



# XXXIII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo

Solos nos biomas brasileiros: sustentabilidade e mudanças climáticas  
31 de julho à 05 de agosto - Center Convention - Uberlândia/Minas Gerais

## MICORRIZAS ARBUSCULARES EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS NA AMAZÔNIA

**Rogério Sebastião Corrêa da Costa<sup>(1)</sup>; Luiz Antonio de Oliveira<sup>(2)</sup>; Arlem Nascimento de Oliveira<sup>(2)</sup>; Francisco Wesen Moreira<sup>(2)</sup>**

<sup>(1)</sup> Pesquisador; Pesquisa e Desenvolvimento; Embrapa Rondônia; BR 364, Km 5,5, Caixa Postal 127, Porto Velho, RO; CEP 76815-800; rogerio@cpafro.embrapa.br; <sup>(2)</sup> Pesquisador; Departamento de Pesquisa em Ciências Agronômicas; INPA, Av. André Araújo Lima, 2936, Aleixo, Manaus, AM, CEP 69060-001

**Resumo** – A maioria dos solos da Amazônia apresenta acidez elevada e alta saturação com alumínio, o que limita os seus usos na agricultura regional. Uma alternativa eficiente para o uso dos solos é a utilização de microrganismos do solo visando um melhor aproveitamento dos nutrientes pelas plantas. Os fungos micorrízicos arbusculares (FMA) aumentam a capacidade da planta de absorver nutrientes do solo e água, favorecendo sua nutrição. Os Sistemas Agroflorestais têm por base se aproximar da estrutura e dinâmica de uma floresta natural. O objetivo deste trabalho foi avaliar a presença de micorrizas arbusculares na rizosfera de um Sistema Agroflorestal. Foram verificadas a ocorrência de esporos na rizosfera e a colonização radicular em espécies componentes de um Sistema Agroflorestal, em épocas distintas. O número de esporos nos solos rizosféricos das espécies variou de 89 a 329 esporos/50 gramas de solo. A colonização radicular por fungos micorrízicos arbusculares variou de 6,8 a 99,6% nas plantas do SAF e com alta concentração na época seca.

**Palavras-Chave:** rizosfera; nutrição de plantas; latossolos; sazonalidade; Amazônia.

### INTRODUÇÃO

A maioria dos solos de terra-firme na Amazônia consiste de latossolos (Oxisols) e podzólicos (Ultisols), cujas características principais são acidez elevada e alta saturação com alumínio, o que limita os seus usos na agricultura regional (Nicholaides et al., 1983). Uma alternativa para o uso dos solos da região é a utilização de práticas com baixos insumos agrícolas, como o uso de microrganismos do solo voltado para um melhor aproveitamento dos nutrientes pelas plantas (Oliveira, 1991) e cultivo em sistemas agroflorestais (Almeida et al., 1995).

As micorrizas arbusculares são associações simbióticas, mutualísticas e benéficas entre espécies de fungos e raízes da grande maioria das plantas, os fungos aumentam a capacidade da planta de absorver nutrientes do solo, favorecendo sua nutrição, enquanto a planta fornece fotossintatos para o fungo que é incapaz de realizar fotossíntese (Lopes et al., 1983).

Os Sistemas Agroflorestais (SAF's) são formas de uso e manejo dos recursos naturais, através da

associação de espécies lenhosas (árvores, arbustos, palmeiras) com cultivos agrícolas ou animais e tem por base se aproximar da estrutura e dinâmica de uma vegetação natural (Almeida et al., 1995).

Toro-Garcia (1987) e Costa et al. (2002) verificaram que a ocorrência de esporos micorrízicos foi maior em cafeeiros sombreados do que naquele cultivado a céu aberto. Relações positivas e negativas entre sistemas agroflorestais e micorrizas arbusculares foram observadas por Oliveira et al. (1999), Oliveira (2001) e Silva Junior et al. (2006). Segundo Locatelli e Lovato (2002), nas simbioses micorrízicas, a especificidade entre fungo e planta não existe. Porém, Haas e Menge (1990) e Silva e Siqueira (1991) observaram que as espécies de FMAs respondem de forma diferenciada aos fatores climáticos e às características químicas e físicas do solo. Oliveira (2001) observou o efeito da variação climática sobre a ocorrência dos fungos micorrízicos.

