

ESCOLA AGROTÉCNICA FEDERAL DE MUZAMBINHO
Curso Superior de Tecnologia em Cafeicultura

MAURO VIEIRA BUENO JUNIOR

**VARIAÇÃO DE TEORES DE FÓSFORO DISPONÍVEL
EM SOLOS CULTIVADOS COM CAFEIROS NA
REGIÃO DE MUZAMBINHO - MG**

Muzambinho
2008

MAURO VIEIRA BUENO JUNIOR

**VARIAÇÃO DE TEORES DE FÓSFORO DISPONÍVEL
EM SOLOS CULTIVADOS COM CAFEIROS NA
REGIÃO DE MUZAMBINHO - MG**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Cafeicultura, da Escola Agrotécnica Federal de Muzambinho, como requisito parcial a obtenção do grau de Tecnólogo em Cafeicultura.

Orientador: MSc. Luís Augusto Gratieri

**Muzambinho
2008**

COMISSÃO EXAMINADORA

Luís Augusto Gratieri

José Mauro Costa Monteiro

José Marcos Angélico de Mendonça

Muzambinho, 27 de outubro de 2008.

AGRADECIMENTOS

À Deus, sem o qual nada seria possível.

Aos professores Luís Augusto Gratieri e Marcelo Bregagnoli pela orientação e valiosas sugestões durante a realização deste trabalho.

Ao José Mauro pela ajuda na criação dos gráficos e à Clarissa Benassi pela correção da formatação.

Ao Carlito, à Tânia e aos laboratórios de análises de solo da EAFMuz e da Cooxupé, pelo fornecimento de dados de análises.

Ao professor José Roberto Calunga, pela ajuda e correções no *abstract*.

A todos, que de uma forma ou de outra ajudaram na execução deste trabalho.

“Feliz o homem que pode conhecer a causa das coisas”
Vergílio (Poeta romano)

BUENO JR., Mauro Vieira. **Variação de teores de fósforo disponível em solos cultivados com cafeeiros na região de Muzambinho – MG.** 2008. 28 p. Trabalho de Conclusão de Curso – Escola Agrotécnica Federal de Muzambinho, Muzambinho, 2008.

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar as condições de disponibilidade de P em solos da região e propor medidas para aumentar seus teores. Para conhecer seus teores, foi realizada uma amostragem de análises feitas nas cidades de Juruáia, Monte Belo, Muzambinho, Nova Resende e São José do Rio Pardo. Essas amostras foram retiradas na profundidade de 0-20 cm, em solos cultivados com cafeeiros. Os laudos foram obtidos nos laboratórios da COOXUPÉ e da EAFMuz. Os resultados indicaram a baixa disponibilidade do elemento nesses solos. Como medidas para elevação dos teores desse elemento, sugeriu-se a correção do pH, o uso de matéria-orgânica, fungos micorrízicos e o uso de fontes solúveis e/ou fontes reativas, conforme as condições de acidez do solo e maior ou menor necessidade imediata de P. Concluiu-se que estas medidas podem aumentar a quantidade de P disponível e que há necessidade de realizar mais trabalhos sobre esse tema com cafeeiros, uma vez que os disponíveis na literatura ainda são poucos.

Palavras-chave: Adubação, fertilidade dos solos, P_2O_5 .

BUENO JR., Mauro Vieira. **Variation of amounts of available P in soils cultivated with coffee trees in the region of Muzambinho – MG.** 2008. 28 p. Completion of Course Work – Escola Agrotécnica Federal de Muzambinho, Muzambinho, 2008.

ABSTRACT

This project's objective was to evaluate the conditions of availability of P in soils of the region and to consider ways to increase its values. To collect its values, a sampling was made in the cities of Juruáia, Monte Belo, Muzambinho, Nova Resende and São José do Rio Pardo. These samples were gotten in depths between 0 and 20 cm, in soils cultivated with coffee trees. The reports were gotten at COOXUPÉ and EAFMuz laboratories. The results indicated the low availability of the element in these soils. To increase the values of this element, the following actions were suggested: the correction of pH, application of organic substances, application of mycorrhizal fungi and the use of soluble and/or reactive sources, according to the conditions of acidity of the soil and greater or minor immediate necessity of P. It was concluded that these measures can increase the amount of available P, and that it's necessary to carry through more studies on this subject with coffee trees, once the available studies are few.

Key words: Fertilization, soil fertility, P₂O₅.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	9
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	10
2.1. CICLO DO FÓSFORO NA NATUREZA	10
2.2. RELAÇÃO SOLO-PLANTA.....	10
2.3. ABSORÇÃO RADICULAR	11
2.4. P NO DESENVOLVIMENTO INICIAL DAS PLANTAS.....	11
2.5. ADSORÇÃO DE P NO SOLO	13
2.6. DEFICIÊNCIAS	13
2.7. RESERVAS DE P NA NATUREZA	14
2.8. ADUBAÇÃO FOSFATADA	16
2.9. FONTES DE P	17
2.10. EFICIÊNCIA AGRONÔMICA.....	18
2.11. EFEITO RESIDUAL	19
2.12. UTILIZAÇÃO DE MICORRIZAS.....	20
3. METODOLOGIA	22
3.1. RESULTADOS ANALISADOS	22
3.2. LOCAIS E FORMAS DE COLETA	22
3.3. FORMA DE AVALIAÇÃO	22
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	23
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	26
REFERÊNCIAS	27

INTRODUÇÃO

Existem relatos de que as primeiras mudas de cafeeiros tenham chegado ao Brasil em 1727, no estado do Pará. Durante estes quase três séculos, essa atividade gerou riquezas inestimáveis, trouxe o desenvolvimento a diferentes regiões do país e ainda hoje é uma importante atividade, gerando alguns milhões de empregos diretos e indiretos no Brasil.

Mas tal atividade baseia-se em aspectos técnicos, que com o passar do tempo vão se tornando mais refinados e sofisticados. Um desses aspectos se refere à fertilidade dos solos onde são implantadas as lavouras. No passado, as lavouras eram implantadas em áreas originalmente ocupadas por florestas nativas, que se encontravam num profundo equilíbrio nutricional. Com o passar do tempo, as desvantagens desse meio de ocupação começaram a aparecer, áreas de fertilidade natural mais baixa foram abertas e então a produção de café se via diante de um novo problema: a baixa fertilidade dos solos.

