

## Fungos micorrízicos arbusculares em solo sob sistemas agroflorestais, mata nativa e agricultura anual em Paraty (RJ) <sup>(1)</sup>

**Cristiane Figueira da Silva** <sup>(2)</sup>; **Patrícia Dias Tavares** <sup>(3)</sup>; **Marcos Gervasio Pereira** <sup>(4)</sup>; **Orivaldo José Saggin-Júnior** <sup>(5)</sup>; **Eliane Maria Ribeiro da Silva** <sup>(6)</sup>

<sup>(1)</sup> Parte da dissertação de Mestrado da segunda autora. Trabalho executado com recursos da CAPES.

<sup>(2)</sup> Pós-doutoranda; Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro; Seropédica, Rio de Janeiro; cfigueirasilva@yahoo.com.br; <sup>(3)</sup> Mestranda; Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro; Seropédica, Rio de Janeiro; patricia\_floresta@gmail.com <sup>(4)</sup> Professor Adjunto, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro; Seropédica, Rio de Janeiro; gervasio@ufrj.br <sup>(5),(6)</sup> Pesquisadores, Embrapa Agrobiologia; Seropédica, Rio de Janeiro; saggin@cpnab.embrapa.br; eliane.silva@embrapa.br.

**RESUMO:** Os microrganismos exercem funções importantes no solo e sua atividade pode ser alterada devido a perturbações ocasionadas pelos diferentes usos do solo. O objetivo do trabalho foi avaliar a abundância e a riqueza de FMAs e os teores de proteína do solo relacionada à glomalina (proteína do solo reativa a Bradford total – PSRB -T, e facilmente extraível – PSRB-FE) em solos sob sistemas agroflorestais (SAF-1 e SAF-2) comparando com uma mata nativa e uma área com agricultura anual (AgAn) (plantio de mandioca) no município de Paraty (RJ). O solo foi coletado no início do período seco, na profundidade de 0-5 cm, onde foi realizada a avaliação da abundância de esporos e a riqueza de espécies de FMAs, bem como a quantificação da proteína do solo relacionada à glomalina (PSRG). A abundância de esporos de FMAs foi inferior nos SAFs em relação à AgAn e similar a mata, enquanto a riqueza de espécies apresentou valores intermediários entre a mata e a AgAn. Da quantidade de PSRG, as frações de PSRB-total foram similares no SAF-2 e na mata. Assim, verificam-se os benefícios promovidos pelos SAFs no que se refere a esses microrganismos no solo.

**Termos de indexação:** qualidade do solo; microrganismos, manejo do solo.

### INTRODUÇÃO

A manutenção da qualidade do solo pode ser considerada como um aspecto chave para a sustentabilidade da agricultura (Kaschuk et al., 2010). Para alguns autores (Gliessmam, 2001; Souza et al., 2012), essa sustentabilidade pode ser alcançada através de práticas agrícolas orientadas pelos princípios dos processos ecológicos que ocorrem nas áreas produtivas e nos contextos mais amplos dos quais elas fazem parte.

Assim, os Sistemas Agroflorestais (SAF's) são considerados para alguns autores (Souza et al., 2012; Nair et al., 2009), sistemas que em escala de tempo, acima e abaixo do solo, fornecem mais estabilidade e resiliência às áreas produtivas em nível local, podem vir a oferecer conectividade com

florestas e outras características à paisagem, em níveis locais e de bacias hidrográficas. Os SAF's podem ser definidos como sistemas de uso da terra nos quais espécies perenes lenhosas (árvores, arbustos, palmeiras e bambus) são intencionalmente utilizadas e manejadas em associação com cultivos agrícolas e/ou animais (Nair et al., 2008).

A avaliação da qualidade do solo não pode ser feita de forma direta, devido à falta de parâmetros ou métodos. Essa avaliação é feita através de indicadores (físicos, químicos e/ou biológicos) de funções importantes desempenhadas pelo solo (Kaschuk et al., 2010).

