

## CRESCIMENTO RELATIVO DE CAFEZEIROS EM TIPOS DE SOLO E FONTES DE FOSFORO<sup>(1)</sup>

Antonio Jackson de Jesus Souza<sup>(2)</sup>; Rubens José Guimarães<sup>(3)</sup>; Myriane Stella Scalco<sup>(4)</sup>; Julian Junio de Jesus Lacerda<sup>(5)</sup>  
Tamara Cubiaki Pires<sup>(6)</sup>; Renato Ribeiro de Lima<sup>(7)</sup>; José Antonio do V. Sant'ana<sup>(8)</sup>.

<sup>(1)</sup> Trabalho executado com recursos da Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de Minas Gerais.

<sup>(2)</sup> Doutorando em Fitotecnia; Universidade Federal de Lavras – Departamento de Agricultura; Lavras, MG; jacksonagro@gmail.com;

<sup>(3)</sup> Professor Associado; Universidade Federal de Lavras – Departamento de Agricultura; Lavras, MG; rubensjg@dag.ufla.br;

<sup>(4)</sup> Pesquisadora; Universidade Federal de Lavras – Departamento de Agricultura; Lavras, MG; msscalco@dag.ufla.br;

<sup>(5)</sup> Doutorando em Ciência do Solo; Universidade Federal de Lavras – Departamento de Ciência do Solo; Lavras, MG; julianlacerda@gmail.com;

<sup>(6)</sup> Doutoranda em Fitotecnia; Universidade Federal de Lavras – Departamento de Agricultura; Lavras, MG; tcubiaki@hotmail.com;

<sup>(7)</sup> Professor Adjunto; Universidade Federal de Lavras – Departamento de Ciências Exatas; Lavras, MG; rrlima@dex.ufla.br;

<sup>(8)</sup> Doutorando em Recursos Hídricos em Sistemas Agrícolas; Universidade Federal de Lavras – Departamento de Engenharia; Lavras, MG; zinhojaves@yahoo.com.br.

**RESUMO:** O tipo de solo e as fontes de fertilizantes fosfatados podem influir no desenvolvimento de plantas cultivadas. O objetivo do presente trabalho foi avaliar o crescimento relativo de cafeeiros *Coffea arabica* L. cultivados em três tipos de solos e duas fontes de fósforo, constituindo um fatorial 3x2. O delineamento estatístico utilizado foi em blocos casualizados com três repetições. Ao final do experimento foi realizada a análise de variância e teste de médias (Scott knott  $\alpha$  5%). Os solos utilizados foram: Latossolo Vermelho distroférico típico, Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico típico e Neossolo Quartzarênico ótico espódico. As fontes de fertilizantes fosfatados foram: fonte fosfatada A (46% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> sol. CNA + H<sub>2</sub>O, 10% Ca, e 6% de S) e fonte fosfatada B (3% de N, 28% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> sol. CNA + H<sub>2</sub>O, 10% Ca, e 6% de S), ambos na dose de 80 g de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> por vaso. As regas das mudas foram realizadas por sistema de micro-aspersão. Ao centésimo dia, após implantação foram avaliadas a razão de área foliar (RAF), taxa de crescimento absoluto (TCA), taxa de crescimento relativo (TCR) e índice de área foliar (IAF). Foi verificado efeito significativo para a interação solo e fonte de fósforo (S\*P) na variável razão de área foliar (RAF), taxa de crescimento absoluto (TCA), taxa de crescimento relativo (TCR), em solo arenoso. O maior valor de RAF foi obtido com a fonte de fertilizante fosfatado A. A fonte de fertilizante fosfatado B apresentou maiores TCA e TCR. Cafeeiros fertilizados com fertilizante fosfatado B apresentam maior desenvolvimento inicial.