Por todo o país, principalmente na região coberta por vegetação de cerrado, o fósforo (P) se encontra em níveis baixos, associados à elevada acidez dos solos. A princípio, este era um problema relativamente fácil de resolver, pois os fertilizantes minerais eram fornecidos a preços baixos e tudo que se precisava fazer era fornecê-los em quantidades elevadas aos solos pobres. Hoje existem solos com baixos teores de P disponível, enquanto que os teores de P total são altos. Os fertilizantes minerais atingiram preços elevados e existem perspectivas de escassez futura de jazidas para a fabricação de tais produtos.

Diante de tal situação, faz-se necessário encontrar formas mais eficientes de garantir o fornecimento de P às plantas. Objetivou-se, com o presente trabalho, verificar de uma forma sucinta as condições atuais de fertilidade de solos da região de Muzambinho cultivados com cafeeiros, visando o nutriente P. Com o conhecimento de tais condições, pretendeu-se, com apoio de pesquisas feitas nesta área, elaborar sugestões de medidas a serem empregadas nas unidades produtoras e também de assuntos a serem pesquisados mais profundamente num futuro próximo.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Ciclo do Fósforo na Natureza

O fósforo (P), um importante elemento da matéria viva, constitui o DNA, RNA e ATP. Na natureza ele é mais raro do que o nitrogênio, e seus reservatórios são principalmente rochas como a apatita, em menor escala a fosforita e também o guano. No meio terrestre, a concentração de P disponível às plantas costuma ser baixa, constituindo um fator limitante ao seu desenvolvimento. Grande parte dos fosfatos penetra no mar, onde fica imobilizada nos sedimentos profundos. Quando não existem correntes que possibilitem a subida da água até a superfície, o P se torna um fator limitante. A passagem do P do estado orgânico ao inorgânico é assegurada por bactérias como *Eubacillus* e *Bacillus* e fungos como *Saccharomyces* e *Penicillium* (DAJOZ, 2005).

O P entra nas cadeias alimentares marinhas por intermédio do plâncton e de peixes. As aves marinhas piscívoras garantem seu retorno, pelo menos parcial, ao meio terrestre por intermédio de jazidas de guano. Os adubos fosfatados excedentes e os diversos produtos contendo fosfatos, como as lixívias, são lançados nas águas superficiais e nas subterrâneas, do mesmo modo que os nitratos, onde contribuem para a eutrofização (DAJOZ, 2005).

O P atua nos processos de respiração, produção e armazenamento de energia, na divisão celular, no crescimento de células e outros processos. Além disso, melhora a qualidade de muitas frutas, verduras e grãos, sendo de vital importância para a formação de sementes. Favorece a eficiência no uso da água e aumenta a resistência da planta às doenças e os problemas causados por temperaturas muito baixas (GRANT et al., 2001).

2.2. Relação Solo-Planta

Os fertilizantes aplicados ao solo são chamados “fonte mineral”. Uma vez fornecido o fertilizante, ele é solubilizado e vai para a solução do solo. Em condições de pH elevado, parte do P é precipitado em formas pouco solúveis e retorna ao compartimento “Fonte mineral”. Na solução, ocorre um desequilíbrio em relação ao momento anterior à chegada do P. Ocorrerá, então, tanto a difusão quanto a adsorção (que ocorre mais facilmente, principalmente em solos intemperizados). O P adsorvido se transforma em P-lábil, que atua como um reservatório, fornecendo P à

solução quando ali ele se encontra escasso. Este fluxo de P da forma lábil-solução ou solução-lábil, varia de acordo com a granulometria e intemperização do solo (NOVAIS et al., 2007).

Para solos mais argilosos, o P encontra uma resistência maior para ir de um lugar para outro. Isso é conhecido como “poder tampão do solo”. Esse sistema de reservatório funciona como um regulador de excesso e escassez, sendo mais rigoroso ainda em solos bastante intemperizados, onde o P passa mais rapidamente da forma lábil para não-lábil (forma não prontamente disponível), fenômeno conhecido como fixação de P. Ao contrário do N, o P é muito pouco móvel no solo, “não lixiviável” em condições normais (NOVAIS et al., 2007).

2.3. Absorção Radicular

Se for adicionado ao solo um fertilizante fosfatado solúvel em água, as reações acontecerão rapidamente, fazendo com que a porção adubada do solo fique saturada com P. Essa saturação cria um potencial osmótico que atrai a água para si e, ao mesmo tempo, ocorre a difusão do P desta região para outras mais pobres. Isso significa que esse P será absorvido pelas raízes presentes no caminho. Essas reações acontecem até que se acabe o potencial osmótico ou se complete a diluição do P. Ao final, no local onde ocorreu a reação, o pH se torna mais baixo. Se o fertilizante for de baixa solubilidade, ocorrerá uma reação parecida, mas o potencial osmótico será tanto menor quanto for a solubilidade do fertilizante. O volume de água movimentado será menor e o P caminhará por difusão na solução e por fluxo de massa. O pH no sítio de reação permanece praticamente inalterado (KAMINSKI; PERUZZO, 1997).

Segundo Grant et al. (2001), a maior parte do P que chega às raízes chega por difusão. Acredita-se que a raiz absorva apenas o P que se encontra a até 2mm de distância. Plantas submetidas a condições de baixa disponibilidade deste nutriente tendem a desenvolver o sistema radicular mais do que a parte aérea, na tentativa de aumentar a eficiência de absorção.

2.4. P no Desenvolvimento Inicial das Plantas

Inicialmente, a planta se serve do P armazenado na semente para seu crescimento. Na próxima etapa, o crescimento é influenciado pela interação entre o P disponível externamente e na própria planta (GRANT et al., 2001).

No caso do cafeeiro, além do P armazenado na semente, é importante também aquele que é fornecido ao substrato de formação das mudas. Geralmente se utiliza um substrato feito pela mistura de terra de subsolo (terra de barranco), esterco de curral, e superfosfato simples (MATIELLO et al., 2005). Mudas feitas com substrato deficiente em P apresentam sistema radicular pouco desenvolvido, sendo esse um fator limitante ao desenvolvimento no campo (MALAVOLTA, 1980).

