

## EFICIÊNCIA DE UTILIZAÇÃO DE FÓSFORO EM CLONES DE CAFEIRO CONILON

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, jfamaral@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, tafarecolodetti@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:** Na busca por informações a respeito da eficiência nutricional do cafeeiro, o presente estudo teve por objetivo avaliar a influência dos níveis de adubação fosfatada na eficiência de utilização do elemento fósforo em clones de cafeeiro conilon, em condição de casa de vegetação. O experimento foi conduzido em casa de vegetação do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo. 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 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), em um delineamento inteiramente casualizado (DIC). A parcela experimental foi constituída de uma muda de cada genótipo por vaso. Aos 150 dias de cultivo procedeu-se o corte das plantas, e a partir da massa de matéria seca e do conteúdo dos nutrientes na planta, foi calculada a eficiência de utilização do fósforo. Os treze clones de café conilon apresentaram respostas diferenciadas quanto à eficiência de utilização do fósforo, dentro de cada nível de adubação fosfatada. Os clones apresentaram crescimento linear para a eficiência de utilização do fósforo em função do aumento dos níveis deste elemento no solo, com exceção do CV-09 que não foi possível ajustar um modelo de regressão para sua EUP.

**PALAVRAS-CHAVE:** Café conilon, eficiência nutricional, eficiência de utilização.

### PHOSPHORUS USE EFFICIENCY IN CLONES CONILON COFFEE

**ABSTRACT:** In the search for information about the nutritional efficiency of the coffee, the present study aimed to evaluate the influence of the levels of phosphorus in the utilization efficiency of the element phosphorus clones conilon coffee in greenhouse condition. The experiment was conducted in the greenhouse of the Agricultural Science Center, Federal University of Espírito Santo. The experiment was conducted in 13 x 4 factorial design with three replications, with the factors: 13 clones comprising the clonal cultivar "Victory Incaper 8142" (CV-01, CV-02, CV-03, CV-04, CV-05, RC-06, RC-07, RC-08, RC-09, RC-10, RC-11, RC-12 and RC-13) and four levels of phosphorus (0%, 50%, 100% and 150% of the recommended P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) in a completely randomized design (CRD). The experimental unit consisted of a seedling of each genotype per pot. After 150 days of cultivation proceeded to cut the plants, and from the dry matter and nutrient content in plant was calculated efficiency of utilization of phosphorus. The thirteen conilon coffee clones showed different responses regarding the efficiency of utilization of phosphorus within each level of phosphorus. The clones were linear for phosphorus use efficiency due to higher levels in the soil, except for the CV-09 was not possible to fit a regression model for EUP.

**KEY WORDS:** Conilon coffee, nutritional efficiency, utilization efficiency.

### INTRODUÇÃO

A cultivar clonal “Vitória Incaper 8142”, obtida pelo agrupamento de 13 clones elite do banco de germoplasma do programa de melhoramento genético do instituto (Fonseca et al., 2004a), foi testada e avaliada em diversos ambientes, apresentando-se com alta capacidade produtiva, sendo em torno de 21,05% superior às demais cultivares recomendadas para o estado do Espírito Santo (Ferrão et al., 2004). Contudo, para a obtenção de altas produtividades é necessário, além do material genético de qualidade, a adoção de técnicas e métodos culturais para o sucesso da cultura. Nesse contexto, a adubação é caracterizada como uma prática sustentável e de renomada importância para que a produtividade da lavoura e a rentabilidade do produtor sejam maximizadas.

Dessa forma, é de suma importância a adequação dos níveis dos elementos minerais no solo. Diante disso, é ressaltada a essencialidade do elemento fósforo (P), sendo a deficiência deste no solo, a que mais limita a produção das culturas no Brasil (Novais; Smyth, 1999).

No cafeeiro em fase juvenil, o fósforo atua significativamente no sistema radicular, proporcionando um aumento expressivo e importante nessa parte da planta. Porém, em condição de baixa disponibilidade de P no solo, as mudas de café apresentam desenvolvimento insatisfatório e irregular do sistema radicular, assim como da parte aérea da planta (DaMatta et al., 2007).

A eficiência nutricional é conceituada como sendo a característica utilizada para expressar a capacidade que uma planta apresenta para absorver e utilizar determinado nutriente. Esse conceito também pode se relacionar com a capacidade de produção econômica da planta por unidade de nutriente fornecido a ela (Baligar; Fageria, 1998); Fageria (1998) relatou que é essencial aumentar a eficiência do nutriente fósforo na produção agrícola, e para isso, os estudos de eficiência nutricional devem dar prioridade para este elemento.

