



Interação entre inoculação micorrizica arbuscular e adubação fosfatada no incremento da altura em cafeeiro ⁽¹⁾.

Levy Tadin Sardinha ⁽²⁾; Samuel Dias Moreira ⁽³⁾; Evandro Samuel Reis Tibães ⁽³⁾, André Cabral França ⁽⁴⁾, Paulo Henrique Graziotti ⁽⁴⁾, Sidney Luiz Stürmer ⁽⁵⁾.

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq;

⁽²⁾ Estudante; Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri; Diamantina, MG; levy.tadin@yahoo.com.br;

⁽³⁾ Estudante; Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri; Diamantina, MG;

⁽⁴⁾ Professor; Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri; Diamantina, MG;

⁽⁵⁾ Professor; Fundação Universidade Regional de Blumenau; Blumenau, SC.

RESUMO: Objetivou-se com esse trabalho avaliar a colonização micorrizica e o incremento na altura do cafeeiro cultivar Catuaí Vermelho IAC 99 inoculado com *Glomus clarum*, *Glomus etunicatum* e *Scutellospora heterogma*, e adubado com 0; 0,74; 1,48 e 2,96 g kg⁻¹ de P₂O₅. As mudas previamente inoculadas com o fungo micorrizico arbuscular (FMA) foram plantadas em vasos com 17 dm³ de solo não esterilizados. Todos os tratamentos fúngicos apresentaram diminuições lineares na colonização dos FMA. Para incremento na altura e massa seca de raízes das plantas inoculadas com *Glomus etunicatum*, *Glomus clarum*, *Scutellospora heterogma* e não inoculadas apresentam comportamento quadrático. O incremento na altura das plantas foi 39% maior para aquelas inoculadas com *Glomus etunicatum*, 35% maior para *Glomus clarum* e 25% maior para *Scutellospora heterogma* em relação às plantas não inoculadas no solo sem adição de P. Os fungos inoculados apresentaram resultados distintos na colonização do cafeeiro, com diminuição da colonização micorrizica com o aumento da disponibilidade de P no solo, porém foram maiores que nas plantas não inoculadas. As plantas de café inoculadas com FMA apresentaram maior crescimento em relação às plantas não inoculadas, nos solos com baixa adição de P.

Termos de indexação: Endomicorrizas; Solo não esterilizado; Fungos nativos.

INTRODUÇÃO

Os cafeicultores para conseguirem boas produtividades e longevidade das lavouras precisam realizar adubações, pois na maioria das vezes os solos utilizados para implantação da cafeicultura são de baixa a média fertilidade natural. Contudo adubar para conseguir altas produtividades não tem sido o maior problema, o real desafio é utilizá-la de forma sustentável (GUIMARÃES & REIS, 2010). A produção com sustentabilidade é visada por todo o mundo, principalmente na conservação do meio ambiente. Por isso, novas tecnologias estão sendo pesquisadas para o uso consciente dessas fontes e para evitar a contaminação ambiental.

A micorriza é uma biotecnologia promissora para tornar a agricultura mais sustentável. Os fungos micorrizicos arbusculares (FMA) são organismos biotróficos obrigatórios, que estabelecem associações simbióticas mutualística com raízes da maioria das plantas (MOREIRA & SIQUEIRA, 2006). O café responde positivamente à inoculação com FMA (BERBARA et al., 2006), esses fungos ocorrem naturalmente no cafeeiro e, de forma generalizada, colonizam as raízes desde a fase de formação de mudas até plantas adultas no campo (CARDOSO et al., 2003). Espécies e, ou isolados de FMA mais adaptadas ao meio são selecionadas devido ao monocultivo prolongado, porém geralmente são menos eficientes em promover benefícios positivos para o hospedeiro (JOHNSON et al., 1992).