Por outro lado, excessos de P podem afetar a sanidade das mudas por reduzir a disponibilidade de Fe, Mn, Zn, e Ca (YAMADA, 1995).

Pozza et al. (2002) avaliaram o comportamento de mudas de cafeeiro plantadas num substrato com doses de P variando de 0 a 3,2 kg de P_2O_5 m^{-3} . Com relação à incidência de cercosporiose, não foi observada nenhuma diferença em função das doses. Provavelmente isso se deve ao fato de o esterco usado já ter suprido a necessidade de P dessas mudas.

Em um cafezal plantado sem o uso de adubos fosfatados no sulco de plantio, Barros et al. (2000) notaram que, mesmo depois da aplicação superficial do fertilizante, na intenção de compensar o que não foi adicionado no plantio, o cafeeiro se recuperou apenas parcialmente.

Em um cultivo de cafeeiros em produção, empregando atifós, superfosfato triplo e fosfato natural de Araxá, em doses equivalentes a 30 e 60g de P_2O_5 por planta, Garcia e Ferreira (1997) constataram aumentos de produção de até 286% em relação à testemunha sem adubação. Constataram ainda que, quando aplicaram calcário, as doses de 30 g de P_2O_5 se comportaram de forma semelhante às de 60 g.

Há uma série de estudos indicando que se a planta não receber uma dose suficiente de P na fase inicial de sua vida, seu desenvolvimento no futuro fica seriamente comprometido, mesmo que depois receba este nutriente nas doses recomendadas (GRANT et al., 2001).

Plantas de trigo que ficaram sem P durante as seis primeiras ou seis últimas semanas de desenvolvimento apresentaram, respectivamente, para cada seis plantas: 9,4 perfilhos e 19,8 raízes secundárias, contra 24,0 perfilhos e 66,0 raízes secundárias (BOATWRIGHT; VIETS, 1966 apud GRANT et al., 2001).

Uma possível explicação para este resultado é que na falta do nutriente, a planta ainda jovem emite menos folhas, que por sua vez irão captar menos luz solar para a fotossíntese, como conseqüência, tem-se uma menor emissão de raízes secundárias para absorver P, o que certamente agrava mais a situação (GRANT et

al., 2001).

2.5. Adsorção de P No Solo

Existe um mecanismo nos solos, principalmente naqueles mais intemperizados, de promover uma “economia” de P, que será tanto maior quanto menor for a quantidade desse elemento no solo (NOVAIS et al., 2007).

Segundo o mesmo autor, o movimento contrário à fixação raramente acontece. Uma forma de favorecê-lo é adicionar matéria orgânica. Esse comportamento da matéria orgânica se deve à competição de suas partículas com as de P pelos sítios de adsorção dos óxidos de Fe e Al (CORRÊA et al., 2004). A matéria orgânica poderia também aumentar a superfície de adsorção dos óxidos, o que aumenta a adsorção do P (SCHWERTMANN et al., 1986 apud GATIBONI, 2003).

Em cultivos em casa de vegetação, com três tipos de cobertura orgânica: sorgo-da-guiné, milho e aveia, Corrêa et al. (2004) aplicaram doses equivalentes a 0, 50, 100 e 150 kg ha⁻¹ de P, na forma de superfosfato simples. Observou-se que o sorgo-da-guiné aumentou a produção de matéria-seca de soja em até 100 kg ha⁻¹. A aveia e o milho aumentaram a produção de matéria-seca acompanhando a dose de P. Houve aumento na quantidade de P disponível na camada de 0-30 cm de forma igual para as três palhadas, mas de 30-45 cm, só houve aumento para o milho. Também para a dose zero de P, o maior teor de P até a camada de 30-45 cm foi proporcionado pela cobertura com milho. Além disso, nas doses mais elevadas, o milho favoreceu a melhor absorção do P, principalmente nas camadas de 15-30 e 30-45 cm.

No sistema de plantio direto, na camada de 0-5 cm, Muzilli (1999) observou teores de P de quatro a sete vezes maiores do que em sistema de plantio convencional.

2.6. Deficiências

No início da exploração agrícola de solos sob cerrado, foram feitas amostragens de 0-15 cm em solos daquela região. Para o nutriente P foram encontrados os seguintes valores, em mg dm⁻³: 0,0 a 0,2 (5% das amostras), 0,2 a 0,4 (22%), 0,4 a 0,6 (30%), 0,6 a 0,8 (15%), 0,8 a 1,0 (10%) e o restante das amostras distribuídas entre 1,0 e 2,2, todas usando o extrator Mehlich (LOPES; COX

1977 apud LOPES, 1994).

Estes valores encontram-se muito aquém dos 10-20 mg dm⁻³ (MATIELLO et al. 2005), 13-30 mg dm⁻³ (RAIJ et al., 1997) ou 24-60 mg dm⁻³ (RIBEIRO et al., 1999), descritos como teores adequados para solos cultivados com cafeeiros.

Plantas que passam por deficiências de P, quando têm seu fornecimento restabelecido o absorvem de forma excessiva, como se perdessem a capacidade de regular a absorção. O tempo necessário para o aparecimento da deficiência numa planta depende da quantidade de P armazenado nos seus tecidos. Nas plantas superiores, a maior parte do P armazenado encontra-se na forma de P inorgânico, apresentando-se em quantidades bastante variáveis (GRANT et al., 2001). Ainda segundo os mesmos autores, somente uma pequena parcela do P presente na planta encontra-se ativo no seu metabolismo. A maior parte se acumula nos vacúolos na forma de ortofosfato, servindo de fonte imediata à planta no caso de uma deficiência. Na ocorrência de uma deficiência, ocorre a redução da fotossíntese e da respiração. Se esta última sofrer uma redução maior que a primeira, ocorrerá um aumento no acúmulo de carboidratos, o que deixará as folhas com um aspecto verde-escuro, chegando a púrpura. Como o P participa da formação do DNA, quando em falta, as células deixam de crescer satisfatoriamente, trazendo como consequência a menor emissão de folhas, a menor estatura da planta, o menor número de raízes secundárias e etc. (GRANT et al., 2001).

Com relação à produção, a planta procura se adaptar como pode; em muitos casos, ela reduz o número de sementes, ao invés de reduzir o tamanho de cada uma, conseguindo, dessa forma, fornecer uma quantidade razoável de P a cada uma delas. Em plantas de feijoeiro, por exemplo, com uma aplicação de 150 kg ha⁻¹ de P₂O₅, obteve-se um maior número de vagens por planta do que quando se aplicou 30 kg ha⁻¹ (ZUCARELI et al., 2006).

