	5,25	6,18	77,6 1	28,0 8	105,7 5
Profundida de	P	P total	S	B	Cu	Zn	Fe	Mn	V
----- cm ----- --	-----mg dm ⁻³ -----								%
0-10	75,21	1233, 89	67,0 4	1,29	2,00	3,50	60,2 5	2,47	30,00
10-20	56,43	1064, 82	86,8 6	1,23	1,47	2,23	55,7 5	2,13	26,61

¹ Realizadas no Laboratório de Solos e Tecidos Vegetais João Carlos P. de Freitas (COOXUPÉ), Guaxupé, MG, 2008.

Os teores de P total não foram influenciados pelas doses aplicadas, no entanto houve diferença significativa para os teores de P disponível nas camadas de 0 a 10 cm e de 10 a 20 cm de solo (Tabela 2).

Tabela 2. Teores médios de P disponível e total (mg dm^{-3}), nas profundidades de 0 a 10 e 10 a 20 cm de solo – Juruáia – MG.

Doses de P (g planta^{-1})	P disponível (0-10 cm)	P Total (0-10 cm)	P disponível (10-20 cm)	P Total (10-20 cm)
0	73,00 ab	1221,00 a	34,75 b	981,30 a
9	50,00 b	1126,30 a	47,25 ab	1059,50 a
18	78,75 ab	1220,30 a	53,75 ab	1016,00 a
36	61,25 ab	1216,00 a	49,75 ab	985,80 a
72	82,25 ab	1243,50 a	73,25 a	1166,80 a
144	89,00 a	1309,00 a	65,75 ab	1088,80 a
288	92,25 a	1301,30 a	70,50 a	1155,80 a
média	75,21	1233,90	56,43	828,20

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

Na camada de 0 a 10 cm houve ajustamento dos teores médios das doses de P ao modelo quadrático, de modo que ocorreu aumento dos teores de P no solo até a dose estimada de $247,1\text{g P}_2\text{O}_5 \text{ planta}^{-1}$. Na camada de 10 a 20 cm também houve ajustamento quadrático aos teores médios de P em diversas doses, de modo que o teor máximo se deu na dose estimada de $189,33\text{g P}_2\text{O}_5 \text{ planta}^{-1}$ (Figura 1). Isto demonstra que o P pode de certa forma, translocar no perfil do solo melhorando os níveis em profundidade, embora, segundo Novais et al. (2007), o P seja pouco móvel no solo e “não-lixiviável” em condições normais.

Esta translocação poderia ser facilitada pelas doses mais elevadas, pois estas quantidades saturam o complexo adsortivo da camada superior, facilitando assim a descida do elemento. Esta afirmação estaria sustentada pelos maiores níveis de P total na camada superior (Tabela 2).

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.

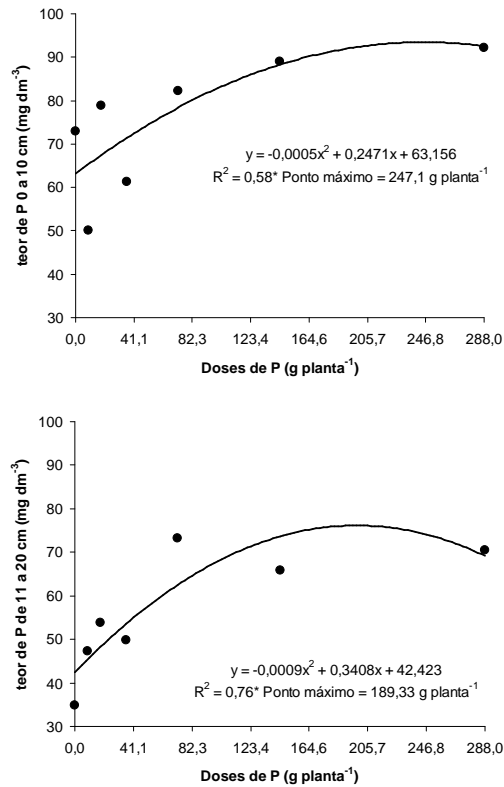


Figura 1. Teores de P disponível nas camadas de 0 a 10 cm e 10 a 20 cm em diversas doses de P aplicadas – Juruáia – MG.

