

## DESENVOLVIMENTO RADICULAR DE CLONES DE CAFÉ CONILON SUBMETIDOS A DIFERENTES NÍVEIS DE FÓSFORO<sup>1</sup>

Lima Deleon Martins<sup>1</sup>, Marcelo Antonio Tomaz<sup>2</sup>, José Francisco Teixeira do Amaral<sup>3</sup>, Leonardo Fardim Christo<sup>4</sup>, Tafarel Victor Colodetti<sup>5</sup>, Lindomar de Souza Machado<sup>6</sup>, Wagner Nunes Rodrigues<sup>7</sup>, Sebastião Vinicius Batista Brinate<sup>8</sup>

<sup>1</sup>Centro de Ciências Agrárias-UFES / Doutorando em Produção Vegetal, deleon\_lima@hotmail.com.

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

<sup>3</sup>Centro de Ciências Agrárias-UFES / Professor Adjunto, jfamamaral@cca.ufes.br.

<sup>4</sup>Centro de Ciências Agrárias-UFES / Graduando em Agronomia, leonardo\_fardim@hotmail.com.

<sup>5</sup>Centro de Ciências Agrárias-UFES / Graduando em Agronomia, tafarelcolodetti@hotmail.com.

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

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

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

**RESUMO:** O cultivo da espécie *Coffea canephora* tem merecido destaque na produção brasileira, sendo que o conhecimento sobre sua adaptação e suas características é de fundamental importância para seu cultivo. Objetivou-se neste trabalho avaliar a influência dos níveis de adubação fosfatada no desenvolvimento radicular de clones de café conilon. O experimento consistiu em esquema fatorial 13x4, com três repetições, sendo os fatores: 13 clones da 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 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> para a cultura), em um delineamento inteiramente casualizado. Cada unidade experimental foi constituída de uma muda de cada genótipo por vaso, sendo que, aos 150 dias de cultivo foi realizado o corte das plantas. Analisou-se volume e comprimento de raiz, com base em metodologias amplamente citadas na literatura. Houve comportamento diferenciado entre os clones em função dos níveis de fósforo. Ocorreu aumento nos valores das variáveis analisadas para a cultivar "Vitória Incaper 8142" à medida que houve acréscimo nos níveis de fósforo no solo.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Coffea canephora*, adubação fosfatada, morfologia de raízes.

## ROOT DEVELOPMENT OF CLONES OF COFFEE CONILON SUBJECT TO DIFFERENT LEVELS OF PHOSPHORUS

**ABSTRACT:** The cultivation of the species *Coffea canephora* has been highlighted in the Brazilian production, and knowledge about their adaptation and its characteristics is of fundamental importance to its cultivation. The objective of this study was to evaluate the influence of the levels of phosphorus fertilization on root development of clones conilon coffee. The experiment consisted of 13x4 factorial design with three replications, with the factors: 13 clones of clonal cultivar "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 and CV-13), and four levels of phosphorus (0%, 50%, 100% and 150% of the recommended P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> for culture) in a completely randomized design. Each experimental unit consisted of a seedling of each genotype per pot, being held at 150 days of crop cutting plants. We analyzed root length and volume, based on methods widely described in the literature. There were different behavior among the clones depending on the levels of phosphorus. An increase in the values of the variables for the cultivar "Vitória Incaper 8142" as there was an increase in the levels of phosphorus in the soil.

**KEY WORDS:** *Coffea canephora*, phosphate fertilizer, root morphology.

## INTRODUÇÃO

Devido à destacada importância que o cafeeiro conilon possui no cenário econômico brasileiro (Conab, 2013), a cultura passa constantemente por avanços científicos e tecnológicos, o que permite a implantação de inúmeras técnicas de manejo e desenvolvimento de diversas cultivares. Dentre essas, a cultivar clonal "Vitória Incaper 8142", constituída por treze clones considerados superiores, tem se destacado por apresentar diversas características desejáveis.

Esse cultivar clonal, lançada em 2004 pelo Incaper, é formada pelo agrupamento de 13 clones de características superiores, com produção média de 70,4 sacas de café conilon beneficiados por hectare em um período de oito safras. Contudo, sabe-se que existe uma ampla variabilidade genética entre genótipos de café conilon, evidenciada por comportamentos diferenciados de materiais genéticos em diferentes locais e anos, indicando a necessidade de atenção nos estudos de adaptabilidade e estabilidade de genótipos para diferentes condições de solo e clima (Ferrão et al., 2008).

