

FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES EM CAFEIEIRO (*Coffea arabica* L) CULTIVADOS EM DIFERENTES ALTITUDES E FACES DE EXPOSIÇÃO AO SOL¹

Edynei Miguel Cristino²; Nayron Vilela Diogo³; Marliane de Cássia Soares da Silva⁴; Tomás Gomes Reis Veloso⁵;
Wilton Soares Cardoso⁶; Maria Catarina Megmuni Kasuya⁷; Lucas Louzada Pereira⁸

¹ Trabalho financiado pela Cooperativa de Crédito de Livre Admissão Sul Serrana do Espírito Santo – Sicoob e pelo CNPq.

² Bolsista. Graduado em Licenciatura em Educação no Campo. Universidade Federal de Viçosa, Departamento De Microbiologia, Viçosa, Minas Gerais. edyneimiguel@yahoo.com.br

³ Mestrando. Graduado em Agronomia. Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Fitotecnia, Viçosa, Minas Gerais. nayron.vilela@gmail.com.

⁴ Pós doutoranda Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Microbiologia, Viçosa, Minas Gerais. mcassiabio@yahoo.com.br

⁵ Doutorando. Ms. Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Microbiologia, Viçosa, Minas Gerais. tomasgomesrv@gmail.com

⁶ Professor Dr. do Instituto Federal do Espírito Santo, Departamento de Ciência E Tecnologia de Alimentos, Venda Nova Do Imigrante. wiltonscardoso@yahoo.com.br

⁷ Professora Dra. Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Microbiologia, Viçosa, Minas Gerais. mkasuya@ufv.br

⁸ Professor Dr. do Instituto Federal do Espírito Santo, Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Venda Nova Do Imigrante. lucaslozada@hotmail.com

RESUMO: O objetivo desse trabalho foi avaliar a colonização radicular por fungos micorrízicos arbusculares (FMA) bem como o número de esporos presentes em solos com cultivo comercial de *Coffea arabica* L em diferentes altitudes e faces de exposição ao sol. Foram coletadas amostras em nove propriedades com altitudes variando de 735 a 1078 metros e diferentes faces de exposição ao sol (leste, oeste e sul), sendo coletadas em cada uma delas três amostras compostas de solo e de raiz. Após a coleta, as amostras foram enviadas para o laboratório, onde realizou-se a avaliação da colonização radicular por FMA utilizando o método da contagem em placa de Petri quadriculada e quantificação do número de esporos presentes em 100 g de solo por meio da técnica de decantação e peneiramento úmido. Foi possível observar um efeito direto na quantidade de esporos em função do aumento da altitude. Assim como a altitude, a face de exposição ao sol também influenciou o número de esporos. Além disso foi possível observar uma correlação negativa entre o número de esporos em relação a saturação por bases e o teor de Ca²⁺. Diferentemente da quantidade de esporos, para a colonização micorrízica não foi observada qualquer efeito em relação ao aumento da altitude ou diferenças em função da face de exposição ao sol, como também qualquer correlação com os atributos químicos do solo. Assim, mais estudos são necessários para entender melhor os efeitos desses fatores uma vez que a comunidade de microrganismos associados ao café pode afetar a qualidade final desse produto.

PALAVRAS-CHAVE: FMA, colonização micorrízica, número de esporos, *Coffea Arabica*

ARBUSCULAR MYCORRHIZAL FUNGI IN THE COFFEE (*Coffea arabica* L) CULTIVATED IN DIFFERENT ALTITUDES AND EXPOSURE TO THE SUN

ABSTRACT: The objective of this work was to evaluate root colonization by arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) as well as the number of spores in commercial plantation of *Coffea arabica* L. at different altitudes and faces of sun exposure. Sampling was carried out in eight properties with altitudes varying from 735 to 1078 meters and different faces of exposure to the sun (east, west and south), with three samples composed of soil and root. After collection, the samples were sent to the laboratory for evaluation of root colonization by AMF using the Petri plate counting method and the number of spores present in 100 g of soil was quantified by decantation and wet sieving. It was possible to observe a direct effect on the number of spores due to the increase in altitude. As well as the altitude, the face of sun exposure also influenced the number of spores. In addition, it was possible to observe a negative correlation between number of spores in relation to base saturation and Ca²⁺ content. In contrast Differently from the amount of spores, in the mycorrhizal colonization it was not possible to observe significant differences in relation to the altitude increase, as well as no difference in function of the face of sun exposure, and no correlation was observed with any of the chemical attributes of the soil. So, more studies are needed to understand the effect of these factors, since the microbial community associated to coffee plant can affect coffee quality beverage.