Por outro lado, plantas de cevada com doses P₂O₅ variando de 0 a 240 kg ha⁻¹, apresentaram poucas variações na quantidade de grãos por espiga, mas as variações no peso relativo dos grãos e na densidade das espigas foram maiores (GRANT et al., 2001).

2.7. Reservas de P na Natureza

Os depósitos de rocha fosfática podem ser classificados em três tipos: fosfato de ferro-alumínio; fosfato de cálcio-ferro-alumínio e fosfato cálcio-alumínio.

Esses três tipos representam a ordem natural de intemperismo, sendo o fosfato de ferro-alumínio, o mais intemperizado e o fosfato de cálcio-alumínio, a rocha matriz, é a parte com maior importância para a produção de fertilizantes (GREMILLION; McCLELLAN, 1980; LEHR, 1980 apud KAMINSKI; PERUZZO, 1997).

Esses minérios geralmente não possuem a concentração de P adequada ao processamento industrial, sendo preciso beneficiar a rocha e separar os minérios que não são aproveitados no fertilizante (KAMINSKI; PERUZZO, 1997).

Os fosfatos de cálcio são os predominantes na natureza, denominados fosfatos naturais, contendo na sua composição principalmente minerais apatíticos. Esses minerais podem ter sido formados por diferentes processos geológicos, podendo ser ígneos, metamórficos ou sedimentares. Além disso, sofreram transformações por intemperismo, lixiviação, precipitação e diversos tipos de contaminação, em função das condições climáticas e de formação do jazimento. Os fosfatos de origem ígnea ou magmática, como os de Jacupiranga e Catalão no Brasil e Tennessee, nos Estados Unidos, e que representam cerca de 17% das reservas mundiais ou 50% das reservas brasileiras (HAMMOND, 1977; KAMINSKI, 1990 apud KAMINSKI; PERUZZO, 1997), são geralmente pobres em sílica, possuem textura simples e contém rochas associadas do tipo carbonatitos e ultrabásicas, em que a fluorapatita é o principal mineral fosfático (KAMINSKI; PERUZZO, 1997).

Os fosfatos sedimentares podem ter passado por diversos processos de formação. Podem ser detríticos, precipitados químicos ou conter quantidades significativas de apatita fóssil (orgânica). Sua textura é dividida em rochas consolidadas, que apresentam cimentação por sílica, carbonatos ou óxido de ferro e/ou alumínio e rochas não-consolidadas, provenientes de processos de reordenação, lixiviação, intemperismo ou enriquecimento natural. Os minerais predominantes são apatitas com alto grau de substituições isomórficas de fosfato por carbonato. São oferecidos no mercado como fosfatos naturais reativos, como por exemplo, os fosfatos naturais de Gafsa, da Tunísia, e Arad, de Israel (HAMMOND, 1977 apud KAMINSKI; PERUZZO, 1997). Os fosfatos de origem metamórfica apresentam características intermediárias entre os sedimentares e ígneos. São também encontrados na natureza, os fosfatos de origem orgânica, guanos e os fosfatos lateríticos. Esses são muito pouco empregados na fabricação de fertilizantes (KAMINSKI; PERUZZO, 1997).

Esses autores dividem os fosfatos naturais, em relação à sua reatividade no

solo, em duas categorias: fosfatos “duros”, em que as apatitas não têm, ou têm muito poucas substituições isomórficas, como a maioria dos fosfatos naturais brasileiros. A outra categoria é a dos fosfatos “moles”, de origem sedimentar, com muitas substituições isomórficas de fosfato por carbonato de apatita, formando um cristal imperfeito, poroso e facilmente hidrolisável, sendo também conhecidos como “fosfatos reativos”.

2.8. Adubação Fosfatada

A aplicação de P, bem como a de qualquer outro fertilizante, defensivo ou trato cultural depende não somente da sua eficiência agrônômica, mas sim da sua eficiência econômica, ou seja, do retorno financeiro proporcionado.

Lobato et al. 1995 apud Sousa; Lobato, 2003, trabalharam durante dez anos cultivando soja empregando três doses de P_2O_5 : 50 kg ha⁻¹, 100 kg ha⁻¹ e 200 kg ha⁻¹. Para cada unidade monetária investida, obteve-se respectivamente, 0,97 (prejuízo de 3%); 1,07 (lucro de 7%) e 1,14 (lucro de 14%). Esses dados foram obtidos em uma época em que o custo do fertilizante não era um fator limitante.

A adubação fosfatada, assim como para os outros nutrientes, é feita obedecendo-se a seguinte equação:

$$P(\text{adubo}) = P(\text{exigência}) - P(\text{fornecimento pelo solo})$$

Isso quer dizer que, a dose fornecida será igual à exigida pela planta menos a quantidade já existente no solo.

As doses existentes no solo podem ser conhecidas através das análises químicas. Numa análise, utiliza-se um extrator que imite ao máximo a absorção feita pela planta. Em Minas Gerais, o extrator mais empregado é o Mehlich, enquanto em São Paulo, utiliza-se a resina de troca aniônica.

A Comissão de Fertilidade do Solo RS/SC (1994 apud KAMINSKI; PERUZZO, 1997) recomenda que mesmo em solos com alta disponibilidade de P, se realize uma adubação de manutenção, no sentido de manter os valores nos mesmos níveis. Apesar desta recomendação, quando se usou desde fosfatos solúveis (superfosfato simples ou triplo), “moles” (fosfatos naturais de Arad e Gafsa) até os “duros” (fosfato de Araxá) num solo com grande disponibilidade do nutriente, não houve diferença na produção de milho, soja e trigo, respectivamente, em relação à testemunha, o que significa que em casos como esse, a adubação fosfatada pode ser evitada sem qualquer prejuízo à produção (KAMINSKI; PERUZZO, 1997).

Essas informações são confirmadas por Redell (1995 apud KAMINSKI; PERUZZO, 1997), que num solo com 50 mg.kg^{-1} de P (utilizando o extrator Mehlich), dispensou a adubação fosfatada sem prejuízo à produção de soja durante três safras e sem diminuição do teor do nutriente na análise de solo realizada posteriormente.

