



# FERTBIO 2012

A responsabilidade socioambiental da pesquisa agrícola  
17 a 21 de Setembro - Centro de Convenções - Maceió/Alagoas

## Diversidade de Fungos Micorrízicos Arbusculares em Áreas Revegetadas Após a Mineração de Bauxita

Wardsson Lustrino Borges<sup>(1)</sup>, Cândido Barreto de Novais<sup>(2)</sup> e Sergio Miana de Faria<sup>(3)</sup>

<sup>(1)</sup> Pesquisador Embrapa Amapá, Rodovia Juscelino Kubitschek, km 5, N°2600 CEP 68903-419, Caixa Postal 10 - Macapá, AP, wardsson.lustrino@cpafap.embrapa.br

<sup>(2)</sup> Estudante de Doutorado Universidade Federal de Lavras, DCS-Laboratório de Microbiologia do Solo, Caixa Postal 3037, CEP 37200-000 - Lavras, MG. E-mail: candidobnn@yahoo.com.br

<sup>(3)</sup> Pesquisador Embrapa Agrobiologia, Rodovia BR 465, km 7, Seropédica - RJ - Brasil - CEP: 23890-000, sdefaria@cpab.embrapa.br

**RESUMO**– A contribuição da diversidade dos FMAs para manutenção da diversidade e funcionalidade de ecossistemas naturais tem sido pouco estudada. Neste trabalho objetivou-se avaliar a diversidade de FMAs em áreas revegetadas em diferentes momentos. Com base na morfologia de esporos 13 espécies distintas foram encontradas, com predomínio de espécies dos gêneros *Glomus* e *Acaulospora*. *Glomus macrocarpum* foi a espécie mais freqüente e abundante e as parcelas das áreas revegetadas nos anos de 1985A1, 1998A1, 2002-1, 2002A1, 2004FP e 2006-1 apresentaram os maiores valores do índice de diversidade Shannon. Não foi observada relação entre o tempo de revegetação e a diversidade de FMAs.

**INTRODUÇÃO** - Fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) são fungos do filo Glomeromycota, abundantes e diversos em solos e ocorrem na maioria dos ecossistemas terrestres (Stürmer e Siqueira, 2008). Estes fungos são biotróficos obrigatórios e estabelecem relações simbióticas mutualísticas de natureza evolutiva com a maioria das espécies vegetais, agindo como uma extensão do sistema radicular das plantas. Como consequência das hifas funcionarem como prolongamento do sistema radicular, a associação micorrízica influencia a nutrição de plantas por meio de dois mecanismos básicos de ação, sendo a promoção do incremento de superfície de absorção e o aumento do volume de solo explorado pelo sistema radicular. Isto resulta em um incremento na absorção de nutrientes, especialmente daqueles que apresentam menor taxa de mobilidade no solo, como o fósforo, ou no incremento da absorção de água sob condições de estresse hídrico (Moreira e Siqueira, 2006). FMAs apresentam também efeito sinérgico sobre a fixação biológica de nitrogênio (FBN) em algumas interações triplas (fungo-planta-bactéria), incrementando a fixação pelo fato das leguminosas estarem mais bem nutridas quando em associação com FMAs ou quando estes influenciam no processo de infecção radicular (Jesus et al., 2005).

Os efeitos benéficos dos FMAs para diferentes espécies vegetais são relatados na literatura tanto para culturas agrícolas como a mandioca (de Souza et al., 1999) como para espécies florestais como trema, fedegoso, aroeirinha e pau ferro (Siqueira e Saggin-Júnior, 2001; Santos, 2008). Mais recentemente o papel dos FMAs em comunidades de plantas tem sido estudado. van der Heijden et al. (1998) e Santos (2008) conduziram experimentos onde avaliaram o efeito do incremento de riqueza de FMAs sobre diferentes comunidades de plantas. Os autores observaram que a diversidade e a produtividade do ecossistema aumentam com incremento no número de táxons de fungos micorrízicos, permitindo os autores concluir que a presença de fungos micorrízicos é requerida para manutenção de nível básico de diversidade de plantas e que baixa diversidade do fungo pode ocasionar flutuações na composição e estrutura das comunidades de plantas, o que torna esse grupo de fungos de extrema importância para o manejo e conservação de ecossistemas.