**PALAVRAS-CHAVE:** café, textura de solo, fertilizante fosfatado.

## RELATIVE GROWTH OF COFFEE IN SOIL TYPES AND SOURCES OF PHOSPHORUS

**ABSTRACT:** The type of soil and phosphate fertilizer sources can influence the development of cultivated plants. The objective of this study was to evaluate the relative growth of *Coffea arabica* L. grown in three soil types and two sources of phosphorus, forming a 3x2 factorial. The statistical design was a randomized block with three replications. At the end of the experiment carried out analysis of variance and mean test (Scott knott  $\alpha$  5%). The soils used were Latossolo Vermelho distroférico típico, Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico típico e Neossolo Quartzarênico ótico espódico. The phosphate fertilizer sources were: The phosphorus source (46% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> sun. CNA + H<sub>2</sub>O, 10% Ca, and 6% S) and phosphorus source B (3% N, 28% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> sun. CNA + H<sub>2</sub>O 10% Ca, and 6% S) both at the dose of 80 g of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> per pot. Watering the seedlings were performed by micro-sprinkler system. The hundredth day after implantation were evaluated leaf area ratio (LAR), absolute growth rate (AGR), relative growth rate (RGR) and leaf area index (LAI). Was significant effect for the interaction soil and phosphorus source (S\*P) in the variable leaf area ratio (LAR), absolute growth rate (AGR), relative growth rate (RGR) in sandy soil. The highest value was obtained with the LAR source of phosphate fertilizer A. The source of phosphate fertilizer B showed higher AGR and RGR. Coffee plants fertilized with phosphate fertilizer B have higher initial development.

**KEY WORDS:** coffee plant, soil texture, phosphate fertilizer.

## INTRODUÇÃO

A alta capacidade que solos tropicais têm para reter fósforo (P) na fase sólida é uma das principais limitações para o desenvolvimento da agricultura. O teor de argila, bem como a natureza mineralógica dessa argila interferem na capacidade de adsorção do fósforo pelas plantas. O P na solução do solo está em equilíbrio com formas de diferentes graus de solubilidade na fase sólida. Quando adubos fosfatados são aplicados ao solo, todo o P é retido na fase sólida, formando compostos menos solúveis (MALAVOLTA, 2006). Todavia, parte do fósforo retido é aproveitado pelas plantas. A magnitude dessa recuperação depende além da textura, da fonte de fertilizante utilizado. Estudos com desenvolvimento de plantas em tipos de solos e fontes de fertilizante fosfatado permitem mensurar o fornecimento deste nutriente à planta. A eficiência agrônômica das fontes fosfatadas está relacionada à composição química e à solubilidade da mesma, de modo que quanto maior a solubilidade da fonte, mais rápida deve ser a difusão do fósforo no processo de absorção pelas plantas, como também a adsorção pelas partículas do solo (PROCHNOW et al., 2004). MELO et al. (2005) apontam incremento de produção com a aplicação de diversas fontes de fertilizantes fosfatados no café. Novas fontes de fertilizantes lançadas no mercado devem ser avaliadas para verificar a real eficiência. Neste contexto o presente trabalho objetiva avaliar o desenvolvimento inicial de cafeeiros adubados com duas fontes de fósforo em diferentes tipos de solo.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado no Setor de Cafeicultura da Universidade Federal de Lavras – UFLA, com mudas de café arábica transplantadas em vasos com 20 litros de solo. O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados (DBC) com esquema fatorial 3 x 2 definido por três tipos de solos e duas fontes de fósforo. Os solos utilizados no experimento foram classificados como Latossolo Vermelho distroférico típico (LVdf), Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico típico (LVAd) e Neossolo Quartzarênico ótico espódico (RQo) (EMBRAPA, 2006). Estes solos foram corrigidos com calcário dolomítico (PRNT 87%), mediante análise de solo (Tabela 1) elevando para 60% a saturação por bases (GUIMARÃES et al., 1999).

Tabela 1. Análise\* física e química dos solos, Latossolo Vermelho distroférico típico (LVdf), Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico típico (LVAd) e Neossolo Quartzarênico ótico espódico (RQo).

SOLO	Argila	pH	P	K	Ca	Mg	Al
Classe	dag kg <sup>-1</sup>	H <sub>2</sub> O	mg dm <sup>-3</sup>	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>			
LVdf	65	6	2,6	41	4,1	0,4	0
LVAd	26	5,3	0,6	39	0,1	0,1	0,1
RQo	5	5,2	7,9	67	0,2	0,1	0,6

(Continuação)

SOLO	H + Al	SB	t	T	V	M	MO
Classe	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	%					dag kg <sup>-1</sup>
LVdf	3,2	4,6	4,6	7,8	58,6	0	3,6
LVAd	2,9	0,3	0,4	3,2	8,8	26,3	0,6
RQo	4,5	0,4	1	5	9	57,5	1,6

\*Laudo emitido pelo Laboratório de Análises Química e Física de Solo do Departamento de Ciência do Solo – Universidade Federal de Lavras.

