

CRESCIMENTO DE MUDAS DE CAFÉ SUBMETIDAS À APLICAÇÃO DE SUPERFOSFATO SIMPLES E ÁCIDO CÍTRICO ⁽¹⁾.

**Vinícius Teixeira Lemos⁽²⁾; Ademilson de Oliveira Alecrim⁽³⁾; Ana Flávia de Freitas⁽³⁾;
André Cabral França⁽⁴⁾; Enílson de Barros Silva⁽⁴⁾; Gladyston Rodrigues Carvalho⁽⁵⁾;**

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais-FAPEMIG e bolsa fornecida ao primeiro autor pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior- CAPES.

⁽²⁾ Mestre em Produção Vegetal pela Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM/Diamantina-MG, E-mail: lemosvt@yahoo.com.br ; ⁽³⁾ Graduando(a) em Agronomia pela UFVJM/Diamantina-MG . E-mail(s): ademilsonfederal@hotmail.com; ninhadtna13@hotmail.com; ⁽⁴⁾ Professor Doutor da Produção Vegetal do departamento de Agronomia da UFVJM/Diamantina – MG, E-mail(s): cabralfranca@yahoo.com.br; enilson.barros.silva@gmail.com;

⁽⁵⁾ Pesquisador Doutor pela Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais – EPAMIG/Lavras - MG, E-mail: carvalho@epamig.ufla.br;

RESUMO: Em solo de substrato muito intemperizado, há uma diminuição da saturação por bases e aumento da retenção de ânions, como o fosfato. Objetivou-se avaliar o crescimento e o teor nutricional de fósforo (P) de mudas de café cultivar Catuaí Vermelho IAC 99 submetidas à aplicação de ácido cítrico e fósforo no substrato. Utilizou-se do esquema fatorial (4x4), sendo o primeiro fator referente à aplicação de ácido cítrico (0, 1, 2 e 4 kg ha⁻¹) e, o segundo referente às doses de P (0, 450, 900 e 1800 g P₂O₅ m⁻³), aplicadas no substrato. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados com cinco repetições. As sementes foram colocadas para germinar em saquinhos com substrato padrão, ajustado conforme os tratamentos. O ácido cítrico foi aplicado quando as mudas apresentavam as folhas cotiledonares. As avaliações foram realizadas aos 180 dias após a semeadura (DAS) quando as mudas apresentavam-se com quatro a cinco pares de folhas, sendo avaliadas: altura, número de folhas, diâmetro do coleto e área foliar. Aferiu-se a matéria seca total, comprimento radicular e teor de P nas folhas. As doses de 1,0 a 2,0 kg ha⁻¹ de ácido cítrico foram as que mais contribuíram para o crescimento das mudas quando o substrato apresentava-se com 900 g P₂O₅ m⁻³ de fonte de fósforo (dose padrão). Apenas uma aplicação de ácido cítrico em substrato sem fósforo não é suficiente para o desenvolvimento ideal de mudas de cafeeiro.

Termos de indexação: ácidos orgânicos, *Coffea arabica*, fósforo.

INTRODUÇÃO

A produção de mudas saudáveis e bem desenvolvidas é um fator de extrema importância para o cafeeiro. Quando esta etapa é bem conduzida tem-se uma atividade mais sustentável, com maiores produtividades e com menores custos, constituindo um dos principais fatores de formação de uma lavoura (Matiello et al., 2005).

Sabe-se que para produção de mudas de

saquinho, os solos mais usados como componente do substrato são de origem de campo ou cerrado (argilosos e/ou textura média), e estes por sua vez são muito intemperizados, o que provoca diminuição da saturação por bases e aumento da retenção de ânions, como o fosfato (Novais et al., 2007).