Neste trabalho objetivou-se avaliar a diversidade de FMAs, utilizando a caracterização morfológica dos esporos em áreas com diferentes idades de revegetação após a mineração de bauxita.

**MATERIAL E MÉTODOS** - As amostras de solo foram coletadas em áreas revegetadas após a atividade de mineração de bauxita da Mineração Rio do Norte (MRN) (Localização: 1° 21' S - 56° 22' W, 180 m de altitude, Oriximiná, Pará). Quarente e três áreas foram amostradas, sendo uma área de Floresta; 40 áreas revegetadas sobre estéril de mineração no período de 1981 a 2006 e duas áreas vegetadas sobre rejeito de mineração no ano de 1993.

A revegetação das parcelas implantadas sobre o substrato denominado de estéril foi realizada utilizando-se de sementes disponíveis nas áreas de Floresta próximas às áreas de mineração. Para as parcelas, implantadas sobre tanques de deposição de rejeito o plantio foi realizado com a espécie *Acacia mangium* no ano de 1993.

As amostras de solo coletadas na profundidade de 0-20 cm foram secadas à temperatura ambiente e então usadas para a extração de esporos. Os esporos foram extraídos de amostras de 50 mL de solo, por meio de peneiramento úmido (Gerdemann e Nicolson, 1963) e centrifugação em água e sacarose 45% (Jenkins, 1964). Os esporos foram contados e agrupados conforme características de tamanho e cor. Posteriormente, representantes de cada grupo de esporos foram montados em lâminas para microscopia onde se utilizou álcool polivinil em lactoglicerol (PVLG) e PVLG mais reagente de Melzer (1:1) como montantes.

A evolução dos estudos de identificação e classificação de FMAs com base na interação de técnicas morfológicas e moleculares tem causado constantes mudanças na nomenclatura dos gêneros de Glomeromycota, de modo que no presente estudo optou-se por utilizar a classificação com base morfológica adaptada às primeiras famílias segregadas com base molecular (Morton e Benny, 1990; Morton e Redecker, 2001) em vez de adaptar a nomenclatura a moderna denominação de gêneros (Oehl et al., 2011; Schüßler e Walker, 2010), a qual ainda não está completamente sedimentada. Desta forma, a identificação foi realizada com base nas descrições de caracteres morfológicos disponíveis nos sites INVAM (<http://www.invam.caf.wvu.edu/index.html>) e Blaszkowski (<http://www.zor.zut.edu.pl/Glomeromycota/index.html>), bem como nas descrições de cada espécie.

Posteriormente, calculou-se a riqueza de espécie e os valores dos índices de diversidade de Shannon e de Equitabilidade.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO** - Dentre as 43 amostras de solo analisadas encontrou-se esporos em todas, exceto nas duas amostras das áreas revegetadas sobre rejeito de mineração. Treze espécies distintas de FMAs foram encontradas, sendo que seis pertencem ao gênero *Glomus*, cinco ao gênero *Acaulospora*, uma ao gênero *Scutellospora* e uma ao gênero *Gigaspora* (Figura 1).

Caproni et al. (2003) realizaram coletas nos períodos seco e chuvoso em áreas revegetadas em diferentes épocas após a atividade de mineração de bauxita em Porto Trombetas e encontraram 57 espécies de FMAs, pertencentes a seis gêneros. O maior número de espécies identificadas em todas as áreas amostradas pertenceu ao gênero *Glomus*, seguido pelos gêneros *Acaulospora*, *Entrophospora*, *Scutellospora*, *Gigaspora* e *Archeospora*, representando respectivamente 49%, 19%, 12%, 11%, 7% e 2% do total das espécies encontradas.

O predomínio de espécies de FMAs pertencentes aos gêneros *Acaulospora* e *Glomus* observado nesse trabalho está de acordo com o observado em outros trabalhos realizados em diferentes ecossistemas (Picone, 2000; Leal et al., 2009)

Dentre as 13 espécies identificadas neste trabalho observou-se predomínio bastante elevado de *Glomus macrocarpum* tanto avaliando a frequência de ocorrência desta espécie nas diferentes amostras de solo quanto em relação ao número total de esporos obtidos. *Glomus*

*macrocarpum* não foi encontrado somente nas duas amostras de solo em que não se obteve esporos e o número de esporos dessa espécie representou 96,65% dos esporos encontrados.

