

## SUPER-FOSFATAGEM NO DESENVOLVIMENTO INICIAL DE CAFEIROS<sup>1</sup>

Antonio Jackson Jesus Souza<sup>2</sup>; Rubens José Guimarães<sup>3</sup>; Anderson William Dominghetti<sup>4</sup>; Myriane Stella Scalco<sup>5</sup>; Alberto Colombo<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Trabalho financiado pela Agência de Inovação do Café – INOVACAFÉ – UFLA

<sup>2</sup>Professor Substituto, DSc, IF Sul de Minas – Inconfidentes, Inconfidentes – MG, jacksonagro@gmail.com

<sup>3</sup>Professor Titular, DSc, Universidade Federal de Lavras – UFLA, Lavras – MG, rubensjoseguimaraes@gmail.com

<sup>4</sup>Doutorando em Fitotecnia, MSc, Universidade Federal de Lavras – UFLA, Lavras – MG, andersonwd10@yahoo.com.br

<sup>5</sup>Pesquisadora, DSc, Universidade Federal de Lavras – UFLA, Lavras – MG, msscalco@deg.ufla.br

<sup>6</sup>Professor Assistente, DSc, Universidade Federal de Lavras – UFLA, Lavras – MG, acolombo@deg.ufla.br

**RESUMO:** Objetivou-se avaliar altas doses de fósforo em solos com diferentes texturas, em cafeeiros. Os tratamentos foram arranjados em 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<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Há efeito de altas doses de fósforo (P) para formação de plantas com maior potencial produtivo.

**PALAVRAS-CHAVE:** implantação de cafeeiros, nutrição de plantas, *Coffea arabica*.

## HIGH-PHOSPHATE IN INITIAL DEVELOPMENT OF COFFEE

**ABSTRACT:** The aim was to evaluate high doses of phosphorus in soils with different textures in coffee. Treatments were arranged as a factorial: 4 (phosphorus levels) x 3 (type of soil) in a randomized block with three replications. It was evaluated: plants height, leaf area, leaf number, stem diameter, dry mass of shoot, of root, and of total plant, absolute growth rate, relative growth rate, leaf area index, leaf area ratio and rate of assimilation net. It was found maximum growth of plants at P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> doses from 501 to 720 g. There is effect of high doses of phosphorus (P) to form plants with higher yield potential.

**KEYWORDS:** deployment of coffee, plant nutrition, *Coffea arabica*.

## INTRODUÇÃO

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<sup>-1</sup> de matéria seca), se comparada à de nitrogênio (20 a 50 g kg<sup>-1</sup> 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 H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>-</sup>. 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 adsorvida 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 as 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 et al., 2008).

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

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em vasos na Agência de Inovação do Café – INOVACAFÉ, na Universidade Federal de Lavras – UFLA. Conduziu-se o experimento por 100 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. 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.

Na implantação, foram utilizadas mudas da cultivar Acaia Cerrado MG-1474. Avaliou-se aos 100 dias altura de plantas (AP) em centímetros (do colo até gema apical); número de folhas (NF) verdadeiras (comprimento superior a 2,5 cm) aderidas a planta; área foliar (AF) conforme Gomide et al. (1977).

Tabela 1. Análise física e química de solo de textura arenosa, média e argilosa, utilizado no experimento.

| SOLO   | Argila | pH                 | P                  | K  | Ca  | Mg                                 | Al  | H+Al | SB                                 | (t) | (T) | V    | M    | MO     | Prem |
|--------|--------|--------------------|--------------------|----|-----|------------------------------------|-----|------|------------------------------------|-----|-----|------|------|--------|------|
| Classe | dag/kg | (H <sub>2</sub> O) | mg/dm <sup>3</sup> |    |     | cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> |     |      | cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> |     |     | %    |      | 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 |

