

NOTA PRÉVIA

DOSES DE FÓSFORO NO DESENVOLVIMENTO INICIAL DE CAFEEIROS EM SOLOS COM DIFERENTES TEXTURAS

Antonio Jackson Jesus Souza¹, Rubens José Guimarães², Anderson William Dominghetti³, Myriane Stella Scalco⁴, Alberto Colombo⁵

(Recebido: 18 de junho de 2013; aceito: 10 de novembro de 2013)

RESUMO: Objetivou-se avaliar altas doses de fósforo em solos com diferentes texturas, na implantação de cafeeiros. Utilizou-se fatorial: 4 (doses de fósforo) x 3 (tipos de solo) em DBC, com três repetições. Avaliou-se: altura, área foliar, nº folhas, diâmetro de caule, massa seca de parte aérea, raiz, e total, taxa de crescimento absoluto, taxa de crescimento relativo, índice de área foliar, razão de área foliar e taxa de assimilação líquida. Verificaram-se máximos crescimentos das plantas entre doses de 501 a 720 g.pl⁻¹ de P₂O₅. Há efeito de altas doses de fósforo (P) na formação de plantas com maior potencial produtivo.

Termos para indexação: Nutrição de plantas, *Coffea arabica* L., implantação de cafeeiros.

LEVELS OF PHOSPHORUS IN THE INITIAL DEVELOPMENT OF COFFEE IN SOILS WITH DIFFERENT TEXTURES

ABSTRACT: Aimed to evaluate phosphorus levels in soils with different textures in coffee. We used factor: 4 (phosphorus levels) x 3 (type of soil) in a randomized block with three replications. Evaluated: height, leaf area, leaf, stem diameter, dry mass of shoot, root, and total absolute growth rate, relative growth rate, leaf area index, leaf area ratio and rate of assimilation net. It was found maximum growth of plants dosing 501-720 g P₂O₅. No effect of high doses of phosphorus (P) to form plants with higher yield potential.

Index terms: Plant nutrition, *Coffea arabica* L., deployment of coffee.

O fósforo (P) foi considerado por muito tempo um elemento de baixa eficiência no desenvolvimento de cafeeiros. Independentemente da idade das plantas, a absorção de P é baixa (2 a 5 g kg⁻¹ de matéria seca), se comparada à de nitrogênio (20 a 50 g kg⁻¹ de matéria seca) (CARVALHO et al., 2010). Nos solos tropicais, ocorrem reações que diminuem a disponibilidade do P aplicado. Em pH que comumente ocorre nos solos cultivados, o fósforo é absorvido na forma iônica de H₂PO₄⁻. Esse nutriente é fixado rapidamente pela argila, formando compostos de baixa solubilidade (MOREIRA et al., 2008). Assim, a maior parte do P aplicado ao solo é adsorvido pela argila, fazendo com que a planta venha a competir com o solo pelo P adicionado.

Trabalhando com doses crescentes de fósforo, Guerra et al. (2007), verificaram que cafeeiros, em doses de fósforo superiores às recomendações atuais, durante três safras consecutivas, apresentaram altas taxas de

crescimento, com entrenós longos e folhas grandes. Parâmetros como índice de área foliar, razão de área foliar, taxa de assimilação líquida, melhor determinam a produtividade primária de plantas isoladas ou em comunidade (CAIRO; OLIVEIRA; MESQUITA, 2008).

Objetivou-se identificar o efeito de doses de fósforo em três tipos de solo, no crescimento inicial de cafeeiros com uso de fertilizantes fosfatado.

O experimento foi instalado em vasos no Setor de Cafeicultura da Universidade Federal de Lavras – UFLA. Conduziu-se o experimento por 102 dias em condição ambiente, sobre bancada, com regas de uma hora de duração, três vezes por semana, por meio de micro aspersores.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados (DBC), com três repetições em esquema fatorial 4 x 3, sendo quatro doses de fósforo e três tipos de solo.