Com os solos corrigidos em 60% da saturação por bases, foram aplicados os fertilizantes FFA e FFB na dose de 80 g de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> por vaso (Tabela 2). As fontes de fertilizante fosfatado A (FFA) apresentava na composição química 46% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> sol. CNA + H<sub>2</sub>O, 10% Ca, e 6% de S. A fonte fosfatada B (FFB) continha 3% de N, 28% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> sol. CNA + H<sub>2</sub>O, 10% Ca, e 6% de S na composição. Nos tratamentos que receberam FFA, foi utilizado o fertilizante nitrogenado uréia (40% de N) para equilibrar com o FFB, o suprimento em 3% de N. Na implantação, as mudas de café *Coffea arabica* L. cultivar Acaíá Cerrado apresentavam três pares de folhas totalmente expandidas.

Tabela 2. Quantidade de fertilizante utilizada na parcela.

Tratamento	Fertilizante aplicado por vaso (g)		
	Uréia	FFA	FFB
80 g P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (FFA)	21,43	173,91	0
80 g P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (FFB)	0	0	285,71

Para assegurar a realização do experimento às condições climáticas da região, foi realizado o monitoramento do tempo em estação climatológica marca iMetos® (Tabela 3). As regas foram realizadas por sistema de micro aspersão.

Tabela 3. Médias de temperatura máxima (T<sub>max</sub>), média (T<sub>med</sub>) e mínima (T<sub>min</sub>), umidade relativa (UR), velocidade do vento (VV), precipitação (P) e radiação (R) do tempo durante a condução do experimento.

T <sub>max</sub> (°C)	T <sub>med</sub> (°C)	T <sub>min</sub> (°C)	UR (%)	VV (m,s <sup>-1</sup> )	P (mm)	R (W,m <sup>-2</sup> )
28,25	21,55	17,10	82,40	0,16	8,75	95,00

Para mensurar os efeitos destes tratamentos, foram determinadas as variáveis de crescimento relativo de plantas, conforme recomendações de Cairo et al. (2008), nos parâmetros: razão de área foliar (RAF), taxa de crescimento absoluto (TCA), taxa de crescimento relativo (TCR) e índice de área foliar (IAF).

Na determinação da razão de área foliar (RAF) foi utilizada a fórmula:  $RAF = AFI/MSPLf$  com dados expressos em cm<sup>2</sup> g<sup>-1</sup> onde AFI e MSPLf são área foliar e massa seca da planta respectivamente ao final do experimento. A taxa de crescimento absoluto (TCA) foi definida por:  $TCA = (MSPLf - MSPLi)/(tf - ti)$  onde MSPLf e MSPLi são as massas secas da planta no início e ao final do experimento, tf e ti correspondem ao período de tempo em dias de condução do experimento. Assim Benincasa (2004) define a TCA como a variação ou incremento entre duas amostragens sucessivas, indicando a velocidade de crescimento da planta em g dia<sup>-1</sup>.

A taxa de crescimento relativo (TCR) foi definida pela fórmula:  $TCR = (\ln MSPLf - \ln MSPLi)/(tf - ti)$  com dados expressos em g g<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, onde lnMSPLf e lnMSPLi são os logaritmos neperianos de massa seca da planta no início e ao final, tf e ti correspondem ao período de tempo em dias. Assim a TCR expressa o incremento na massa de matéria seca, por unidade de peso inicial, em um intervalo de tempo (REIS & MULLER, 1979). O índice de área foliar foi determinado por:  $IAF = TCR * RAF$  essa característica é adimensional, onde TCR é taxa de crescimento relativo e RAF é a razão de área foliar.

Ao final do experimento (100 dias), os dados foram coletados, tabulados e foi realizada a análise de variância por meio do programa de estatística SISVAR® (FERREIRA, 2011). As interações quando significativas foram desdobradas com o estudo do teste de média Scott-knott a 5% de probabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dentre as fontes de variações estudadas, foi verificado efeito da interação entre fontes de fósforo e tipos de solos (P\*S) nas características razão de área foliar (RAF) taxa de crescimento absoluto (TCA) e taxa de crescimento relativo (TCR) (Tabela 4). Justifica-se os efeitos relacionados aos tipos de solo, por se tratar de solos com texturas muito distintas (Tabela 1). Para a fonte de variação fontes de fósforo (P), foi verificado efeito em taxa de crescimento absoluto (TCA) e taxa de crescimento relativo (TCR) (Tabela 4).

Tabela 4. Resumo da análise de variância referente a razão de área foliar (RAF) taxa de crescimento absoluto (TCA), taxa de crescimento relativo (TCR) e índice de área foliar (IAF) em mudas de café *Coffea arabica* L. para as fontes de variações, fontes de fósforo (P) e tipos de solo (S).