Os solos brasileiros apresentam baixa concentração de fósforo disponível, em virtude da alta capacidade de fixação do nutriente pelas argilas e pelos óxidos de ferro e alumínio, fato que se torna ainda mais preocupante devido o elemento ser indispensável para todo o ciclo da planta, atuando na fotossíntese, respiração e na formação de raízes (Novaes & Smyth, 1999), influenciando positivamente a formação e o crescimento radicular (contribuição para a maior absorção de água e nutrientes) proporcionando incrementos significativos na produção (Crusciol et al., 2005).

Certas plantas respondem melhor do que outras a baixas concentração de fósforo no solo em função de suas características adaptativa, com isso, o bom desenvolvimento do sistema radicular irá permitir um melhor exploração do solo através dos pêlos radiculares sobre as reservas de P (Grant et al., 2001). Segundo Damatta et al. (2007), a deficiência de fósforo em estágios iniciais de crescimento do cafeeiro diminui drasticamente o desenvolvimento das plantas, influenciando tanto o sistema radicular como também o desenvolvimento da parte aérea.

Para suprir as necessidades de fósforo no solo, grandes quantidades de fertilizantes são utilizadas, aumentando o custo de produção das culturas, por isso, deve-se buscar selecionar genótipos eficientes na absorção do fósforo.

Objetivou-se neste ensaio avaliar a influência dos níveis de adubação fosfatada no desenvolvimento radicular de clones de cafeeiro conilon.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, na área experimental do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCA-UFES), localizado no município de Alegre, no sul do Estado do Espírito Santo, 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 para reduzir o efeito da matéria orgânica presente na camada superficial. Uma amostra deste solo foi encaminhada a laboratório para análise química e física (Tabela 1), sendo o mesmo caracterizado como Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico de textura argilosa (Embrapa, 2006).

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

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

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

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 dm<sup>3</sup> e acondicionado em vasos plásticos selados, com capacidade de 14 litros.

O experimento foi instalado em esquema fatorial 13x4, 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 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> para a cultura), em um delineamento estatístico inteiramente casualizado (DIC). A recomendação foi de acordo com o proposto por Lani et al. (2007).

Os níveis de  $P_2O_5$  correspondentes a cada parcela experimental foram aplicados na forma de sais p.a. ( $KH_2PO_4$ ), 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  $P_2O_5$  para a cultura, consistindo de 0; 3,15; 6,30 e 9,45 g vaso<sup>-1</sup>.

Após a aplicação dos níveis de  $P_2O_5$ , efetuou-se o plantio das mudas de café conilon, com cada vaso recebendo uma muda. As mudas de cada genótipo foram fornecidas pelo INCAPER, produzidas na Fazenda Experimental de Marilândia-ES.

A quantidade de potássio fornecida a todas as parcelas foi de 5,20 g por vaso de  $K_2O$ . A adubação nitrogenada (17,3 g de nitrogênio por vaso), com  $NH_2CONH_2$  p.a., foi diluída em água destilada e aplicado em superfície, de forma circular, a 10 cm do coleto da planta; 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 diariamente, mantendo a umidade constante para todas as unidades experimentais através de pesagens periódicas.

Aos 150 dias de cultivo efetuou-se a avaliações de volume (VR) e comprimento de raiz (CR). O volume de raiz foi obtido por meio do volume de água deslocado em proveta graduada; para isso as raízes foram retiradas do solo, lavadas em água corrente e enxugadas em papel toalha para efetuar a medição de volume. Após a avaliação do volume, enxugaram-se novamente as mesmas em papel toalha, retirando-se uma amostra de aproximadamente 5% do peso fresco para realização da estimativa de comprimento total radicular pelo método da intercepção de linha descrita por Tennant (1975).

Os dados foram submetidos à análise de variância ( $p \leq 0,05$ ), utilizando-se o programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2011) e, quando significativo, foi utilizado o teste de Scott-Knott ( $p \leq 0,05$ ) 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

Analisando os valores médios de VR e CR, nota-se que os clones de café conilon apresentam comportamento diferenciado, dentro de cada nível de adubação fosfatada (Tabela 2).