Em relação aos indicadores biológicos, a estrutura da comunidade de microrganismos, como os fungos micorrízicos arbusculares (FMAs), vem a ser um importante indicador de qualidade do solo (Angelini, 2012). Entre as inúmeras funções desempenhadas pelos FMAs (aumento da produção vegetal, melhoria da qualidade do solo, entre outras), a produção de glomalina (glicoproteína) (Wright et al., 1996), vem sendo explorada atualmente. A glomalina constitui um dos mecanismos de interações bioquímicas, físico-químicas, e biológicas mediadas pelos FMAs, que contribuem para a agregação do solo (Morell et al., 2009; Purin et al., 2007; Staddon et al., 2003). Dessa forma, uma vez que diferentes formas de manejo afetam a atividade dos FMAs, igualmente podem vir a influenciar o conteúdo desta glicoproteína no solo. Quando quantificada no solo pelo método de Bradford, Rillig (2004) sugere que as frações extraídas sejam denominadas de proteína do solo reativa a Bradford total (PSRB-T) e facilmente extraível (PSRB-FE), em função deste método não ser específico para a quantificação da glomalina.

O objetivo do trabalho foi determinar a abundância e a riqueza de FMAs e as frações de proteína do solo relacionada à glomalina (PSRB-T e PSRB-FE) em solos sob sistemas agroflorestais comparando com um fragmento de mata secundária natural e uma área com agricultura anual (plantio de mandioca) no município de Paraty (RJ).

## MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado no Quilombo do Campinho da Independência, localizado no distrito de Paraty-Mirim, município de Paraty (RJ) nas coordenadas geográficas 44°42' oeste e 23°17' sul, e altitude de 60 m. O Quilombo fica localizado na parte central da área de proteção ambiental (APA) do Cairuçu e às margens do rio Paraty-Mirim e da BR 101. As vegetações nativas remanescentes são florestas de encosta do tipo ombrófila densa submontana (RADAM, 1983).

O estudo foi conduzido em áreas sob diferentes tipos de uso do solo, a saber: Sistema Agroflorestal 01 e 02 (SAF-1 e SAF-2) ambos com nove anos de implantação; área com agricultura anual (monocultura de mandioca) e área de mata nativa.

As amostras de terra foram coletadas no início do período seco (maio/2012), na profundidade de 0-5 cm, sendo três amostras simples para constituir uma amostra composta, em um total de quatro amostras compostas por área. As amostras foram secas ao ar e encaminhadas ao laboratório de Micorrizas da Embrapa Agrobiologia, para extração de esporos de FMAs (Gerdemann & Nicolson 1963; Jenkins 1964) e posterior avaliação da abundância de esporos e riqueza de espécies (Schenck & Pérez, 1987; Invam, 2001). Além disso, foi realizada a quantificação da proteína do solo relacionada à glomalina total (proteína do solo reativa a Bradford total – PSRB-T, e facilmente extraível – PSRB-FE) (Bradford, 1976 modificada por Wright et al., 1996).

Os resultados obtidos foram submetidos à análise normalidade da distribuição dos erros (teste de Lillifors / SAEG 5.0) e homogeneidade das variâncias (testes de Cochran e Bartlett / SAEG 5.0). Posteriormente foram submetidos à análise de variância e ao teste T de Bonferroni, com a utilização do programa estatístico Sisvar 4.6.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram observados na área de SAF-1 e na de mata o maior número de espécies (riqueza total - RTE) (10 e 9, respectivamente), seguida pelas áreas de SAF-2 (7) e AgAn (4) (Tabela 1). No entanto, no que se refere à riqueza média de espécies (RME) verificou-se que a área de mata apresentou maior riqueza, os SAFs apresentaram valores intermediários, enquanto a AgAn apresentou o menor valor (Tabela 1). Nas condições dos ecossistemas naturais, onde a ação antrópica é dada como nula ou mínima, espera-se que a diversidade de fungos micorrízicos seja maior e mais estabilizada do que em sistemas agrícolas convencionais (Cordeiro et al., 2005; Angelini et al., 2012).

Embora a AgAn tenha apresentado menor riqueza de espécies, a abundância de esporos (AE) de FMAs foi mais elevada. Os SAFs apresentaram valores intermediários de AE, enquanto na área de mata foram encontrados os menores valores (Tabela 1). Alguns autores ressaltam que o menor número de esporos em área de vegetação nativa, em relação ao agrossistema com maior influência antrópica, confirma a maior atuação dos FMAs em solos que ainda estão sendo submetidos à um processo de construção e que ainda não atingiram sua estabilidade (Piotrowski et al., 2008; Bonfim, 2011).

Além disso, a produção de esporos de FMAs é um mecanismo de perpetuação das espécies, sendo estimulada quando a planta e o fungo são submetidos a algum estresse (Johnson & Pflieger, 1992; Guadarrama & Álvarez-Sánchez, 1999; Miranda, 2008; Ferreira et al., 2012).