Para a produção de mudas com menor custo, a utilização do ácido cítrico é uma alternativa, pois, pode aumentar a eficiência de utilização dos fertilizantes (Andrade et al., 2003; Jayarama et al., 1998; Silva et al., 2002; Wei et al., 2010), diminuindo a quantidade padrão utilizada e garantindo o adequado desenvolvimento das mudas de cafeeiro com um mínimo de aplicação de fósforo no substrato.

Desta forma, o objetivo do presente trabalho foi o de avaliar o crescimento e teor nutricional de fósforo (P) em mudas de café (*Coffea arabica*) submetidas à aplicação de ácido cítrico e concentrações de fósforo no substrato.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em ambiente protegido, com condições controladas de temperatura e umidade. Utilizou-se da cultivar Catuaí Vermelho IAC 99, onde todos os substratos utilizados foram compostos pela mesma mistura de 300L de esterco de curral curtido; 0,5 kg de cloreto de potássio e 700L de um Latossolo Vermelho distrófico (LVd), para cada metro cúbico de substrato (Guimarães et al., 1999).

Tratamentos e amostragens

Utilizou-se do esquema fatorial (4x4), sendo o primeiro fator referente à aplicação de ácido cítrico no substrato da muda (0, 1, 2 e 4 kg ha⁻¹); e o segundo fator referente às doses de fósforo (0, 450, 900 e 1800 g P₂O₅ m⁻³), equivalente a 0, 1/2x, 1x, 2x a recomendação de Guimarães et al. (1999) para aplicação do nutriente para formação de mudas de cafeeiro. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados com cinco repetições. A unidade experimental foi constituída por uma muda

de cafeeiro (saquinho de polietileno 11x22 cm).

Aos 70 dias após a semeadura (DAS), quando as mudas apresentavam as folhas cotiledonares, aplicou-se 25 mL da solução de ácido cítrico referente a cada dose em cada unidade experimental.

A avaliação do crescimento e do teor nutricional de P ocorreu aos 180 DAS, onde, as mudas encontravam-se com quatro a cinco pares de folhas definitivas. Avaliou-se a altura da parte aérea (cm), número de folhas (unidade), diâmetro do coleto (mm) e a área foliar (cm²), sendo esta última realizada de acordo com o método não destrutivo proposto por Antunes et al. (2008). Posteriormente, as mudas foram cortadas rentes ao solo, divididas em folhas, caules e raízes, com suas respectivas massas seca, e quantificando-se massa seca total (folhas + caule + raízes em g), medindo-se também o crescimento radicular (cm), e por fim coletadas folhas com exceção das cotiledonares, para determinação do teor de P (Malavolta, 1997).

Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância, sendo as variáveis comparadas por análise de regressão, com escolha dos modelos em função da sua significância, do fenômeno biológico e do coeficiente de determinação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para as variáveis mensuradas aos 180 DAS, massa seca total (caule + folhas + raízes), área foliar e teor de fósforo nas folhas observou-se efeito significativo da interação entre os fatores testados (fósforo X ácido cítrico), sendo as mesmas desdobradas, estudando-se as doses de fósforo para cada dose de ácido cítrico. Para as demais características como altura (cm), número de folhas, diâmetro do coleto (mm) e comprimento radicular (cm) houve efeito significativo somente das doses de fósforo (Tabela 1).

Tabela 1 - Equações referentes às variáveis de crescimento de plantas de café (ALT – altura - cm; NF - número de folhas; DC - diâmetro do coleto - mm; CR - comprimento radicular - cm) (Y) submetidas a diferentes doses de fósforo no substrato (X), aos 180 dias após semeadura (DAS).

Variável	Equações	R ²
180 DAS		
ALT	$\hat{Y} = 8,2 + 1,743 * -1,0e^{-0,0041*x}$	0,97*
NF	$\hat{Y} = 8,0 + 1,0222 * -1,0e^{-0,0027*x}$	0,99*
DC	$\hat{Y} = 2,6 + 0,35 * -1,0e^{-0,0055*x}$	0,99*
CR	$\hat{Y} = 17,5 + 0,0067x - 2,34e^{-6*x^2}$	0,99*

* representa significância pelo teste F ($p \leq 0,05$).