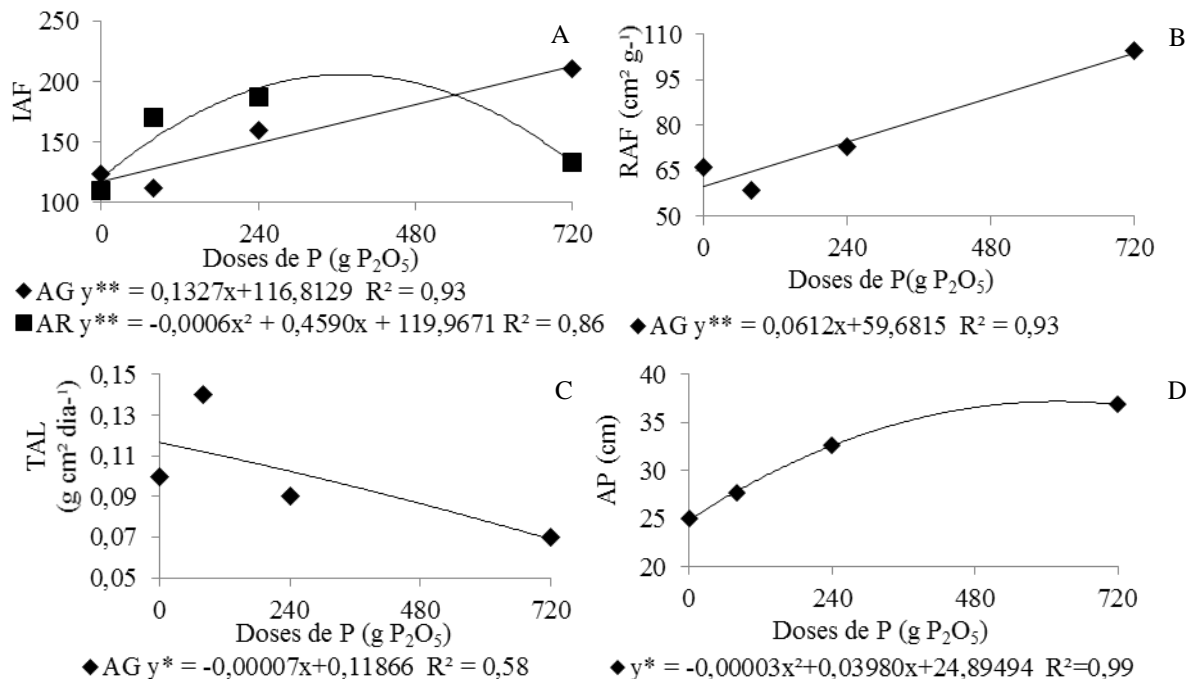
A massa seca de parte aérea (MSPA) das plantas foi determinada na implantação do experimento em mudas de café amostradas (36 unidades), em estufa com circulação de ar a 65°C até peso constante. Estas características foram determinadas também em cada parcela ao final do experimento. A taxa de crescimento 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 et al. (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 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve interação entre tipos de solo e doses de fósforo, para IAF, RAF e TAL. Clemente et al. (2008), avaliando também 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 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 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.

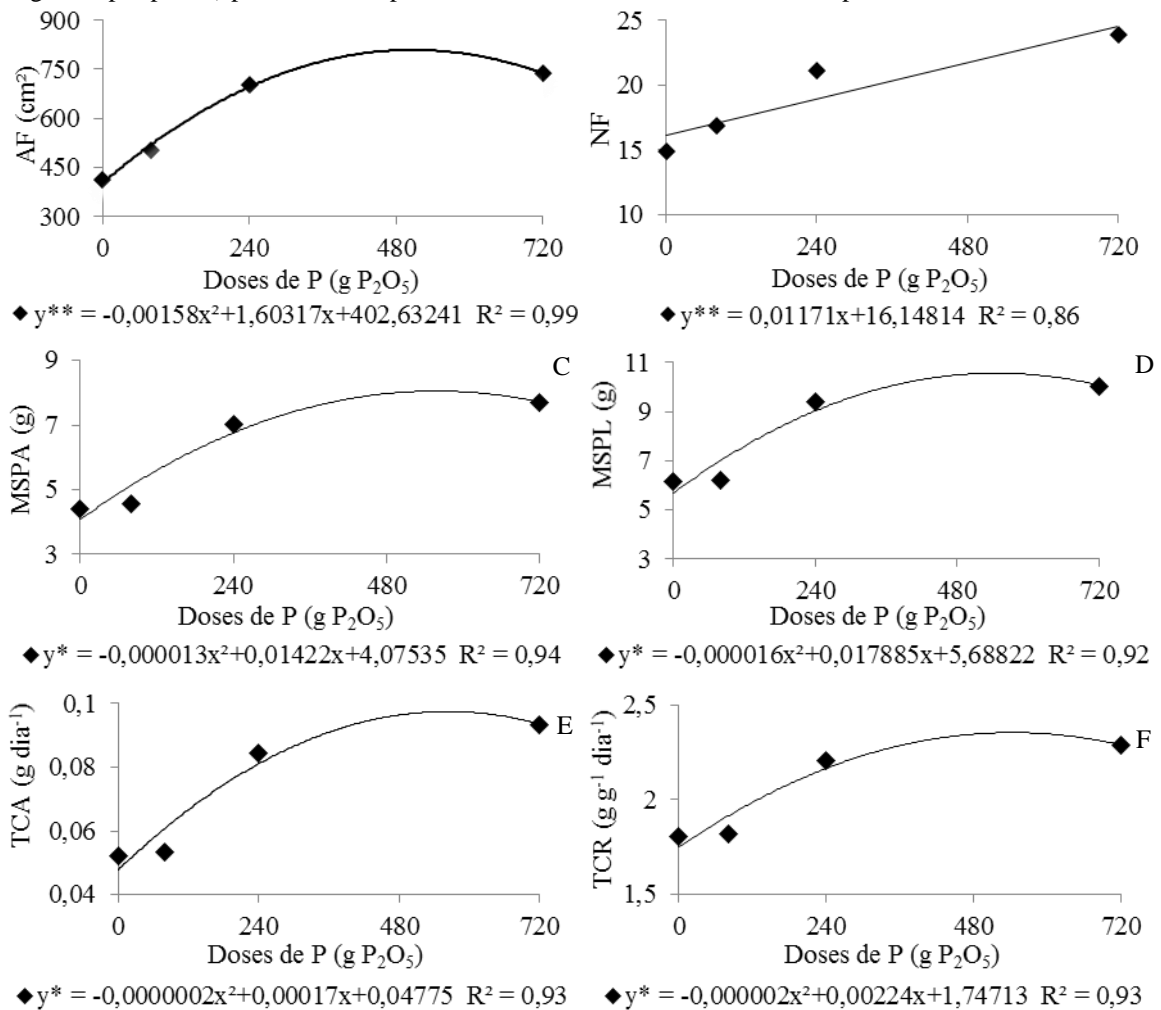
No solo arenoso, com apenas 5% de argila (Tabela 1), possivelmente houve uma maior disponibilidade de fósforo. Bastos et al. (2008) avaliando diversos tipos de solos verificaram que o solo arenoso é o que menos teve adsorção de fósforo. A maior disponibilidade de P apresentou máximo crescimento em IAF na dose de 386 g de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (Figura 1 A). O desdobramento do efeito de doses de fósforo apresentou efeito significativo em RAF e TAL apenas para o solo argiloso (Figura 1 B e 2 A).