A partir desses resultados, observou-se que apesar de existir uma maior disponibilidade de P em ambas as profundidades estudadas, esta não foi suficiente para elevar os teores deste nutriente nas folhas e de nenhum outro. A Tabela 3 apresenta os teores médios de nutrientes foliares demonstrando que nesta situação ainda não existe nenhuma relação de antagonismo suficiente para afetar significativamente os teores dos demais nutrientes, propiciadas por doses elevadas deste fertilizante contendo P.

Tabela 3. Teores médios de nutrientes foliares de cafeeiro sob diferentes doses de P₂O₅ – Janeiro de 2009 – Juruáia – MG.

Dose P	N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	B	Cu	Mn	Fe
..... g Kg ⁻¹ mg dm ⁻³					
<i>1ª 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>3ª 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

ns – não significativo; * - significativo, pelo Teste F, a 5% de probabilidade; ** - significativo, pelo Teste F, a 1% de probabilidade.

Os teores médios de P nas folhas (Tabela 3) estão em concordância com os valores encontrados por Malavolta et al. (1997), 1,8 e 1,6 g kg⁻¹ no 1º e 3º par de folhas, respectivamente.

A variação no teor dos elementos em função da posição das folhas no ramo cafeeiro pode ser explicada da seguinte maneira: folhas do 3º par são mais expandidas e metabolicamente maduras, 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.

A eficiência da adubação fosfatada depende da dose adicionada, do volume de solo fertilizado, do tempo de reação do P com o solo e da sua capacidade de adsorção. Portanto, a dose não é o único fator a ser considerado quando se fornece P às plantas. Tão importante quanto a dose, é a forma de aplicação.

O entrave quanto à forma de aplicação é, ainda, de grande relevância quando se trata de ensaios de adubação. Em alguns casos, a ausência de resposta à aplicação do fertilizante, ou o estabelecimento de elevadas doses, pode ser, entre outras causas, consequência da aplicação não muito adequada do adubo fosfatado. Por isso, antes de se generalizar a aplicação de elevadas doses de P, seria prudente que o produtor esperasse mais resultados de pesquisas que viessem a confirmar essa prática.

7 CONCLUSÕES

As doses de P elevaram os teores disponíveis de P na camada superficial e sub-superficial, mas não alteraram os teores totais deste nutriente em ambas as camadas estudadas.

Os teores de nutrientes foliares não foram afetados pelas doses de P testadas. Observando que o fósforo se acumulou no 1º par de folhas, devido a sua alta mobilidade e a fase de expansão destas.

Com base nos resultados deste trabalho, conclui-se que as doses de P a serem utilizadas no cultivo convencional devem seguir as recomendações feitas na literatura até o presente momento.

Referências bibliográficas

ALCARDE, J. C.; PROCHNOW, L. I. Metodologias de extração para avaliar a eficiência de fertilizantes fosfatados. In: YAMADA, T; ABDALLA. S. R. S. (Ed.). **Simpósio destaca a essencialidade do fósforo na agricultura brasileira**. Piracicaba: Potafós, Junho/2003, p.4. (Informações Agronômicas, 102).

AMARAL, A. S. do; SANTINATO, R.; MATIELLO, J. B.; FILHO, S. L.; LOUBACK, A.; BARROS, U.V. **Doses e fontes de P em cafeeiros super adensados em solo LVAh na Zona da Mata de MG**. In: Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, 28. 2002, Caxambu – MG. **Resumos...** Rio de Janeiro: IBG/GERCA, 2002. p. 72-73.

ANDRADE, C.E. **Calagem e adubação do café**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2001. 130p.

BATAGLIA, O. C. Resposta da cultura do café à adubação fosfatada. In: YAMADA, T; ABDALLA. S. R. S. (Ed.). **Simpósio destaca a essencialidade do fósforo na agricultura brasileira**. Piracicaba: Potafós, Junho/2003, p.7. (Informações Agronômicas, 102).

COELHO, A. M.; ALVES, V. M. C. Resposta da cultura do milho à adubação fosfatada. In: YAMADA, T; ABDALLA. S. R. S. (Ed.). **Simpósio destaca a essencialidade do fósforo na agricultura brasileira**. Piracicaba: Potafós, Junho/2003, p.6. (Informações Agronômicas, 102).

COMISSÃO DE FERTILIDADE DE SOLOS DO ESTADO DE MINAS GERAIS (CFSEMG). **Recomendações para o Uso de Corretivos e Fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa, MG, 1999. p. 289-302.