Em relação à proteína do solo relacionada à glomalina (PSRG), as médias da fração proteína do solo reativa a Bradford total (PSRB-T) variaram de 4,89 mg g<sup>-1</sup> na mata a 3,36 mg g<sup>-1</sup> no SAF-1 (Tabela 1). A área de mata apresentou teores de PSRB-T cerca de 34% e 23% mais elevados que o SAF-1 e a AgAn, respectivamente. Enquanto em relação ao SAF-2, não houve diferença significativa (Tabela 1). O SAF-2 promoveu maior incremento nos teores desta fração quando comparado ao SAF-1, sendo esta diferença em torno de 20%.

A maior quantidade de PSRB-T na área de mata pode estar relacionada ao acúmulo dessa proteína ao longo do tempo, como também observado por Bonfim (2011) em área nativa da Mata Atlântica. Segundo Rillig et al. (2001), os fatores que estão envolvidos no controle da produção de PSRG no ambiente ainda não são claros, porém concentrações de nutrientes, clima e possivelmente a diversidade de FMA, bem como hospedeiro e sua produtividade, podem influenciar a presença dessas proteínas no solo (Oliveira et al., 2009).

Em relação aos teores da fração PSRB facilmente extraível (PSRB-FE) não houve diferença entre as áreas (Tabela 1). Os valores encontrados para esta fração estão de acordo com o observado por Bonfim (2011) em áreas de Mata Atlântica.

## CONCLUSÕES

Os fungos micorrízicos arbusculares são influenciados pelo tipo de uso e manejo do solo, onde os SAFs promovem valores de abundância de esporos, riqueza média de espécies e da fração proteína do solo reativa a Bradford total intermediários a mata nativa e a agricultura anual.



