

## FUNGOS ARBUSCULARES E ECTOMICORRÍZICOS EM ÁREAS DE EUCALIPTO E DE CAMPO NATIVO EM SOLO ARENOSO

### ARBUSCULAR AND ECTOMYCORRHIZAL FUNGI IN EUCALYPT CULTIVATION AND GRASSLAND SANDY SOIL

Andrea Hentz de Mello<sup>1</sup> Zaida Inês Antonioli<sup>2</sup> João Kaminski<sup>3</sup>  
Eduardo Lorensi Souza<sup>4</sup> Vetúria Lopes Oliveira<sup>5</sup>

#### RESUMO

O *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden forma associações simbióticas com fungos micorrízicos arbusculares e ectomicorrízicos. O objetivo do trabalho foi avaliar a população (direta e indireta) e a diversidade desses microorganismos nessa espécie florestal em áreas sujeitas à arenização em São Francisco de Assis, RS. Amostras de solo e raízes de três áreas – campo nativo, cultivo de eucalipto 3 anos e cultivo de eucalipto 8 anos – foram coletadas para identificação de fungos micorrízicos arbusculares. Corpos de frutificação de ectomicorrizas foram coletados nas três áreas. Os resultados mostram que a identificação indireta (cultura armadilha) com *Brachiaria brizantha* (A. Rich.) Stapf foi eficiente na recuperação do inóculo de fungos micorrízicos arbusculares no solo. Os gêneros de FMAs presentes nas áreas avaliadas foram *Glomus*, *Gigaspora*, *Acaulospora* e *Scutellospora*. As espécies de fungos ectomicorrízicos que mais se destacam foram *Pisolithus* sp. Alb. & Schwein; *Scleroderma* sp. (Persoon) Fries e *Pisolithus microcarpus* (Cooke & Masee) Cumm. O fungo ectomicorrízico que apresentou a maior abundância relativa foi o *Scleroderma* sp. A área de campo nativo apresentou maior população e diversidade de fungos micorrízicos arbusculares do que as áreas de eucalipto.

**Palavras-chave:** *Acaulospora scrobiculata*; *Scutellospora heterogama*; *Scleroderma* sp.; *Pisolithus* sp.

#### ABSTRACT

The *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden forms symbiotic association with arbuscular and ectomycorrhizal fungi. The purpose of this work was to evaluate the direct and the indirect population and the diversity of these organisms in this kind forest of in some sandy areas located in the São Francisco de Assis – RS. Soil and roots samples were collected from native field and *Eucalyptus* cultivation to identify arbuscular mycorrhizal fungi. Sporocarps of ectomycorrhizal fungi were also collected from these areas. The studied areas were characterized as native field and eucalyptus forest with three and eight years old. Results show that the indirect identification (trapping culture) with *Brachiaria brizantha* (A. Rich.) Stapf is efficient in the recovery endomycorrhizal inoculum fungi from the soil. The *Glomus*, *Gigaspora*, *Acaulospora* and *Scutellospora* were the most important genus found. The *Acaulospora scrobiculata* and *Scutellospora heterogama* were the predominant species. The ectomycorrhizal fungi found were *Pisolithus* sp. Alb. & Schwein; *Scleroderma* sp. (Persoon) Fries and *Pisolithus microcarpus* (Cooke & Masee) Cumm. The relative abundance was predominant with *Scleroderma* sp. The native field showed higher arbuscular mycorrhizal fungi population and diversity in relation to other eucalyptus areas.

**Keywords:** *Acaulospora scrobiculata*; *Scutellospora heterogam*; *Scleroderma* sp.; *Pisolithus* sp.

#### INTRODUÇÃO

As micorrizas, descritas pela primeira vez por Frank (1885), constituem-se em importante fator de sobrevivência e crescimento das plantas. São formadas pela associação de fungos do solo com as raízes das

1. Engenheira Agrícola, Professora Auxiliar do Departamento de Solos e Doutoranda em Ciências do Solo, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, CEP 97105-900, Santa Maria (RS). andreahentz@mail.ufsm.br
2. Bióloga, Professora Adjunta do Departamento de Solos e Doutoranda em Ciências do Solo, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, CEP 97105-900, Santa Maria (RS). zaida@ccr.ufsm.br
3. Engenheiro Agrônomo, Professor Adjunto do Departamento de Solos, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, CEP 97105-900, Santa Maria (RS). jk@smail.ufsm.br
4. Acadêmico do Curso de Graduação em Engenharia Agrônoma, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, CEP 97105-900, Santa Maria (RS).
5. Engenheira Agrônoma, Dr., Professora do Departamento de Microbiologia do Solo, Centro de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Santa Catarina, CEP 88000-000, Florianópolis (SC).

