

## ASSOCIAÇÃO MICORRÍZICA EM PLANTIOS DE EUCALIPTO NO BRASIL E NO ESTADO DE MATO GROSSO

Daniela Tiago da Silva Campos<sup>1</sup>

Ana Carla Stieven<sup>2</sup>

Fabricio Tomaz Ramos<sup>2</sup>

**RESUMO:** Este trabalho teve como objetivo informar sobre os diferentes tipos de associações micorrízicas que ocorrem em plantios de *Eucalyptus* spp. e a sua importância para a planta, uma vez que o mesmo possui a capacidade de associar-se com os fungos micorrízicos arbusculares e ectomicorrízicos. As áreas plantadas com o gênero vem aumentando rapidamente pelo Estado de Mato Grosso, em cultivos solteiros e também em consórcio, como no sistema de integração lavoura pecuária floresta, um modelo novo e que promete bons resultados, tornando a agricultura economicamente viável e ecologicamente correta. Como os solos da região dos Cerrados são pobres e principalmente têm os teores de P reduzidos, se faz necessário o conhecimento da associação simbiótica entre a planta e o fungo.

**Palavras-chave:** Associação biológica, Eucalipto, Benefícios.

## MICORRYZA ASSOCIATION IN EUCALYPTUS PLANTATIO IN BRAZIL AND AT MATO GROSSO STATE

**ABSTRACT:** This work had as objective to inform on the different types of micorrryza associations that occur in *Eucalyptus* spp's plantation and its importance for the plant, a time that the same had capacity to associate with the micorrryza fungus arbusculars and ectomicorrrizicus. The areas planted with the sort quickly come increase at Mato Grosso state, in single plantation and also in trust, as in the integration system cattle farming forest, a new model and that it promises good results, becoming agriculture viable, economically and ecologically correct. As ground of the region of the Cerrados is poor and mainly they have reduced texts of P, if it makes necessary the knowledge of the symbiosis association between the plant and fungus.

**Key words:** Biological association, Eucalyptus, Benefits.

---

<sup>1</sup> Professora Dra. da UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO – UFMT, FAMEV, Laboratório de Microbiologia do Solo. Av. Fernando Corrêa da Costa, 2367 - Bairro Boa Esperança, 78060-900 - Cuiabá/MT. [camposdts@yahoo.com.br](mailto:camposdts@yahoo.com.br);

<sup>2</sup> Mestrandos do Programa de Pós Graduação em Agricultura Tropical, UFMT, FAMEV.

## INTRODUÇÃO

O eucalipto é uma planta originária da Austrália sendo identificada em 1788. No Brasil, a planta foi introduzida pelos colonizadores por volta do ano de 1868, porém seu plantio tomou impulso a partir do início do século XX (ALMG, 2009).

O gênero *Eucalyptus* possui rápido crescimento, alta produtividade, ampla diversidade de espécies, grande capacidade de adaptação e é aplicado em diferentes processos e com diversas finalidades, como produção de celulose, papel, energia, carvão vegetal, madeira serrada e móveis; além de outros produtos como óleos essenciais e mel, alcançando grande importância econômica para o País. Esta planta permite corte por volta do quinto ano e tolera cortes sucessivos e, devido a tantas qualidades, seu cultivo esta em constante crescimento. Mas, o cultivo do eucalipto em escala industrial tem suscitado discussões com relação aos reflexos sociais e ambientais que essa atividade provoca (ALMG, 2009).