KEY WORDS: AMF, mycorrhizal colonization, number of spores, *Coffea Arabica*

INTRODUÇÃO

A cafeicultura é uma importante atividade agrícola para o Brasil, o país ocupa lugar de destaque no cenário mundial figurando como o maior produtor e exportador de café, além de ser o segundo maior consumidor da bebida no mundo (EMBRAPA, 2018). O café arábica representa aproximadamente 76 % da produção total de café do país, a área plantada com a cultura do café no Brasil totaliza 2,2 milhões de hectares, desse total 81 % são cultivados com café

arábica (*coffea arábica L.*). O estado do Espírito Santo se destaca como um dos principais produtores de café arábica do país ficando atrás apenas do estado de Minas Gerais (CONAB, 2018).

No Brasil o café arábica é normalmente produzido em altitudes que variam de 600 a 1400 metros, resultando em produtos que apresentam diferentes características sensoriais, ou seja, é de conhecimento científico que a altitude pode ser capaz influenciar aspectos do café, como por exemplo o aroma, o sabor e a acidez da bebida, tais aspectos possuem efeito direto na qualidade do produto (PEREIRA et al, 2017). Muito embora a altitude seja um fator sabidamente importante para a qualidade do café ainda existem poucos trabalhos científicos discutindo sobre este tema. Sabe-se que, normalmente, os cafés das regiões de maior altitude recebem notas mais altas que cafés de regiões de menor altitude, em relação ao sabor, aroma e doçura. Esse fato é comumente associado à condições de temperatura e luminosidade, no entanto é possível que outros fatores a exemplo da comunidade de microrganismos presentes no solo possam influenciar a qualidade dos frutos de café. Dentre os microrganismos presentes no solo destacam-se os fungos micorrízicos arbusculares (FMA), tais fungos são pertencentes ao filo Glomeromycota (MOREIRA & SIQUEIRA, 2006) e são conhecidos por sua capacidade em realizar interações simbióticas mutualistas com as raízes das plantas favorecendo a absorção de água e nutrientes principalmente aqueles que possuem baixa mobilidade no solo como o caso do fósforo, além disso os FMA são capazes de aumentar a tolerância das plantas a estresses bióticos e abióticos favorecendo a adaptação das mesmas a diferentes ecossistemas (FERNANDES et al, 1999; BRITO et al, 2017). Assim o objetivo deste trabalho foi avaliar a colonização micorrízica bem como o número de esporos no solo em plantações de café arábica sob diferentes altitudes de cultivo e faces de exposição ao sol.

MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi realizado nos Laboratório de Associações Micorrízicas e Genética de Microrganismos localizado no Instituto de Biotecnologia Aplicada à Agropecuária (BIOAGRO) e em casa de vegetação, ambos pertencentes ao Departamento de Microbiologia da Universidade Federal de Viçosa – UFV, em Viçosa – Minas Gerais. Coleta de amostras: As amostras de solo e de raízes de *Coffea arábica L.* foram coletadas na região Sudoeste Serrana do Estado do Espírito Santo em nove propriedades sob diferentes altitudes variando de 735 a 1078 metros (Fig. 1). Em cada propriedade foram coletadas três amostras compostas de solo raíz, sendo cada amostra composta por 5 pontos amostrados em uma área de 1 m², na profundidade de 0 a 10 cm. As amostras foram acondicionadas em sacos de polietileno e armazenadas no gelo até o envio para o laboratório sendo, em seguida, processadas e, ou mantidas a -20 °C.

