

EFICIÊNCIA DE ABSORÇÃO DE P EM CLONES DE CAFEIRO CONILON QUANTO AO FÓSFORO

Lima Deleon Martins¹, Marcelo Antonio Tomaz², José Francisco Teixeira do Amaral³, Leonardo Fardim Christo⁴, Tafarel Victor Colodetti⁵, Lindomar de Souza Machado⁶, Wagner Nunes Rodrigues⁷, Sebastião Vinicius Batista Brinate⁸

¹Centro de Ciências Agrárias-UFES / Doutorando em Produção Vegetal, deleon_lima@hotmail.com.

²Centro de Ciências Agrárias-UFES / Professor Adjunto, tomaz@cca.ufes.br.

³Centro de Ciências Agrárias-UFES / Professor Adjunto, jfamaral@cca.ufes.br.

⁴Centro de Ciências Agrárias-UFES / Graduando em Agronomia, leonardo_fardim@hotmail.com.

⁵Centro de Ciências Agrárias-UFES / Graduando em Agronomia, tafarecolodetti@hotmail.com.

⁶Centro de Ciências Agrárias-UFES / Mestrando em Produção Vegetal, lindomarsm@gmail.com.

⁷Centro de Ciências Agrárias-UFES / Doutorando em Produção Vegetal, wagnernunes86@hotmail.com.

⁸Centro de Ciências Agrárias-UFES / Mestrando em Produção Vegetal, svbbrinate@hotmail.com.

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência de absorção de fósforo em clones de cafeeiro conilon, em condição de casa de vegetação. Utilizou-se o esquema fatorial 13 x 4, com três repetições, sendo os fatores: 13 clones que compõem a cultivar clonal “Vitória Incaper 8142” e quatro níveis de adubação fosfatada (0%, 50%, 100% e 150% do recomendado de P₂O₅ para a cultura), em um delineamento inteiramente casualizado (DIC). O cultivo compreendeu um período de 150 dias, após, obteve-se os valores de massa de matéria seca e de conteúdo de fósforo das partes vegetativas e posteriormente calculou-se o índice de eficiência. Os clones de café conilon apresentam comportamento diferenciado em relação à eficiência de absorção de fósforo em cada nível de adubação de P₂O₅ e ajuste ao modelo quadrático em função dos níveis de P₂O₅ aplicados.

PALAVRAS-CHAVE: *Coffea canephora*, nutrição mineral, adubação.

NUTRIENT UPTAKE EFFICIENCY IN CLONES OF CONILON COFFEE FOR PHOSPHORUS

ABSTRACT: The objective of this study was to evaluate the nutrient uptake efficiency of phosphorus in clones of conilon coffee, in greenhouse condition. A factorial design 13 x 4 was used, with three replications, and the factors being: 13 clones that compose the clonal cultivar "Vitória Incaper 8142" and four levels of phosphorus fertilization (0%, 50%, 100% and 150% of the recommended P₂O₅ for the culture) in a completely randomized design (CRD). The cultivation consisted of a period of 150 days; the index of nutritional efficiency was calculated. The clones of conilon coffee have different nutrient uptake efficiency of phosphorus level of fertilizer P₂O₅ and adjust the quadratic model according to the levels of P₂O₅.

KEY WORDS: *Coffea canephora*, mineral nutrition, fertilization.

INTRODUÇÃO

De forma ampla, o conceito de eficiência nutricional é empregado para caracterizar a capacidade de determinado genótipo em absorver o nutriente e posteriormente utilizá-lo na produção de biomassa ou material vegetal de rendimento econômico (Furtini Neto, 1994). Em solos tropicais, o fósforo (P) é o nutriente que mais limita a produtividade de biomassa, consequência do material de origem e da forte interação do mesmo com o solo (Novais et al., 2007), tornando recorrente a adubação fosfatada, elevando assim os custos de produção.

Já foi observado para grande parte das culturas, comportamento diferencial inter e intra-específico para a absorção, translocação e utilização de P, que majoritariamente acontece sob influência genética (Martinez et al., 1993; Fageria, 1998). Todavia, é sabido que as cultivares de café conilon apresentam elevada variabilidade genética (Ferrão et al., 2008) o que levanta a hipótese de que os clones podem apresentar necessidades nutricionais diferentes.