¹Universidade Federal de Lavras/UFLA -Departamento de Agricultura/DAG - Cx. P. 3037 - 37.2000-000 Lavras - MG jacksonagro@gmail.com

²Universidade Federal de Lavras/UFLA -Departamento de Agricultura/DAG - Cx. P. 3037 - 37.2000-000 Lavras - MG rubensjg@dag.ufla.br

³Universidade Federal de Lavras/UFLA -Departamento de Agricultura/DAG - Cx. P. 3037 - 37.2000-000 Lavras - MG andersonwd10@yahoo.com.br

⁴Universidade Federal de Lavras/UFLA -Departamento de Engenharia/DEG - Cx. P. 3037 - 37.2000-000 Lavras - MG msscalco@deg.ufla.br

⁵Universidade Federal de Lavras/UFLA -Departamento de Engenharia/DEG - Cx. P. 3037 - 37.2000-000 Lavras - MG acolombo@deg.ufla.br

TABELA 1- Análise* física e química de solo de textura arenosa, média e argilosa, utilizado na elaboração do experimento.

SOLO	Argila	pH	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	(t)	(T)	V	m	MO	Prem
Classe	dag/kg	(H ₂ O)	mg/dm ³				cmol _c /dm ³		cmol _c /dm ³			%		dag/kg	mg/L
RQo	5	5,2	7,9	67	0,2	0,1	0,6	4,5	0,4	1	5	9	57,5	1,6	38,3
LVAd	26	5,3	0,6	39	0,1	0,1	0,1	2,9	0,3	0,4	3,2	8,8	26,3	0,6	16,4
LVdf	65	6	2,6	41	4,1	0,4	0	3,2	4,6	4,6	7,8	58,6	0	3,6	11,0

*Laudo emitido pelo Laboratório de Análise Química e Física de Solo DCS – Universidade Federal de Lavras.

Os tipos de solo, com texturas arenosa, média e argilosa (Tabela 1) foram coletados em área de pastagem a uma profundidade de 0-20 cm, nos municípios de Itutinga, Itumirim e Lavras respectivamente, no estado de Minas Gerais.

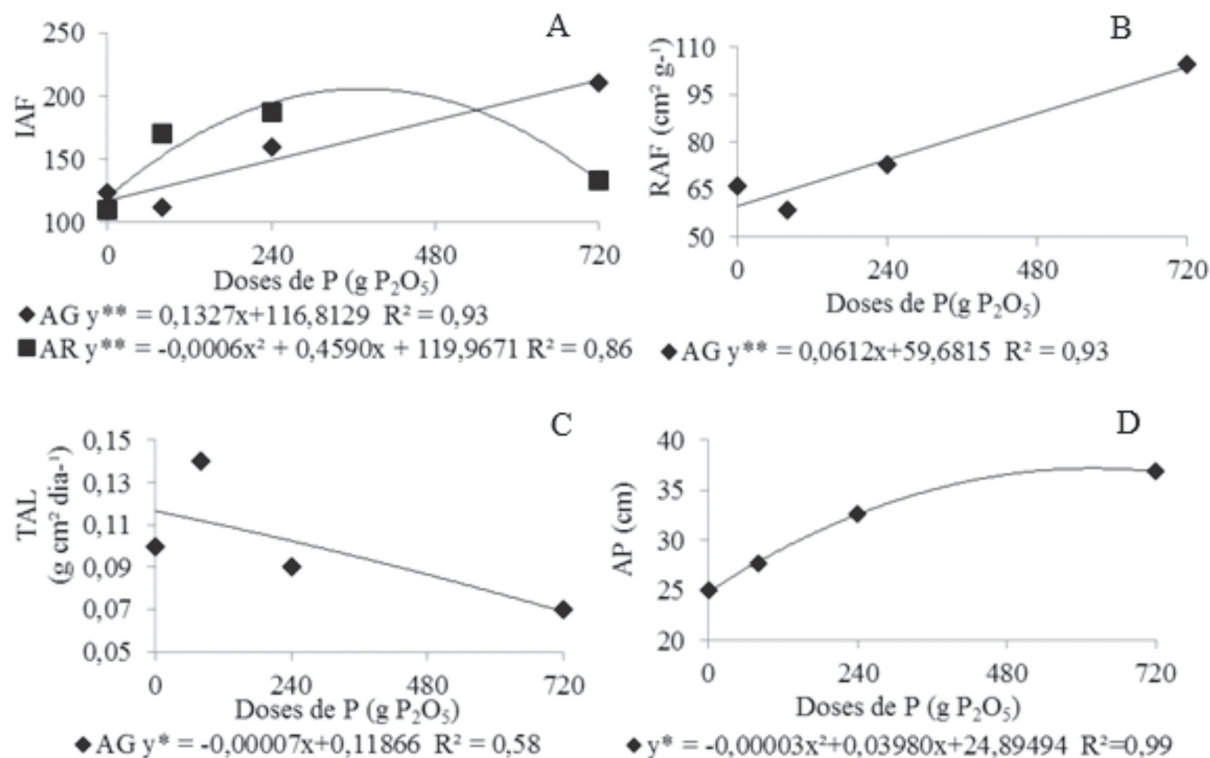
Elevou-se para 60% a saturação por bases (GUIMARÃES et al., 1999), sendo o calcário misturado ao solo úmido e incubado, sob lona, por 26 dias. Em seguida, foram coletados volumes de 20 litros de solo (volume dos vasos) e neles aplicados os fertilizantes, segundo recomendações de Guimarães et al. (1999). A fonte de fósforo utilizada foi o superfosfato triplo (46% P₂O₅ e 10% de Ca), para compor as doses de 80, 240, 720 g de P₂O₅ por vaso. No tratamento de dose zero não houve a aplicação do fertilizante fosfatado.