O estudo dos valores médios de VR dos clones de café conilon apresenta a formação de sete grupos de médias no nível de 0% de adubação fosfatada, nove grupos distintos no nível de 50%, quatro grupos distintos nos níveis de 100% e sete grupos distintos no nível de 150% da recomendação de  $P_2O_5$  para a cultura (Tabela 2).

No nível 0% de adubação fosfatada, verifica-se que os clones CV-07 e CV-09 constituíram o grupo superior de médias de VR, quando comparados aos demais. Os clones CV-02 e CV-05 apresentam valores médios inferiores de VR, alocando-se no grupo inferior (Tabela 2).

Observa-se no nível de 50% de  $P_2O_5$  para o VR, que o primeiro grupo é formado pelo clone CV-07, sendo este superior aos demais; o clone CV-05 representa o nono grupo, figurando o grupo estatisticamente inferior (Tabela 2).

No nível de 100% de  $P_2O_5$ , verifica-se entre os valores médios de VR, que o primeiro grupo é formado pelos clones CV-05, CV-07 e CV-12; e o quinto e último grupo é formado pelos clones CV-02 e CV-03 (Tabela 2).

No nível elevado de adubação fosfatada (150% de  $P_2O_5$ ), o grupo significativamente superior de VR é constituído apenas pelo CV-05. O sétimo grupo apresentou a menor média, sendo representado pelo CV-02 (Tabela 2).

A adaptação do sistema radicular às adversas condições nutricionais do solo varia de acordo com as características genéticas dos genótipos de uma mesma espécie, sendo este fato evidenciado geralmente quando a planta está submetida a condição de estresse nutricional (Alves et al., 2002).

Estudando os valores médios de CR dos clones de café conilon, verifica-se a formação de cinco grupos distintos de médias para os níveis 0% e 50% de adubação fosfatada. Para o nível 100% houve a formação de quatro grupos, para o nível 150%, formou-se de sete grupos de médias (Tabela 2).

Para o nível 0% de adubação fosfatada, o clone CV-09 compõe o grupo de maior média de CR. O quinto grupo, estatisticamente inferior aos demais, é constituído pelos clones CV-02, CV-05 e CV-11 (Tabela 2).

Para o nível de 50% de  $P_2O_5$ , o clone CV-09 constitui o grupo superior para os valores médios de CR, e o último grupo de médias, com valores inferiores de CR é composto pelos clones CV-02, CV-04, CV-05 e CV-12 (Tabela 2).

Para o nível de 100%, os clones CV-05 e CV-07 apresentaram médias de CR superiores e o clone CV-02 formou o grupo inferior de médias de CR (Tabela 2).

No nível de 150% de  $P_2O_5$ , verifica-se que o clone CV-05 representa o primeiro grupo de médias de CR, e o grupo inferior de médias de CR é composto dos clones CV-01, CV-04 e CV-12 (Tabela 2).

Observa-se com esses resultados que, no geral, para os menores níveis de adubação fosfatada (0% e 50% de  $P_2O_5$  recomendado), o clone CV-09 se sobressai em relação aos demais quanto ao CR, seguido dos clones CV-06 e CV-07.

Para os níveis de 100% e 150%, o clone CV-05 apresentou as maiores médias dentre os demais.

Para ambas as variáveis nos 13 clones, o coeficiente angular é significativo, mostrando efeito significativo dos níveis de  $P_2O_5$  aplicados. Ainda em relação às regressões (Tabela 3), nota-se que o coeficiente de determinação ( $R^2$ ) é superior a 0,80, mostrando o adequado ajuste dos modelos. A resposta dos genótipos a adubação com fósforo foi linear e crescente

até o nível de 150% da adubação com  $P_2O_5$ .

Matsumoto et al. (2008) relatam melhor desempenho bioquímico, quando se aumenta a adubação com fósforo, sendo o crescimento das partes vegetativas a resposta a esses estímulos.