Por esta razão, as ações empreendidas neste trabalho, visam avaliar a presença de FMAs em diferentes épocas de coletas num Sistema Agroflorestal num solo ácido e de baixa fertilidade do Amazonas.

### MATERIAL E MÉTODOS

O SAF estudado está localizado na comunidade do Brasileirinho, município de Manaus, nas coordenadas: 3° 01' 20" W e 59° 53' 45" S. Foi implantado no ano de 2000 e é constituído das seguintes espécies: jatobá (*Hymenaea courbaril* L.), cedro (*Cedrela fissilis* Vell), bananeira (*Musa* sp.), limão (*Citrus* sp.) e coco (*Cocos nucifera* L.), com os seguintes espaçamentos: jatobá e cedro (12 x 12 m), bananeira, limão e coco (8 x 8 m).

A região de Manaus possui clima tropical chuvoso tipo Af, segundo classificação de Köppen, caracterizado por temperatura média anual do ar de 26°C, umidade relativa de 85% e regime pluviométrico com média anual de 2.600 mm. Os meses mais chuvosos (fevereiro e março) registram médias de aproximadamente 320 mm, e os mais secos (agosto e setembro), pouco acima de 60 mm (Embrapa, 1997a).

O solo é classificado como Latossolo (Oxisol) Amarelo que apresenta caráter ácido e baixa fertilidade natural, com as seguintes características: pH (H<sub>2</sub>O) = 4,5; Al = 1,0 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>; Ca = 0,88 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>; Mg = 0,27 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>; K = 0,10 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>; P = 7,0 mg kg<sup>-1</sup>; Fe = 199 mg kg<sup>-1</sup>; Zn = 3,0 mg kg<sup>-1</sup>; Mn = 3,3 mg kg<sup>-1</sup>; N = 1,74 g/kg; C = 16,9 g/kg e

M.O. = 29,17 g/kg. Os solos e as raízes foram coletados nas rizosferas de cada planta componente do SAF, a 20 cm de profundidade.

Foram realizadas quatro coletas, com cinco repetições, para as seguintes avaliações: análise química do solo, contagem de esporos nos solos rizosféricos, colonização micorrízica arbuscular. Os solos rizosféricos foram analisados conforme a metodologia da Embrapa (1997b).

A contagem de esporos dos FMAs no solo foi de acordo com Gerdemann e Nicolson (1963), utilizando sacarose e 50 g de solo. Foi utilizado o método de Phillips e Hayman (1970), para o clareamento e coloração de raízes. Para determinação da colonização micorrízica foi utilizada o método da Placa Quadrículada de Giovannetti e Mosse (1980).

Os dados foram analisados pelo teste F e as médias dos tratamentos comparados pelo teste de Tukey.

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os números de esporos nos solos rizosféricos das espécies variaram de 89 a 329 esporos/50 gramas de solo, entretanto não houve diferenças significativas entre as épocas de coletas e espécies, e sim ocorreu uma interação entre ambos (Tabela 1). Apenas a rizosfera dos coqueiros foi influenciada pela sazonalidade, com baixa presença de esporos nos solos rizosféricos em fevereiro, mês de maior precipitação e alta presença no mês de agosto, menor precipitação (Figura 1), concordando com Guadarrama e Alvarez-Sánchez (1999) que observaram que a umidade favorece a germinação dos esporos, resultando em alta colonização e baixa produção de esporos. Diversos autores relatam que os esporos são estruturas de resistência e a sua existência no sistema costuma ser reduzida no período de chuvas, enquanto outras estruturas como hifas são mais abundantes (Janos et al., 1995; Singüenza et al., 1996; Ramírez-Gerardo et al., 1997; Oliveira e Oliveira, 2010). Nas demais espécies não houve diferenças estatísticas. Segundo Oliveira (2001), essa variação temporal pode ser significativa ou não, dependendo da espécie e da época de avaliação, fato que ocorreu no presente trabalho.