FV	GL	QM			
		RAF	TCA	TCR	IAF
FONTE (P)	2	547,4929	0,0011*	0,1964*	0,6460
SOLO (S)	1	425,5417	0,0002	0,0243	909,7581
BLOCO	2	26,2869	0,0001	0,0085	105,7660
P*S	2	1179,3628*	0,0007*	0,1394*	2499,0443
ERRO	10	278,8208	0,0001	0,0222	893,9278
CV (%)		21,29	19,28	7,73	20,05

\* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F

Realizando o desdobramento da interação (P\*S) na característica razão de área foliar, taxa de crescimento relativo e taxa de crescimento absoluto foi verificado efeito significativo apenas em solo arenoso (5 % de argila) (Tabela 5). Em solos arenosos há uma menor adsorção de fósforo (BASTOS et al., 2008). Assim, o nutriente fósforo pode estar disponível em maior quantidade ao cafeeiro, favorecendo maior RAF, TCA e TCR. Possivelmente em solos com maiores teores de argila (LVdf e LVAd), a maior afinidade do fósforo com as partículas do solo, tenha possibilitado menor disponibilidade de fósforo, não causando diferenças significativas no desenvolvimento dos cafeeiros para estes tipos de solos.

Quanto ao comportamento das fontes de fertilizante fosfatado, foi evidenciado maior razão de área foliar, nos cafeeiros que receberam a fonte de fertilizante fosfatado A (FFA). A maior RAF corresponde à maior área foliar (cm<sup>2</sup>) para produzir 1 g de matéria seca (CAIRO et al., 2008). Assim uma menor eficiência no desenvolvimento de fitomassa pode ser observada pelo aumento da respiração (OLIVEIRA & GOMIDE, 1986).

Tabela 5. Desdobramento da interação entre fontes de fósforo e solos para razão de área foliar (RAF) taxa de crescimento absoluto (TCA) e taxa de crescimento relativo (TCR) em solo arenoso.

Fertilizante	RAF*	TCA	TCR
FFA	104,55 A	0.04 B	1.65 B
FFB	66,77 B	0.08 A	2.19 A

\* Letras diferentes na coluna indica diferença estatística a 5% de probabilidade pelo teste Scott-knott.

No desdobramento da interação solo com fontes de fósforo (S\*P) foi verificado que plantas de café adubado com a fonte de fertilizante fosfatado B (FFB) apresentaram maior taxa de crescimento absoluto e taxa de crescimento relativa (Tabela 5). Para Benincasa (2004), a TCA e TCR podem ser utilizadas para determinar a velocidade média de crescimento da planta ao longo do período de observação. Assim, cafeeiros que tiveram a aplicação da fonte de fertilizante fosfatado B (FFB) apresentam maior desenvolvimento inicial do cafeeiro (Tabela 5).

## CONCLUSÕES

1. Em solos arenosos há maior eficiência na adubação fosfatada.
2. Em solos arenosos, cafeeiros apresentaram maior razão de área foliar (RAF), taxa de crescimento absoluto (TCA) e taxa de crescimento relativo (TCR).
3. Diferentes fontes de fósforo proporcionam diferentes eficiências fotossintéticas líquidas em cafeeiros.
4. Maior desenvolvimento de cafeeiros foi encontrado em plantas que receberam a fonte fosfatada B.

## AGRADECIMENTOS

Ao Consórcio Pesquisa Café, e Universidade Federal de Lavras por viabilizarem o experimento e a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais – FAPEMIG por disponibilizar bolsa de estudo.

## 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.
- BENICASA, M. M. P. Análise de Crescimento de Plantas (noções básicas). Jaboticabal. FUNEP. 2004. 42p.
- 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.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília, 2006.306 p.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. Ciência e Agrotecnologia, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.
- 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.
- MALAVOLTA, Eurípedes. Manual de nutrição mineral de plantas. Agrônômica Ceres, 2006.
- MELO, B.D.; GUIMARAES MENDES, A.N.; GONTIJO GUIMARAES, P.T.; DIAS, F. Substratos, fontes e doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> na produção de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) em tubetes. Bioscience Journal, v.19, n.2, 2003.
- OLIVEIRA, L.E.M.; GOMIDE, M.B. Fisiologia Vegetal. Lavras, Esal, 1986. 72p.
- PROCHNOW, L.I.; ALCARDE, J.C.; CHIEN, S.H. Eficiência agrônômica dos fosfatos totalmente acidulados. In: YAMADA, T; ABDALLA, S.R.S. (Eds.) Fósforo na agricultura Brasileira. Piracicaba: Potafos/Anda, 2004. p.605-664.

REIS, G. G.; MULLER, M. W. **Análise de crescimento de plantas - mensuração do crescimento**. Belém, CPATU, 1979. 35p.