Também Sá (1995 apud KAMINSKI; PERUZZO, 1997), obteve produções elevadas de soja durante seis anos consecutivos, sem adubação fosfatada.

Sousa, (1989 apud LOPES, 1994), recomenda que a adubação fosfatada para a soja, nos cerrados, seja feita com doses maiores que 100 kg ha^{-1} a lanço e incorporada pela aração (adubação corretiva); doses menores devem ser aplicadas no sulco de plantio. Para adubação corretiva gradual, recomenda aplicar no sulco de plantio, doses maiores que as usadas como manutenção, durante um período de cerca de seis anos, até que o teor de P no solo passe a ser classificado como “médio” ou “bom”. Para a adubação de manutenção, a recomendação é de que seja feita quando os teores no solo estejam “médios” ou “bons”. A dose usada para a soja é de 20 kg de P_2O_5 por tonelada de grãos esperada, por hectare.

Para cafeeiros em produção, em solos com teores de P disponível acima de 30 mg dm^{-3} (utilizando como extrator a resina de troca aniônica), Raij et al. (1997) recomenda adubação fosfatada apenas para produções iguais ou maiores que 40 sc ha^{-1} . Já Matiello et al., (2005) dispensam a adubação fosfatada para teores acima de 20 mg dm^{-3} , independentemente da produção.

2.9. Fontes de P

Dentre todos os nutrientes, o P é o que pode ser fornecido por um maior número de fontes. Essas fontes podem possuir diferentes índices de eficiência agrônômica (SOUSA; LOBATO, 2003).

As fontes mais solúveis de P são: Superfosfato simples, Superfosfato triplo, Fosfato monoamônico, Fosfato diamônico e os Termofosfatos. As fontes naturais reativas são: Fosfato Natural de Araxá, Fosfato Natural de Gafsa, Fosfato Natural de Arad e Fosfato Natural da Carolina do Norte (NOVAIS et al., 2007).

O fósforo pode ser fornecido usando-se as fontes acima. A principal diferença entre essas fontes é a solubilidade em água.

Os superfosfatos simples e triplo representam cerca de 50% do fertilizante fosfatado produzido no mundo (FASSBENDER; BORNEMISZA, 1994 apud LANA et

al., 2007).

Fosfatos naturais são concentrados apatíticos obtidos a partir de minérios fosfáticos provenientes de jazimentos localizados, que podem ou não passar por processos físicos de concentração, como flotação ou lavagem (KAMINSKI; PERUZZO, 1997).

Os termofosfatos não são solúveis em água, mas em CNA e ácido cítrico. Possuem eficiência agrônômica comparável à dos fosfatos solúveis, além de poder de correção de pH quando usado constantemente ou em doses elevadas. Algumas dessas fontes, como o superfosfato simples, superfosfato triplo, MAP e DAP têm mais de 90% do P total solúvel em CNA, possuem capacidade de fornecimento de P praticamente equivalente e correspondem a cerca de 90% do P usado na agricultura brasileira, tendo uma boa capacidade de fornecimento imediato de P à planta (SOUSA; LOBATO, 2003).

Os fosfatos solúveis reagem mais rapidamente no solo, se comparados aos fosfatos naturais. Portanto, fornecem inicialmente maiores quantidades de P ao sistema.

Novais et al. (2007) sugerem que a aplicação de P solúvel como correção é economicamente questionável, por questões de fixação, sendo interessante fazer aplicações localizadas ou mesmo parceladas, à semelhança do Nitrogênio.

Em um ensaio de campo, no primeiro cultivo de soja, a eficiência dos fosfatos naturais de Gafsa e Arad foi menor, se comparados aos superfosfatos, mas ao longo de dois ou três anos, eles se tornaram até mais eficientes (GOEPFERT, 1975; GOEPFERT et al., 1976).

Rein et al. (1994) obtiveram dados similares com fosfato natural Carolina do Norte, usado farelado, na soja. Entretanto, as produções de grãos em três cultivos consecutivos foram praticamente iguais, para todas as fontes empregadas.

2.10. Eficiência Agrônômica

A eficiência agrônômica é a capacidade que um fertilizante tem de fornecer à planta o nutriente do qual é portador. De uma forma simplificada, eficiência agrônômica é a relação entre o rendimento da cultura e as unidades de nutriente fornecidas. A nível de laboratório, essa eficiência é determinada em função da quantidade de P extraída por uma substância (extrator) durante um determinado tempo. A legislação brasileira determina que se utilize ácido cítrico a 2% como

extrator para fosfatos naturais e outros fertilizantes não acidulados, e água e citrato neutro de amônio somados (CNA+água) para os fosfatos solúveis. Esses testes em laboratório devem ser acompanhados por testes em campo (KAMINSKI; PERUZZO, 1997).

2.11. Efeito Residual

O fertilizante fosfatado apresenta um efeito residual durante os anos subseqüentes à aplicação. Este efeito é variável em função de vários fatores, como por exemplo, a fonte, a dose, o teor de argila e pH do solo, o manejo adotado e as culturas empregadas (SOUSA; LOBATO, 2003).

De acordo com Sousa et al. (1987b apud SOUSA; LOBATO, 2003), o efeito residual de fontes solúveis de P é da ordem de: 60%, 45%, 35%, 15% e 5% depois do primeiro, segundo, terceiro, quarto e quinto ano consecutivo de cultivo, respectivamente.

Os fosfatos solúveis fornecem quantidades maiores de P inicialmente, mas o efeito residual vai diminuindo de um ano para outro. Já os fosfatos naturais, fornecem menores quantidades de P inicialmente, mas no decorrer de dois ou três anos, seu efeito residual vai aumentando. Então é preciso comparar essas fontes fazendo uma média da disponibilidade de P em um espaço de tempo de três anos, aproximadamente (KAMINSKI; PERUZZO, 1997).

Este efeito pode ser avaliado na prática fazendo-se cultivos sucessivos na área uma vez adubada e medindo-se a produção de grãos, matéria-seca e o teor de P nos tecidos da planta (SOUSA; LOBATO, 2003).