Os FMA são de grande importância tanto no aspecto nutricional como ecológico, atuam como um complemento do sistema radicular do hospedeiro e exercem papel na obtenção de nutrientes para a planta (COLOZZI FILHO & CARDOSO, 2000). Dentre os nutrientes absorvidos pelo FMA, o P é que trás mais benefício para a planta, pois a concentração e a mobilidade desse nutriente são baixas no solo. Em contrapartida, esse elemento é o fator edáfico que mais tem controle sobre a porcentagem de colonização e dos efeitos da simbiose sobre a planta. Dependendo da quantidade de P disponível, a simbiose pode ser de natureza mutualística, neutralística ou parasítica para o hospedeiro (SIQUEIRA & COLLOZI-FILHO, 1986).

Objetivou-se com esse trabalho avaliar a colonização micorrizica e o incremento da altura em cafeeiro cultivar Catuaí Vermelho IAC 99 inoculado com *Glomus clarum*, *Glomus etunicatum* e *Scutellospora heterogma*, e adubado com 0; 0,74; 1,48 e 2,96 g kg⁻¹ de P₂O₅, em solo não esterilizado.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação situada na Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), Diamantina, MG, Brasil. Utilizou-se sementes de



café cultivar Catuaí Vermelho IAC 99 e três inóculos de fungos micorrízicos arbusculares (FMA). Os inóculos foram cedidos através do projeto “Produção de Inoculante Micorrízico e de Plantas Micorrizadas de Qualidade (Rede Glomeronet)”, Universidade Regional de Blumenau (FURB/SC), coordenado pelo Dr. Sidney Luiz Stürmer. Para quantificação da densidade dos esporos, amostras contendo 50 g de cada inóculo foi submetido à técnica de peneiramento úmido, seguida de centrifugação em água, por três minutos a 3000 rpm, e em sacarose 50% durante dois minutos a 2000 rpm (JENKINS, 1964), e posteriormente, efetuada a contagem com auxílio da lupa.

O substrato para cultivo das plantas constituiu-se de Latossolo vermelho-amarelo distrófico (horizonte superficial 0-20 cm) peneirado em malha de 4 mm e não esterilizado. Esse solo apresentou densidade de 14,7 esporos de fungos nativos por grama de solo e 1,3 mg dm⁻³ de fósforo. As adubações foram realizadas de acordo com Guimarães et al. (1999), exceto as adubações fosfatadas, com base na análise de solo.

Para produção de mudas inoculadas, as sementes foram germinadas em areia, e quando as plântulas atingiram a fase de “palito de fósforo” foram transplantadas para sacos de polietileno com substrato citado anteriormente, com adição de 0,46 g kg⁻¹ de P₂O₅. No ato desses transplantos, 3/4 das plântulas receberam o inóculo contendo os FMA junto às raízes, onde a quantidade de inóculo usada dependeu do FMA e foi suficiente para fornecer 100 esporos por planta. O restante das plântulas não foi inoculado, sendo o tratamento controle.

O experimento consistiu em um delineamento experimental em blocos casualizados, com quatro repetições, disposto em um esquema fatorial 4 x 4, sendo mudas de café inoculadas com *Glomus clarum*, *Glomus etunicatum* e *Scutellospora heterogama* e não inoculada (controle) com quatro adubações. A unidade experimental foi constituída por um vaso, contendo uma planta.

Após a fase de muda foram plantadas em vasos. Para o plantio das mudas, 18 dm³ do mesmo substrato utilizado na produção das mesmas, após a adição de 0,00; 0,74; 1,48 e 2,96 g kg⁻¹ de P₂O₅, foram acondicionados em vasos na casa de vegetação. As doses de P₂O₅ são equivalentes a 0, 50%, 100% e 200% da dosagem recomendada, de acordo com Guimarães et al. (1999).

No dia do plantio das mudas foi mensurada a altura da parte aérea. Aos 150 dias após o plantio, a altura da planta foi novamente avaliada. O incremento na altura das plantas foi determinado pela subtração das duas avaliações, inicial e final. Já para verificar a porcentagem de comprimento de

raízes colonizadas (% colonização) foram coletadas amostras do sistema radicular, retirando-se de cada unidade experimental, aproximadamente, 1g de raízes, e armazenando em solução de Formol:ácido acético:álcool etílico 96° na proporção de 1:1:18. As raízes amostradas foram clarificadas e coradas de acordo com Phillips & Hayman (1970). A avaliação da colonização micorrízica foi realizada pelo método de interseção em placa quadriculada, sob microscópio estereoscópico (GIOVANNETTI & MOSSE, 1980).