*Glomus macrocarpum* foi a única espécie de FMA encontrada em oito amostras de solo (1999A2, 1996A3, 1995A1, 1995A2, 1986A2, 2000A2, 2000A1, 1984A1). O número de esporos desta espécie representou pelo menos 20% do total de esporos das demais amostras. Nos casos onde o percentual de esporos de *Glomus macrocarpum* foi menor, observou-se que nas parcelas 2004FP e 2006-1 o número de esporos da espécie *Acaulospora tuberculata* correspondeu a 39 e 34%, respectivamente, na parcela 2005-1 o número de esporos de *Scutellospora scutata* correspondeu a 80% e nas parcelas 2002-1 e 2002A1 o número de esporos da espécie *Acaulospora mellea* correspondeu a 22 e 21%, respectivamente.

Carrenho et al. (2001) e Caproni et al. (2003) também observaram predomínio de *Glomus macrocarpum* e segundo estes autores as elevadas frequência e densidade relativa observada para a espécie *Glomus macrocarpum*, indicam ampla faixa de adaptação, ressaltando que é importante conhecer mais detalhadamente a ecologia desta espécie, por apresentar potencial para o uso em programas de recuperação de áreas degradadas nos trópicos.

*Scutellospora scutata*, *Acaulospora mellea* e *Gigaspora margarita* foram encontradas em aproximadamente 28% das amostras de solo, enquanto que *Glomus clarum*, *Glomus* sp2 e *Acaulospora scrobiculata* foram as espécies mais raramente encontradas, estando presente apenas em uma amostra cada.

Foi observado que a riqueza de espécies variou entre 0 e 6, sendo mais elevada na área de Floresta, na parcela 1982A2 (5 espécies em cada) e 1998A2 (6 espécies). Observou-se que a maior parte das parcelas (36 das 43) avaliadas apresentou baixo nível de riqueza, onde no máximo três espécies foram observadas. Em apenas sete parcelas o número de espécies foi igual ou maior que quatro.

As cinco áreas que apresentaram os maiores valores do índice de diversidade de Shannon e de Equitabilidade foram 2002-1, 1985A1, 2002A1, 2006-1, 2004FP, e 1998A1, 2005-1, 2004FP, 2002A1, 2006-1, respectivamente.

Quando práticas de revegetação são implantadas em áreas degradadas espera-se que ocorra processo de colonização do solo de forma que promova o estabelecimento de ecossistema que seja funcional e que se aproxime o máximo possível do ecossistema original. Os resultados mostram que as práticas de revegetação adotadas nestas áreas estão proporcionando o estabelecimento de comunidade de FMAs no solo, o que é observado pela riqueza de espécies e número de esporos, face ao elevado nível de degradação da atividade de mineração. Entretanto, estes dados mostram que estas áreas ainda apresentam elevado grau de perturbação, pois o nível de riqueza e o número de esporos são baixos e

observou-se dominância da espécie *Glomus macrocarpum*.

**CONCLUSÕES** - Observou-se baixa riqueza de espécies na maioria das parcelas analisadas, sendo que em 36 das 43 parcelas a riqueza de espécies foi igual ou inferior a três.

Observou-se dominância de *Glomus macrocarpum* entre as espécies encontradas.

Não foi observada relação entre a diversidade de FMAs e o tempo de revegetação das áreas.

**AGRADECIMENTOS** - Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico por bolsa concedida (Processo nº 142315/2007-9) e financiamento do projeto (nº 492683/2004-2). À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível por bolsa concedida. Aos Cursos de Pós-Graduação em Ciência do Solo da UFRRJ e Solos e Nutrição de Plantas da UFLA. À Embrapa Agrobiologia e à Mineração Rio do Norte pela infra-estrutura disponibilizada.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CAPRONI, A.L.; FRANCO, A.A.; BERBARA, R.L.L.; TRUFEM, S.B.; GRANHA, J.R.D.O.; MONTEIRO, A.B. Ocorrência de fungos micorrízicos arbusculares em áreas revegetadas após mineração de bauxita em Porto Trombetas, Pará. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.38, n.12, p. 1409-1418, 2003.