Recebido para publicação em 28/10/2005 e aceito em 16/08/2006.

plantas hospedeiras, constituindo-se num processo de co-evolução adaptativa, resultando em modificações morfofisiológicas para a planta (Garbaye, 1990; Smith e Read, 1997). Nessa relação mutualística, é fundamental a interação entre o fungo e a planta. Assim, as interações que ocorrem são reguladas por mecanismos moleculares permanentes, desde o reconhecimento entre os simbiontes até o pleno desenvolvimento da simbiose (Lambais, 1996).

As micorrizas apresentam ampla distribuição, sendo encontradas dos pólos gelados às florestas tropicais úmidas e desertos. Estima-se que mais de 90% das plantas superiores formam micorrizas, dentre as quais, grande parte é de interesse agrícola e florestal (Sylvia, 1998). A importância das micorrizas foi evidenciada nas primeiras tentativas de introdução de espécies vegetais fora de seus habitats naturais, e na dificuldade encontrada nos reflorestamentos de regiões de solos degradados onde não existiam fungos compatíveis com as espécies introduzidas (Marx e Cordell, 1989). Essa dependência ficou mais evidente quando se tentou introduzir sem sucesso espécies de Pinus e Eucalipto em outros continentes ou regiões distantes da sua ocorrência natural (Vozzo e HacsKaylo, 1971; Mikola, 1973).

As micorrizas arbusculares e ectomicorrizas promovem um incremento significativo da área de absorção radicular das plantas colonizadas, maximizando o aproveitamento de água e nutrientes, como o fósforo (P), o nitrogênio (N) e o potássio (K) (Molina e Trappe, 1984; Smith e Read, 1997; Glowa *et al.*, 2003). Além disso, propiciam melhor resistência ao estresse hídrico, às temperaturas elevadas, à acidez, e à maior tolerância às condições de toxidez do solo e proteção do sistema radicular contra patógenos (Marx e Cordell, 1989; Smith e Read, 1997). Com isso, contribuem para o estabelecimento e desenvolvimento das plantas (Marx, 1991), mesmo em solos com baixos teores de nutrientes ou degradados (Mark e Cordell, 1989), como os que ocorrem em algumas áreas localizadas na região central do Rio Grande do Sul.

As espécies e os isolados de fungos micorrízicos arbusculares e ectomicorrízicos têm apresentado efeitos distintos com relação ao aumento na absorção de nutrientes e no crescimento das plantas (Sanders *et al.*, 1977) e na capacidade de colonização.

O eucalipto tem a característica de associar-se a fungos ectomicorrízicos e arbusculares, sendo que as associações com fungos ectomicorrízicos são as mais estudadas atualmente. Santos (2001), em estudo realizado com cinco espécies de eucalipto, incluindo *Eucalyptus cloeziana*, observaram uma sucessão no tipo de colonização micorrízica, sendo inicialmente dominado por fungos micorrízicos arbusculares e posteriormente por fungos ectomicorrízicos. Araújo *et al.* (2004) em seus estudos com fungos micorrízicos arbusculares em *Eucalyptus cloeziana* verificaram grande suscetibilidade à formação de micorriza arbuscular.

Amorin (1988), trabalhando com mudas de *Eucalyptus grandis* em Latossolo Vermelho-Amarelo álico, inoculados com fungos micorrízicos arbusculares e ectomicorrízicos, constatou que não houve diferença entre as mudas inoculadas com *Acaulospora scrobiculata* Dehnh., *Glomus macrocarpum*, *Glomus fasciculatum* e *Scutellospora heterogama* e as não-inoculadas. No entanto, Santos (1995) detectou que a micorrização em *Eucalyptus camaldulensis* minimizou os efeitos da compactação do solo e proporcionou maior eficiência na absorção de fósforo.

De modo geral, a atividade dos fungos micorrízicos e a associação com as raízes de plantas superiores durante o ano estão sujeitas a variações nas condições de temperatura, umidade, matéria orgânica do solo, fósforo, nitrogênio, pH e aeração do solo, além de práticas de manejo e procedimentos efetuados durante a formação de mudas. Os efeitos desses fatores para o sucesso dos processos de formação das micorrizas em florestas nativas são pouco estudados, sendo mais estudados nos gêneros de *Pinus* e em *Eucalyptus*.

Assim, a caracterização de fungos micorrízicos arbusculares e ectomicorrízicos em áreas de plantio de *Eucalyptus grandis* é importante para o estudo da sua incidência das espécies fúngicas que poderão ser úteis em futuros programas de inoculação, bem como no estudo das relações ecológicas entre o fungo simbionte e a planta hospedeira.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a população e a diversidade de fungos arbusculares e ectomicorrízicos na cultura do eucalipto e em campo nativo, em áreas sujeitas à arenização, no município de São Francisco de Assis, RS.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado em casa de vegetação da Universidade Federal de Santa Maria, e no Laboratório de Biologia e Microbiologia do Solo do Departamento de Ciências do Solo da Universidade Federal de Santa Maria.