Tabela 2. Valores médios de volume – VR ( $cm^3$ ) e comprimento de raízes – CR (m) dos 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 | VR               | CR       | VR               | CR        |
|-------|------------------|----------|------------------|-----------|
|       | 0% de $P_2O_5$   |          | 50% de $P_2O_5$  |           |
| CV-01 | 56,00 c          | 327,33 c | 95,00 c          | 489,00 c  |
| CV-02 | 20,00 g          | 103,33 e | 50,00 h          | 315,00 e  |
| CV-03 | 30,00 f          | 252,00 d | 55,00 g          | 336,00 d  |
| CV-04 | 46,00 d          | 247,00 d | 88,00 d          | 278,00 e  |
| CV-05 | 25,00 g          | 116,00 e | 42,00 i          | 252,00 e  |
| CV-06 | 45,00 d          | 284,00 c | 80,00 e          | 573,00 b  |
| CV-07 | 87,00 a          | 310,00 c | 135,00 a         | 609,00 b  |
| CV-08 | 70,00 b          | 378,00 b | 89,00 d          | 494,00 c  |
| CV-09 | 92,33 a          | 499,00 a | 115,00 b         | 688,00 a  |
| CV-10 | 46,67 d          | 218,67 d | 80,00 e          | 453,67 c  |
| CV-11 | 29,00 f          | 119,33 e | 61,67 f          | 385,00 d  |
| CV-12 | 43,67 d          | 210,00 d | 50,00 h          | 276,67 e  |
| CV-13 | 38,33 e          | 205,00 d | 82,67 e          | 405,00 d  |
|       | 100% de $P_2O_5$ |          | 150% de $P_2O_5$ |           |
| CV-01 | 117,00 c         | 594,00 d | 130,00 f         | 791,67 g  |
| CV-02 | 88,67 e          | 388,67 e | 113,33 g         | 939,00 f  |
| CV-03 | 89,00 e          | 578,00 d | 187,33 b         | 1315,33 b |
| CV-04 | 113,33 c         | 662,00 c | 129,00 f         | 851,00 g  |
| CV-05 | 150,00 a         | 942,00 a | 227,33 a         | 1506,00 a |
| CV-06 | 125,00 b         | 707,33 c | 161,67 d         | 973,67 f  |
| CV-07 | 150,00 a         | 966,33 a | 183,33 b         | 1108,33 d |
| CV-08 | 107,67 d         | 865,00 b | 160,00 d         | 1004,00 f |
| CV-09 | 130,00 b         | 858,00 b | 150,00 e         | 1250,00 c |
| CV-10 | 105,00 d         | 896,67 b | 166,67 c         | 1045,67 e |
| CV-11 | 100,00 d         | 613,00 d | 165,00 c         | 946,00 f  |
| CV-12 | 151,67 a         | 550,00 d | 168,00 c         | 841,00 g  |
| CV-13 | 104,00 d         | 619,67 d | 150,00 e         | 940,00 f  |

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

Tabela 3. Equações de regressão com seus respectivos coeficientes de determinação ( $R^2$ ), para volume de raiz - VR ( $\text{cm}^3$ ) e comprimento de raiz - CR (m) em função dos níveis de adubação fosfatada (0, 50, 100 e 150% de  $\text{P}_2\text{O}_5$  recomendado), para cada clone de café conilon que compõe a cultivar “Vitória Incaper 8142”.