A eficiência de utilização é uma das formas de estudo de eficiência nutricional, levando em consideração a capacidade que a planta apresenta de produzir biomassa seca por unidade do nutriente absorvido, caracterizando a relação entre a massa de matéria seca total e a quantidade do nutriente na planta (Li et al., 1991).

Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a influência dos níveis de adubação fosfatada na eficiência de utilização do elemento fósforo em clones de cafeeiro conilon, em condição de casa de vegetação.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal 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. Fez-se análise química e física deste solo (Tabela 1), caracterizando-o 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).

O 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 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 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, correspondendo a 0; 3,15; 6,30 e 9,45 g vaso<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), 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. O plantio das mudas ocorreu após a aplicação dos níveis de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, utilizando mudas com três pares de folhas fornecidas pelo Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural – INCAPER.

Os níveis de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> correspondentes a cada parcela experimental foram aplicados na forma de sais p.a. (KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>), diluídos em água destilada e homogeneizados totalmente ao volume de solo no vaso.

O potássio foi aplicado em dose única no ato do plantio, correspondendo a 5,20 g/vaso de K<sub>2</sub>O. A adubação nitrogenada

com  $\text{NH}_2\text{CONH}_2$  p.a. (17,3 g de N por vaso), foi parcelada em cinco aplicações, sendo a primeira no ato do plantio e as demais espaçadas de 30 dias.

A irrigação foi realizada mantendo-se a umidade do solo durante todo período do experimento a 60% do volume total de poros.

Aos 150 dias de cultivo procedeu-se o corte das plantas, separando o caule e os ramos, as folhas e as raízes. Todas estas partes foram acondicionadas separadamente em sacolas de papel e levadas à estufa de circulação forçada de ar, à temperatura de 65° C, para a obtenção da massa de matéria seca das partes.

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 utilização = (matéria seca total produzida)<sup>2</sup>/(conteúdo total do nutriente na planta), segundo Siddiqi & Glass (1981).

Os dados foram submetidos à análise de variância ( $p \leq 0,05$ ), utilizando-se o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2008) e, quando significativos, 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

A análise de variância mostrou-se significativa ( $p \leq 0,05$ ) para os valores de eficiência de utilização de fósforo (EUP) nas plantas de café conilon, pela interação entre os níveis de adubação fosfatada e os clones de café conilon.

Na Tabela 2, é demonstrado de forma evidente que houve a formação de diversos grupos de médias para os valores de EUP nos clones de café conilon, devido à variação dos níveis de adubação fosfatada.

Tabela 2. Valores médios da eficiência de utilização de fósforo ( $\text{g}^2 \text{mg}^{-1}$ ) de clones de café conilon que compõem a cultivar “Vitória Incaper 8142” para cada nível de adubação fosfatada (0, 50, 100 e 150% de  $\text{P}_2\text{O}_5$  recomendado para a cultura)

Clone	Nível de Adubação Fosfatada (%)			
	0	50	100	150
CV-01	40,82 b	47,50 a	46,48 b	51,42 c
CV-02	17,20 i	36,45 c	38,82 d	42,82 e
CV-03	28,48 f	32,47 d	35,77 e	53,64 b
CV-04	26,46 g	29,86 e	37,62 d	46,83 d
CV-05	36,20 d	31,91 d	47,04 b	52,80 b
CV-06	35,96 d	47,55 a	50,07 a	55,41 b
CV-07	38,13 c	41,29 b	48,20 b	58,20 a
CV-08	36,13 d	43,45 b	51,40 a	59,69 a
CV-09	48,60 a	42,64 b	49,20 a	47,75 d
CV-10	32,81 e	35,49 c	40,29 c	48,81 d
CV-11	19,73 h	35,95 c	38,64 d	51,16 c
CV-12	25,92 g	25,61 f	45,11 b	47,99 d
CV-13	25,62 g	36,19 c	42,07 c	48,43 d

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

No nível de 0% da adubação fosfatada, houve a formação de 9 grupos de clones, sendo o primeiro grupo formado pelo clone CV-09 por apresentar a maior média de EUP, e o nono grupo formado pelo clone CV-02, onde este apresentou a menor média de EUP. Os demais clones se enquadraram nos grupos de médias intermediárias (Tabela 2). É importante resaltar que a formação desse grande número de grupos de médias no referido nível de adubação fosfatada, ocorreu devido à diversidade genética existente entre os clones (Fonseca et al., 2004b; Ferrão et al., 2008). Esse é um fator de grande valia no que se refere à busca por materiais com maior eficiência de utilização de determinados elementos em condições de baixa disponibilidade do mesmo.

