

## MENSURAÇÕES INDIRETAS DE CRESCIMENTO DE MUDAS DE CAFÉ MICORRIZADAS<sup>1</sup>

Nykolas Carvalho Schiavon<sup>2</sup>; Ademilson Oliveira Alecrin<sup>2</sup>; Ana Flávia Freitas<sup>2</sup>; André Cabral França<sup>3</sup>;  
Moises Avelar<sup>4</sup>; Felipe Paolinelli de Carvalho<sup>5</sup>

<sup>1</sup> - Trabalho financiado pela FAPEMIG

<sup>2</sup> - Graduando em Agronomia – UFVJM – Diamantina/MG - [ninhadtna13@hotmail.com](mailto:ninhadtna13@hotmail.com);  
[ademilsonfederal@hotmail.com](mailto:ademilsonfederal@hotmail.com); [nc\\_schiavon@yahoo.com.br](mailto:nc_schiavon@yahoo.com.br);

<sup>3</sup> - Professor UFVJM – Diamantina/MG – [cabralfranca@yahoo.com.br](mailto:cabralfranca@yahoo.com.br);

<sup>4</sup> – Mestrando PPGPV/UFVJM – Diamantina/MG - [moiseslagoa@yahoo.com.br](mailto:moiseslagoa@yahoo.com.br);

<sup>5</sup> – Doutorando UFV – Viçosa/MG - [felipepaolinelli@yahoo.com.br](mailto:felipepaolinelli@yahoo.com.br);

**RESUMO:** Objetivou-se analisar o crescimento de mudas de cafeeiro inoculadas com espécies eficientes de fungos micorrízicos, através da análise de crescimento de plantas. O delineamento adotado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2x6, sendo mudas inoculadas e não inoculadas e seis épocas de avaliação, com seis repetições. Utilizaram-se sementes de Catuaí Vermelho IAC 99, desinfestadas e geminadas em areia autoclavada. Após 75 dias, as plântulas estavam em fase de “palito de fósforo” e foram repicadas para sacolas de polietileno contendo substrato. No ato da repicagem metade das mudas foram inoculadas, aplicando-se 50 esporos de cada espécie *Glomus clarum* e *Gigaspora margarita*. Na época da inoculação (0) e aos 30, 60, 90, 120 e 150 dias após a inoculação foram determinados a taxa de crescimento absoluto, taxa de crescimento relativo, área foliar específica, razão de massa foliar, razão de área foliar e taxa de assimilação líquida. A análise de crescimento possibilitou melhor estudo da associação, além constatar que apesar do maior investimento na morfologia para captação de energia, não ocorreu aumento da taxa de assimilação líquida, podendo considerar que inicialmente os fungos representaram dreno de assimilados, mas no final as mudas inoculadas apresentaram crescimento superior. Conclui-se que inicialmente a associação seja considerada como dreno de assimilados da planta que ainda não possuem área foliar para manutenção da associação, havendo redução na taxa fotossintética líquida. Este efeito se extingue e resulta em benefício para as mudas no final do período de produção.

**Palavras-chave:** *Coffea arabica*, *Glomus clarum*, *Gigaspora margarita*.

## INDIRECT MEASUREMENTS OF GROWTH OF SEEDLINGS OF COFFEE MYCORRHIZAL

**ABSTRACT:** This study aimed to analyze the growth of coffee seedlings inoculated with efficient species of mycorrhizal fungi, through the analysis of plant growth. The experimental design was completely randomized in a 2x6 factorial design, with control and inoculated seedlings six evaluation periods, with six replications. Seed lots of Catuai Vermelho IAC 99, and disinfected house in autoclaved sand. After 75 days, the seedlings were being "matchstick" and were transplanted to polyethylene bags containing substrate. Upon transplanting half of the seedlings were inoculated by applying 50 spores of each species *Gigaspora margarita* and *Glomus clarum*. At the time of inoculation (0) and at 30, 60, 90, 120 and 150 days after inoculation were determined absolute growth rate, relative growth rate, specific leaf area, leaf weight ratio, leaf area ratio and rate net assimilation. Growth analysis allowed better study of the association, and found that despite the increased investment in morphology to energy harvesting, there was no increase in net assimilation rate and may consider that initially fungi represented drain assimilated, but in the end the seedlings inoculated grew higher. It is concluded that the association is initially considered to drain the treated plant leaf area does not have to maintain association with a reduction in photosynthetic rate. This effect results in a quenched and benefit to the plants at the end of the production period.