Os dados foram submetidos à análise de variância utilizando o teste F ($p \leq 0,05$), onde se realizou o desdobramento da interação significativa, através da análise de regressão entre as doses de fósforo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A ocorrência de colonização nas plantas não inoculadas pode ser explicada pelo fato de que o solo utilizado não sofreu qualquer tratamento antimicrobiano. A colonização micorrízica diminuiu linearmente com o aumento da disponibilidade de P no solo, tanto para as plantas inoculadas como não inoculadas (**Figura 1a**). Para todos os tratamentos fúngicos a maior porcentagem de colonização foi no solo sem adição de adubo fosfatado. Resultado semelhante foi observado em cafeeiro inoculado com *Glomus etunicatum* e *Gigaspora margarita* em solo não esterilizado apresentando 1 mg dm⁻³ de P (SAGGIN-JÚNIOR et al., 1994).

A diminuição na colonização ocasionada pela adição de P no solo está bem documentada na literatura, geralmente teores elevados desse nutriente inibem o estabelecimento da micorriza, isso está relacionado ao estado nutricional da planta e aos mecanismos de auto-regulação da simbiose (MOREIRA & SIQUEIRA, 2006). Para o mesmo FMA houve redução da porcentagem de colonização do tratamento sem adição de fosfato para a maior dose aplicada de P₂O₅ (2,96 g kg⁻¹) de 37% para *Glomus etunicatum*, 40% para *Glomus clarum*, 52% para *Scutellospora heterogama* e 60% para o controle (**Figura 1a**). O *Glomus etunicatum*, em relação aos demais, apresentou menor intensidade na redução linear, podendo ser resultado da maior tolerância dessa espécie a doses elevadas de P nas condições desse experimento. Todavia o tratamento controle teve grande redução na colonização com a maior dose aplicada, mostrando que aplicações de grande quantidade de fertilizantes fosfatados inibem a colonização também dos fungos nativos.

Para incremento na altura das plantas inoculadas com *Glomus etunicatum*, *Glomus clarum*,



Scutellospora heterogma e não inoculadas apresentam comportamento quadrático (**Figura 1b**). O maior incremento na altura das plantas inoculadas com *Glomus etunicatum* foi observado na dose $1,27 \text{ g kg}^{-1}$ de P_2O_5 , para aquela inoculada com *Glomus clarum* $1,40 \text{ g kg}^{-1}$ de P_2O_5 e para não inoculada $1,71 \text{ g kg}^{-1}$ de P_2O_5 . (**Figura 1b**). O incremento na altura das plantas foi 39% maior para aquelas inoculadas com *Glomus etunicatum*, 35% maior para *Glomus clarum* e 25% maior para *Scutellospora heterogma* em relação às plantas não inoculadas no solo sem adição de P. Este resultado mostra a eficiência dos fungos introduzidos e a dependência micorrízica do cafeeiro em solos com baixa fertilidade. O crescimento do cafeeiro em solo natural contendo propágulos viáveis é menos favorecido pela inoculação (SAGGIN-JÚNIOR et al., 1994).

O comportamento quadrático do incremento na altura observado no presente trabalho corrobora com o observado em outros (ROCHA et al., 2006; BALOTA et al., 2011). Em altas doses de P, os FMA podem deixar de formar uma simbiose mutualística e tornasse parasítica, podendo ocasionar a redução no crescimento do hospedeiro. A associação micorrízica está correlacionada com o custo de carboidratos da simbiose, e quando esse custo excede o benefício do FMA, a associação pode reduzir o crescimento da planta em até 17%, isso geralmente ocorre em ambientes com elevado teor de P (RAMOS & MARTINS, 2010).