As amostras de solo para identificação das micorrizas arbusculares, raízes e corpos de frutificação de fungos ectomicorrízicos foram coletadas em julho de 2003 em três diferentes áreas sujeitas ao processo de arenização: campo nativo (CN), bosque de eucalipto de 3 anos (E3) e bosque de eucalipto de 8 anos (E8), localizadas no município de São Francisco de Assis, região oeste do RS.

O processo de identificação dos fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) constou de duas etapas, uma caracterizada como identificação direta (ID) e outra como identificação indireta (II). Na identificação direta, efetuou-se a extração de esporos pelo método de peneiramento úmido (Gerdemann e Nicholson, 1963) e centrifugação em sacarose (Jenkins, 1964).

O procedimento de extração de esporos de FMAs do solo, foi feito partindo de uma amostra de solo, composta de dez subamostras coletadas na profundidade de 0-20 cm. Dessa amostra composta de solo, foi retirada uma amostra de 50 g, da qual foi realizada a contagem dos esporos. Em seguida, os esporos foram preparados em lâminas e identificados segundo suas características morfológicas (Schenck e Pérez, 1987 e INVAM, 2001). Esses esporos foram os da identificação direta de FMAs. Desse solo, determinaram-se os teores de fósforo e pH, segundo a metodologia descrita por Tedesco (1995).

Outra parte do solo foi utilizada para identificação indireta dos FMAs. Instalou-se em casa de vegetação um cultivo armadilha com *Brachiaria brizantha* com o objetivo de recuperação das espécies de fungos, que não estavam esporulados no momento da coleta.

Como unidade experimental, utilizaram-se vasos de 1000 g de capacidade, sendo que os vasos receberam em seu fundo, uma camada de aproximadamente 2 cm de areia autoclavada, e sob essa camada, colocaram-se 500 g de Neossolo Quartzarênico, no qual foi colocada novamente outra camada de 2 cm de areia autoclavada. O uso de areia autoclavada objetivou isolar o solo de possíveis contaminações externas.

Depois disso, o solo foi semeado com *Brachiaria brizantha*, utilizando-se uma alta densidade de sementeira, visando a forçar o desenvolvimento do sistema radicular. Aplicaram quinzenalmente 20 mL de solução nutritiva de Hoagland e Arnon (1951) modificada por Jarstfer e Sylvia (1992). Após 4 meses, coletou-se uma amostra de 50 g de solo para a extração de esporos de FMAs, seguindo-se o método de Gerdemann e Nicholson (1963), e os esporos foram identificados conforme suas características morfológicas (Schenck e Pérez, 1987; INVAM, 2001), e determinou-se o índice de diversidade de espécies das áreas avaliadas. Para a determinação da diversidade, utilizou-se o Índice de Diversidade de Shannon (Clifford e Stephenson, 1975).

Para avaliação da colonização micorrízica, as raízes foram clarificadas e coradas, segundo a metodologia de Koske e Gemma (1989) e Grace e Stribley (1991). A porcentagem do comprimento de raízes colonizadas foi avaliada pelo método da intersecção em placa quadriculada descrito no trabalho de Giovanetti e Mosse (1980), adaptado com base no método de medidas de comprimento de raízes de Newman (1966).

A coleta dos carpóforos de fungos ectomicorrízicos, foi com auxílio de pá para remoção da serrapilheira. Em cada plantação, foram demarcadas três áreas de 10.000m<sup>2</sup>, subdivididas em cinco subáreas de 2000m<sup>2</sup> onde foram coletados todos os carpóforos epígeos e hipógeos. As amostras dos carpóforos foram armazenadas em sacos de papel identificados e levados ao laboratório para isolamento e identificação.

A identificação dos fungos ectomicorrízicos foi proposta com observação das características morfológicas dos carpóforos e dos critérios das chaves de classificação conforme Trappe (1962), Stuntz (1980) e Smith e Theirs (1971). A identificação em nível de espécie só foi possível quando se obtiveram corpos fúngicos e frutificação madura e não muito velha.

Os resultados de número de esporos e colonização micorrízica foram submetidos a análise de variância e as médias comparadas pelo Teste de Tukey 5%, utilizando-se os procedimentos disponíveis no programa SISVAR (Ferreira, 2000).