O aumento das doses de fósforo no substrato proporcionou um crescimento exponencial na altura da planta, número de folhas e diâmetro do coleto e, um modelo de crescimento quadrático para comprimento radicular. Contudo, o desenvolvimento das mudas estabilizou-se a partir da dose padrão de P (900 g P₂O₅ m⁻³). Corroborando com Melo et al. (2003) que constataram que doses acima 1000 g P₂O₅ m⁻³ no substrato não apresentam efeitos significativos no desenvolvimento de mudas de cafeeiro. Todavia, o crescimento radicular atingiu o seu ponto máximo crescimento com 1.450 g P₂O₅ m⁻³ com acréscimo de 27% em relação ao substrato controle (sem P).

Observou-se um aumento da massa seca total (MST) a partir da dose de 1 kg ha⁻¹ de ácido cítrico, seguindo um modelo exponencial positivo com incrementos médios de 32,5% em relação a não aplicação de ácido cítrico (Figura 1). Guimarães (1994) trabalhando com mesma cultivar aplicando-se 900 g P₂O₅ m³ e sem adição de ácido cítrico no substrato, obteve valor semelhante ao encontrado, com média de MST de 1,42g. Com a adição do ácido cítrico nota-se que ele promoveu um maior acúmulo na matéria seca alcançando uma “dose ótima” aplicada, corroborando, Jayarama et al. (1998) encontraram a melhor dose de 1,5 kg ha⁻¹ quando trabalharam com crescimento de mudas.

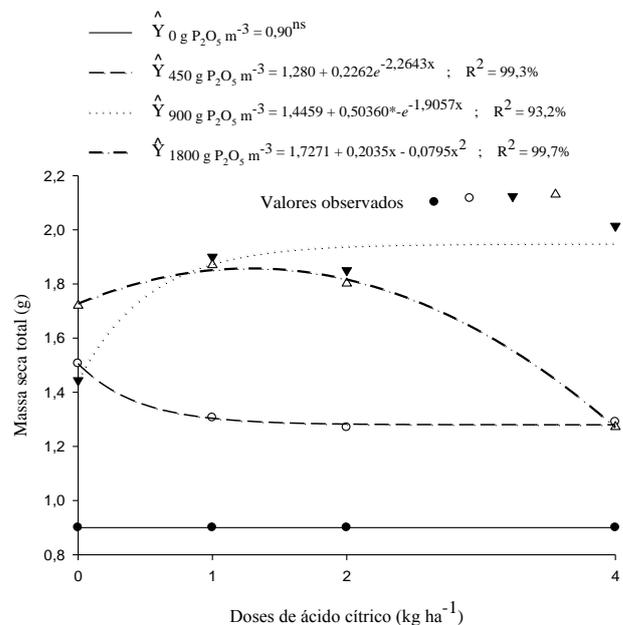


Figura 1 – Massa seca total de mudas de café submetidas a diferentes doses de ácido cítrico em substratos com diferentes concentrações de fósforo, aos 180 dias após semeadura (DAS).

A aplicação de ácido cítrico em mudas com a dose padrão de fósforo ($900 \text{ g P}_2\text{O}_5 \text{ m}^{-3}$) promoveu comportamento linear positivo para a variável área foliar (AF), com incrementos de $12,74 \text{ cm}^2$ de área foliar para cada quilograma de ácido cítrico aplicado, onde, houve acréscimos de 29,4% de AF com a dose de 4 kg ha^{-1} , atingindo valor médio de $224,1 \text{ cm}^2$ (Figura 2).