**Key-words:** *Coffea arabica*, *Glomus clarum*, *Gigaspora margarita*.

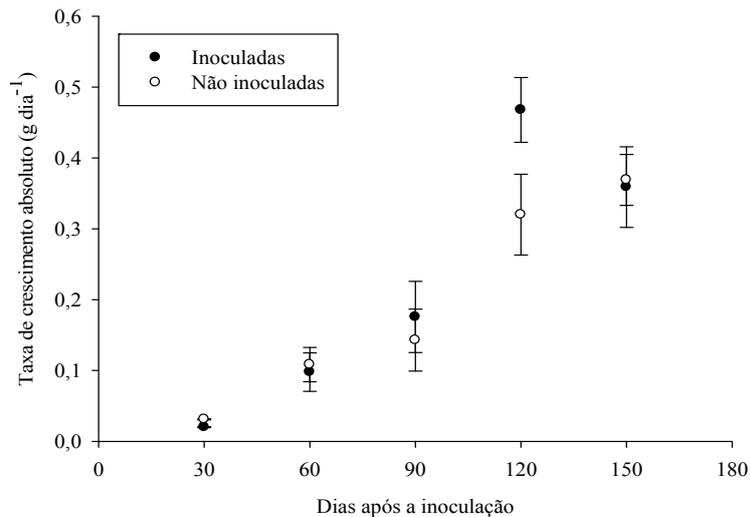
**INTRODUÇÃO:** Os fungos micorrízicos arbusculares ocorrem na maioria dos solos e penetram suas hifas nas raízes, onde passam a funcionar como um sistema radicular adicional, aumentando a área radicular e, conseqüentemente, melhorando a capacidade de absorção de nutrientes, em especial o fósforo, ajudando sua resposta aos fertilizantes e corretivos, e beneficiando seu crescimento, desenvolvimento, vigor e produtividade (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006). O cafeeiro apresenta potencial de utilização e aproveitamento desta associação devido a suas características de manejo, de possibilidade de inoculação em viveiro e posterior produção de mudas já inoculadas. Durante a implantação e na primeira colheita o cafeeiro mostrou efeitos benéficos da micorriza, e plantas inoculadas foram mais bem nutridas em baixa aplicação de fósforo (SIQUEIRA et al., 1998). Trabalhos avaliando os efeitos da associação do cafeeiro com fungos micorrízicos já estabeleceram muito sobre o processo inoculação, além de comprovar a alta eficiência e dependência micorrízica do cafeeiro (SIQUEIRA, 1996). A utilização de mudas de qualidade, bem nutridas, sadias e de bom desenvolvimento, é de extrema importância no sucesso da lavoura cafeeira, por se tratar de cultura perene e qualquer falha nesta fase de cultivo terá efeito por toda a vida da cultura. Assim, os aspectos de crescimento de mudas inoculadas com espécies de fungos micorrízicos eficientes devem ser investigados. Dentro deste contexto, objetivou analisar o crescimento de mudas de cafeeiro inoculadas com espécies eficientes de fungos micorrízicos para o cafeeiro através da análise de crescimento de plantas.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação na área experimental do Departamento de Agronomia da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, e desenvolvido de julho/2010 até março/2011. O delineamento adotado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2x6, sendo mudas inoculadas e não inoculadas e seis épocas de avaliação, com seis repetições. Utilizaram-se sementes de Catuaí Vermelho IAC 99, que foram previamente lavadas com hipoclorito de sódio (1%), colocadas para germinar em areia autoclavada e regadas diariamente. Após 75 dias, as plântulas estavam em fase de “palito de fósforo” elas foram repicadas para sacolas de polietileno contendo substrato constituído de solo e esterco de curral curtido (3:1), adubado conforme Guimarães et al. (1999). No ato da repicagem, metade das mudas foram inoculadas com 10 g de inoculante. Este foi composto das espécies *Glomus clarum* e *Gigaspora margarita* na proporção de 1:1 e 100 esporos por 10g. Na época da inoculação (0) e aos 30, 60, 90, 120 e 150 dias após a inoculação foram extrapolados os dados para determinação de medidas não lineares para análise de crescimento, como: taxa de crescimento absoluto - TCA (ganho de massa seca total/intervalo de tempo gasto); taxa de crescimento relativo - TCR (ganho de massa seca total/massa seca inicial/intervalo de tempo gasto); área foliar específica - AFE (área foliar da planta/massa seca das folhas); razão de massa foliar - RMF (massa foliar seca/massa seca total); razão de área foliar - RAF (área foliar/matéria seca total) e taxa de assimilação líquida - TAL (massa seca produzida/área foliar/tempo), de acordo com Benincasa (2003). Para a interpretação dos dados empregou-se a análise de variância, utilizando-se o teste F ( $p \leq 0,05$ ). Efetuou-se o desdobramento da interação significativa e análise de regressão para as épocas de avaliação. Os dados extrapolados de medidas não lineares foram apresentados de forma descritiva em gráficos com médias e seus respectivos desvios padrões.