CARENHO, R.; SILVA, E.S.; TRUFEM, S.F.B.; BONONI, V.L.R. Successive cultivation of maize and agricultural practices on root colonization, number of spores and species of arbuscular mycorrhizal fungi. Brazilian Journal of Microbiology, vol.32, n.4, p.262-270, 2001.

de SOUZA, F.A.; TRUFEM, S.F.B.; ALMEIDA, D.L.; SILVA, E.M.R.; GUERRA, J.G.M. Efeito de pré-cultivos sobre o potencial de inóculo de fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) e produção da mandioca. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 34, n. 10, p. 1913-1923, 1999.

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, p.235-244, 1963.

van der HEIJDEN, M.G.A.; KLIRONOMOS, J.N.; URSIC, M.; MOUTOGLIS, P.; STREITWOLF, E.R.; BOLLER, T.; WIEMKEN, A.; SANDERS, I.R. Mycorrhizal fungal diversity determines plant biodiversity, ecosystem variability and productivity. Nature, v.396, p.69-72, 1998.

JENKINS, W.R. A rapid centrifugal-flotation technique for separating nematodes from soil. Plant Disease Report, v.48, p.1-692, 1964.

JESUS, E.C.; SCHIAVO, J.A.; FARIA, S.M.

Dependência de micorrizas para a nodulação de leguminosas arbóreas tropicais. Revista Árvore, Viçosa, v. 29, n. 4, p. 545-552, 2005.

LEAL, P.L.; STÜRMER, S.L.; SIQUEIRA, J.O. Occurrence and diversity of arbuscular mycorrhizal fungi in trap cultures from soils under different land use systems in the Amazon, Brazil. Brazilian Journal of Microbiology, v.40, p.111-121, 2009.

MOREIRA, F.M.S.; SIQUEIRA, J.O. Microbiologia e bioquímica do solo. 2ª Edição Atual. e Ampl. Lavras, Editora UFLA, 2006. 729p.

MORTON, J.B.; BENNY, G.L. Revised classification of arbuscular mycorrhizal fungi (Zygomycetes): A new order, Glomales, two new suborders, Glomineae and Gigasporineae, with an emendations of Glomaceae. Mycotaxon, v.37, p.471-491, 1990.

MORTON, J.B.; REDECKER, D. Two new families of Glomales, Archeosporaceae and Paraglomaceae, with two new genera Archaeospora and Paraglomus, based on concordant molecular and morphological characters. Mycologia, v.93, n.1, pp.181-195, 2001.

OEHL, F.; SIEVERDING, E.; PALENZUELA, J.; INEICHEN, K.; SILVA, G.A. da. Advances in Glomeromycota taxonomy and classification. IMA Fungus, v.2, n.2, p.191-199, 2011.

PICONE, C. Diversity and abundance of arbuscular-mycorrhizal fungus spores in tropical forest and pasture. Biotropica, v.32, n.4a, p.734-750, 2000.