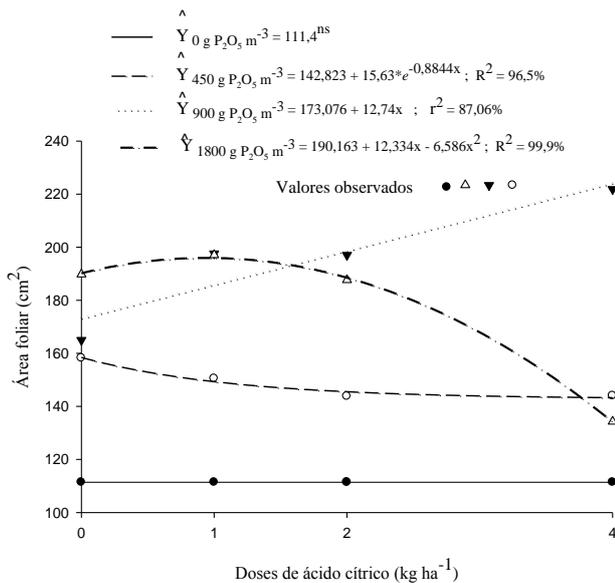


Figura 2 – Área foliar de mudas de café submetidas a diferentes doses de ácido cítrico em substratos com diferentes concentrações de fósforo, aos 180 dias após semeadura (DAS).

As doses de ácido cítrico influenciaram os teores de P na matéria seca das folhas, onde, destaca-se o aumento linear do nutriente nas mudas onde não se colocou P no substrato (Figura 3).

Nota-se ainda que, para cada quilograma aplicado de ácido cítrico houve um aumento de $0,419 \text{ g kg}^{-1}$ de P na matéria seca das folhas, sendo a dose de 1 kg ha^{-1} do ácido orgânico garantiu a adequação nos teores dentro da faixa crítica de P em folhas de mudas de cafeeiro, estipulada por Gontijo (2004).

Entretanto, mesmo obtendo uma alta resposta em teor foliar, as mudas que não receberam P na forma mineral no substrato, demonstraram-se inferiores em área foliar e massa seca total (MST) acumulada, pois, em substratos com deficiência deste nutriente, geralmente as mudas mostram desenvolvimento irregular na parte aérea e sistema radicular (Silva et al., 2010). Inference-se que, ou o ácido cítrico não proporcionou quantidade equivalente comparado ao P mineral, e/ou o cálcio presente no adubo fonte (superfosfato simples) é que promoveu maior desenvolvimento das mudas.

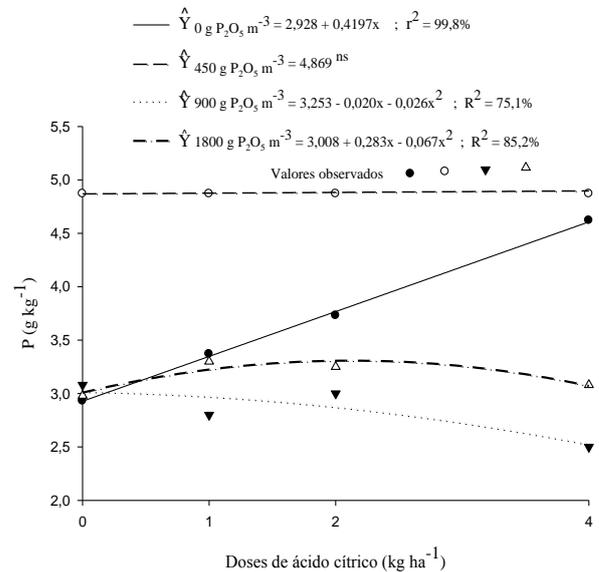


Figura 3 – Teores de fósforo (P) em folhas de café submetidas a diferentes doses de ácido cítrico em substratos com diferentes concentrações de fósforo, aos 180 dias após semeadura (DAS).