| Clone | Variáveis | Equação                      | $R^2$ |
|-------|-----------|------------------------------|-------|
| CV-01 | VR        | $\hat{Y} = 0,488* P + 62,9$  | 0,94  |
|       | CR        | $\hat{Y} = 2,996* P + 325,8$ | 0,98  |
| CV-02 | VR        | $\hat{Y} = 0,637* P + 20,2$  | 0,99  |
|       | CR        | $\hat{Y} = 5,161* P + 49,4$  | 0,87  |
| CV-03 | VR        | $\hat{Y} = 1,012* P + 14,43$ | 0,89  |
|       | CR        | $\hat{Y} = 6,864* P + 105,5$ | 0,83  |
| CV-04 | VR        | $\hat{Y} = 0,548* P + 52,93$ | 0,95  |
|       | CR        | $\hat{Y} = 4,392* P + 180,1$ | 0,91  |
| CV-05 | VR        | $\hat{Y} = 1,431* P + 3,833$ | 0,93  |
|       | CR        | $\hat{Y} = 9,662* P + 23$    | 0,84  |
| CV-06 | VR        | $\hat{Y} = 0,794* P + 43,66$ | 0,99  |
|       | CR        | $\hat{Y} = 4,404* P + 304$   | 0,98  |
| CV-07 | VR        | $\hat{Y} = 0,608* P + 93,23$ | 0,96  |
|       | CR        | $\hat{Y} = 5,504* P + 335,5$ | 0,97  |
| CV-08 | VR        | $\hat{Y} = 0,577* P + 63,36$ | 0,92  |
|       | CR        | $\hat{Y} = 4,498* P + 347,9$ | 0,95  |
| CV-09 | VR        | $\hat{Y} = 0,376* P + 93,63$ | 0,99  |
|       | CR        | $\hat{Y} = 4,846* P + 460,3$ | 0,95  |
| CV-10 | VR        | $\hat{Y} = 0,771* P + 41,83$ | 0,96  |
|       | CR        | $\hat{Y} = 5,848* P + 215,0$ | 0,96  |
| CV-11 | VR        | $\hat{Y} = 0,892* P + 21,96$ | 0,97  |
|       | CR        | $\hat{Y} = 5,416* P + 109,6$ | 0,99  |
| CV-12 | VR        | $\hat{Y} = 0,949* P + 32,13$ | 0,87  |
|       | CR        | $\hat{Y} = 4,332* P + 144,4$ | 0,94  |
| CV-13 | VR        | $\hat{Y} = 0,712* P + 40,3$  | 0,98  |
|       | CR        | $\hat{Y} = 4,839* P + 179,4$ | 0,98  |

\* Significativo pelo teste t, a 5% de probabilidade.

## CONCLUSÃO

O sistema radicular dos treze clones de café conilon da cultivar clonal “Vitória Incaper 8142” apresentam comportamento diferenciado dentro de cada nível de fósforo. Ocorreu aumento linear do volume e do comprimento de raiz dos clones da cultivar “Vitória Incaper 8142” em função do aumento dos níveis de fósforo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, V.M.C.; PARENTONI, S.N.P.; VASCONCELLOS, C.A.; PITTA, G.V.; FRANÇA, C.C.M. Cinética de absorção de fósforo e crescimento do sistema radicular de genótipos de milho contrastantes para eficiência a fósforo. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.1, n.1, p.85-92, 2002.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. Acompanhamento da safra brasileira de café: Safra 2013, primeira estimativa, janeiro/2013. Brasília: Conab, 2013. 18p.
- CRUSCIOL, C. A. C.; MAUAD, M.; ALVAREZ, R. C. et al. Doses de fósforo e crescimento radicular de cultivares de arroz de terras altas. Bragantia, 64: 643- 649, 2005.
- DAMATTA, F.M.; RONCHI, C.P.; MAESTRI, M.; BARROS, R.S. Ecophysiology of coffee growth and production. Braz. Journal Plant Physiol., v. 19, n.4, p. 485-510, 2007.
- 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.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2.ed. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 2006. 306p.
- FERRÃO, R. G.; CRUZ, C. D.; FERREIRA, A. et al. Parâmetros genéticos em café Conilon. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 43(1): 61-69, 2008.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. Ciência e Agrotecnologia, 35(6):1039-1042, 2011.
- GRANT, C.A.; FLATEN, D.N.; TOMASIEWICZ, D.J.; SHEPPARD, S.C. A Importância do fósforo no desenvolvimento inicial da planta. Piracicaba: POTAFOS, 2001. p. 1-5. (Informações Agronômicas, 95).

- 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.
- MATSUMOTO, S. N.; CARVALHO, F. M.; VIANA, A. E. S. et al. Initial growth of coffee plants (*Coffea arabica* L.) submitted to different phosphate doses in nutritive solution. *Coffee Science*, 3(1):58-67, 2008.
- NOVAIS, R.F.; SMYTH, T.J. Fósforo em solo e planta em condições tropicais. Universidade Federa de Viçosa, Viçosa, MG. 1999. 399p.
- TENNANT, D. A. Test of a modified Hen intersects method of estimating root length. *Journal of Ecology*. South Perth, 63:995-1001, 1975.