



## Colonização de fungos micorrízicos arbusculares e crescimento de raízes do cafeeiro em solos com diferentes umidades <sup>(1)</sup>

Ana Flavia de Freitas <sup>(2)</sup>; Samuel Dias Moreira <sup>(3)</sup>; Evandro Samuel Reis Tibães <sup>(3)</sup>,  
Felipe Douglas Soares Leal <sup>(3)</sup>, Higor de Castro Monteiro <sup>(3)</sup>, André Cabral França <sup>(4)</sup>.

<sup>(1)</sup> Trabalho executado com recursos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

<sup>(2)</sup> Estudante; Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri; Diamantina, MG; [ninhadtna13@hotmail.com](mailto:ninhadtna13@hotmail.com);

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

<sup>(4)</sup> Professor; Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri; Diamantina, MG.

**RESUMO:** Os fungos micorrízicos arbusculares (FMA) em associação com as raízes das plantas proporcionam maior capacidade de exploração da água, se comparados as plantas não micorrizadas. Objetivou-se com o presente trabalho avaliar colonização dos FMA e o crescimento do cafeeiro colonizado, em solo não esterilizado com umidades controlas. Utilizaram-se sementes de café cultivar Catuaí Vermelho IAC 99 e três inóculos de FMA: *Glomus clarum*, *Glomus etunicatum* e *Scutellospora heterogama*. Umidades do solo adotadas foram: correspondendo a 0,15; 0,23; 0,30; 0,38 cm<sup>3</sup> de água por cm<sup>3</sup> de solo. Foram produzidas mudas de cafeeiro micorrizadas, e posteriormente plantadas em vasos plásticos. A colonização micorrízica e o incremento na área foliar das plantas inoculadas e não inoculadas apresentaram comportamento quadrático. O cafeeiro apresentou maior colonização em associação com *Glomus clarum*, 39%, em solo com 0,27 cm<sup>3</sup> de água por cm<sup>3</sup> de solo. As plantas inoculadas com FMA apresentaram maior incremento na área foliar do que as plantas não inoculadas. As plantas inoculadas com o fungo *Scutellospora heterogama* produziram 21% de massa seca de raízes maior que as não inoculadas na umidade de 0,38 cm<sup>3</sup> de água por cm<sup>3</sup> de solo, já na relação PA/R apresentou pouca variação com o aumento da umidade do solo para as plantas inoculadas com FMA. Os fungos micorrízicos arbusculares inoculados e o aumento da umidade do solo aumentaram o crescimento das plantas de café. As plantas inoculadas com *Glomus clarum*, *Glomus etunicatum* e *Scutellospora heterogama* são resistentes ao estresse hídrico moderado.

**Termos de indexação:** Estresse abiótico. Solo não esterilizado. Capacidade de campo. Endomicorizas.

### INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor e exportador de café no mundo, atualmente, a cafeicultura ocupa uma área estimada de 2,311 milhões de hectares (MAPA, 2014). As regiões onde estão localizadas as plantações de café, normalmente, apresentam deficiência hídrica ou com veranicos, sendo a irrigação uma prática essencial. O crescimento e

rendimento das plantas são limitados por diversos fatores abióticos, sendo o déficit hídrico considerado um dos mais importantes. A manutenção da umidade do solo garante melhor produtividade e qualidade dos grãos e da bebida (COSTA et al., 2010).

No meio agrícola tem ocorrido o aumento das áreas irrigadas, demandando grande quantidade de recursos hídricos, sendo necessário utilizar esse recurso de modo racional, a fim de reduzir o seu consumo e preservar o ambiente, sem diminuir sua produtividade (COSTA et al., 2010). Para alcançar a racionalização da água existem várias técnicas, como utilização de sistemas de irrigação mais eficientes e bem dimensionados, manutenção do sistema e saber o momento de irrigar. São manejos que reduzem o desperdício de água, porém podem ser melhoradas com o uso da biotecnologia, neste ponto destacamos a micorriza, para aumentar a eficiência da planta na absorção de água no solo e resistência a períodos secos.