A esporulação média das espécies foi entre 166 a 202 esporos/50 gramas (Tabela 1), resultado acima dos encontrados em plantios solteiros em bananeiras (Oliveira e Oliveira, 2005), em essenciais florestais (Costa et al., 2002) e coqueiros consorciados (Gasparotto et al., 1994) e inferiores a pomares de citros (Focchi et al., 2004). A possível explicação é que o sistema consorciado com diferentes espécies e diferentes sistemas radiculares possibilite uma melhor exploração do solo, estimulando a geração de esporos. Essa ocorrência de alta esporulação em todas as espécies do SAF e a ausência de variação sazonal da esporulação na maioria das espécies (Tabela 1) pode ser um indicativo da importância da utilização dos Sistemas Agroflorestais, que utilizando diferentes espécies em um mesmo espaço favorece a esporulação durante o ano todo e não apenas em um período, como relatam diversos trabalhos (Oliveira, 2001; Oliveira et al., 2003).

Tabela 1 Esporulação de fungos micorrízicos arbusculares na rizosfera de plantas de um Sistema Agroflorestal. Manaus, AM.

Plantas	Médias das coletas <sup>(1)</sup>				
	2/09	4/09	6/09	8/09	X
	-----Nº. de esporos/50 grama de solo-----				
Banana	166 abA	148 aA	134 aA	216 abA	166a
Cedro	279 a A	209 aA	174 aA	148 b A	202a
Coco	89 b B	199 aAB	116 a B	329 a A	183a
Jatobá	212 abA	204 aA	181 aA	127 b A	181a
Limão	161 abA	251 aA	172 aA	129 b A	178a
Médias	181A	202A	155A	190A	182

<sup>(1)</sup> Colunas com as médias em letras minúsculas iguais e linhas com as médias em letras maiúsculas iguais não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5 %.

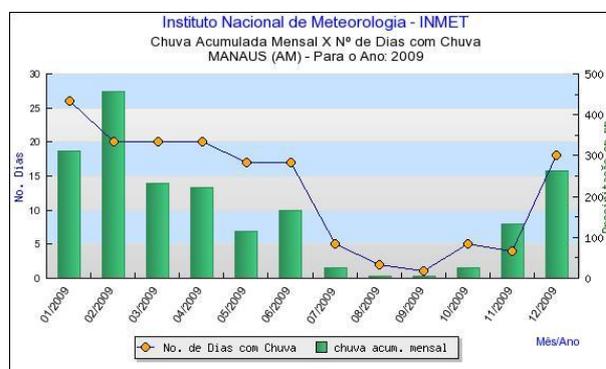


Figura 1. Precipitações no ano de 2009 em Manaus, AM. Fonte: INMET (2010).

A colonização radicular variou de 5 a 99%, ocorrendo diferenças significativas entre as épocas de coletas, as espécies e interação entre ambos (Tabela 2). No mês de junho e agosto (época seca) foram observadas as maiores colonizações na maioria das espécies (Tabela 2). Segundo alguns autores (Sieverding, 1979 e Bolgiano et al., 1983 citados por Oliveira 2001), o desenvolvimento das micorrizas é favorecido em condições de deficiência de água e menor aeração do solo, o que ocorreu no referido trabalho. Esse resultado é um indicativo muito importante para a nutrição das plantas, ou seja, alta colonização radicular no período mais crítico para as culturas, onde a deficiência hídrica pode ser bastante acentuada, afetando a disponibilidade de nutrientes na solução do solo e consequentemente, a absorção pelas plantas.