No nível de 50% da adubação com fósforo, percebe-se a formação de 6 grupos de médias de EUP, sendo que os clones CV-01 e CV-06 formaram o grupo com maiores médias de EUP, enquanto que o clone CV-12 formou o grupo de menor média. Os demais grupos foram constituídos pelos clones intermediários (Tabela 2).

Com relação ao nível de 100% da adubação fosfatada, houve a formação de 5 grupos de médias, sendo o primeiro grupo constituído pelos clones CV-06, CV-08 e CV-09, por apresentarem as maiores médias de EUP neste nível de adubação com o referido elemento. O clone CV-03 apresentou a menor média de EUP, e por isso, representou o último grupo. Os outros grupos foram representados pelos clones intermediários (Tabela 2).

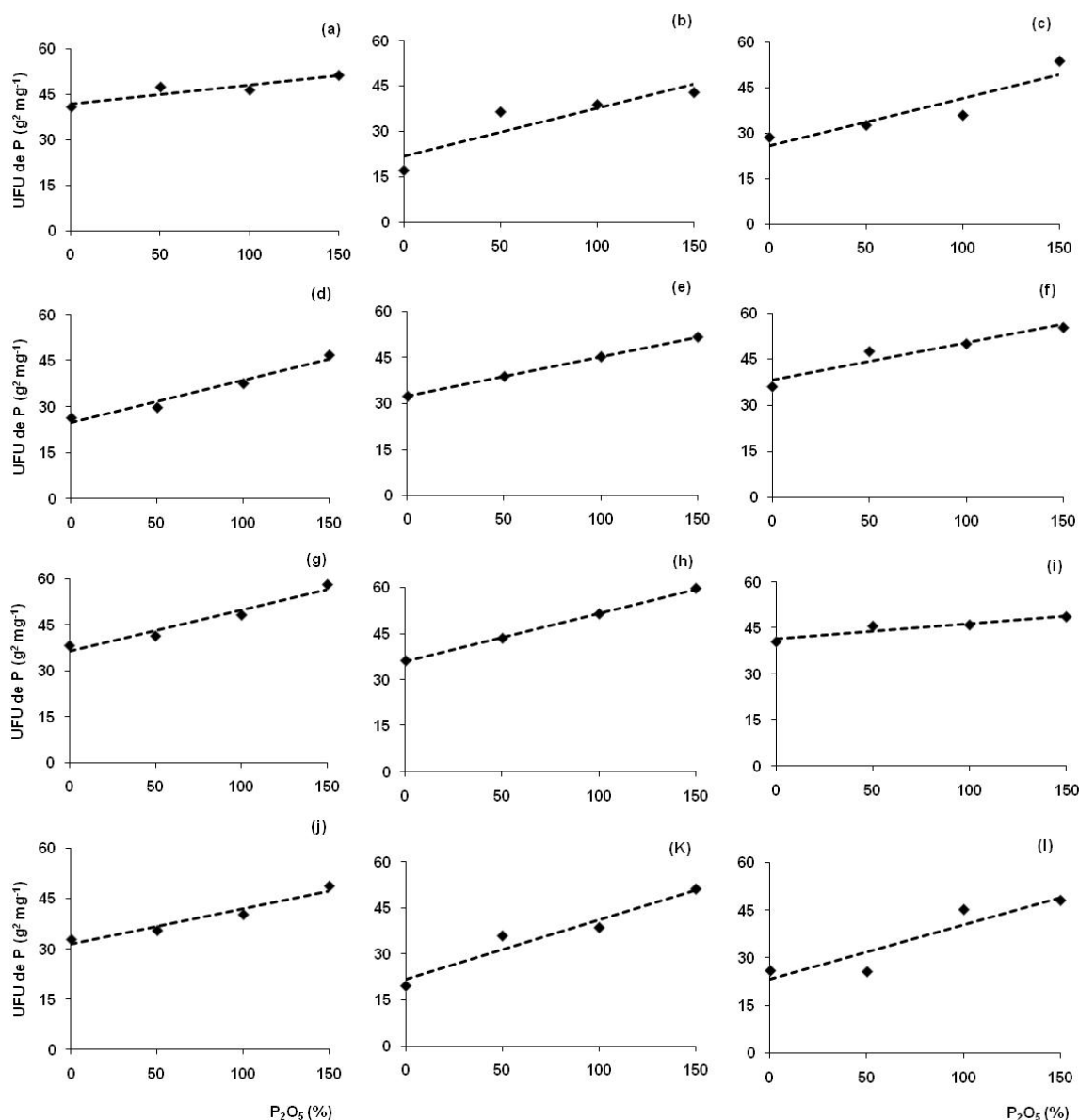
Por fim, no nível de 150% da adubação fosfatada, 5 grupos de médias foram formados, onde os clones CV-07 e CV-08 representaram o grupo de maiores médias de EUP. Já o clone CV-02 foi responsável por formar o grupo de menor média de EUP. Os demais clones formaram os grupos intermediários (Tabela 2).