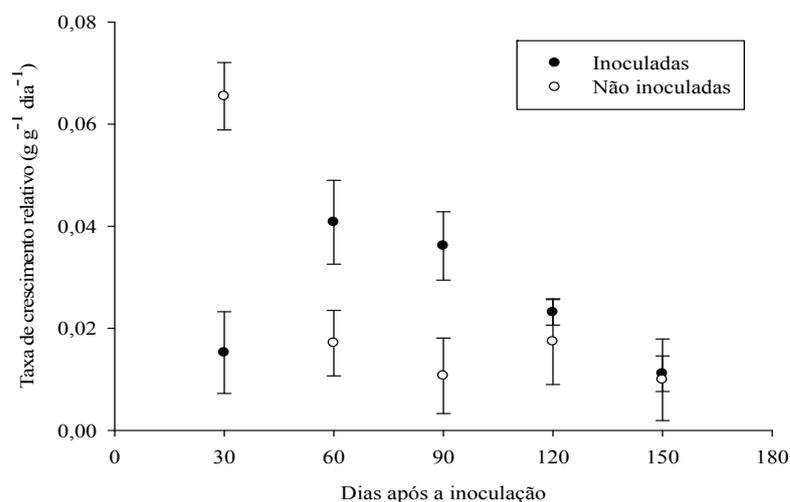
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de crescimento permite através de observações ao longo do tempo melhorar a compreensão e determinação do padrão de crescimento e dos aspectos fisiológicos das plantas. A taxa de crescimento absoluto (TCA) demonstra a velocidade de crescimento média ( $\text{g dia}^{-1}$ ) durante determinado período avaliado (BENINCASA, 2003). Assim, durante o período de 90 a 120 DAI, plantas inoculadas apresentaram maior velocidade de crescimento (Figura 4).



**Figura 1** – Taxa de crescimento absoluto de mudas de café (Catuaí Vermelho IAC 99) inoculadas com fungos micorrízicos arbusculares (*Glomus clarum* e *Gigaspora margarita*) (I) e não inoculadas (NI), em diferentes períodos de crescimento.