Em um terreno argiloso, cultivado com milho durante três anos, comparou-se a produção obtida com superfosfato triplo, termofosfato, fosfato de Araxá e fosfato de Arad. Nos primeiros dois cultivos, a fonte solúvel proporcionou maior produção, mas no último, os fosfatos naturais apresentaram o melhor desempenho e o solúvel produziu menos (RESENDE et al., 2006).

Horowitz e Meurer (2003) observaram, num cultivo de milho em casa de vegetação, que o fosfato de Gafsa, em partículas menores apresentou resultados semelhantes ao superfosfato triplo.

Em cultivos de soja, observou-se o seguinte: em relação à testemunha, os ganhos em produção de matéria seca foram de 59,8% (Superfosfato simples); 49,6% (Fosfato Carolina do Norte); 46% (Gafsa) e 41% (Fosfato natural de Arad),

sem diferença estatística. É bom lembrar que as avaliações foram feitas somente no primeiro cultivo, nessa condição o P do fosfato solúvel ainda não foi adsorvido (SAMBATTI et al., 1999).

Já no cultivo de capim Marandu, os resultados foram: 1743% (Superfosfato simples); 1498% (Fosfato Carolina do Norte); 1467% (Gafsa) e 1397% (Fosfato natural de Arad). Todos os fosfatos naturais foram inferiores à fonte solúvel (SAMBATTI et al., 1999).

Na década de 90, começaram a ser realizados alguns trabalhos em cidades do Rio Grande do Sul, com o objetivo de comparar a eficiência dos fosfatos naturais comparados com o Superfosfato (KAMINSKI; PERUZZO, 1997). Utilizou-se o superfosfato triplo e o fosfato natural de arad em um solo com a acidez corrigida. Observou-se que o superfosfato triplo foi mais eficiente em todas as doses e formas de aplicação, para todas as culturas testadas.

Em um latossolo muito argiloso, com dois sistemas de cultivo (convencional e plantio direto), foram aplicados 800 kg ha^{-1} de P_2O_5 , usando-se fosfato natural de Patos de Minas (dados não publicados de SOUSA et al. apud SOUSA; LOBATO, 2003). Numa média de três anos, obteve-se 1156 kg ha^{-1} e 1735 kg ha^{-1} de grãos de soja, para o plantio direto e cultivo convencional, respectivamente.

Em um solo com disponibilidade média de P e pH em torno de 5,5 foram usadas doses crescentes de P_2O_5 de superfosfato triplo e fosfatos naturais de Arad e Gafsa. No primeiro instante a fonte solúvel aplicada no plantio proporcionou um aumento na produção. Mas no segundo e terceiro cultivos, as fontes se equivaleram no fornecimento de nutriente. Isso quer dizer que ao longo do tempo as fontes acabam se igualando na eficiência (KAMINSKI; PERUZZO, 1997).

2.12. Utilização de Micorrizas

De acordo com Siqueira et al., (2003), as micorrizas, quando inoculadas nas raízes, proporcionam maior superfície de absorção e exploração do solo, absorção de nutrientes em formas não disponíveis no solo e amenização dos estresses que reduzem a absorção. Esses autores relatam aumentos significativos no desenvolvimento de mudas de *Tabebuia serratifolia* inoculadas, comparadas às não inoculadas. Os benefícios das micorrizas ocorrem porque elas constituem uma extensão do sistema radicular (SOUSA; LOBATO, 2003).

Kunish et al. (1989 apud SIQUEIRA et al., 2003), relataram a redução na

produção de milho da ordem de 79% (plantio convencional) e 91% (plantio direto), em um solo que passou pelo processo de fumigação (morte dos fungos). Siqueira et al. (2003) afirmam ainda que as micorrizas contribuem com até 80% da absorção de P pelas raízes. Siqueira et al. (2003) observaram, como efeito das micorrizas em cafeeiro, formação mais rápida das mudas, maior sobrevivência no campo, maior desenvolvimento vegetativo, aumento de 50% na produção nos primeiros anos, efeito equivalente a 250 kg ha^{-1} de P_2O_5 e aumento do sinergismo com a adubação. Por outro lado, afirmam que os efeitos tornam-se inconsistentes com o passar do tempo. Estes últimos autores relatam que esta técnica é viável apenas para culturas transplantadas, sendo ainda inviável para as culturas a campo.

3. METODOLOGIA

3.1. Resultados analisados

Os resultados analisados neste trabalho são os teores de P disponível em amostras de solo.

3.2. Locais e formas de coleta

As amostras foram retiradas na profundidade de 0-20 cm, em terras cultivadas com cafeeiros, localizadas nas cidades de Juruaia (12 amostras); Monte Belo (13); Muzambinho (17); Nova Resende (33) e São José do Rio Pardo (40).

Em São José do Rio Pardo, por pertencer ao estado de São Paulo, as amostras foram analisadas pelo método da resina de troca aniônica no laboratório de análises de solo da Cooxupé. O restante, por pertencer ao estado de Minas Gerais, foi analisado pelo método Mehlich, no laboratório de análises de solo da EAFMuz.

3.3. Forma de avaliação

Dividiu-se as amostras em quatro grupos, de acordo com o teor de P disponível. Os grupos foram: <5; 5 – 10; 10 – 20 e >20 mg.dm⁻³. Do total de amostras de cada cidade, calculou-se a porcentagem pertencente a cada um dos grupos de teor de P.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados dos laboratórios mostraram que, em geral, os solos da região apresentam baixos teores de P disponível.

Em São José do Rio Pardo, Muzambinho e Juruiaia, a maioria de suas respectivas amostras apresentaram-se com teores de P disponível inferior a 5 mg dm⁻³, conforme pode ser observado na tabela 1.

Tabela 1: Porcentagens de amostras por faixas de teor de P disponível

	< 5 mg dm ⁻³	5 - 10 mg dm ⁻³	10 - 20 mg dm ⁻³	20 mg dm ⁻³ ou mais
São José do Rio Pardo	42,50	20,00	17,50	20,00
Juruiaia	50,00	16,67	8,33	25,00
Monte Belo	30,77	38,46	15,38	15,38
Muzambinho	52,94	11,76	23,53	11,76
Nova Resende	24,24	15,15	36,36	24,24

Esses dados indicaram a baixa disponibilidade do elemento no solo, mas não necessariamente a sua inexistência. Esse fato pode ser constatado observando-se, no quadro 1, os dados de Marques et al., (2008, dados não publicados)¹, que mostram teores de P disponível, P total e pH das amostras.