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

Figura 1. IAF (A), RAF em cm<sup>2</sup> g<sup>-1</sup> (B), TAL em g cm<sup>2</sup> dia<sup>-1</sup> (C) e AP em cm (D) em cafeeiros, em função de doses de fósforo (g vaso<sup>-1</sup>). AG= solo argiloso; AR= solo arenoso.

A medida que se elevou 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 et al. (2008) a RAF pode ser atribuída a 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. 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 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> independente do solo utilizado (Figura 1 D). Guerra et al. (2007) observaram altas taxas de crescimento na dose máxima testada de 400kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>, 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 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>) ou seja 0, 28 e 56 g de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 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 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 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 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> por planta, com o máximo desenvolvimento de AF em 800 cm<sup>2</sup> (Figura 2 A). Mera et al. (2011) verificaram que a aplicação de 400 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> (56 g de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 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 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> por planta) possivelmente por serem muito inferiores as adotadas no presente trabalho.



\*\*Diferença significativa, pelo teste F ao nível de 1% de probabilidade. \*Diferença significativa, pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade.  
 Figura 2. AF em cm<sup>2</sup>(A), NF (B), MSPA em g (C), MSPL em g (D), TCA em g dia<sup>-1</sup> (E) e TCR em g g<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> (F) em cafeeiros, em função da aplicação de doses de fósforo (g vaso<sup>-1</sup>).

O aumento das doses de  $P_2O_5$  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 TRC, sendo que na dose de 500 g de  $P_2O_5$  atingiu o máximo da TCA ( $0,09 \text{ g dia}^{-1}$ ) e na dose de 550 g de  $P_2O_5$  o máximo da TCR ( $2,37 \text{ g g}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ ) (Figuras 4 A e 4 B).

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.

## CONCLUSÕES

1. Em solo arenoso o maior crescimento de cafeeiro foi em 386 g de  $P_2O_5$ .
2. Para solo argiloso, maior desenvolvimento de cafeeiro foi em 720 g de P.
3. Para o pleno desenvolvimento do cafeeiro é necessário aplicações de doses de fósforo superiores às recomendadas atualmente.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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*, 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 – BA; UESB, mai., 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 MG; UFLA, dez., 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*, 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*, v.32, n.3, p.1009-1016, mai./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*, 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*, v.1, n.2, p.118-123, jul./dez., 1977.
- GUERRA, A. F.; ROCHA, O. C.; RODRIGUES, G. C.; SANZONOWICZ, C.; FILHO, G. C. R.; TOLEDO, P. M. dos R. Sistema de produção de café irrigado: um novo enfoque. *Item*, ABID: 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. *Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação*. Viçosa: CFSEMG, jan./dez., 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*, 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*, 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*, 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*, 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*, v.59, n.3, p.537-542, jul./set., 2002.