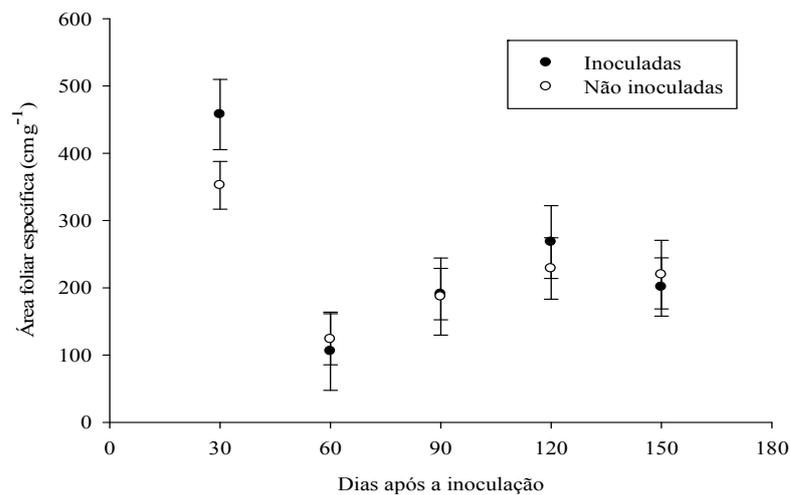
No primeiro período de avaliação as mudas não inoculadas obtiveram taxa de crescimento relativo mais expressiva que as inoculadas, porém no período de 30 a 90 DAI plantas que foram inoculadas mostraram valores de TCR superiores. A TCR mostra o incremento de massa seca, por quantidade de massa seca inicial da planta, em determinado intervalo ou período considerado. A TCR possui variação ao longo do crescimento da planta, pois depende da massa seca inicialmente existente na planta, sendo que uma alta TCR pode ser devido à baixos valores de massa seca inicial, como observado no período até 30 DAI. A TCR também se relaciona com dois outros fatores como: a área foliar útil por massa da planta e a taxa fotossintética líquida da planta (BENINCASA, 2003). Portanto, observou-se que as mudas inoculadas obtiveram baixa TCR inicial, onde normalmente se espera uma alta TCR devido a reduzida massa seca inicial, mas que, logo após, obtiveram TCR superiores, mostrando crescimento acelerado das plantas.



**Figura 2** – Taxa de crescimento relativo de mudas de café (Catuaí Vermelho IAC 99) inoculadas com fungos micorrízicos arbusculares (*Glomus clarum* e *Gigaspora margarita*) (I) e não inoculadas (NI), em diferentes períodos de crescimento.

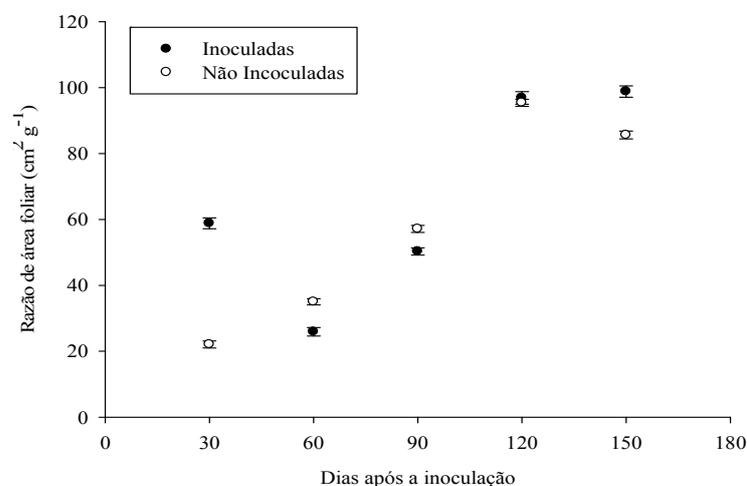
A relação de incremento da área foliar com a massa seca foliar existente mostra a eficiência de produção de fotoassimilados, porém considera toda a massa seca a planta produzida, desconsiderando que são as folhas que contribuem na produção ou assimilação de massa seca. Contudo, considerando o incremento de massa seca a relação da folha com a massa seca da planta pode representar importantes parâmetros de

análise de crescimento de plantas. Observou-se que as primeiras folhas verdadeiras emitidas pelas mudas de café investiram mais em interceptação de luz, aumentando a área foliar com menor incremento de massa seca foliar, resultando em maior eficiência de interceptação da radiação solar. Também se constatou que as plantas inoculadas obtiveram valor superior de área foliar específica (AFE) durante os 30 DAI, assim com o mesmo incremento em massa seca foliar as mudas inoculadas possuíam maior área foliar e, conseqüentemente, interceptação da radiação solar. Contudo, após esta época os tratamentos não apresentaram diferença.