COMISSÃO DE FERTILIDADE DE SOLOS DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (CFSES). **Manual de recomendações de calagem e adubação do Espírito Santo: 5ª aproximação**. Vitória, ES, SEEA/INCAPER/CEDAGRO, 2007. 305p.

COOPERATIVA REGIONAL DE CAFEICULTORES EM GUAXUPÉ Ltda. (COOXUPÉ). **Meteorologia: Média histórica**. Disponível em: <<https://www.cooxupe.com.br/meteorologia/media.php>>. Acesso em: 30 abril 2009.

DECHEN, A. R.; NACHTIGALL, G. R. Elementos requeridos à nutrição de plantas. In: NOVAIS, R. F. et al., (Ed.). **Fertilidade do Solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. Cap. III., p. 91-132.

FERREIRA, D.F. Análises **estatísticas pelo meio do SISVAR para Windows versão 4.0**. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. **Anais...** São Carlos: UFSCar, 2000. p. 255-258.

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. Irrigação & Tecnologia Moderna, Brasília, n. 73, 1º trimestre, 2007, p. 52-61.

LAVIOLA, B. G.; MARTINEZ, H. E. P.; SOUZA, R. B. de; VENEGAS, V. H. A. **Dinâmica de P e S em folhas, flores e frutos de cafeeiro arábico em três níveis de adubação.** Biosci. J., Uberlândia, V.23, n.1, Jan./Mar. 2007, p. 29-40.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas.** São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. 251p.

MALAVOLTA, E. **ABC da adubação.** São Paulo: Agronômica Ceres, 1989. 292p.

MALAVOLTA, E. **Nutrição mineral e adubação do cafeeiro – colheitas econômicas máximas.** São Paulo: Ceres, 1993. 210 p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. de. **Avaliação do estado nutricional das plantas:** princípios e aplicações. 2 ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319p.

MALAVOLTA, E. **Fósforo** na planta e interação com outros elementos. In: YAMADA, T; ABDALLA, S. R. S. (Ed.). **Simpósio destaca a essencialidade do fósforo na agricultura brasileira.** Piracicaba: Potafós, Junho/2003, p.2. (Informações Agronômicas, 102).

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas.** São Paulo: Ceres, 2006. p.163-191.

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 e Varginha: MAPA/PROCAFÉ, 2005. 434p.

MATIELLO, J. B.; GARCIA, A. W. R.; ALMEIDA, S. R. **Adubos, corretivos e defensivos para a lavoura cafeeira.** Indicações de uso. Varginha, MG. Fundação PROCAFÉ, 2006. 112p.

NOVAIS, R. F.; VENEGAS, V. H. A.; BARROS, N. F. de; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. **Fósforo.** In: NOVAIS, R. F. et al., (Ed.). **Fertilidade do Solo.** Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. Cap. VIII., p. 471-550.

OLIVEIRA, A. J. de. **Adubação fosfatada no Brasil.** Brasília: Embrapa Ceres, 1982. 326p.

RAIJ, B. Van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo.** 2 ed. Campinas: Instituto Agronômico, 1997. 285p. (Boletim Técnico 100).

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.

SILVA, V. A.; SANTINATO, R.; SERTÓRIO, R. A.; PUCCINELLI, L. F. R.; BERNARDES, C. R. **Efeito da macro e micronutrientes (N P K Ca Mg S Zn B Cu e Mn) na formação e produção do cafeeiro em solo latossolo vermelho e amarelo fase arenosa (LVA) com cultivo anterior na região cafeeira de Franca – SP**. In: Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, 28. 2002, Caxambu – MG. **Resumos...** Rio de Janeiro: IBG/GERCA, 2002. p. 130-132.

SOUSA, D. M. G. de; LOBATO, E. Adubação fosfatada em solos da região do cerrado. In: YAMADA, T; ABDALLA. S. R. S. (Ed.). **Simpósio destaca a essencialidade do fósforo na agricultura brasileira**. Piracicaba: Potafós, Junho/2003, p.5. (Informações Agronômicas, 102).

STAUFFER, M. D.; SULEWSKI, G. **Fósforo** – Nutriente essencial para a vida. In: YAMADA, T; ABDALLA. S. R. S. (Ed.). **Simpósio destaca a essencialidade do fósforo na agricultura brasileira**. Piracicaba: Potafós, Junho/2003, p.1. (Informações Agronômicas, 102).