Contudo, é perceptível que esses clones de café conilon apresentaram diferença quanto à eficiência de utilização de P. Uma vez que, como demonstrado anteriormente, os clones que se destacaram significativamente dentro de um nível de adubação fosfatada, no geral, não mantiveram a mesma performance nos demais níveis de fósforo utilizados nesse estudo. Segundo Fonseca et al. (2004b) e Ferrão et al. (2008), essa diferenciação deve-se à diversidade genotípica presente nos clones em estudo.

Machado et al. (2001) também encontraram diferenças entre genótipos de milho em um estudo de eficiência de utilização de P, quando submetidos a um mesmo nível de adubação com este elemento.

De modo geral, todos os clones de café conilon da cultivar “Vitória Incaper 8142” apresentaram a máxima eficiência de utilização de P no nível de 150% do recomendado para a cultura, dentro do intervalo estudado. Sendo assim, a análise de regressão mostrou-se linear e crescente para todos os devidos clones, com exceção do CV-09, que não foi possível ajustar um modelo de regressão para sua EUP (Figura 1).

Além disso, na Tabela 3 é explícita a significância do modelo utilizado, uma vez que nenhum coeficiente de determinação ( $R^2$ ) das equações se mostrou inferior a 0,75.



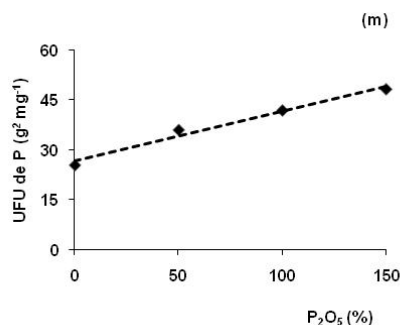


Figura 1. Eficiência de utilização de fósforo ( $\text{g}^2 \text{mg}^{-1}$ ) de treze clones de café conilon, que compõem a cultivar clonal “Vitória Incaper 8142”, influenciadas por níveis de adubação fosfatada (0, 50, 100 e 150% de  $\text{P}_2\text{O}_5$  recomendado para a cultura). <sup>[a]</sup>CV-01; <sup>[b]</sup>CV-02; <sup>[c]</sup>CV-03; <sup>[d]</sup>CV-04; <sup>[e]</sup>CV-05; <sup>[f]</sup>CV-06; <sup>[g]</sup>CV-07; <sup>[h]</sup>CV-08; <sup>[i]</sup>CV-09; <sup>[j]</sup>CV-10; <sup>[k]</sup>CV-11; <sup>[l]</sup>CV-12; e <sup>[m]</sup>CV-13.

Tabela 1. Equações de regressão, com seus respectivos coeficientes de determinação ( $R^2$ ), de eficiência de utilização de fósforo ( $\text{g}^2 \text{mg}^{-1}$ ) em função dos níveis de adubação fosfatada (0, 50, 100 e 150% de  $\text{P}_2\text{O}_5$  recomendado para a cultura), para cada clone de café conilon que compõe a cultivar “Vitória Incaper 8142”