Assim, a avaliação da exigência nutricional, quanto ao fósforo, da cultivar clonal “Vitória Incaper 8142” torna-se de fundamental importância para explorar o potencial produtivo com redução do custo de produção. Com isso poder-se-á, com o avanço das pesquisas, recomendar a adubação diferenciada por clone, visto que são plantados em linhas separadas e em quantidades proporcionais.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência dos níveis de adubação fosfatada na eficiência de absorção de P de clones de cafeeiro conilon quanto ao fósforo, em condição de casa de vegetação.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, na latitude de 20°45' S, longitude de 41°33' W e altitude média de 277,41 metros. O solo utilizado foi coletado a uma profundidade de 10 a 40 cm, descartando-se os primeiros 10 cm do

perfil do solo com o intuito de reduzir o efeito da matéria orgânica presente na camada superficial. Uma amostra deste solo foi encaminhada ao laboratório para análises química e física (Tabela 1), sendo o mesmo caracterizado como Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico de textura argilosa (Embrapa, 2006).

Após a caracterização, todo o volume de solo foi seco à sombra e homogeneizado em peneira de malha 2,0 mm. Posteriormente, foi separado em amostras de volume de 10 dm³, por meio de pesagem em balança de precisão, e acondicionado em vasos plásticos selados, com capacidade de 14 litros.

O experimento foi instalado em esquema fatorial 13 x 4, com três repetições, sendo os fatores: 13 clones que compõem a cultivar clonal “Vitória Incaper 8142” (CV-01, CV-02, CV-03, CV-04, CV-05, CV-06, CV-07, CV-08, CV-09, CV-10, CV-11, CV-12 e CV-13) e quatro níveis de adubação fosfatada (0%, 50%, 100% e 150% do recomendado de P₂O₅), em um delineamento inteiramente casualizado (DIC). A recomendação foi de acordo com o proposto por Lani et al. (2007). A parcela experimental foi constituída de uma muda de cada genótipo por vaso.

Os níveis de P₂O₅ correspondentes a cada parcela experimental foram aplicados na forma de sais p.a. (KH₂PO₄), diluídos em água destilada e homogeneizados totalmente ao volume de solo no vaso. Os níveis aplicados nas parcelas, referentes a 0%, 50%, 100% e 150% do recomendado de P₂O₅ para a cultura, segundo Lani et al. (2007), consistiram de 0; 3,15; 6,30 e 9,45 g vaso⁻¹ de P₂O₅.

Tabela 1. Atributos físicos e químicos do solo utilizado como substrato

| Atributos | LVAarg |
|---|--------|
| Areia (g kg ⁻¹) ¹ | 552,40 |
| Silte (g kg ⁻¹) ¹ | 43,60 |
| Argila (g kg ⁻¹) ¹ | 403,40 |
| Densidade do solo (kg dm ⁻³) ² | 1,20 |
| pH ³ | 5,40 |
| P (mg dm ⁻³) ⁴ | 2,00 |
| K (mg dm ⁻³) ⁵ | 93,0 |
| Ca (cmol _c dm ⁻³) ⁶ | 1,70 |
| Mg (cmol _c dm ⁻³) ⁶ | 1,10 |
| Al (cmol _c dm ⁻³) ⁷ | 0,00 |
| H+Al (cmol _c dm ⁻³) ⁸ | 2,10 |
| Soma de Bases (cmol _c dm ⁻³) | 3,37 |
| CTC potencial (cmol _c dm ⁻³) | 5,45 |
| CTC efetiva (cmol _c dm ⁻³) | 3,37 |
| Saturação por bases (%) | 61,80 |

¹ Método da pipeta (agitação lenta); ² Método da proveta; ³ pH em água (relação 1:2,5); ⁴ Extraído por Mehlich 1 e determinado por colorimetria; ⁵ Extraído por Mehlich 1 e determinado por fotometria de chama; ⁶ Extraído com cloreto de potássio 1 mol L⁻¹ e determinado por titulometria; ⁷ Extraído com cloreto de potássio 1 mol L⁻¹ e determinado por espectrofotômetro de absorção atômica; ⁸ Extraído com acetato de cálcio 0,5 mol L⁻¹, pH 7,0 e determinado por titulação; e ⁹ Extraído por oxidação, via úmida, com dicromato de potássio em meio sulfúrico e determinado por titulação (EMBRAPA, 1997).

Após a aplicação dos níveis de P₂O₅, efetuou-se o plantio das mudas de café conilon com três pares de folhas, que foram fornecidas pelo Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural – INCAPER.