A colonização radicular nas espécies do SAF (Tabela 2) foi superior aos observados em cultivos solteiros de bananeiras (Oliveira e Oliveira, 2005) e em essenciais florestais (Oliveira et al. 1999; Zangaro et al. 2002) e coqueiros em consórcio (Gasparotto et al., 1994); entretanto, inferior a pomares de citros (Oliveira e Coelho, 1995; Focchi et al., 2004). Como na esporulação, a diversidade dos sistemas radiculares no SAF podem ter favorecido as altas colonizações.

Tabela 2 Colonização total por fungos micorrízicos arbusculares em raízes de plantas de um Sistema Agroflorestal no município de Manaus, AM.

Plantas	Médias das coletas <sup>(1)</sup>				
	2/09	4/09	6/09	8/09	X
-----%-----					
Banana	84a AB	53abB	99a A	91aA	82a
Cedro	61abA	48abA	76a A	78aA	65ab
Coco	7c B	11c AB	41bcA	12bAB	17c
Jatobá	28bcC	5 a BC	71abAB	89aA	61b
Limão	41bcA	19bcA	33c A	27bA	30c
Médias	44,1 B	37,6 B	64,4 A	59,6 A	51,4

### CONCLUSÕES

1. A média geral dos esporos encontrados nos solos rizosféricos das espécies do SAF foi elevada, entre 166 (bananeiras) e 202 (cedros) esporos/50 g de solo e superior a resultados de plantios solteiros;
2. A colonização radicular variou entre 5 a 99%, com valores acima de 60% nas bananeiras, cedros e jatobás;
3. Houve alta colonização radicular (acima de 70%), no período seco (junho e agosto), nas bananeiras, cedros e jatobás;

### REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M.V. C et al. **Sistemas Agroflorestais como Alternativa Auto-Sustentável para o estado de Rondônia**. Porto Velho: Planaflo; PNUD, p. 14. 1995.

COSTA, R.S.C.; CARMO, L.A.; MENDES, A.M.; RODRIGUES, V.G.S.; COSTA, N.L. Ocorrência de micorrizas arbusculares em cafezal solteiro e arborizado em Ouro Preto do Oeste, Rondônia. In: IV CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS. **Anais...**, Embrapa – Ceplac - UESC. Ilhéus, Bahia, v.1, p. 7, 2002.

EMBRAPA. Centro Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Ocidental. (Manaus, AM). **Boletim agrometeorológico**. Manaus, 19p. 1997a.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de análises químicas do solo, plantas e fertilizantes**. Embrapa Solos, Rio de Janeiro. 370 pp., 1997b.

FOCCHI, S.S.; SOGLIO, F.K.D.; CARRENHO, R.; SOUZA, P.V.D.; LOVATO, P.E. Fungos micorrízicos arbusculares em cultivo de citros sob manejo convencional e orgânico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39(5), 469-476, 2004.

GASPAROTTO, L.; IDCZAK, E.; NUNES, C.D.M.; MACEDO, J.L.V.; LIMA, M.I.P.M. Fruteiras em sistemas agroflorestais no Amazonas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 13, **Resumos...**, Sociedade Brasileira de Fruticultura, Salvador, Bahia, p.1181-1182, 1994.

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**, v.46, 235-246, 1963.

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

GUADARRAMA, P.; ÁLVAREZ-SANCHEZ, F.J. Abundance of arbuscular mycorrhizal fungi spores in different environments in a tropical rain forest Veracruz, Mexico. **Mycorrhiza**, v.8, 267-270, 1999.

HAAS, J.H.; MENGE, J.A. V.A. mycorrhizal fungi and soil characteristics in avocado (*Persea americana* Mill.) orchard soil. **Plant and Soil**, v.127, 207-212, 1990.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. (<http://www.inmet.gov.br/>) Acesso em 10/09/2010.

JANOS, D.P.; SAHLEY, C.T.; EMMONS, L.H. Rodent dispersal of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi in Amazonian Peru. **Ecology**, v.76, 1852-1858, 1995.