Na implantação, foram utilizadas mudas da cultivar Acaiá Cerrado MG-1474. Avaliou-se, aos 102 dias, altura de plantas (AP) em centímetros (do colo até gema apical); número de folhas (NF) verdadeiras (comprimento superior a 2,5 cm) aderidas à planta; área foliar (AF), conforme Gomide et al. (1977). A massa seca de parte aérea (MSPA) das plantas foi determinada na implantação do experimento, em mudas de café amostradas (36 unidades), em estufa, com circulação de ar a 65°C até peso constante. Essas características foram determinadas também em cada parcela ao final do experimento. A taxa de crescimento absoluto (TCA), taxa de crescimento relativo (TCR), índice de área foliar (IAF), razão de área foliar (RAF) e taxa de assimilação líquida (TAL) foram determinadas segundo recomendações de Cairo, Oliveira e Mesquita (2008).

Testou-se a normalidade e homogeneidade, com transformação de dados em área foliar, com Ln (x). Com o software de análise estatística SISVAR® foi realizada a análise de variância. As interações significativas foram desdobradas com o estudo da regressão para as doses de P₂O₅.

Houve interação entre tipos de solo e doses de fósforo, para IAF, RAF e TAL. Clemente et al. (2008) observaram efeito de doses de fertilizantes no IAF, já a partir dos 90 dias de implantação do experimento. O desdobramento do efeito de dose fósforo, em cada tipo de solo, possibilitou verificar efeito significativo de IAF nos solos argiloso e arenoso (Figura 1 A). Nota-se que, em solo argiloso, a resposta das plantas em IAF a doses de fósforo foi linear até 720 gramas de P₂O₅ por planta. No solo arenoso, o comportamento das plantas ao IAF foi quadrático. Possivelmente, parte do fósforo aplicado no solo argiloso tenha sido adsorvido pelos óxidos de ferro e alumínio (EBERHARDT et al., 2008; MOREIRA et al., 2008), evitando-se assim que o excesso afetasse negativamente o IAF, como ocorrido no solo arenoso.

No solo arenoso, com apenas 5% de argila (Tabela 1), possivelmente houve uma maior disponibilidade de fósforo. Bastos et al. (2008), avaliando diversos tipos de solos verificaram que o solo arenoso é o que menos teve adsorção de fósforo. A maior disponibilidade de P apresentou máximo crescimento em IAF na dose de 386 g de P₂O₅ (Figura 1 A). Em RAF e TAL, o desdobramento em doses de fósforo apresentou efeito significativo apenas para o solo argiloso (Figura 1 B e 1 C). À medida que se elevaram as doses de fósforo em solo argiloso, houve aumento linear da RAF dos cafeeiros (Figura 1 B), ou seja, a elevação das doses de fósforo aumentou a área foliar das plantas, porém diminuiu a TAL (Figura 1 C), de forma também linear, em função do aumento das doses de fósforo. Segundo Cairo, Oliveira e Mesquita (2008), a RAF pode ser atribuída à quantidade em área foliar disponível para realizar fotossíntese e a TAL expressa o incremento de matéria seca, por unidade de área foliar, durante um intervalo de tempo predeterminado.