Atualmente, o eucalipto é a essência florestal mais plantada nos programas de reflorestamento no Brasil. Segundo dados de 2008, da Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas (ABRAF, 2008), a área de florestas plantadas, no Brasil, com espécies de eucalipto e pinus pelos produtores associados a essa instituição, atingiu cerca de 5.560.203 ha, representando um crescimento de 186.786 ha em relação a 2006, ou seja, acréscimo de 318.428 ha com decréscimo de 1,4% em pinus e 10,1% de acréscimo no eucalipto. Desse total, 3.751.867 ha, equivalentes a 66,05% da área, foram plantados com eucalipto, sendo que os Estados que mais contribuíram para esse valor foram: Minas Gerais (30%), São Paulo (13,3%) e Paraná (15,8%). O Estado do Mato Grosso já possui muitas áreas plantadas, porém nesse anuário estatístico não aparece a área representativa de seu plantio. A demanda atual de madeira reflorestada para o segmento de carvão vegetal é de mais de 2 milhões m<sup>-3</sup>, isto equivale a aproximadamente mais de 100 mil ha.ano<sup>-1</sup> de área reflorestada (ABRAF, 2008).

### Eucalipto X Simbiose

Em ecossistemas terrestres, a maioria das plantas apresentam-se em estreita interação com fungos simbiotes mutualistas, formando associações denominadas micorrizas (Smith e Read, 1997; Allen *et al.*, 2003). Estima-se que cerca de 75% das plantas vasculares formam algum tipo de associação micorrízica (Smith e Read, 1997), sendo as micorrizas arbusculares (MA) e as ectomicorrizas (ECM) mais comumente encontradas.

Em Angiospermas cerca de 65 % das espécies formam somente um tipo de micorriza, porém, 5% podem formar MA estritamente ou simultaneamente com ECM (Smith e Read, 1997). O eucalipto é um destes exemplos e pode apresentar, em seu sistema radicular, as MA e as ECM, havendo predominância das MA em plantas mais jovens e de ECM em plantas mais velhas (Bellei *et al.*, 1992; Yinglong *et al.*, 1999; Yinglong *et al.*, 2000).

A formação da associação micorrízica é dependente de fatores ambientais, da fisiologia do hospedeiro, do inóculo presente no solo e da população dos outros microrganismos (Perry *et al.*, 1987) que podem influenciar o desenvolvimento e o estabelecimento da simbiose com interações positivas (Meyer e Linderman, 1986), negativas (Fischer *et al.*, 1994; McAllister *et al.*, 1995) ou neutras (Edwards *et al.*, 1998). Entre os impactos negativos podemos citar a redução na taxa de germinação de esporos dos FMA e, conseqüentemente, decréscimo na taxa de colonização (HODGE, 2000). Assim, a diversidade dos fungos micorrízicos em um solo é resultante da interação de vários fatores bióticos e abióticos (Molina *et al.*, 1992), que refletem na complexidade e variabilidade desses organismos (Morton e Bentivenga, 1994; Allen *et al.*, 2003).

O reflorestamento utilizando eucalipto é normalmente realizado em solos de baixa fertilidade e onde a quantidade e a distribuição das chuvas limitam a sobrevivência e o

crescimento das árvores. Sendo assim, a técnica de fertilização e o processo de ciclagem de nutrientes são fundamentais para elevar e manter a produção florestal desses plantios (Gama-Rodrigues, 2005).

As associações de plantas com fungos micorrízicos, dentre outros benefícios, aumentam a absorção de elementos de baixa mobilidade nos solos, graças ao aumento na superfície de absorção pelas hifas, que podem ser consideradas uma “extensão” da raiz, explorando maior volume de solo. A colonização simultânea de raízes de plantas de mesma ou de diferentes espécies promove a interconexão entre elas, via micélio fúngico, permitindo a transferência de substâncias entre plantas por meio da passagem direta pela hifa do fungo (Rodrigues et al, 2003).

O estudo sobre a diversidade e especificidade de fungos micorrízicos em florestas plantadas são de extrema importância para o conhecimento e o aproveitamento do potencial das associações micorrízicas, tanto em viveiros como em plantações comerciais de cada região (Allen et al., 2003).