LOCATELLI, L.M.; LOVATO, P.E. Inoculação micorrízica e aclimatização de dois porta-enxertos de macieira micropropagados. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v.37, 177-184, 2002.

LOPES, A.S.; SIQUEIRA, J.O.; ZAMBOLIM, L. Caracterização das micorrizas vesicular-arbusculares (MVA) e seus efeitos no crescimento das plantas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.7, 1-19. 1983.

NICHOLAIDES, J. J. I.; SANCHEZ, P. A.; BANDY, D. E.; VILLACHIA, J. H. ; COUTU, A. J.; VALVERDE, C. S. Crop production systems in the Amazon Basin. In: E. Moran (ed.). **The Dilemma of Amazonian Development**, Westview, USA. p. 101-153, 1983.

OLIVEIRA, A.A.R.; COELHO, Y.S. Infecção micorrízica em pomares de citros no Estado de Sergipe. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.17(3), 77-84, 1995.

OLIVEIRA, L. A. Ocupação racional da Amazônia: o caminho para preservar, p. 47-52. In: VAL, A. L.; FLIGLIUOLO, R.; FELDBERGER, E. (Eds.) Bases Científicas para Estratégias de Preservação e Desenvolvimento da Amazônia: Fatos Perspectivas. Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia, Manaus, Amazonas. 1991.

OLIVEIRA, L.A.; GUITTON, L.T.; MOREIRA, F.W. Relações entre as colonizações por fungos micorrízicos arbusculares e teores de nutrientes foliares em oito espécies florestais da Amazônia. **Acta Amazonica**, v.29, 183-193. 1999.

OLIVEIRA, A.N. **Fungos micorrízicos arbusculares e teores de nutrientes em plantas de cupuaçu e guaraná de um sistema agroflorestal na região de Manaus, AM**. 2001. 150p. Dissertação de Mestrado, Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia/Universidade Federal do Amazonas, Manaus, Amazonas.

OLIVEIRA, A.N.; OLIVEIRA, L.A. Colonização por fungos micorrízicos arbusculares e teores de nutrientes em cinco cultivares de bananeiras em um Latossolo da Amazônia. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.29, 481-488. 2005.

OLIVEIRA, A.N.; OLIVEIRA, L.A. Influence of edaphoclimatic factors on the sporulation and colonization of arbuscular mycorrhizal fungi in two Amazonian native fruit species. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.53(3), 653-661. 2010.

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

RAMÍREZ-GERARDO, M.; ÁLVAREZ-SÁNCHEZ, J.; GUADARRAMA, P.; SÁNCHEZ-GALLÉN. Estúdio de hongos micorrizógenos arbusculares bajo árboles remanentes em um pastizal tropical. **Boletín de la Sociedad Botánica de Mexico**, v.61, 15-20, 1997.

- SILVA JUNIOR, J.P.; CARDOSO, E.J.B.N. Micorriza arbuscular em cupuaçu e pupunha cultivados em sistema agroflorestal e em monocultivo na Amazônia Central. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.41(5), 819-825, 2006.
- SILVA, L.F.C.; SIQUEIRA, J.O. Crescimento e teores de nutrientes de mudas de abacateiro, mangueira e mamoeiro sob influência de diferentes espécies de fungos micorrízicos vesículo arbusculares. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.15, 283-288, 1991.
- SINGÜENZA, C. ESPEJEL, I.; ALLEN, E.B. Seasonality of mycorrhizae in coastal sand dunes of Baja California. *Mycorrhiza*, v.6, 151-157. 1996.
- TORO-GARCIA, M. **Efectividad Del hongo *Gigaspora margarita* como micorriza de cafetos a exposición solar**. Caracas, Universidade Central de Venezuela, 108p. (Tese de Licenciatura). 1987.
- ZANGARO, W.; NISIZAKI, S.M.A.; DOMINGOS, J.C.B.; NAKANO, E.M. Micorriza arbuscular em espécies arbóreas nativas da bacia do rio Tibagi, Paraná. *CERNE*, v.8(1), 77-87, 2002