Com o solo não esterilizado a presença de FMA nativos no solo poderia interferir sobre os FMA introduzidos e causar efeito negativo na colonização deste e no desenvolvimento da planta, mas apesar disso os tratamentos inoculados proporcionaram melhores resultados do que os tratamentos controle, em condições de baixo teor de fósforo. Os efeitos da inoculação micorrízica em mudas de gravioleira em solo não fumigado apresentam maior aumento no crescimento das mudas com a inoculação de FMA inoculados do que com os FMA nativos, mostrando o benefício da adição de FMA exóticos, mesmo no solo não fumigado (CHU et al., 2001).

CONCLUSÕES

Os inóculos de FMA apresentaram resultados distintos na colonização da cultivar Catuai Vermelho IAC 99, com diminuição da colonização micorrízica com o aumento da disponibilidade de P no solo, porém foram maiores que nas plantas não inoculadas.

Plantas inoculadas com FMA apresentam maior incremento na altura em solos com baixo teor de fósforo.

AGRADECIMENTOS

Às instituições: UFVJM, Capes e Fapemig; E ao Laboratório de microbiologia da Fundação Universidade Regional de Blumenau (FURB/SC).

REFERÊNCIAS

a. Periódicos:

AGUIAR, R. L. F. DE; MAIA, L. C.; SALCEDO, I. H.; SAMPAIO, E. V. DE S. B. Interação entre fungos micorrízicos arbusculares e fósforo no desenvolvimento da algaroba [*Prosopis juliflora* (Sw) DC]. **Revista Árvore**, v. 28, n. 4, p. 589–598, 2004.

BALOTA, E. L.; MACHINESKI, O.; STENZEL, N. M. C. Resposta da acerola à inoculação de fungos micorrízicos arbusculares em solo com diferentes níveis de fósforo. **Bragantia**, v. 70, n. 1, p. 166–175, 2011.

CARDOSO, I.; BODDINGTON, C.; JANSSEN, B. Distribution of mycorrhizal fungal spores in soils under agroforestry and monocultural coffee systems in Brazil. **Agroforestry Systems**, v. 58, p. 33–43, 2003.

CHU, E. Y.; MÖLLER, M. D. R. F.; CARVALHO, J. G. DE. Efeitos da inoculação micorrízica em mudas de gravioleira em solo fumigado e não fumigado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 4, p. 671–680, 2001.

COLOZZI FILHO, A. & CARDOSO, E. J. B. N. Detecção de fungos micorrízicos arbusculares em raízes de cafeeiro e de crotalária cultivada na entrelinha. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 10, p. 2033–2042, 2000.

GIOVANNETTI, M. & MOSSE, B. An evaluation of techniques for measuring vesicular-arbuscular mycorrhizal infection in roots. **New Phytologist**, v. 84, p. 489–500, 1980.

JENKINS, W. R. A rapid centrifugal-flotation technique for separating nematodes from soil. **Plant Disease Report**, v. 48, p. 692, 1964.

JOHNSON, N. C.; COPELAND, P. J.; CROOKSTON, R. K.; PFLEGER, F. L. Mycorrhizae: Possible Explanation for Yield Decline with Continuous Corn and Soybean. **Agronomy Journal**, v. 84, n. 3, p. 387, 1992.

ROCHA, F. S.; SAGGIN JÚNIOR, O. J.; SILVA, E. M. R. DA; LIMA, W. L. DE. Dependência e resposta de mudas de cedro a fungos micorrízicos arbusculares. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 1, p. 77–84, 2006.

SAGGIN-JÚNIOR, O. J.; SIQUEIRA, J. O.; GUIMARÃES, P. T. G.; OLIVEIRA, E. Interação fungos micorrízicos versus superfosfato simples e seus efeitos no crescimento e teores de nutrientes do cafeeiro em solo

não fumigado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas**, v. 18, p. 27–36, 1994.

SIQUEIRA, J. O. & COLLOZI-FILHO, A. A. Micorrizas vesículo-arbusculares em mudas de caféiro. II. Efeito do fósforo no estabelecimento e funcionamento da simbiose. **Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas**, v. 10, n. 3, p. 207–211, 1986.

b. Livro:

MOREIRA, F. M. DE S. & SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e Bioquímica do do Solo**. 2ª edição ed. Lavras, MG: UFLA, 2006.729 p.

c. Capítulo de livro:

BERBARA, R. L. L.; SOUZA, F. A.; FONSECA, H. M. A. C. Fungos Micorrízicos arbusculares: Muito além da nutrição. In: FERNANDES, M. S. (Ed.); **Nutrição Mineral de Plantas**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. p.53 – 88.