A quantidade de potássio fornecida a todas as parcelas, em dose única no plantio, foi de 5,20 g/vaso de K₂O. A adubação nitrogenada, com NH₂CONH₂ p.a., foi realizada segundo Lani et al. (2007) diluído o nitrogênio em água destilada e aplicando na superfície, de forma circular, a 10 cm do coleto da planta. A adubação (17,3 g de N por vaso) foi dividida em cinco aplicações, sendo a primeira no dia do plantio e as demais, periodicamente, aos 30, 60, 90 e 120 dias após o plantio. A irrigação foi realizada mantendo-se a umidade do solo durante todo período do experimento a 60% do volume total de poros, obtido pela densidade das partículas e do solo, determinados pelo método da proveta, de acordo com Embrapa (1997).

Aos 150 dias de cultivo procedeu-se o corte das plantas, separando o caule e os ramos, as folhas e as raízes. Essas foram removidas dos vasos, lavadas, pesadas e secas à sombra. Todas estas partes foram acondicionadas separadamente em sacolas de papel e levadas à estufa de circulação forçada de ar, à temperatura de 65° C até peso constante, para a determinação das variáveis de massa de matéria seca. A partir da massa de matéria seca e do conteúdo dos nutrientes na planta, realizadas de acordo com o método descrito pela Embrapa (1997), foi calculado a eficiência de absorção = (conteúdo total do nutriente na planta)/(matéria seca de raízes), conforme Swiader et al. (1994).

Os dados foram submetidos à análise de variância (p≤0,05), utilizando-se o programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2008) e, quando significativos, foi utilizado o teste de Scott-Knott (p≤0,05) para os fatores qualitativos e a análise de regressão para os fatores quantitativos. Os modelos de regressão foram escolhidos com base na significância dos

coeficientes de regressão, utilizando-se o teste t de Student ao nível de 5% de probabilidade e pelo coeficiente de determinação (R^2).

RESULTADO E DISCUSSÃO

No estudo da eficiência de absorção de P (Tabela 2) foi evidente o comportamento diferencial entre os clones, notado pela formação de vários grupos de média distintos e pela diferente composição de clones nos grupos, dentro de cada nível de adubação fosfatada estudado.

Este comportamento diferencial é justificável, devido à exigência nutricional ser variável entre genótipos da mesma espécie, em função da variabilidade genética e fenotípica que os constituem; sendo comumente observadas exigências nutricionais diferenciadas sob as mesmas condições de fertilidade do solo, para cultivares da mesma espécie (Fageria, 1989).

Segundo Fonseca et al. (2004) e Ferrão et al. (2008) clones de cafeeiro conilon possuem, respectivamente, ampla variabilidade genética e fenotípica, o que possibilita comportamento diferenciado dos materiais genéticos, indicando a necessidade de atenção a adaptabilidade e estabilidade dos genótipos para as diversas condições de solo.

Eficiência distinta de absorção de P em diferentes níveis de adubação fosfatada para genótipos da mesma espécie, também, foi encontrada em batata (Castro, 2009), em milho (Machado et al., 2001) e em pimentão (Moura et al., 2001).

Tabela 2. Valores médios da eficiência de absorção de fósforo (mg g^{-1}) de clones de café conilon que compõem a cultivar “Vitória Incaper 8142” para cada nível de adubação fosfatada (0, 50, 100 e 150% de P_2O_5 recomendado para a cultura)

| Clone | Nível de Adubação Fosfatada (%) | | | |
|-------|---------------------------------|--------|--------|--------|
| | 0 | 50 | 100 | 150 |
| CV-01 | 5,72 d | 4,64 b | 6,31 a | 7,66 a |
| CV-02 | 5,54 d | 5,24 b | 4,98 b | 6,15 b |
| CV-03 | 6,90 c | 6,03 b | 6,85 a | 5,31 b |
| CV-04 | 7,25 c | 6,38 a | 6,09 a | 8,34 a |
| CV-05 | 3,98 d | 5,93 b | 5,23 b | 5,87 b |
| CV-06 | 5,01 d | 4,80 b | 6,16 a | 7,06 a |
| CV-07 | 4,63 d | 5,17 b | 5,35 b | 5,34 b |
| CV-08 | 4,87 d | 4,75 b | 4,30 b | 5,53 b |
| CV-09 | 4,51 d | 5,78 b | 5,27 b | 6,03 b |
| CV-10 | 4,80 d | 6,35 a | 8,08 a | 6,73 a |
| CV-11 | 13,15 a | 5,91 b | 6,53 a | 5,97 b |
| CV-12 | 10,82 b | 7,07 a | 7,30 a | 7,51 a |
| CV-13 | 7,55 c | 8,13 a | 7,45 a | 6,16 b |

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$).