Os fungos micorrízicos arbusculares (FMA) pertencem à ordem Glomales e encontram-se divididos nos gêneros: *Glomus*, *Acaulospora*, *Scutellospora*, *Gigaspora*, *Paraglomus* e *Archaeospora*, compilando cerca de 152 espécies (Morton e Redecker, 2001; Brundrett, 2002), sendo uma diversidade relativamente baixa, que pode estar relacionada com a falta de pressão dos fatores ambientais e seleção natural durante o processo de co-evolução com as plantas (Allen et al., 2003).

Tradicionalmente, os esporos dos FMA são usados para determinar a diversidade dos mesmos, baseando-se na contagem e caracterização morfológica e molecular de seus esporos assexuados (Henrion et al., 1992; Clapp et al., 1995). Porém, a formação dos esporos é altamente dependente de muitos fatores e freqüentemente não estão correlacionados com a colonização das raízes (Smith e Read, 1997; Redecker, 2002), o que pode levar a um resultado de diversidade não condizente com a realidade do local estudado.

A caracterização morfológica, utilizada na taxonomia clássica, é baseada na formação e composição da parede celular dos esporos. Baseando-se nesses estudos, no Brasil já foram identificadas cerca de 79 espécies, representando 50 % das espécies existentes de FMA já identificadas até o momento (Sturmer e Siqueira, 2003); sendo que as espécies encontradas com maior freqüência são: *Acaulospora morrowiae*, *A. scrobiculata*, *A. spinosa*, *Gigaspora margarita*, *Glomus etunicatum*, *Scutellospora pellucida* (Sturmer e Siqueira, 2003). Em Minas Gerais, os FMA encontrados em povoamentos de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh, em três regiões de amostragem foram *Acaulospora longula*, *Scutellospora pellucida* e *Glomus microcarpum* (Coelho, 1993).

Marcadores moleculares vêm sendo utilizados também para a caracterização molecular dos FMA e dentre eles têm-se os que baseiam em seqüências do rDNA, com a utilização da técnica de PCR (Reação de Polimerase em Cadeia) das regiões ITS (espaçador interno transcrito) (Simon et al., 1992), da sub-unidade 18S (Clapp et al., 1999, Schübler et al., 2001; Cordoba et al., 2002) e seqüências arbitrárias, com a utilização da técnica de Rapd (polimorfismo de DNA amplificado ao acaso) (Harrison, 1999).

Os fungos ectomicorrízicos (FECM) pertencem a três grandes filos: Ascomycota, Basidiomycota e Zygomycota, distribuídos em mais de 6000 espécies (Brundrett, 2002), caracterizando-se pela baixa diversidade de hospedeiros, porém com alta especificidade, e alta diversidade de fungos, contrastando com os FMA (Molina et al., 1992).

O grande conhecimento sobre a diversidade e ecologia dos FECM advém de décadas de estudos, por meio de seus corpos de frutificação e das descrições morfológicas das ectomicorrizas (Smith e Read, 1997). Os corpos de frutificação foram, e ainda são, os mais utilizados para a sua identificação (Ingleby et al., 1990; Agerer, 1992). Porém, muitas espécies não podem ser descritas por esse método, pois não frutificam ou frutificam esporadicamente e se faz necessária a complementação com a caracterização das ectomicorrizas.

A caracterização de ectomicorrizas pode incluir métodos morfológicos, como caracterizações da cor, do tipo de ramificação, da forma e estruturação do manto (Ingleby *et al.*, 1990; Agerer, 1992; Smith e Read, 1997) e técnicas moleculares (Michelmore e Hulbert, 1987). Pode ser relativamente rápida, porém é uma técnica limitada, uma vez que a morfologia fúngica pode mudar devido aos diferentes hospedeiros e variações ambientais (Egger, 1995). Uma determinação precisa da diversidade e identificação dos FECM pode ser obtida pela combinação das técnicas morfológicas e moleculares dos basidiocarpos e das ectomicorrizas (Horton, 2002).

A análise por PCR/RFLP (polimorfismo de comprimento de fragmentos de restrição) do DNA que codifica o RNA ribossômico (rDNA) da região ITS e do DNA mitocondrial (mtDNA) vêm sendo muito utilizada para fungos ectomicorrízicos, pois consegue observar as variações inter e intra-específicas e é uma técnica economicamente viável, a qual utiliza o mínimo de manipulação (Horton, 2002).