Propriedade	Altitude	Face de exposição ao sol
FA1	799.19	Leste
FA2	791.00	Leste
DB	907.69	Sul
FC	735.00	Oeste
LP	1078.08	Sul
FS	1052.17	Sul
LD	969.00	Sul
WT	1021.99	Sul
ST	870.24	Leste

Figura 1. Altitude e face e exposição ao sol associadas a cada propriedade onde foram coletadas as amostras de solo e sistema radicular de *Coffea arábica L.*

Avaliação da porcentagem de colonização micorrízica: Para a quantificação da colonização micorrízica as raízes foram lavadas e armazenadas em FAA (formol: álcool: ácido acético 0,5: 9: 0,5) até o momento do processamento, para que houvesse a conservação das estruturas fúngicas e da raiz. Posteriormente as raízes foram diafanizadas com KOH (10 %), acidificadas com HCl (2 %) e coradas com azul de Tripiano em lactoglicerol (0,05 %), de acordo com metodologia descrita por Phillipis & Hayman, (1970). Após a coloração, as raízes foram estocadas em lactoglicerol até o momento da quantificação da colonização micorrízica (BRUNDRETT et al., 1996). A porcentagem de colonização radicular por FMA foi estimada através do método de contagem em placa de Petri quadriculada, seguindo a metodologia descrita por Giovannetti e Mosse (1980). Quantificação dos esporos de FMA: Os esporos de FMA foram extraídos a partir de 100 g de solo, pela técnica de decantação e peneiramento úmido (GERDEMANN & NILCOLSON, 1963), seguido por centrifugação em água e depois em solução de sacarose 45 %. Posteriormente os esporos foram quantificados em placas de Petri canaletadas com o auxílio de lupa binocular estereoscópica. Análises estatísticas: Os dados obtidos da contagem de esporos do solo e colonização micorrízica das raízes de plantas de café localizadas em diferentes altitudes

foram submetidos a ANOVA seguido do teste t de Student para os coeficientes angulares das equações de regressão. As médias obtidas da contagem de esporos do solo e colonização micorrizica das raízes de plantas de café localizadas em diferentes faces foram submetidas ao teste de Kruskal-Wallis a 0,05 de probabilidade. Todas as análises foram realizadas com auxílio do programa estatístico R.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O número de esporos de FMA presentes no solo sofreu efeito direto da altitude de cultivo (Fig. 2 A), sendo assim foi possível observar um aumento no número de esporos a medida que se aumentava a altitude. Cerda et al. (2017) também relataram efeitos da altitude sobre a composição da microbiota de café corroborando com os resultados encontrados neste trabalho. Quanto as faces de exposição ao sol, foi possível observar efeitos significativos na quantidade de esporos (Fig. 3 A). A face sul apresentou quantidades superiores de esporos quando comparada com a face leste, enquanto a face oeste não diferiu estatisticamente de nenhuma das outras duas faces. Diversos autores relataram que as comunidades de fungos micorrízicos em associação com as plantas sofrem modulações por diversos fatores (ENTRY et al., 2002; MOREIRA et al., 2018; PRATES-JUNIOR et al., 2019). Um desses fatores é a luminosidade que varia de acordo com a face na qual estas plantas estão sendo cultivadas (GEHRING, 2003). Este fato pode explicar os resultados encontrados neste experimento. Diferentemente dos resultados encontrados na contagem de esporos, para a colonização micorrizica não foi possível observar efeitos significativos do fator altitude (Fig. 2 B). Assim como ocorreu em relação ao fator altitude a porcentagem de colonização das raízes por estruturas fúngicas foi semelhante para todas as faces de exposição ao sol, não sendo possível observar efeito significativo desse fator em relação a colonização (Fig. 3 B). Os resultados de colonização micorrizica talvez possam estar associados com o fato do experimento ter sido conduzido durante a época de colheita, isso sugere que antes da colheita a planta precisa passar pela etapa de enchimento de grãos e esta etapa envolve altos gastos de energia na forma de fotoassimilados, tornando difícil a manutenção dos FMA (BONFIM et al., 2010), portanto uma vez que o experimento foi conduzido em um período curto após o enchimento de grãos pode ser que a porcentagem de colonização tenha reduzido não sendo possível observar diferenças significativas entres os diversos níveis dos fatores avaliados.