Clone	Equação Eficiência de utilização de fósforo ( $\text{g}^2 \text{mg}^{-1}$ )	$R^2$
CV-01	$\hat{Y} = 0,0616* P + 41,944$	0,82
CV-02	$\hat{Y} = 0,1585* P + 21,943$	0,80
CV-03	$\hat{Y} = 0,1575* P + 25,780$	0,83
CV-04	$\hat{Y} = 0,1377* P + 24,868$	0,96
CV-05	$\hat{Y} = 0,1298* P + 32,254$	0,76
CV-06	$\hat{Y} = 0,1217* P + 38,125$	0,91
CV-07	$\hat{Y} = 0,1343* P + 36,389$	0,95
CV-08	$\hat{Y} = 0,1572* P + 35,878$	0,99
CV-09	$\hat{Y} = \bar{Y} = 46,450$	-
CV-10	$\hat{Y} = 0,1056* P + 31,437$	0,94
CV-11	$\hat{Y} = 0,1940* P + 21,828$	0,93
CV-12	$\hat{Y} = 0,1714* P + 23,309$	0,84
CV-13	$\hat{Y} = 0,1486* P + 26,934$	0,97

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

A eficiência de utilização está diretamente relacionada com a massa de matéria seca total da planta. Contudo, essa relação também abrange outras características vegetativas e de grande importância para o sucesso do desenvolvimento e produção de uma planta, como o número de folhas e a área foliar (Amaral et al., 2011). Dessa forma, pode-se dizer que não só o fator genético é responsável pela melhor utilização do P na produção de biomassa pela planta (Gabelman; Gerloff, 1983), mas também variáveis vegetativas importantes (número de folhas e área foliar), certamente influenciaram a resposta dos clones de café conilon quanto à eficiência de utilização do fósforo.

## CONCLUSÃO

Os treze clones de café conilon da cultivar clonal “Vitória Incaper 8142” apresentaram respostas diferenciadas quanto a eficiência de utilização do fósforo, dentro de cada nível de adubação fosfatada, e características crescente e linear em função do aumento dos níveis deste elemento no solo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMARAL, J.F.T; MARTINEZ, H.E.P.; LAVIOLA, B.G.; FILHO, E.I.F.; CRUZ, C.D. Eficiência de utilização de nutrientes por cultivares de cafeeiro. *Ciência Rural*, v.41, n.4, 2011.
- BALIGAR, V.C.; FAGERIA, N.K. Plant nutrient efficiency: towards the second paradigm. In: Siqueira, J.O. et al. (Ed.). *Inter-relação fertilidade, biologia do solo e nutrição de plantas*. Lavras: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1998. p. 183 - 204.
- DAMATTA, F.M.; RONCHI, C.P.; MAESTRI, M.; BARROS, R.S. Ecophysiology of coffee growth and production. *Braz. Jornal Plant Physiol.*, v. 19, n.4, p. 485-510, 2007.

- 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, n.1, 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, n. 1, p.61-69, 2008.
- FERRÃO, R.G.; FONSECA, A.F.A.; FERRÃO, M.A.G.; DE MUNER, L.H.; VERDIM FILHO, A.C.; VOLPI, P.S.; MARQUES, E.M.G.; ZUCATELI, F. Café conilon: técnicas de produção com variedades melhoradas. Vitória, ES: Incaper, 2004, 60 p. (Circular Técnica, 03-I).
- FERREIRA, D.F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. Revista Symposium, v. 6, p. 36-41, 2008.
- FONSECA, A.F.A. DA, FERRÃO, M.A.G., FERRÃO, R.G., VERDIN FILHO, A.C., VOLPI, P.S., ZUCATELI, F. Conilon Vitória Incaper 8142 : Variedade Clonal de Café Conilon. Vitória, ES: Incaper, 2004a. 24p. (Documentos, 127).
- 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, Londrina, PR, v. 4, n. 4, p. 503-505, 2004b.
- GABELMAN, W.H.; GERLOFF, G.C. The search for and interpretation of genetic controls that enhance plant growth under deficiency levels of a macronutrient. Plant Soil, v.72, p.335-350, 1983.
- 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.
- LI, B.; MCKEAND, S.E.; ALLEN, H.L. Genetic variation in nitrogen use efficiency of loblolly pine seedlings. Forest Science, v.37, n.2, p.613-626, 1991.
- MACHADO, C.T.T.; FURLANI, A.C.; MACHADO, A.T. Índices de eficiência de variedades locais de melhoradas de milho ao fósforo. Bragantia, v. 60, n. 3, p. 225-238, 2001.
- NOVAIS, R.F.; SMYTH, T.J. Fósforo em solo e planta em condições tropicais. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG. 1999. 399p.
- SIDDIQI, M.Y.; GLASS, A.D.M. Utilization index: a modified approach to the estimation and comparison of nutrient utilization efficiency in plants. Journal of Plant Nutrition, v.4, p.289-302, 1981.