No geral, os clones CV-04, CV-10, CV-11 e CV-12 apresentaram elevada eficiência de absorção de P do solo (Tabela 2), levando a inferir que possuem valores inferiores de matéria seca radicular, todavia obtiveram elevado conteúdo de P, figurando a eficiência do sistema radicular. Segundo Fageria (1998), diferenças na eficiência de absorção de nutrientes entre genótipos de uma mesma espécie se dá basicamente por uma adaptação do sistema radicular à condição de estresse nutricional.

Para o estudo do comportamento da EFA de P em função dos níveis de adubação com P_2O_5 no intervalo estudado, pode-se verificar (Tabela 3 e Figura 1) que os clones de café conilon CV-01, CV-02, CV-04, CV-10, CV-11 e CV-12, apresentam diferenciado ajuste aos modelos de regressão.

Notam-se comportamentos distintos, em relação ao ponto de inflexão das curvas de EFA de P, sendo que os clones de café conilon CV-01, CV-02, CV-04, CV-11 e CV-12 apresentam eficiência de absorção de P caracterizada por curvas com inflexão em pontos de mínimo (Tabela 3 e Figura 1), indicando que os clones possuem um sistema radicular eficiente na aquisição de P do solo em condições de estresse nutricional.

Tabela 3. Equações de regressão, com seus respectivos coeficientes de determinação (R^2), de eficiência de absorção de fósforo (mg g^{-1}) em função dos níveis de adubação fosfatada (0, 50, 100 e 150% de P_2O_5 recomendado para a cultura), para cada clone de café conilon que compõe a cultivar “Vitória Incaper 8142”

| Clone | Equação de eficiência de absorção de fósforo (mg g^{-1}) | R^2 |
|-------|---|-------|
| CV-01 | $\hat{Y} = 0,0002 * P^2 - 0,0214^{ns} P + 5,5762$ | 0,90 |
| CV-02 | $\hat{Y} = 0,0002 * P^2 - 0,0306 * P + 6,1420$ | 0,94 |
| CV-03 | $\hat{Y} = \bar{Y} = 6,703$ | - |
| CV-04 | $\hat{Y} = 0,0003 * P^2 - 0,0407 * P + 7,3548$ | 0,93 |

| | | |
|-------|---|------|
| CV-05 | $\hat{Y} = \bar{Y} = 4,189$ | - |
| CV-06 | $\hat{Y} = \bar{Y} = 4,915$ | - |
| CV-07 | $\hat{Y} = \bar{Y} = 4,648$ | - |
| CV-08 | $\hat{Y} = \bar{Y} = 4,980$ | - |
| CV-09 | $\hat{Y} = \bar{Y} = 4,665$ | - |
| CV-10 | $\hat{Y} = -0,0003 * P^2 + 0,0585 * P + 4,6442$ | 0,90 |
| CV-11 | $\hat{Y} = 0,0007 * P^2 - 0,1419 * P + 12,701$ | 0,88 |
| CV-12 | $\hat{Y} = 0,0004 * P^2 - 0,0788 * P + 10,623$ | 0,91 |
| CV-13 | $\hat{Y} = \bar{Y} = 7,583$ | - |

* e ^{ns}, respectivamente, significativo e não significativo, pelo teste t, a 5% de probabilidade.