GUIMARÃES, P. T. G.; GARCIA, A. W. R.; V., V. H. A.; et al. Caféiro. In: RIBEIRO, A. C.; GONTIJO, P. T.; ALVAREZ, V. H. (Eds.); **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.

GUIMARÃES, P. T. G. & REIS, T. H. P. Nutrição e adubação do caféiro. In: REIS, P. R.; CUNHA, R. L. da (Eds.); **Café Arábica do plantio à colheita**. Lavras: Unidade Regional EPAMIG Sul de Minas, 2010. p.342–445.

RAMOS, A. C. & MARTINS, M. A. Fisiologia de micorrizas arbusculares. In: SIQUEIRA, J. O.; SOUZA, F. A. de; CARDOSO, E. J. B. N.; TSAI, S. M. (Eds.); **Micorrizas: 30 anos de pesquisas no Brasil**. Lavras, MG: UFLA, 2010. p.133–152.

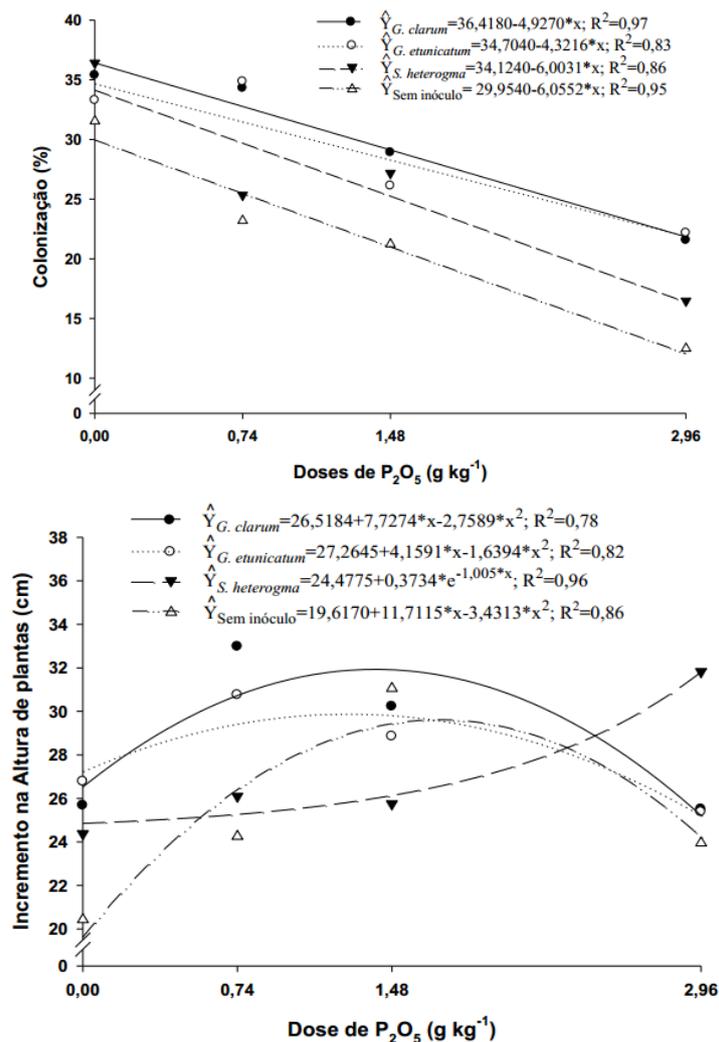


Figura 1 – (a) Porcentagem do comprimento de raízes colonizadas (Colonização %) em plantas e **(b)** Incremento na altura das plantas de café inoculadas com *Glomus clarum*, *Glomus etunicatum* e *Scutellospora heterogma* e sem inoculação, com adição crescente de adubo fosfatado.