** Significativo, teste F ao nível de 1% de probabilidade. * Significativo, teste F ao nível de 5% de probabilidade.

FIGURA 1 - IAF (A), RAF em cm² g⁻¹ (B), TAL em g cm² dia⁻¹ (C) e AP em cm (D) de cafeeiros, em função de doses de fósforo (g vaso⁻¹). AG= solo argiloso; AR= solo arenoso.

Ferreira et al. (2009) observaram que existem diferenças em RAF entre cultivares, porém no presente trabalho, diferenças foram encontradas em uma mesma cultivar.

Para as demais características, foi observado efeito significativo das doses crescentes de fósforo independente da textura do solo utilizado.

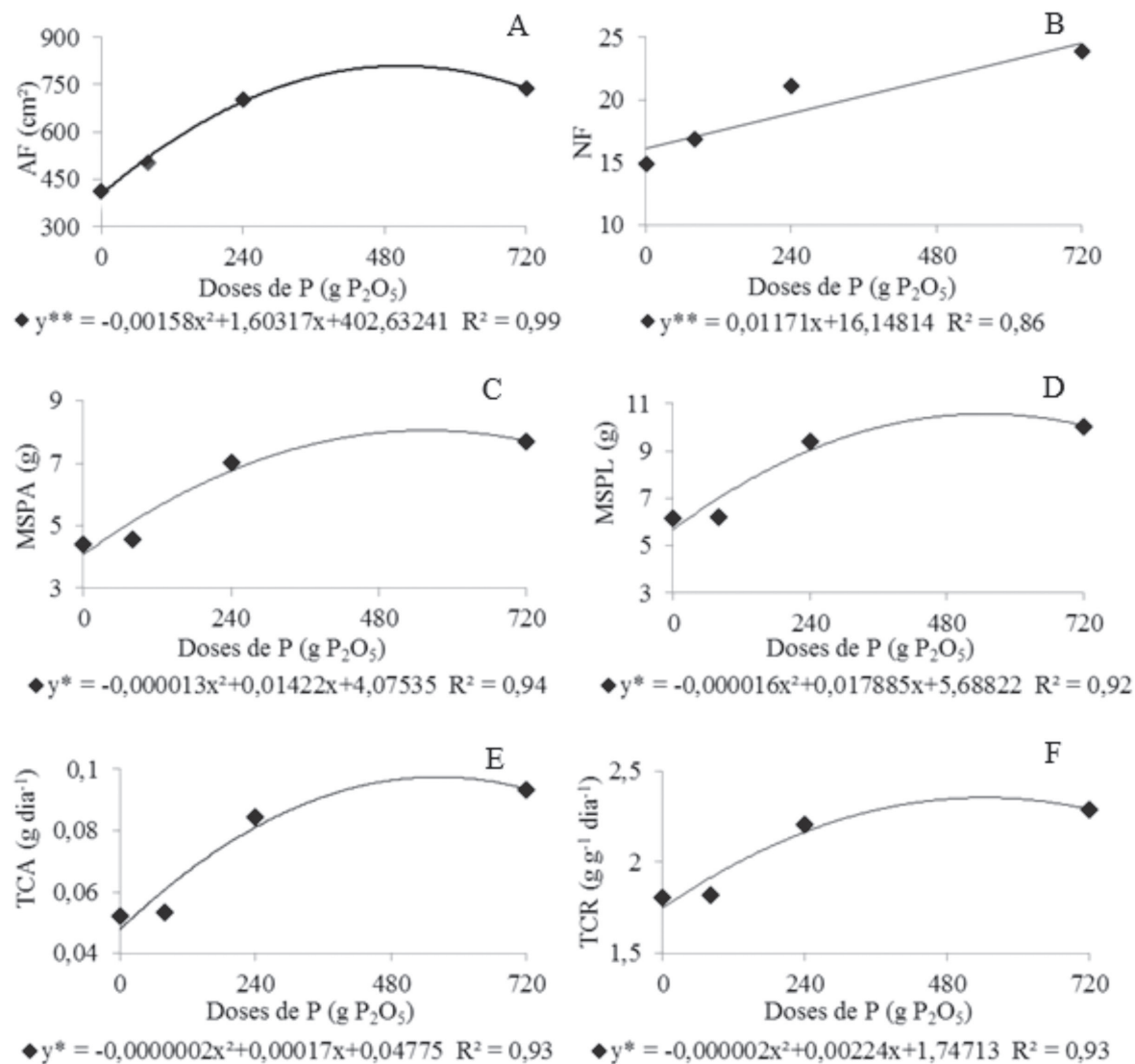
O máximo crescimento em AP pode ser estimado em cafeeiros adubados com a dose de 622 g de P₂O₅ independente do solo utilizado (Figura 1 D). Guerra et al. (2007) observaram altas taxas de crescimento na dose máxima testada de 400kg de P₂O₅ ha⁻¹, porém, a dose máxima, utilizada por esses autores, corresponde a 56 g de fósforo por planta, ou seja, aquém das doses ótimas encontradas no presente trabalho para essa característica, o que explica a tendência linear crescente encontrada pelos referidos autores. Também Mera et al. (2011) não verificaram efeito na AP nas aplicações de fósforo (0, 200 e 400 kg de P₂O₅ ha⁻¹), ou seja 0, 28 e 56 g de P₂O₅ por planta, também aquém das doses ótimas aqui encontradas. Melo et al. (2005) testaram doses maiores que Guerra et al. (2007) e Mera et al. (2011), muito próximas as testadas no presente