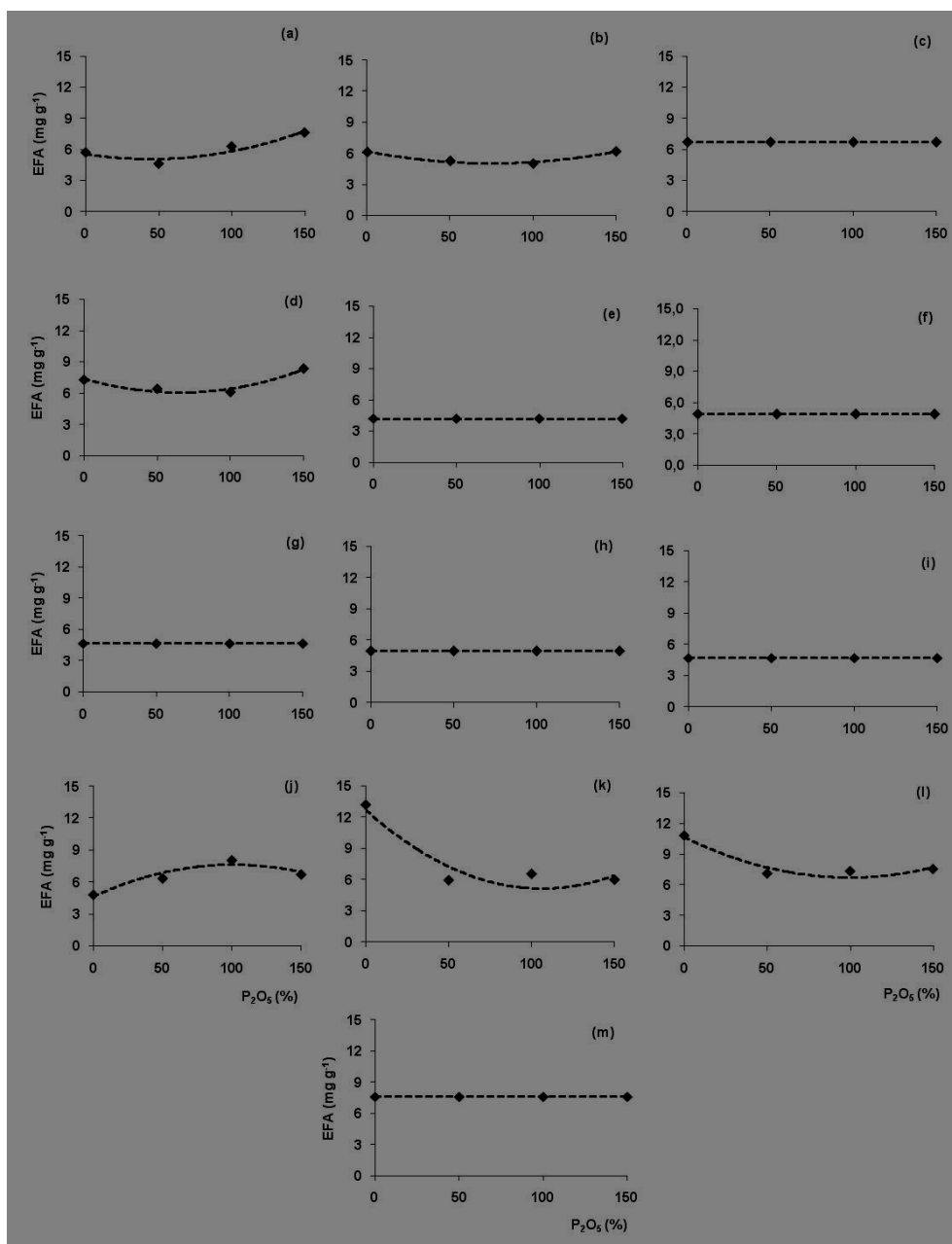


Figura 1. Eficiência de absorção de fósforo (mg g^{-1}) de treze clones de café conilon, que compõem a cultivar clonal “Vitória Incaper 8142”, influenciadas por níveis de adubação fosfatada (0, 50, 100 e 150% de P_2O_5 recomendado para a cultura). [a]CV-01; [b]CV-02; [c]CV-03; [d]CV-04; [e]CV-05; [f]CV-06; [g]CV-07; [h]CV-08; [i]CV-09; [j]CV-10; [k]CV-11; [l]CV-12; e [m]CV-13.

Contrariamente, a curva de eficiência de absorção de fósforo do clone de café conilon CV-10 apresenta característica de inflexão em ponto de máximo (Tabela 3 e Figura 1). O que leva a ponderar que o sistema radicular desse clone apresenta reduzida capacidade na aquisição de P do solo em condições de estresse nutricional de fósforo.

Segundo Tiffney e Niklas (1985), este comportamento diferenciado entre genótipos da mesma espécie, está associado à maior adaptação às condições adversas, assim como a capacidade distinta que estes apresentam em alterar a configuração geométrica do sistema radicular e explorar os recursos necessários de maneira mais eficiente.

Os clones CV-03, CV-05, CV-06, CV-07, CV-08, CV-09 e CV-13 não apresentam ajuste a nenhum modelo de regressão (Tabela 3 e Figura 1), levando a inferir que não existe interferência da adubação fosfatada, nos índices de eficiência de absorção destes clones, ou seja, a absorção destes é semelhante em qualquer nível de P.