Os FMA em associação com as raízes do hospedeiro proporcionam maior capacidade de exploração da água e de nutrientes no solo, se comparados as plantas não micorrizadas, isso é atribuído ao desenvolvimento extra-radicular do micélio (COLOZZI-FILHO; NOGUEIRA, 2007). Nos diversos estudos sobre FMA, a maioria é realizada em solos esterilizados, não havendo interferência de microrganismos naturais do solo. A utilização de solos não esterilizados torna-se muito complexa, a partir do ponto que a microbiota do solo é muito diversificada, podendo existir indivíduos que interfiram negativamente nessa simbiose, através de competição ou parasitismo, mas ao mesmo tempo podem existir outros que beneficiam (sinergismo). Desse modo, torna-se importante conduzir experimentos que condiz mais com as condições de campo. Na literatura não existem experimentos que avaliaram o comportamento da associação micorrízica em cafeeiro com aumento da umidade do solo, mantendo a quantidade de água constante de acordo com os tratamentos. Assim, Objetivou-se com o presente trabalho avaliar colonização dos fungos micorrízicos arbusculares (FMA) e o crescimento do cafeeiro colonizado, em solo não esterilizado com umidades controlas.



## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido de agosto de 2012 a novembro de 2013, em casa de vegetação situada no Departamento de Agronomia 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 micorrízico arbusculares (FMA).

Os inóculos eram compostos por areia, argila expandida, fragmentos de raízes e esporos de FMA, estes foram produzidos 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. As adubações foram realizadas de acordo com Guimarães et al. (1999), exceto as adubações fosfatadas.

Para produção de mudas inoculadas, as sementes foram germinadas em areia previamente lavada com água destilada. Quando as plântulas atingiram a fase de "palito de fósforo", isto é, antes do lançamento da folha hipocotiledonar, foram transplantadas para sacos de polietileno com 1,6 dm<sup>3</sup> do substrato citado anteriormente, com adição de 0,46 g kg<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. No ato desses transplantios, 3/4 das plântulas receberam o inóculo contendo os FMA junto às raízes, onde a quantidade de inóculo usada foi suficiente para fornecer, aproximadamente, 100 esporos por planta. O restante das plântulas, correspondente a 1/4, não foi inoculada, sendo o tratamento controle. A fase de muda ocorreu durante o período de outubro de 2012 a maio de 2013, e quando as plantas atingiram quatro a cinco pares de folhas definitivas, aos 160 dias após o transplantio, as mudas foram plantadas em vasos.

O experimento consistiu em um delineamento experimental em blocos casualizados, com quatro repetições, disposto em um esquema fatorial 4 x 4, sendo mudas de cafeeiro inoculadas com *Glomus*

*clarum*, *Glomus etunicatum* e *Scutellospora heterogama* e não inoculada (controle) com quatro umidades do solo. A unidade experimental foi constituída por um vaso, contendo uma planta.

As umidades do solo utilizadas foram: 40, 60, 80 e 100% da capacidade de campo, correspondendo a 0,15; 0,23; 0,30; 0,38 cm<sup>3</sup> de água por cm<sup>3</sup> de solo.

Durante 30 dias após plantio, as plantas foram mantidas a 80% da capacidade de campo, e após esse período, iniciou-se a aplicação dos tratamentos por meio de medidor eletrônico de umidade do solo (Hidrofarm - modelo HFM2030), sendo cada unidade experimental medida a cada dois dias, onde foram completadas com água até atingir a umidade correspondente de cada tratamento.

Quando as plantas de café atingiram 150 dias após o plantio (DAP), as plantas foram retiradas dos vasos e divididas em folhas, caules e raízes, posteriormente, foram secas em estufa de circulação forçada de ar a 65°C, até atingirem peso constante, para determinação da massa seca. Para verificar a porcentagem de comprimento de raízes colonizadas (porcentagem de 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 com KOH 10%, acidificadas com HCl 1% e coradas com azul de tripano em lactoglicerol 0,05% (PHILLIPS; HAYMAN, 1970). A avaliação da colonização micorrízica foi realizada pelo método de interseção em placa quadriculada, sob microscópio estereoscópico (GIOVANNETTI; MOSSE, 1980), realizando a contagem de no mínimo 100 segmentos de raízes

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 umidades do solo.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A porcentagem de comprimento de raízes colonizadas (colonização) e a massa seca de raízes foram influenciadas pelos fungos e as umidades do solo. A colonização micorrízica das plantas inoculadas com *Glomus clarum*, *Glomus etunicatum*, *Scutellospora heterogama* e não inoculadas apresentaram comportamento quadrático (**Figura 1**). Já em plantas de cupuaçu, pupunha e guaraná encontraram-se correlações lineares positiva entre os fatores umidade do solo e



colonização micorrízica (OLIVEIRA et al., 1998, 1999).