Quadro 1: pH e relação do P total/P disponível em duas profundidades

profundidade	pH	P disponível	P total	Relação P total/P disponível
		mg dm ⁻³		
0 a 10 cm	4,3	76	1226	16,1
11 a 20 cm	4,1	39	1054	27,0
0 a 10 cm	4,4	25	914	36,6
11 a 20 cm	4,3	22	886	40,3
0 a 10 cm	4,2	96	1349	14,1
11 a 20 cm	4,1	18	933	51,8
0 a 10 cm	4,3	95	1350	14,2
11 a 20 cm	3,9	60	1052	17,5

Fonte: MARQUES et al., 2008 (dados não publicados)

O quadro 1 mostra que, mesmo em quantidades elevadas no solo, apenas uma pequena parcela deste P encontra-se disponível às plantas. A maior parte desse elemento encontra-se em formas que a planta não consegue absorver (NOVAIS et al., 2007). Pode-se observar na tabela, que a relação entre o P no solo e o P disponível varia de 14,1 (0-10 cm) a 51,8 (11-20 cm), ou seja, a quantidade de P disponível, nessa situação, é no mínimo 14,1 vezes menor que a quantidade de P

¹ Efeito de diferentes dosagens de fósforo sobre os níveis foliares, produção do café (*Coffea arabica* L.) e crescimento vegetativo na região de Juruiaia – MG.

presente no solo. A maior relação para a profundidade de 0-10 cm é 36,6. Para 11-20 cm, é normal que a quantidade de nutrientes disponíveis seja um pouco menor. Uma boa parte deste P pode não estar disponível por causa do baixo pH, já que os valores adequados estão em torno de 5,5-6,5 (MALAVOLTA, 2006). Nessa situação, deve-se fazer uma correção do pH através da calagem, uma vez que estes solos encontram-se moderadamente ácidos. Esse procedimento deverá proporcionar o deslocamento de uma quantidade significativa de P do estado “não-disponível” para “disponível”.

No quadro 1, embora a quantidade de P disponível seja muito pequena quando comparada à não-disponível, ela é, na maioria das amostras, de adequada a muito alta para cafeeiros (RAIJ et al., 1997; RIBEIRO et al., 1999; MATIELLO et al., 2005).

A matéria-orgânica, embora alguns autores digam que possa aumentar a adsorção de P, Novais et al. (2007) afirmam que seu efeito é o contrário, ou seja, ela concorre com este elemento pelos sítios de adsorção, tornando o elemento mais disponível. Isso indica que ela pode ser usada de forma eficiente para aumentar a quantidade de P disponível, mas não de forma imediata.

Já na produção de mudas, há a possibilidade de seu uso associado às micorrizas, que, por funcionarem como uma extensão do sistema radicular (SOUSA; LOBATO, 2003), podem trazer alguns benefícios, como maior desenvolvimento vegetativo e maior sobrevivência no campo, além de outros benefícios. Mas os dados disponíveis até agora não indicam o uso desses fungos em culturas a campo (SIQUEIRA et al., 2003). Como os benefícios das micorrizas se devem às melhorias proporcionadas ao sistema radicular, outras medidas capazes de desenvolver o sistema radicular e torná-lo mais profundo, como a gessagem ou irrigação (MATIELLO et al., 2005) podem também aumentar o aproveitamento do P, uma vez que nas camadas mais profundas existe constante umidade e ocorrem menos variações de temperatura (RAGASSI, 2008).

Com relação ao pH, para o melhor aproveitamento dos fertilizantes fosfatados e do P já presente no solo, deve ser mantido em teores próximos a 5,5-6,5 (MALAVOLTA, 2006). Na elevação do teor de P disponível, pode-se trabalhar em conjunto a correção do pH, o fornecimento de matéria-orgânica e não só o fornecimento de P via adubação. Mas caso essas duas primeiras medidas não sejam o suficiente, então é hora de empregar um adubo fosfatado.

No caso de um solo com o pH corrigido, as fontes solúveis apresentam melhores resultados (KAMINSKI; PERUZZO, 1997), embora eles diminuam no segundo e terceiro cultivos, ficando iguais aos obtidos com fontes reativas. Isso possibilita o uso, caso sejam significativamente mais baratas, de fontes reativas junto com as solúveis. Assim, enquanto essas últimas fornecem o P no primeiro cultivo, as primeiras o farão nos cultivos sucessivos. As fontes reativas apresentam melhores resultados em solos com pH ligeiramente baixo.

No caso de teores elevados de P disponível, num prazo não muito longo, pode-se eliminar as adubações fosfatadas sem prejuízos na produção nem nos teores mostrados nas análises (REDELL, 1995 apud KAMINSKI et al., 1997).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

1ª – Os solos avaliados apresentam-se com baixos teores de P disponível.

2ª– Solos corrigidos apresentam melhores condições de P disponível (KAMINSKI; PERUZZO, 1997).

3ª– Os fosfatos reativos devem ser usados em solos ligeiramente ácidos (KAMINSKI; PERUZZO, 1997).

4ª– As fontes solúveis disponibilizam uma maior quantidade de P no primeiro cultivo, diminuindo com o passar do tempo, quando elas se tornam semelhantes às fontes naturais reativas (KAMINSKI; PERUZZO, 1997).

5ª – A matéria orgânica pode ser usada para melhorar a disponibilidade de P (NOVAIS et al., 2007).

6ª – As micorrizas podem ser usadas em viveiros de mudas, com bons resultados (SIQUEIRA et al., 2003).

7ª – A prática da gessagem ou irrigação pode melhorar o aproveitamento de P por causa das melhorias do sistema radicular em profundidade (MATIELLO, 2005).

8ª – A literatura dispõe de poucos trabalhos com fontes de P em cafeeiros, o que indica a necessidade de novos trabalhos com fontes, doses, uso de matéria orgânica e micorrizas.

REFERÊNCIAS

BARROS, U. V. et al. Recuperação de cafeeiros com aplicação corretiva de adubo fosfatado em plantas sem fósforo na cova de plantio. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 26., 2000, Marília. **Resumos...** Rio de Janeiro: IBC/GERCA, 2000. p. 64-66.