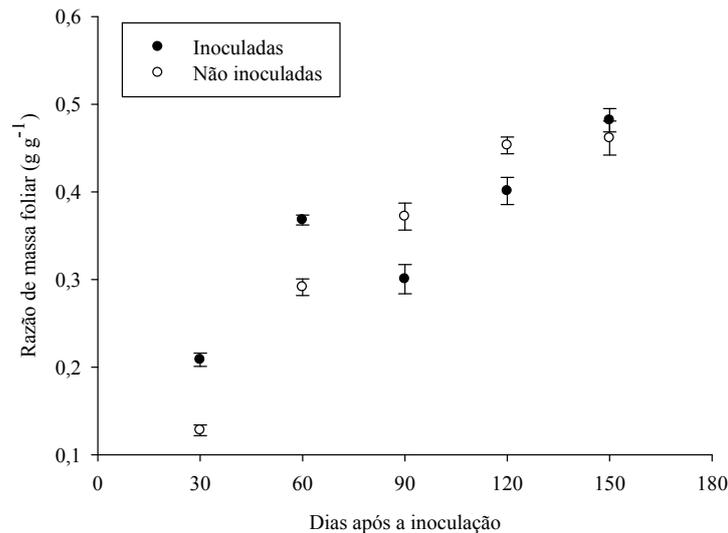
**Figura 3** – Área foliar específica de mudas de café (Catuaí Vermelho IAC 99) inoculadas com fungos micorrízicos arbusculares (*Glomus clarum* e *Gigaspora margarita*) (I) e não inoculadas (NI), em diferentes períodos de crescimento.

AFE é considerado como índice fisiológico e pode ser influenciado positivamente pela divisão e alongamento celular, resultando em expansão foliar sem acúmulo de massa seca, como verificado em plantas após a aplicação de citocinina (BARREIRO et al., 2006). Similarmente à AFE, a razão de área foliar (RAF) apresentou valores superiores em mudas inoculadas no período inicial do crescimento das plantas, sendo que nos períodos posteriores houve comportamento semelhante das mudas inoculadas ou não, mesmo se diferindo. A RAF é a relação entre a área foliar utilizada para assimilar carbono e a massa seca acumulada até o momento avaliado, podendo expressar a eficiência da área foliar da planta utilizada para a fotossíntese.



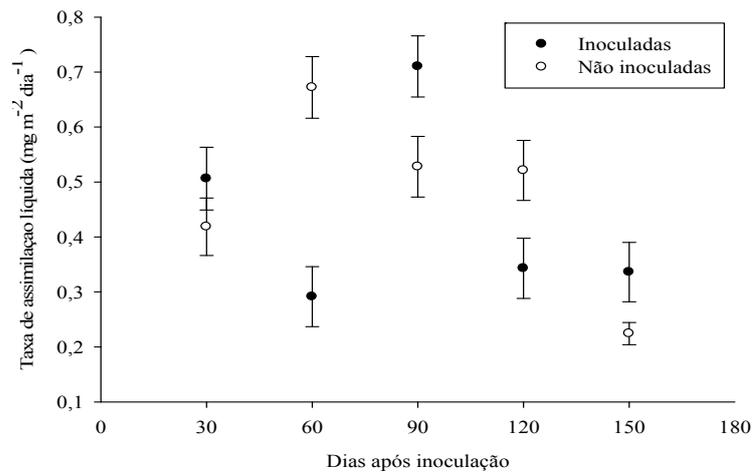
**Figura 4** – Razão de área foliar de mudas de café (Catuaí Vermelho IAC-99) inoculadas com fungos micorrízicos arbusculares (*Glomus clarum* e *Gigaspora margarita*) (I) e não inoculadas (NI), em diferentes períodos de crescimento.

A razão de massa foliar (RMF) representa a massa seca foliar em relação à massa seca total da planta, mostrando a alocação de assimilados para as folhas. Ambas as mudas mostraram aumento da RMF, mostrando que as folhas, nesta fase juvenil das plantas, representa forte dreno de assimilados. Mudas não inoculadas apresentaram aumento linear da RMF, já em plantas inoculadas houve, inicialmente, forte incremento da massa seca acumulada para as folhas.