O solo tem contato direto apenas com o sistema radicular da planta e serve como suporte mecânico ao vegetal, fornecendo água, oxigênio, energia na forma de calor e nutrientes na forma de íons e substâncias e então a fertilidade do solo é proporcional ao seu conteúdo de materiais, e energia e à sua capacidade de liberá-los para as plantas. Os fatores climáticos, concentração de oxigênio e CO<sub>2</sub>, calor, luz e água são fornecidos ao vegetal e ao solo. Desta forma, a produtividade resulta da participação conjunta do sistema e é usualmente expressa em produção por área, não sendo correto dizer produtividade de apenas uma das partes, pois, isoladamente nenhum integrante do sistema produz nada (Peixoto, 2008).

O conhecimento da dinâmica da biomassa microbiana e de seu papel na ciclagem dos nutrientes na região do Cerrado brasileiro são incipientes, tanto nas áreas sob vegetação nativa, como naquelas incorporadas ao processo agrícola. Já nas regiões norte e sul do Brasil e nas regiões temperadas do globo, há mais informações sobre assunto (Bertucini *et al.*, 2003).

O levantamento dos basidiocarpos e as descrições morfológicas das ECM continuam sendo os principais métodos para a avaliação da diversidade dos FECM. Entretanto, as técnicas moleculares vieram corroborar para os estudos de diversidade e ecologia dos fungos micorrízicos (Horton, 2002) e a combinação desses métodos tem permitido alcançar informações mais seguras e precisas (Massicotte *et al.*, 1994; Kärén *et al.*, 1997; Horton, 2002).

### **Considerações finais**

O uso de espécies de eucalipto está em crescimento acentuado já que, como citado anteriormente, esta planta apresenta inúmeros benefícios aos seus produtores e o uso desta matéria-prima possui diversas finalidades.

As áreas de plantio são geralmente áreas modificadas seja por corte da madeira nativa ou pelo uso agrônômico, sendo assim, faz-se necessário o enriquecimento deste solo afim de proporcionar condições mínimas para o desenvolvimento de áreas reflorestadas, principalmente visando lucratividade com as árvores plantadas.

As micorrizas presentes no solo, além de beneficiar a planta, desempenham um papel importante na degradação da matéria orgânica oriunda, na maioria das vezes, das próprias árvores do plantio. O solo é também enriquecido pela ciclagem de seus nutrientes, disponibilizando os mesmos para as plantas e evitando o excesso e então toxidez causada por estes compostos.