CORRÊA, J. C.; MAUAD, M.; ROSOLÉM, C. A. Fósforo no solo e desenvolvimento de soja influenciados pela adubação fosfatada e cobertura vegetal. **Revista Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v.39, n.12, p.1231-1237, 2004.

DAJOZ, Roger. **Princípios de Ecologia**. 7. ed. Porto Alegre: Artmed, 2005. 520 p.

GARCIA, A. W. R.; FERREIRA, R. A. Estudos comparativos de doses de atifós e outras fontes de p₂o₅ na formação do cafeeiro - varginha - MG. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 23., 1997, Manhuaçu. **Resumos...** Rio de Janeiro: IBC/GERCA, 1997. p. 4-5.

GATIBONI, L. C. **Disponibilidade de formas de fósforo do solo às plantas**. 2003. 247 f. Tese (Doutorado), Universidade Federal de Santa Maria – Centro de Ciências Rurais, Santa Maria, 2003.

GOEPFERT, C.F. **A eficiência de diversos fertilizantes fosfatados na cultura da soja**. Rio Grande do Sul, 38p. Revisão de Literatura (Mimeografado), 1975.

GOEPFERT, C.F.et al. Avaliação de eficiência de cinco adubos fosfatados em três solos ácidos do Rio Grande do Sul. **Agron. Sulriograndense**, Porto Alegre, 12:179-188, 1976.

GRANT, C. A.; FLATEN, D. N.; TOMASIEWICZ, D. J.; SHEPPARD, S. C. A importância do fósforo no desenvolvimento inicial da planta. **Informações Agronômicas**, n. 95, Piracicaba, Instituto Potafós, 2001.

HOROWITZ, N.; MEURER, E. J. Eficiência de dois fosfatos naturais farelados em função do tamanho das partículas. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v.33, n.1, p.41-47, 2003.

KAMINSKI, J.; PERUZZO, G. Eficácia de fosfatos naturais reativos em sistemas de cultivo. Núcleo Regional Sul da Soc. Brás. de Ciência do Solo, Santa Maria - RS, 1997 - **Boletim Técnico n.3**, 31p.

LANA, R. M. Q.; BUCK, G. B.; LANA, A. M. Q.; PEREIRA, R. P. Doses de multifosfato magnésiano aplicados a lanço em pré-semeadura, sob sistema plantio direto cultura da soja. **Revista Ciênc. agrotec.**, Lavras, v. 31, n. 6, p. 1654-1660, 2007.

LOPES, A.S.; GUILHERME, L. A. G. Solos sob cerrado: manejo da fertilidade para a produção agropecuária. 2. ed. **Boletim técnico**, 5. São Paulo, ANDA, 1994. 62p.

MALAVOLTA, E. **Nutrição mineral de plantas**. Piracicaba: Pioneira, 1980. 251 p.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo. Ceres. 2006. 638 p.

MATIELLO, J. B.; SANTINATO, R.; GARCIA, A. W. R.; ALMEIDA, S. R.; FERNANDES, D. R. **Cultura de café no Brasil: novo manual de recomendações**. Varginha: MAPA/PROCAFÉ, 2005.

MUZILLI, O. Fertilidade do solo em plantio direto. In: FACELLI, A. L.; TORRADO, P. V.; NOVAIS, R. F. de; SMYTH, T. J. **Fósforo em solo e planta em condições tropicais**. Viçosa: UFV, 1999. 399 p.

NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., et al. **Fertilidade dos solos**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007.

POZZA, A. A. A.; GUIMARÃES, P. T. G.; ROMANIELLO, M. M.; POZZA, E. A.; CARVALHO, J. G. Suprimento de fósforo na produção e intensidade da cercosporiose de mudas de cafeeiro em tubetes. **Revista Ciênc. agrotec.**, Lavras. V.26, n.5, p.970-976, 2002.

RAGASSI, C. F. **Efeito da localização de nutrientes em profundidade para o crescimento radicular**. Disponível em: <<http://www.paces.com.br>>. Acesso em: 11/10/2008.

RAIJ, B.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: Instituto Agrônomo/Fundação IAC, 1997.

REIN, T.A.; SOUSA, D.M.G.; LOBATO, E. **Eficiência agrônômica do fosfato natural Carolina do Norte em solo de cerrado**. Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas, 21. 1994, Petrolina, PE; SBCS/EMPRAPA-CPATSA. 1994. P.38-40.

RESENDE, A. V.; NETO, A. E. F.; ALVES, V. M. C.; MUNIZ, J. A.; CURI, N.; LAGO, F. J. Resposta do milho a fontes e modos de aplicação de fósforo durante três cultivos sucessivos em solo da região do cerrado. **Revista Ciênc. agrotec.**, Lavras, v. 30, n. 3, p. 458-466, 2006.

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, 1999.

SAMBATTI, J. A.; SENGIK, E.; COSTA, A. C. S.; MUNIZ, A. S., BETINI, E. M.; CECATO, U.; Resposta da soja e do capim brizantão cultivados em uma amostra de solo degradado à aplicação de quatro fontes de adubos fosfatados. **Revista Acta Scientiarum**, 21(3):559-563, 1999.

SIQUEIRA, J. O.; ANDRADE, A. T.; FAQUIN, V. **O papel dos microrganismos na disponibilização e aquisição de P pelas plantas**. 2003.

Disponível em: <[http://www.ipni.net/ppiweb/pbrazil/73/\\$FILE/Palestra%20Jose%20Osvaldo%20Siqueira%20-20Slides.ppt](http://www.ipni.net/ppiweb/pbrazil/73/$FILE/Palestra%20Jose%20Osvaldo%20Siqueira%20-20Slides.ppt)>. Acesso em: 26/09/2008.

SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. Adubação fosfatada em solos da região do cerrado. Encarte técnico, **Informações Agronômicas**, Piracicaba, n. 102, Instituto Potafós, 2003.

YAMADA, T. A nutrição mineral e a resistência das plantas às doenças. Piracicaba: **Informações Agronômicas**, 1995. 3 p. (Encarte Técnico, 72).

ZUCARELI, C.; RAMOS JUNIOR, E. U.; BARREIRO, A. P.; NAKAGAWA, J.; CAVARIANI, C. adubação fosfatada, componentes de produção, produtividade e qualidade fisiológica em sementes de feijão. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 28, n. 1, p.09-15, 2006.