O inóculo com o fungo *Glomus etunicatum* teve maior porcentagem de colonização de raízes na umidade 0,29 cm<sup>3</sup> de água por cm<sup>3</sup> de solo, quando o solo estava com 76% da capacidade de campo e, para *Glomus clarum* e *Scutellospora heterogma* foi 0,27 cm<sup>3</sup> de água por cm<sup>3</sup> de solo, com 71% (Figura 1a). O cafeeiro apresentou maior colonização em associação com *Glomus clarum*, 39%, em solo com 71% da capacidade de campo.

A diminuição colonização dos FMA nas condições com umidade 0,38 cm<sup>3</sup> de água por cm<sup>3</sup> de solo, pressupõe, ser devido à aeração e parasitas. Solos com elevado teor de umidade estão sujeitos a falta de oxigênio, portanto, diminuição da atividade dos FMA, pois são aeróbicos. Também, em altas umidades favorece o desenvolvimento de fungos parasitas de esporos de FMA. Os microrganismos presentes no solo podem exercer efeitos inibitórios na germinação dos esporos e no crescimento micelial do fungo, atuando como predadores, parasitas ou na produção de substância fungistáticas (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006).

A massa seca de raízes das plantas não inoculadas não apresentou alteração quanto ao aumento da umidade do solo (Figura 1b). Para plantas inoculadas com FMA, a massa seca de raízes foi menor apenas na umidade de 0,15 cm<sup>3</sup> de água por cm<sup>3</sup> de solo, ou seja, no solo com menos água, já a partir desse ponto, com o aumento da umidade do solo as plantas inoculadas apresentaram maior massa seca de raízes. Em geral, as plantas inoculadas com o fungo *Scutellospora heterogma* produziram 21% de massa seca de raízes maior que as não inoculadas na umidade de 0,38 cm<sup>3</sup> de água por cm<sup>3</sup> de solo, e em seguida os fungos *Glomus clarum* e *Glomus etunicatum*, apresentado comportamento semelhantes com o aumento da umidade do solo (Figura 1b).

Mesmo na presença de fungos nativos os FMA inoculados exibiram capacidade de colonização após o plantio para os vasos. Evidenciando também a eficiência desses fungos em promover crescimento de plantas de café até os 150 DAP. Os FMA apresentaram respostas diferentes para as variáveis analisadas, porém *Glomus clarum* e *Glomus etunicatum* diferenciaram pouco entre si, todavia nas condições desse experimento espécies do mesmo gênero não tiveram diferença significativa.

Todos os resultados desse experimento, mostram que o baixo volume de água no solo compromete o crescimento do cafeeiro, pois a falta de água afeta direta ou indiretamente todos os

processos fisiológicos da célula vegetal. As plantas em condição de baixa umidade do solo fecham os estômatos porque a transpiração excede a absorção de água via raízes, restringindo a entrada de CO<sub>2</sub>, e deste modo reduz a fotossíntese. O estresse hídrico influencia no desenvolvimento estrutural e funcional dos cloroplastos e na síntese de clorofila. A clorofila nesta situação acelera a taxa de degradação e reduz a taxa de síntese (MARENCO; LOPES, 2005).

## CONCLUSÕES

Os fungos micorrízicos arbusculares inoculados e a umidade do solo próximo a capacidade de campo aumentaram o crescimento das plantas de café.

A colonização micorrízica é maior em solos com alta umidade, próxima a 75% da capacidade de campo.

As plantas inoculadas com *Glomus clarum*, *Glomus etunicatum* e *Scutellospora heterogma* são resistentes ao estresse hídrico moderado.

## AGRADECIMENTOS

- Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM);
- Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes);
- Laboratório de microbiologia da Faculdade Regional de Blumenau (FURB/SC);
- Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG)

## REFERÊNCIAS

### a. Periódicos:

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.

PHILLIPS, J. M.; HAYMAN, D. S. Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal for rapid assessment of infection. **Transactions of the British Mycological Society**, v. 55, p. 158–161, 1970.

### b. Livro:

MARENCO, R. A.; LOPES, N. F. **Fisiologia vegetal - fotossíntese, respiração, relações hídricas e nutrição mineral**. Viçosa, MG: UFV, 2005.

MOREIRA, F. M. DE S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e Bioquímica do do Solo**. 2ª edição ed. Lavras, MG: UFLA, 2006.

**c. Capítulo de livro:**

COLOZZI-FILHO, A.; NOGUEIRA, M. A. Micorrizas Arbusculares em Plantas Tropicais: Café, Mandioca e Cana-de-açúcar. In: SILVEIRA, A. P. D. FREITAS, dos S. (Eds.); **Microbiota do solo e qualidade ambiental**. Campinas: Instituto Agrônômico, 2007. p.41– 56.