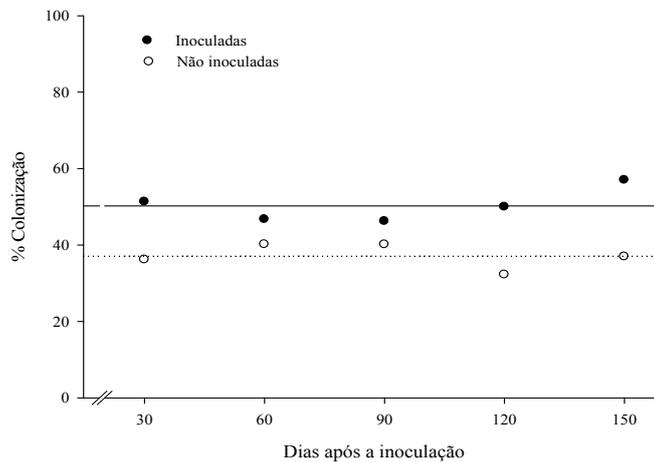


**Figura 5** – Razão de massa foliar de mudas de café (Catuaí Vermelho IAC-99) inoculadas com fungos micorrízicos arbusculares (*Glomus clarum* e *Gigaspora margarita*) (I) e não inoculadas (NI), em diferentes períodos de crescimento.

A taxa de assimilação líquida (TAL) é o incremento de massa seca da planta por unidade de área foliar em determinado tempo, sendo característica bastante representativa da taxa fotossintética líquida da planta. Quanto ao comportamento da TAL das mudas, notou-se aumentou até os 60 DAI e decréscimo após este período. Os valores iniciais de TAL mostraram que apesar da baixa área foliar as mudas possuíam capacidade de acúmulo de massa seca. Entretanto, as mudas inoculadas apresentaram comportamento no período de 30 a 60 DAI com valores de TAL bastante inferiores, obtendo comportamento semelhante nos períodos subsequentes. A TAL sofre influências de diversos fatores fisiológicos, genéticos, ecológicos e ambientais, entretanto, acredita-se que as plantas sempre aumentam a TAL buscando maior eficiência fotossintética e adaptando as condições do ambiente. Assim, a redução da TAL 90 DAI pode ser atribuído ao cultivo adensado, causando o sombreamento das folhas da base das mudas. Lima, Peixoto e Ledo (2007) também observaram que quando plantas de mamoeiro aceleraram o seu crescimento, assim com a área foliar, ocorreu início de auto-sombreamento das plantas e diminuição dos níveis de fotossíntese líquida, com redução da TAL.



**Figura 6** – Taxa de assimilação líquida de mudas de café (Catuaí Vermelho IAC-99) inoculadas com fungos micorrízicos arbusculares (*Glomus clarum* e *Gigaspora margarita*) (I) e não inoculadas (NI), em diferentes períodos de crescimento.



**Figura 7** – Porcentagem de colonização micorrízica de mudas de café (Catuaí Vermelho IAC-99) inoculadas com fungos micorrízicos arbusculares (*Glomus clarum* e *Gigaspora margarita*) (I) e não inoculadas (NI), em diferentes épocas de coleta.

## CONCLUSÃO

Pela análise de crescimento das mudas de café inoculado com fungos micorrízicos possibilitou o melhor estudo da associação. Constatou-se que inicialmente a associação é drenada de assimilados da planta que ainda não possui área foliar para manutenção da associação e sofre queda da taxa fotossintética líquida. Este efeito se extingue e resulta em benefício para as mudas no final do período de produção da muda.

## REFERÊNCIAS

- BARREIRO, A.P., et al., Análise de crescimento de plantas de manjerição tratadas com reguladores vegetais. **Bragantia**, Campinas, v. 65, n. 4, p. 563-567, 2006.
- BENINCASA, M.M.P. **Análise de crescimento de plantas (noções básicas)**. 2ed Jaboticabal: FUNEP, 2003. 41p.
- GUIMARÃES, P.T.G. et al. Café. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V., V.H. (Eds.). **Recomendações para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa, MG: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. p. 289-302.

LIMA, J.F.; PEIXOTO, C.P.; LEDO, C.A.S. Índices fisiológicos e crescimento inicial de mamoeiro (*Carica papaya* L.) em casas de vegetação. **Ciencia e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 5, p. 1358-1363, 2007.

MOREIRA, F.M.S.; SIQUEIRA, J.O. **Microbiologia e Bioquímica do Solo**. 2ª ed. atual. e ampl. Lavras: Editora UFLA, 2006. 729p.

SIQUEIRA, J.O. Avanços em fundamentos e aplicação de micorrizas. Lavras: Editora UFLA, 1996, 290p.

SIQUEIRA, J.O., et al. Arbuscular mycorrhizal inoculation and superphosphate application influence plant development and yield of coffee in Brasil. **Mycorrhiza**, 7:293-300, 1998.