A identificação das ectomicorrizas e arbusculares será de grande importância já que após este trabalho terão disponíveis catálogos publicados em eventos, quando possível, ao acesso de todos para comparação ou mesmo direcionamento da inoculação, buscando melhor aproveitamento do material disponibilizado para as plantas. Como o trabalho será realizado em três regiões distintas do estado de Mato Grosso, o conhecimento da diversidade será ampla e pontual para cada região.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGERER, R. Characterization of ectomycorrhiza. In: **Techniques of mycorrhizal research**. Eds: NORRIS, J. R., READ, D. J., VARMA, A. K., San Diego: 25-74 p., 1992.
- ALLEN, M.F., SWENSON, W., QUEREJETA, J.I., WARBURTON-EGERTON, L.M. e TRESEDER, K.K. Ecology of mycorrhizae: A conceptual framework for complex interactions among plants and fungi. **Annual Review Phytopathology**, v. 41, p. 271-303, 2003.
- BELLEI, M.M., GARBAYE, J. e GILL, M. Mycorrhizal succession in young *Eucalyptus viminalis* plantations in Santa Catarina (southern Brazil). **Forest Ecology and Management**, v. 54, p. 205 -213, 1992.
- BERTUCINI, C.R.T. et al. Indicadores biológicos em solo sob cultivo orgânico e convencional de hortaliças. **Revista Agricultura Tropical**, p.13-15, 2003.
- BRUNDRETT, M.C. Coevolution of roots and mycorrhizas of land plants. **New Phytologist**, v. 154, p. 275-304, 2002.
- CLAPP, J.P., FITTER, A.H. e YOUNG, J.P.W. Ribosomal small subunit sequence variation within spores of an arbuscular mycorrhizal fungus, *Scutellospora* sp. **Molecular Ecology**, v. 8, p. 915-921, 1999.
- CLAPP, J.P., YOUNG, J.P.W., MERRYWEATHER, J.W. e FITTER, A.H. Diversity of fungal symbionts in arbuscular mycorrhizas from a natural community. **New Phytologist**, v. 130, p. 259-265, 1995.
- COELHO, F.C. Caracterização e incidência de fungos micorrízicos em povoamentos de *Eucalyptus camaldulensis* Dehn., nos municípios de Paraopeba, Bacaiúva e João Pinheiro, Minas Gerais. Viçosa - MG: UFV, 1993. 48. Microbiologia Agrícola - UFV, 1993.
- CORDOBA, A.S., MENDONÇA, M. e ARAÚJO, E.F. Avaliação da diversidade genética de fungos micorrízicos arbusculares em três estádios de estabilização de dunas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** (26), p. 931 - 937, 2002.
- EDWARDS, S.G., YOUNG, J.P.W. e FITTER, A.H. Interactions between *Pseudomonas fluorescens* biocontrol agents and *Glomus mosseae*, an arbuscular mycorrhizal fungus, within the rhizosphere. **FEMS Microbiology Letters**, v. 166, p. 297-303, 1998.
- EGGER, K.N. Molecular analysis of ectomycorrhizal fungal communities. **Canadian Journal of Botany** (73), p. S1415-S1422, 1995.
- FISCHER, C., JANOS, D.P., PERRY, D.A., LINDEMAN, R.G. e SOLLINS, P. Mycorrhiza inoculum potentials tropical secondary succession. **Biotrópica** (26), p. 369-377, 1994.
- GAMA-RODRIGUES, E.F.; BARROS, N.F.; GAMA-RODRIGUES, A.C. & SANTOS, G.A. Nitrogênio, carbono e atividade da biomassa microbiana do solo em plantações de eucalipto. **R. Bras. Ci. Solo** (29): 393-901, 2005.
- HENRION, B., LE TACON, F. e MARTIN, F. Rapid identification of genetic variation of ectomycorrhizal fungi by amplification ribosomal RNA genes. **New Phytologist** (122): 289-298, 1992.
- HARRISON, M.J. Molecular and cellular aspects of the arbuscular mycorrhizal symbiosis. **Annual Review Plant Physiology** (50): 361-389, 1999.