COSTA, E. L. DA; SIMÃO, F. R.; OLIVEIRA, P. M. DE; SILVA, V. A. Irrigação. In: REIS, P. R.; CUNHA, R. L. da (Eds.); **Café Arábica do plantio à colheita**. 1a 1012 ed. Lavras, MG: Unidade Regional EPAMIG Sul de Minas, 2010. p.447–517.

GUIMARÃES, P. T. G.; GARCIA, A. W. R.; V., V. H. A.; et al. Cafeeiro. 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.

JACKSON, M. L. Chemical composition of soil. In: BEAR, F. E., ed. Chemistry of the soil. 2.ed. New York: Reinhold, 1964. p.71-141.

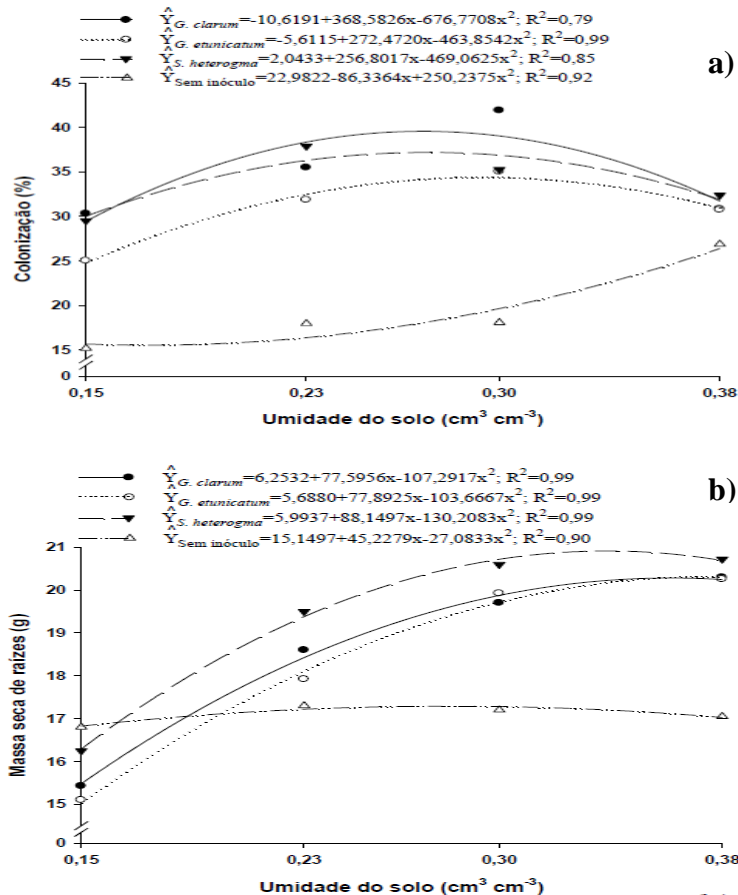
**d. Trabalho em Anais:**

OLIVEIRA, A. N.; OLIVEIRA, L. A.; MOREIRA, F. W. Micorrizas arbusculares em cupuaçu e guaraná de um sistema agroflorestal de terra firme no Município de Manaus. **FertBio. Anais...** Caxambú: Sociedade Brasileira de Microbiologia, 1998. p.617.

OLIVEIRA, A. N.; OLIVEIRA, L. A.; RAMOS, M. B. P. Ocorrências de micorrizas arbusculares (MAs) em cinco cultivares de bananeira (*Musa spp.*) num cultivo experimental em Latossolo Amarelo da Amazônia Ocidental. MOSTRA TÉCNICO CIENTÍFICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS. **Anais...** Manaus: Universidade Federal do Amazonas. , 1999. p.11.

**f. Internet:**

MAPA - MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, P. E A. **Café - Saiba mais**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br>>. Acesso em: 28/1/2014.



**Figura 1 – (a)** Comprimento de raízes colonizadas (Colonização) e **(b)** massa seca de raízes das plantas de café inoculadas com *Glomus clarum*, *Glomus etunicatum*, *Scutellospora heterogma* e sem inoculação, submetidas às umidades 0,15; 0,23; 0,30 e 0,38 cm<sup>3</sup> de água por cm<sup>3</sup> de solo correspondem, respectivamente, a 40, 60, 80 e 100% da capacidade de campo do solo.