trabalho, observando o máximo crescimento para AP na dose de 440 g de P₂O₅ por planta, sendo que no presente a dose que proporcionou maior AP foi de 622 g de P (Figura 1 D).

A variável, AF foi crescente até a concentração estimada de 501g de P₂O₅ por planta, com o máximo desenvolvimento de AF, em 800 cm² (Figura 2 A). Mera et al. (2011) verificaram que a aplicação de 400 kg de P₂O₅ ha⁻¹ (56 g de P₂O₅ por planta) possibilitou a formação de folhas com maior área foliar.

Para o NF, houve efeito linear crescente nas doses de fósforo (Figura 2 B). O NF pode variar entre materiais genéticos (REIS JUNIOR; MARTINEZ, 2002), porém no presente trabalho foram encontradas diferenças em uma mesma cultivar, em função da dose de P.

O aumento nas doses de fósforo aplicado apresentou o máximo desenvolvimento (MSPA e MSPL), em 546 e 559 g de fósforo, respectivamente (Figuras 2 C e 2 D). Nazareno et al. (2003) não observaram efeito em MSPL em doses de NPK (14 a 70 g P₂O₅ por planta), possivelmente, por serem muito inferiores às adotadas no presente trabalho.



**Significativo, teste F ao nível de 1% de probabilidade. *Significativo, teste F ao nível de 5% de probabilidade.

FIGURA 2 - AF (A), NF (B), MSPA em g (C), MSPL em g (D), TCA em g dia⁻¹ (E) e TCR em g g⁻¹ dia⁻¹ (F) em cafeeiros, em função da aplicação de doses de fósforo (g vaso⁻¹).

O aumento das doses de P₂O₅ até 500 e 550 g, por planta, favoreceu o máximo desenvolvimento de cafeeiro em TCA e TCR, respectivamente (Figuras 2 E e 2 F). Ferreira et al. (2009) observaram diferenças entre cultivares na TCA e TCR. Porém, no presente trabalho, diferenças foram encontradas em uma única cultivar, sendo que o aumento das doses de fósforo proporcionou tendência quadrática nas TCA e TCR, sendo que, na dose de 500 g de P₂O₅ atingiu o máximo da TCA (0,09 g dia⁻¹) e na dose de 550 g de P₂O₅ o máximo da TCR (2,37 g g⁻¹ dia⁻¹) (Figuras 2 E e 2 F).

De forma específica, as plantas de cafeeiro em solo argiloso, com doses crescentes de fósforo, apresentaram maior IAF e RAF. De forma geral, independente do solo utilizado, a aplicação de doses crescentes de fósforo contribuiu para maior desenvolvimento vegetativo de cafeeiros, no período de estabelecimento de mudas.

1. Em solo arenoso, o maior crescimento de cafeeiro foi em 386 g de P₂O₅.
2. Para solo argiloso, maior desenvolvimento de cafeeiro foi em 720 g de P.
3. Para o pleno desenvolvimento do cafeeiro são necessárias aplicações de doses de fósforo superiores às recomendadas atualmente.