- HODGE, A. Microbial ecology of the arbuscular mycorrhiza. **FEMS Microbiology Ecology** (32): 91-96, 2000.
- HORTON, T.R. Molecular approaches to ectomycorrhizal diversity studies: variation in ITS at a local scale. **Plant and Soil** (244): 29-39, 2002.
- INGLEBY, K., MASON, P. A., LAST, F. T. e FLEMING, L. V. **Identification of ectomycorrhizas**. 111 p., 1990.
- KÄRÉN, O., HÖGBERG, N., DAHLBERG, A., JONSSON, L. e NYLUND, J.E. Inter and intraspecific variation in the ITS region of rDNA of ectomycorrhizal fungi in Fennoscandia as detected by endonuclease analysis. **New Phytologist** (136): 313-325, 1997.
- MASSICOTTE, H.B., MOLINA, R., LUOMA, D.L. e SMITH, J.E. Biology of the ectomycorrhizal genus, *Rhizopogon*. II. Patterns of host-fungus specificity following spore inoculation of diverse hosts grown in monoculture and dual culture. **New Phytologist** (126): 677-690, 1994.
- MCALLISTER, C.B., GARCIA-ROMERA, I., MARTIN, J., GODEAS, A. e OCAMPO, J.A. Interaction between *Aspergillus niger* van Tiegh. and *Glomus mosseae* (Nicol. and Gerd.) Gerd and Trappe. **New Phytologist** (129): 309-316, 1995.
- MEYER, J.R. e LINDERMAN, R.G. Response of subterranean clover to dual-inoculation with vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi and a plant growth-promoting bacterium. **Soil Biology and Biochemistry** (18): 185-190, 1986.
- MICHELMORE, R.W. e HULBERT, S.H. Molecular markers for genetics analysis of phytopathogenic fungi. **Annual Review of Phytopathology** (25): 383-404, 1987.
- MOLINA, R., MASSICOTTE, H.B. e TRAPPE, J.M. Specificity phenomena in mycorrhizal simbioses: community-ecological consequences and practical implications. In: **Mycorrhizal Functioning**. Eds: ALLEN, M. F. e HALL, C., London, UK: Chapman & Hall, 357-423 p., 1992.
- MORTON, J.B. e BENTIVENGA, S.P. Levels of diversity in endomycorrhizal fungi (Glomales, Zygomycetes) and their role in defining taxonomic and non-taxonomic groups. **Plant and Soil** (159): 47-59, 1994.
- PEIXOTO, C.P. *et al.* Características agrônômicas e produtividade de amendoim em diferentes espaçamentos e épocas de semeadura no Recôncavo Baiano. **Bragantia**, Campinas 67 (3): 563-568, 2008.
- PERRY, D.A., MOLINA, R. e AMARNATHUS, M.P. Mycorrhizae, mycorrhizospheres, and reforestation: current knowledge and research needs. **Canadian Journal of Forest Research** (17): 929-940, 1987.
- YINGLONG, C., MINGQIN, G., FENGZHEN, W. e DELL, B. **Mycorrhizal succession and inoculant efficiency of dual inoculation on *Eucalyptus urophylla***. *Forestry Studies in China* (1): 16-21, 1999.
- YINGLONG, L. C., BRUNDRETT, M. C. e DELL, B. Effects of ectomycorrhizas and vesicular-arbuscular mycorrhizas, alone or in competition, on root colonization and growth of *Eucalyptus globulus* and *E. urophylla*. **New Phytologist** (146): 545 - 556, 2000.
- REDECKER, D. Molecular identification and phylogeny of arbuscular mycorrhizal fungi. **Plant and Soil** (244): 67-73, 2002.
- RODRIGUES, L.A., MARTINS, M.A., SALOMÃO, M.S.M.B. Uso de micorrizas e rizóbio em cultivo consorciado de eucalipto e sesbânia. I- Crescimento, absorção e transferência de nitrogênio entre plantas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas (27): 583-591, 2003.

SCHÜBLER, A., GEHRIG, H., SCHWARZOTT, D. e WALKER, C. Analysis of partial Glomales SSU rRNA gene sequences: implications for primer design and phylogeny. **Mycological Research** (105): 5-15, 2001.

SIMON, L., LALONDE, M. e BRUNS, T.D. Specific amplification of 18S fungal ribosomal genes from vesicular-arbuscular endomycorrhizal fungi colonizing roots. **Applied Environment Microbiology** (58): 291-295, 1992.

SMITH, S.E. e READ, D.J. **Mycorrhizal Symbiosis**. London: Academic Press, 1997. 605 p.

STURMER, S.L. e SIQUEIRA, J.O. Diversity of Glomalean fungi in selected Brazilian ecosystems. **Icom4: The Fourth International Conference on Mycorrhizal**, p. 520, 2003.

**Sites:**

<http://www.almg.gov.br/Publicacoes/Eucalipto/cultivoeucalipto.pdf>, acesso em Junho, 2009.

<http://www.abraflor.org.br/informativo/2008.asp>, acesso em Junho, 2009.