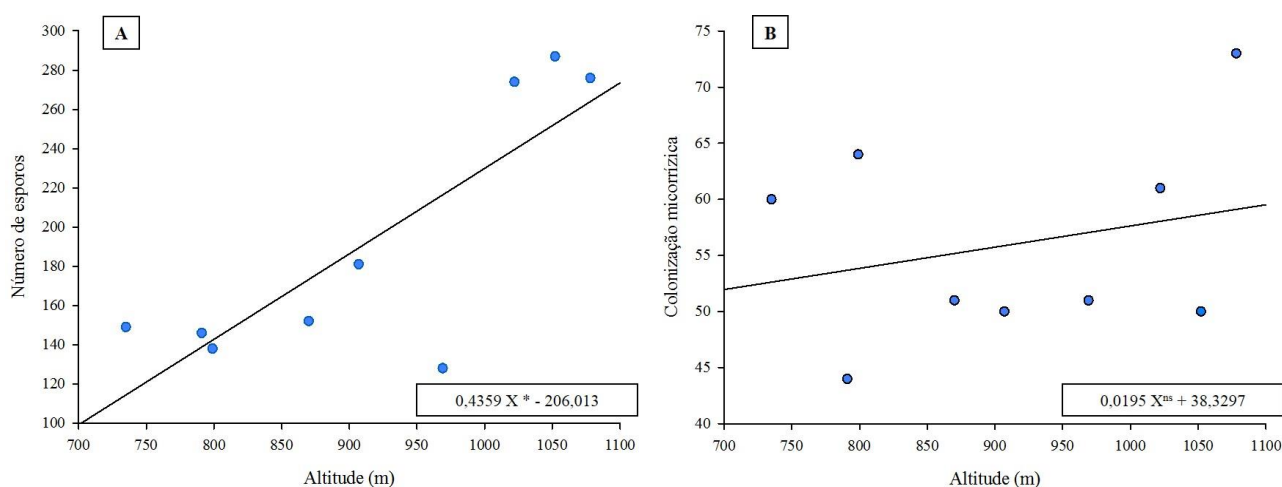


Figura 2. (A) Número de esporos no solo e (B) colonização micorrizica em raízes de cafeeiro cultivado em diferentes altitudes. Coeficientes angulares seguidos por asterisco (*) ou (NS) indicam, respectivamente, presença e ausência de significância pelo teste t de Student.

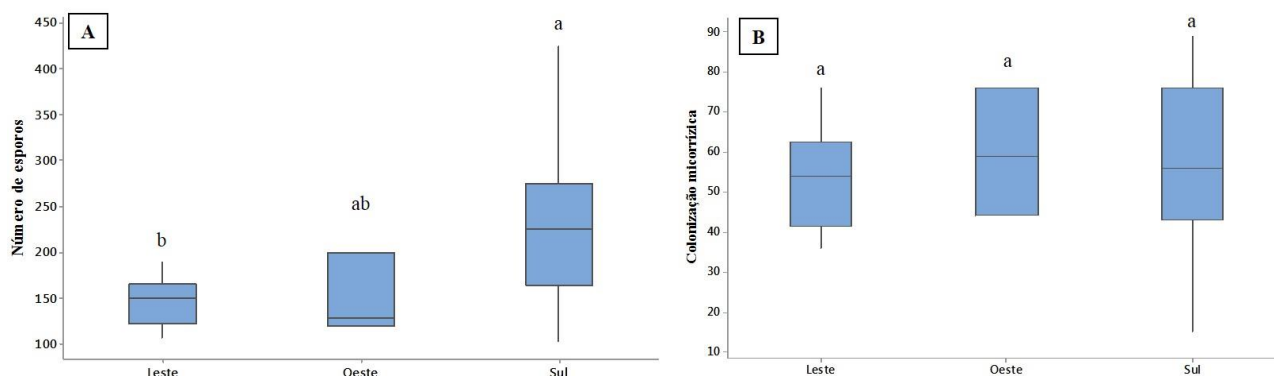


Figura 3. Boxplots seguidos pela mesma letra ou por letras distintas, mostram respectivamente, a igualdade e diferença estatística pelo teste de Kruskal-Wallis a 0,05 de probabilidade.