Segundo Fageria (1998), genótipos que apresentam semelhança na absorção de nutrientes, em diferentes níveis destes no solo, possuem ampla base genética controlando a eficiência de absorção, o que figura a adaptação do sistema radicular às condições nutricionais do solo. Para o estudo em questão, tal fato torna-se interessante, haja vista a possibilidade de utilizar os clones CV-03, CV-05, CV-06, CV-07, CV-08, CV-09 e CV-13, em solos marginais ao P, sem significativo comprometimento da absorção do P.

CONCLUSÃO

Os clones de café conilon que compõem a cultivar clonal “Vitória Incaper 8142” apresentam comportamento diferenciado em relação à eficiência de absorção de fósforo em cada nível de adubação de P₂O₅. A eficiência de absorção de fósforo, em função dos níveis de P₂O₅ aplicados, para os clones de café conilon, apresenta ajuste ao modelo quadrático.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CASTRO, G.Y. Eficiência de absorção e utilização de fósforo em batata cultivada *in vitro*. 2009. 54f. Dissertação (Mestrado em agronomia), Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria – RS.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2.ed. Rio de Janeiro, 2006. 306p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Manual de métodos de análises de solo. 2.ed. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 1997. 212p.
- FAGERIA, N.K. Otimização da eficiência nutricional na produção das culturas. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.2, p.6-16, 1998.
- FERRÃO, R.G.; CRUZ, C.D.; FERREIRA, A.; CECON, P.R.; FERRÃO, M.A.G.; FONSECA, A.F.A.; CARNEIRO, P.C.S.; SILVA, M.F. Parâmetros genéticos em café Conilon. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.43, p.61-69, 2008.
- FERREIRA, D.F. Sisvar: um programa para análises e ensino de estatística. Revista Symposium, v.6, p.36-41, 2008.
- FONSECA, A.F.A.; FERRÃO, M.A.G.; FERRÃO, R.G.; VERDIN FILHO, A.C.; VOLPI, P.S.; ZUCATELI, F. Conilon Vitória - Incaper 8142: improved Coffea canephora var. kouillou clone cultivar for the taste of Espírito Santo. Crop Breeding and Applied Biotechnology, v.4, p.503-505, 2004.
- FURTINI NETO, A.E. Eficiência nutricional, cinética de absorção e frações fosfatadas em *Eucalyptus* spp. 1994. 99f. Tese (Doutorado em Fitotecnia), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG.
- LANI, J.A.; PREZOTTI, L.C.; BRAGANÇA, S.M. Cafeeiro. In: PREZOTTI, L.C.; GOMES, J.A.; DADALTO, G.G.; OLIVEIRA, J.A. Manual de recomendação de calagem e adubação para o Estado do Espírito Santo (5ª aproximação). Vitória: SEEA/INCAPER/CEDAGRO, 2007. p. 111-118.
- MACHADO, C.T.T.; FURLANI, A.M.C.; MACHADO, A.T. Índices de eficiência de variedades locais e melhoradas de milho ao fósforo. Bragantia, v.60, p.225-238, 2001.
- MARTINEZ, H.E.P.; NOVAIS, R.F.; SACRAMENTO, L.V.S.; RODRIGUES, L.A. Comportamento de variedades de soja cultivadas sob diferentes níveis de fósforo. II. Translocação do fósforo absorvido e eficiência nutricional. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.17, p.239-244, 1993.
- MOURA, W.M.; CASALI, V.W.D.; CRUZ, C.D.; LIMA, P.C. Eficiência nutricional para fósforo em linhagens de pimentão. Horticultura Brasileira, v.19, p.174-180, 2001.
- NOVAIS, R.F.; SMYTH, T.J.; NUNES, F.N. Fósforo. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ, V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L. (Eds.) Fertilidade do solo. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência de Solo, 2007, p.471-550.
- SWIADER, J.M.; CHYAN, Y.; FREIJI, F.G. Genotypic differences in nitrate uptake and utilization efficiency in pumpkin hybrids. Journal of Plant Nutrition, v.17, p.1687-1699, 1994.
- TIFFNEY, B.H.; NIKLAS, K.J. Clonal growth in land plants: a palaeobotanical perspective. In: JACKSON, J.B.C.; BUSS, L.W.; COOK, R.E (Ed). Population biology and evolution of clonal organisms. New Haven: Yale University Press, 1985. p. 35-66.