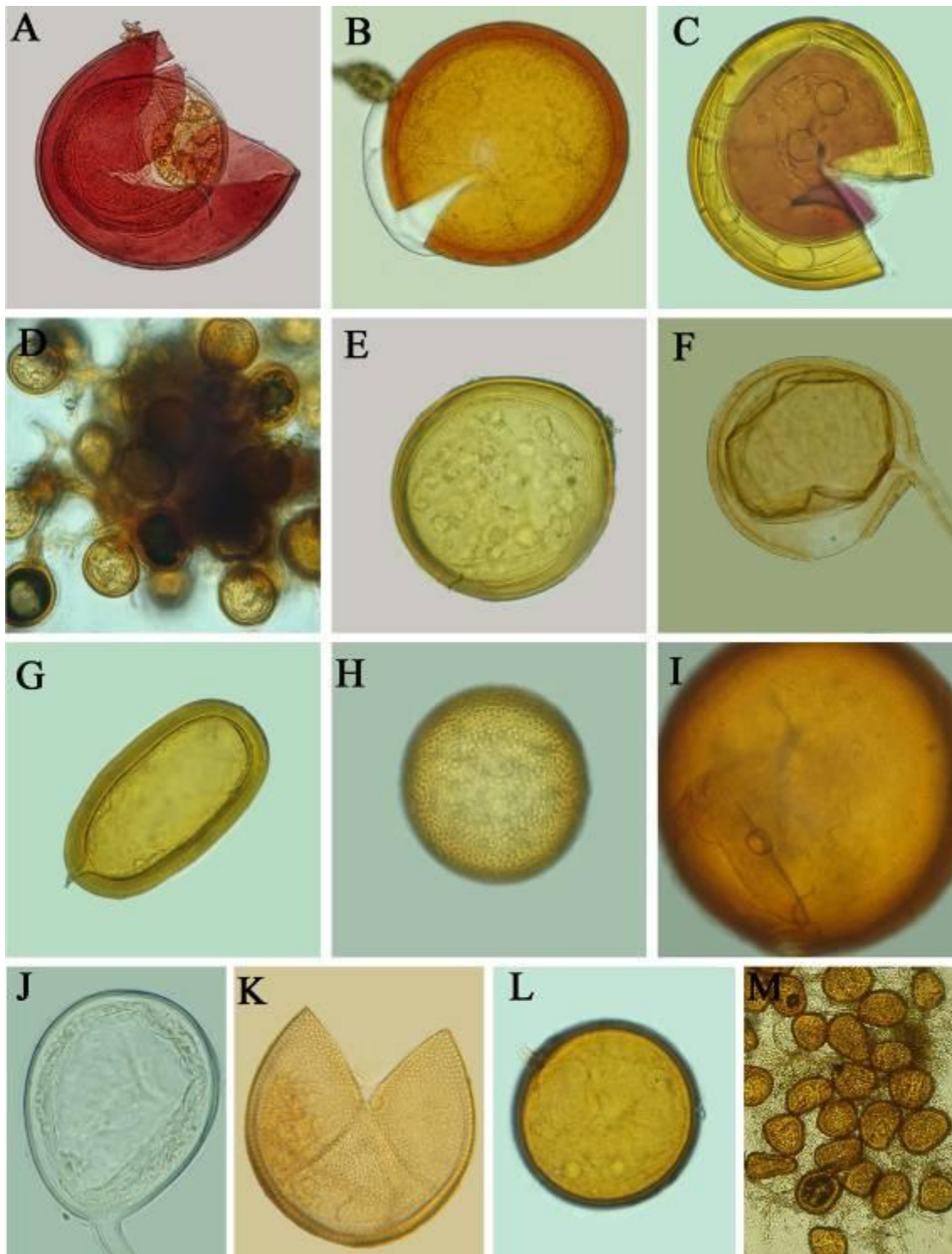
SANTOS, J.G.D. dos. Riqueza de fungos micorrízicos arbusculares no solo e crescimento inicial de espécies arbóreas nativas. 2008. 80f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo). Departamento de Solos, Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

SCHENCK, N.C.; PERÉZ, Y. Manual for identification of VA mycorrhizal fungi. 3 ed. Gainesville: Synergistic Publications, 1990. p.250.

SIQUEIRA, J.O.; SAGGIN-JÚNIOR, O.J. Dependency on arbuscular mycorrhizal fungi and responsiveness of some Brazilian native woody species. Mycorrhiza, v.11, p.245-255, 2001.

STÜRMER, S.L.; SIQUEIRA, J.O. Diversidade de Fungos Micorrízicos Arbusculares em Ecossistemas Brasileiros. In: MOREIRA, F.M.S.; SIQUEIRA, J.O.; BRUSSAARD, L. Eds. Biodiversidade do solo em ecossistemas brasileiros – Lavras: Ed. UFLA, 2008. p.537-583.

SCHÜBLER, A.; WALKER, C. The Glomeromycota: a species list with new families and new genera. The Royal Botanic Garden Kew and Oregon State University. 2010. Disponível em : [www.amf-phylogeny.com](http://www.amf-phylogeny.com).



**Figura 1:** Espécies de fungos micorrízicos arbusculares identificadas nas parcelas avaliadas. (A) *Scutellospora scutata*; (B) *Gigaspora margarita*; (C) *Acaulospora mellea*; (D) *Glomus* sp1 (esporocarpio); (E) *Acaulospora* sp.; (F) *Glomus clarum*; (G) *Glomus macrocarpum*; (H) *Acaulospora foveata*; (I) *Acaulospora tuberculata*; (J) *Glomus* sp2; (K) *Acaulospora scrobiculata*; (L) *Glomus etunicatum* e (M) *Glomus fasciculatum*.