Com metade da dose padrão de P no substrato ($450 \text{ g de P}_2\text{O}_5 \text{ m}^{-3}$), observou-se que o teor atingiu a faixa crítica de P (Gontijo, 2004). Entretanto sem efeito significativo da aplicação de ácido cítrico. Na dose de P padrão ($900 \text{ g de P}_2\text{O}_5 \text{ m}^{-3}$) observou-se comportamento quadrático negativo dos teores de P na matéria seca com a aplicação de ácido cítrico, onde, com o aumento das doses, houve redução proporcional atingindo valores de $2,7 \text{ g kg}^{-1}$ do nutriente com a dose de $4,0 \text{ kg ha}^{-1}$. Na aplicação de ácido cítrico sobre mudas com $1800 \text{ g de P}_2\text{O}_5 \text{ m}^{-3}$ observou-se que o ponto de máximo teor foliar de P de $3,3 \text{ g kg}^{-1}$ foi obtido quando aplicados $2,1 \text{ kg ha}^{-1}$ de ácido cítrico, e, quando se aumentou a dose do ácido orgânico, este valor retornou para $3,1 \text{ g kg}^{-1}$ de P na matéria seca das folhas.

CONCLUSÕES

Através dos resultados obtidos pode-se concluir que a aplicação de 1 a 2 kg ha^{-1} de ácido cítrico influencia positivamente no crescimento das mudas sobre as doses de fósforo padrão ($900 \text{ g P}_2\text{O}_5 \text{ m}^{-3}$) no substrato.

Apenas uma aplicação de ácido cítrico em substrato sem fósforo não é suficiente para o desenvolvimento ideal de mudas de cafeeiro.

Portanto, se torna necessário o estudo com parcelamentos das doses do ácido cítrico em substrato de mudas de cafeeiro.



AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer à FAPEMIG (Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de Minas Gerais) para o apoio financeiro e fornecimento dos recursos para este trabalho de pesquisa bem como a CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) para a bolsa de pesquisa fornecida para o primeiro autor.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, F. V.; MENDONÇA, E. S.; ALVAREZ, V. H.; NOVAIS, R. F. Adição de ácidos orgânicos e húmicos em Latossolos e adsorção de fosfato. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 27:1003-1011, 2003.
- ANTUNES, W. C. et al. Allometric models for non-destructive leaf area estimation in coffee (*Coffea arabica* and *Coffea canephora*). *Annals of Applied Biology*, 153:33-40, 2008.
- GONTIJO, R.A.N. Faixas críticas de teores foliares de macro e micronutrientes em mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.). 2004. 84p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)–Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2004.
- GUIMARÃES, P. T. G. et al. Cafeeiro. In: COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. Recomendações para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação. Viçosa, 1999. p. 289-302.
- JAYARAMA, V.; SHANKAR, B.N.; SOUZA, V.M.D. Effect of citric acid on the solubility of phosphorus in coffee soils. *Indian Coffee*, Bangalore, 12:13-15, 1998.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. 2. ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319 p.
- MATIELLO, J. B. et al. Cultura do café no Brasil: novo manual de recomendações. Varginha: PROCAFÉ, 2005. 438p.
- MELO, B. ; MENDES, A. N. G.; GUIMARÃES, P. T. G.; DIAS, F. P. Substratos, fontes e doses de P₂O₅ na produção de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) em tubetes. *Bioscience Journal*; 19:35-44, 2003.
- NOVAIS, R.F; SMYTH, T.J.& NUNES, F.N. VIII Fósforo. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V., V.H.; BARROS, N.F.de; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B. & NEVES, J.C.L. Fertilidade do Solo. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. 1ª edição, Viçosa-MG, 2007.
- SILVA, F.A.M. et al. Determinação de ácidos orgânicos de baixo peso molecular na rizosfera de cafeeiro por cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE). *Revista Ciência e Agrotecnologia*, Edição Especial:1391-1395, 2002.
- WEI, L.; CHEN, C.; XU, Z.; Citric acid enhances the mobilization of organic phosphorus in subtropical and tropical forest soils. *Biology an Fertility of Soils*, Oxford, 46:765-769, 2010.