CONCLUSÕES

- 1 - A altitude e as faces de exposição ao sol afetam o número de esporos de FMA no solo.
- 2 - No entanto mais estudos são necessários para entender os efeitos desses fatores uma vez que a comunidade de microrganismos associados ao café pode afetar a qualidade final desse produto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BOMFIM, J. A.; MATSUMOTO, S. N.; LIMA, J. M.; CÉSAR, F. R. C. F.; SANTOS, M. A. F. (2010). Fungos micorrízicos arbusculares (FMA) e aspectos fisiológicos em cafeeiros cultivados em sistema agroflorestal e a pleno sol. *Bragantia*, Campinas, v.69, n.1, p.201-206, 2010.
- BRITO, V. N.; TELLECHEA, F. R. F.; HEITOR, L. C.; FREITAS, M. S. M.; MARTINS, M. A. Fungos micorrízicos arbusculares e adubação fosfatada na produção de mudas de paricá. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 27, n. 2, p. 485-497, abr.-jun., 2017.
- BRUNDRETT, M. C.; BOUGHER, N.; DELL, B.; GROVE, T.; MALAJCZUK, N. Working with mycorrhizas in forestry and agriculture. Canberra: Australian Centre for International Agricultural Research, 1996. 374 p.
- CERDA, R.; ALLINNE, C.; GARY, C.; TIXIER, P.; HARVEY, C. A.; KROLCZYK, L.; AVELINO, J. Effects of shade, altitude and management on multiple ecosystem services in coffee agroecosystems. *European Journal of Agronomy*, v. 82, p. 308-319, 2017.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). Acompanhamento da safra brasileira de café, v. 5– Safra 2018, n.1- Primeiro levantamento, Brasília, p. 1-73, jan. 2018. ISSN 2318-7913
- DE OLIVEIRA, A. N.; & DE OLIVEIRA, L. A. Características químicas do solo, esporulação e colonização micorrízica em plantas de cupuaçuzeiro e de pupunheira na Amazônia Central. *Revista de Ciências Agrárias Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences*, n. 40, p. 33-44, 2003.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). A Cafeicultura ocupa menos de 1% da área explorada pela produção agrícola no Brasil, 2018. Disponível em <https://www.embrapa.br>.
- ENTRY, J. A.; RYGIEWIEZ, P. T.; WATRUD, L. S.; DONNELLY, P. K. Influence of adverse soil conditions on the formation and function of arbuscular mycorrhizas. *Advances in Environmental Research*, v.7, p.123-138, 2002.
- FERNANDES, M. F.; RUIZ, H. A.; NEVES, J. C. L.; MUCHOVEJ, R. M. C. Crescimento e absorção de fósforo em plantas de *Eucalyptus grandis* associadas a fungos micorrízicos em diferentes doses de fósforo e potenciais de água do solo. *R. Bras. Ci. Solo*, 23:617- 625, 1999.
- GEHRING, C.A. Growth responses to arbuscular mycorrhizae by rain forest seedlings vary with light intensity and tree species. *Plant Ecology*, v.167, p.127-139, 2003.
- GERDEMANN, J. W.; NICOLSON, T. H. Spores of mycorrhizal endogone species extracted from soil by wet sieving and decanting. *Transactions of the British Mycological Society*, 46:235-244, 1963.
- GIOVANNETTI, M.; MOSSE, B. An evaluation of techniques for measuring vesicular arbuscular mycorrhizal infection in roots. *New Phytologist*, Oxford, v. 84, n. 3, p. 489- 500, 1980.
- MOREIRA, F. M. S., SIQUEIRA, J. O. Microbiologia e bioquímica do solo. Lavras: UFLA, 2006. 729 p.
- MOREIRA, S. L.; PIRES, C. V.; MARCATTI, G. E.; SANTOS, R. H.; IMBUZEIRO, H. M.; FERNANDES, R. B. Intercropping of coffee with the palm tree, macauba, can mitigate climate change effects. *Agricultural and Forest Meteorology*, v. 256, p. 379-390, 2018.
- JUNIOR, P. P.; MOREIRA, B. C.; DA SILVA, M. D. C. S.; VELOSO, T. G. R.; STURMER, S. L.; FERNANDES, R. B. A.; KASUYA, M. C. M. Agroecological coffee management increases arbuscular mycorrhizal fungi diversity. *PloS one*, v. 14, n. 1, p. e0209093, 2019.

PEREIRA, L. L; GUARÇONI, R. C; CARDOSO, W. S; TAQUES, R. C; MOREIRA, T. R; DA SILVA, S. F; TEN CATEN, C. S. (2018). Influence of Solar Radiation and Wet Processing on the Final Quality of Arabica Coffee. *Journal of food quality*, v. 2018, 2018.

PHILLIPS, J. M. and HAYMAN, D. S. (1970) Improved Procedures for Clearing Roots and Staining Parasitic Vesicular-Arbuscular Mycorrhizal Fungi for Rapid Assessment of Infection. *Transactions of the British Mycological Society*, 55, 158-161. [http://dx.doi.org/10.1016/S0007-1536\(70\)80110-3](http://dx.doi.org/10.1016/S0007-1536(70)80110-3)