REFERÊNCIAS

- BASTOS, A. L.; COSTA, J. P. V.; SILVA, I. F.; RAPOSO, R. W.; SOUTO, J. S. Influência de doses de fósforo no fluxo difusivo em solos de Alagoas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 12, n. 2, p. 136-142, mar./abr. 2008.
- CAIRO, P. A. R.; OLIVEIRA, L. E. M.; MESQUITA, A. C. **Análise de crescimento de planta**. Vitória da Conquista: UESB, 2008. 72 p.
- CARVALHO, J. G. de; GUIMARÃES, R. J.; BASTOS, A. R. R.; BALIZA, D. P.; GONTIJO, R. A. N. Sintomas de desordens nutricionais em cafeeiro. In: GUIMARÃES, R. J.; MENDES, A. N. G.; BALIZA, D. P. (Ed.). **Semiologia do cafeeiro: sintomas de desordens nutricionais, fitossanitária e fisiológicas**. Lavras: UFLA, 2010. p. 30-66.
- CLEMENTE, F. M. V. T.; CARVALHO, J. G.; GUIMARÃES, R. J.; MENDES, A. N. G. Faixas críticas de teores foliares de macronutrientes no cafeeiro em pós-plantio-primeiro ano. **Coffee Science**, Lavras, v. 3, n. 1, p. 47-57, jan./jun. 2008.
- EBERHARDT, D. N.; VENDRAME, P. R. S.; BECQUER, T.; GUIMARÃES, M. D. F. Influência da granulometria e da mineralogia sobre a retenção do fósforo em latossolos sob pastagens no cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, n. 3, p. 1009-1016, maio/jun. 2008.
- FERREIRA, A. D.; MENDES, A. N. G.; GUIMARÃES, R. J.; CARVALHO, A. M.; PINTO, M. F. Índices fisiológicos de mudas de Coffea arabica L. enxertadas sobre Coffea canephora. **Coffee Science**, Lavras, v. 4, n. 1, p. 35-40, jan./jun. 2009.
- GOMIDE, M. B.; LEMOS, O. V.; TOURINO, D.; CARVALHO, M. M.; CARVALHO, J. G.; DUARTE, C. S. Comparação entre métodos de determinação de área foliar em cafeeiros Mundo Novo e Catuaí. **Ciência Prática**, Lavras, v. 1, n. 2, p. 118-123, jul./dez. 1977.
- GUERRA, A. F.; ROCHA, O. C.; RODRIGUES, G. C.; SANZONOWICZ, C.; TOLEDO, P. M. dos R. Sistema de produção de café irrigado: um novo enfoque. **Item**, Brasília, n. 73, p. 52-61, jan./mar. 2007.
- GUIMARÃES, P. T. G. et al. Cafeeiro. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ-VENEGAS, V. H. (Ed.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa, MG: CFSEMG, 1999. p. 289-302.
- MELO, B.; MARCUZZO, K. V.; FRANCO, R. E. F.; CARVALHO, H. P. Fontes e doses de fósforo no desenvolvimento e produção do cafeeiro, em um solo original sob vegetação de cerrado de Patrocínio, MG. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 2, p. 315-321, mar./abr. 2005.
- MERA, A. C.; OLIVEIRA, C. A. S.; GUERRA, A. F.; RODRIGUES, G. C. Regimes hídricos e doses de fósforo em cafeeiro. **Bragantia**, Campinas, v. 70, n. 2, p. 302-311, abr./jun. 2011.
- MOREIRA, F. L. M.; MOTA, F. O. B.; CLEMENTE, C. A.; AZEVEDO, B. M. D.; BOMFIM, G. V. D. Adsorção de fósforo em solos do Estado do Ceará. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 37, n. 1, p. 7-12, jan./mar. 2008.
- NAZARENO, R. B.; OLIVEIRA, C. A. S.; SANZONOWICZ, C.; SAMPAIO, J. B. R.; SILVA, J. C. P.; GUERRA, A. F. Crescimento inicial do cafeeiro Rubi em resposta a doses de nitrogênio, fósforo e potássio e a regimes hídricos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 8, p. 903-910, ago. 2003.
- REIS JUNIOR, R. A.; MARTINEZ, H. E. P. Adição de Zn e absorção, translocação e utilização de Zn e P por cultivares de cafeeiro. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 59, n. 3, p. 537-542, jul./set. 2002.