## REFERÊNCIAS

- ANGELINI, G.A.R.; LOSS, A.; PEREIRA, M.G.; TORRES, J.L.R.; SAGGIN-JUNIOR, O.J. Colonização micorrízica, densidade de esporos e diversidade de fungos micorrízicos arbusculares em solo de Cerrado sob plantio direto e convencional. *Semina: Ciências Agrárias*, 33:115-130, 2012.
- BONFIN, J.A. Diversidade de fungos micorrízicos arbusculares em áreas de Mata Atlântica, São Paulo, Brasil. Dissertação (Mestrado). Escola superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2011. 92p.
- BRADFORD, M.M. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Analytical Biochemistry*, 72:248-254, 1976.
- CORDEIRO, M. A. S.; CARNEIRO, M. A. C.; PAULINO, H. B.; SAGGIN-JÚNIOR, O. J. Colonização e densidade de esporos de fungos micorrízicos em dois solos de cerrado sob diferentes sistemas de manejo. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 35:147-153, 2005.
- FERREIRA, D.A.; CARNEIRO, M.A.C. & SAGGIN-JUNIOR, O.J. Fungos micorrízicos arbusculares em um latossolo vermelho sob manejos e usos no cerrado. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 36:51-61, 2012.
- 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.
- GLIESSMAN, S.R. Agroecologia: Processos ecológicos em Agricultura Sustentável. 2.ed. Porto Alegre: Editora da Universidade/UFRGS, 2001. 663p.
- GUADARRAMA, P. & ÁLVAREZ-SÁNCHEZ, F.J. Abundance of arbuscular mycorrhizal fungi spores in different environments in a tropical rain forest. *Mycorrhiza*, 8:267-270, 1999.
- INVAM - INTERNATIONAL CULTURE COLLECTION OF VESICULAR ARBUSCULAR MYCORRHIZAL FUNGI, 2001. Disponível em: <[http://invam.caf.wvu.edu/mycinfo/methods/cultures/mono\\_sp.htm](http://invam.caf.wvu.edu/mycinfo/methods/cultures/mono_sp.htm)>. Acesso em 30 maio. 2012.
- JENKINS, W. R. A rapid centrifugal – flotation technique for separating nematodes from soil. *Plant Disease Report*, 48:692, 1964.
- JOHNSON, N. C. & PFLEGER, F. L. Vesicular-arbuscular mycorrhizae and cultural stresses. In: G. J. BETHLENFALVAY & R. G. LINDERMAN. ed. *Mycorrhizae in sustainable agriculture*. ASA/CSSA/SSSA. ed. Madison. 1992. p. 71-97.
- KASCHUK, G.; ALBERTON, O.; HUNGRIA, M. Quantifying effects of different agricultural land uses on soil microbial biomass and activity in Brazilian biomes: inferences to improve soil quality. *Plant Soil*, 338:467-481, 2011.
- MIRANDA, J.C.C. Cerrado: Micorriza arbuscular, ocorrência e manejo. Planaltina, Embrapa Cerrados, p.169. 2008.
- MORELL, F.; HERNÁNDEZ, A.; BORGES, Y. & MARENTES, F. L. La actividad de los hongos micorrízicos arbusculares en la estructura del suelo. *Cultivos Tropicales*, 30:25-31, 2009.
- NAIR, P. K. R., GORDON, A. M., MOSQUERA-LOSADA, M.R. Agroforestry. In: JORGENSEN, S. E., FATH, B. D., ed. *Ecological Engineering. Encyclopedia of Ecology*. ed. Oxford: Elsevier, 2008. p. 101-110.
- NAIR, P. K. R; B. KUMAR, M e NAIR, V. D. Agroforestry as a strategy for carbon sequestration. *Journal Plant Nutrition Soil Science*, 172:10-23, 2009.
- OLIVEIRA, J.R.G.; SOUZA, R.G.; SILVA, F.S.B.; MENDES, A.S.M. & YANO-MELO, A.M. O papel da comunidade de fungos micorrízicos arbusculares (FMA) autóctones no desenvolvimento de espécies vegetais nativas em área de dunas de restinga revegetadas no litoral do Estado da Paraíba. *Revista Brasileira de Botânica*, 32:663-670, 2009.
- PIETROWSKI, J.S.; LEKBERG, Y.; HERNER, M.J.; RAMSEY, P.W.; RILLIG, M.C. Dynamics of mycorrhizae during development of riparian forests along an unregulated river. *Ecography*, 31:245-253, 2008.
- PURIN, S.; MATTHIAS, C. & RILLIG, M. C. The arbuscular mycorrhizal fungal protein glomalin: Limitations, progress, and a new hypothesis for its function. *Pedobiologia*, 51:123-130, 2007.
- RILLIG, M.C. Arbuscular mycorrhizae, glomalin, and soil aggregation. *Canadian Journal of Soil Science*, 84:355-363. 2004.
- STADDON, P. L.; RAMSEY, C. B.; OSTLE, N.; INESON, P. & FITTER, A. H. Rapid turnover of hyphae of mycorrhizal fungi determined by AMS microanalysis of C14. *Science*, 300:1138-1140, 2003.
- RILLIG, M.C.; WRIGHT, S.F.; NICHOLS, K.A.; SCHMIDT, W.F. & TORN, M.S. Large contribution of arbuscular mycorrhizal fungi to soil carbon pools in tropical forest soils. *Plant and Soil*, 233:167-177, 2001.
- SCHENCK, N.C. & PEREZ, Y. Manual for identification of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. Gainesville, INVAM. 1988.
- SOUZA, H. N.; GOEDEA, R. G.M. de; BRUSSAARDA, L.; CARDOSO, I.M.; DUARTEB, E. M.G.; FERNANDES, B. R. B.A.; GOMES, L.C.; PULLEMANA, M. M. Protective shade, tree diversity and soil properties in coffee



agroforestry systems in the Atlantic Rainforest biome. Agriculture, Ecosystems and Environment 146:179-196, 2012.

characterization of a protein on hyphae of arbuscular mycorrhizal fungi during active colonization of roots. Plant and Soil, 181:193-203, 1996.

WRIGHT, S.F., FRANKE-SNYDER, M., MORTON, J.B., UPADHYAYA, A. Time course study and partial

Tabela 1. Abundância de esporos (AE) de FMAs, riqueza total (RTE) e média (RME) de espécies e as frações de proteína do solo relacionada à glomalina (proteína do solo reativa a Bradford total - PSRB-T, e facilmente extraível - PSRB-FE) em áreas de mata, sistemas agroflorestais (SAF-1 e SAF-2) e agricultura anual (AgAn).

Áreas	RTE	RME	AE	PSRB-T	PSRB-FE
			Nº esporos/50 cm <sup>3</sup>	mg g <sup>-1</sup> solo	
Mata	9	5,25 a	212 c	4,89 a	1,31 a
SAF-1	10	5,00 ab	465 bc	3,66 c	1,14 a
SAF-2	7	4,25 ab	590 ab	4,38 ab	1,30 a
AgAn	4	2,75 b	868 a	4,04 bc	1,37 a

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo teste t de Bonferroni a 5%