A abundância relativa das espécies (Abr) foi definida como  $Abr = (Abm/Abmt) \times 100$ , em que Abm representa o número de carpóforos encontrados em cada subárea e Abmt o número total de carpóforos encontrados em toda área. Em seguida, a frequência espacial relativa (Fer), definida como  $Fer = (Fem/Femt) \times 100$ , em que Fem representa o número de subáreas nas quais cada espécie foi encontrada, e Femt representa o número total de subáreas onde foi encontrado qualquer carpóforo desse gênero. Com base nesses dois resultados, foi calculada a importância relativa (Irm) de cada espécie, pela fórmula  $Irm = Abr + Fer$ . (Nantel e Neumann, 1992).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O número médio de esporos de fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) foi superior na identificação indireta em relação à identificação direta (Tabela 1), evidenciando assim, que o método indireto foi eficiente em recuperar inóculo de fungos micorrízicos arbusculares do solo. O número de esporos foi maior nas áreas de bosque de eucalipto 3 anos, em relação às demais áreas, em ambas as identificações.

TABELA 1: Número médio de esporos micorrízicos arbusculares em 50g de solo encontrados nas áreas de campo nativo (CN), eucalipto 3 anos (E3) e eucalipto 8 anos (E8) na identificação direta de solo (ID) e identificação indireta (II) em cultivo de *Brachiaria brizantha* em casa de vegetação. (Média de dez repetições de cada área).

TABLE 1: Average numbers of arbuscular mycorrhizal spores in 50g of soil found in native field (CN), eucalyptus population with 3 years old (E3) and 8 years old (E8), using direct (ID) and indirect (II) identification with *Brachiaria brizantha* cultivation, in greenhouse condition. (Average of 10 repetition from each area).

Área	Identificação direta (ID)	Identificação indireta (II)
Campo Nativo	25 b	83 b
Eucalipto 3 anos	32 a	251 a
Eucalipto 8 anos	14 b	140 b

Em que: Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente pelo teste de Tukey, ao nível de 5%.

Levantamentos feitos em florestas de eucalipto em Santa Catarina levaram à constatação de que a idade da planta tem influência sobre o tipo de associação micorrízica (Bellei, 1987). Inicialmente há uma alta esporulação e colonização por FMAs, e esta diminui com a idade da planta. Esses dados corroboram com os encontrados neste trabalho (Tabela 1).

Os fatores que condicionam o estabelecimento de cada fungo simbiote na planta e os que influenciam a sua eficiência na promoção do crescimento e da adaptabilidade da planta ao ambiente não são totalmente conhecidos, sendo necessária a avaliação da importância da dupla simbiose para o eucalipto (Smith e Read, 1997). Esses resultados podem evidenciar a preferência de alguns FMAs em colonizarem determinadas espécies de plantas. Algumas plantas, através de seus exudatos radiculares, podem estimular a germinação de esporos e crescimento micelial dos fungos micorrízicos arbusculares, (Siqueira *et al.*, 1986; Elias e Safir, 1987; Colozzi-Filho e Balota, 1994).

O percentual de colonização micorrízica da *Brachiaria brizantha*, cultivada no solo da área de eucalipto 8 anos, foi maior do que nas demais áreas, porém, a produção de esporos foi menor (Figura 1). Esse comportamento pode ser pelo fato de não haver uma relação direta entre o número de esporos e colonização micorrízica. A taxa de germinação dos esporos é de fundamental importância para tal comportamento, pois se pode ter um grande número de esporos e estes possuírem baixa taxa de germinação, por consequência haveria baixa percentagem de colonização micorrízica (Smith e Read, 1997). A presença de estruturas no solo como hifas de fungos pode contribuir para este comportamento. Desse modo, a área de eucalipto 8 anos, embora apresentasse menor quantidade de esporos, poderia conter outras estruturas como hifas e micélio que contribuiriam para o maior percentual de colonização.

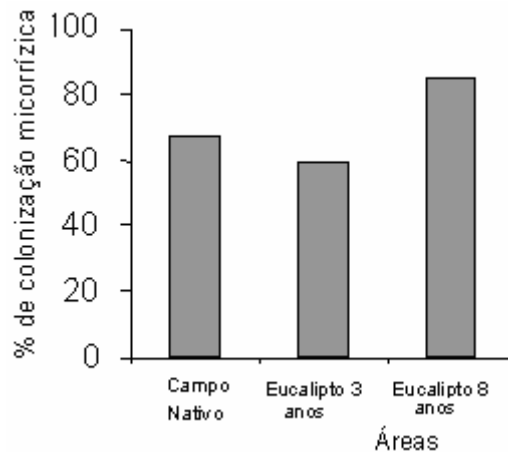


FIGURA 1: Percentual de colonização com fungos micorrízicos arbusculares no cultivo de *Brachiaria brizantha*, em solos provenientes de três áreas de São Francisco de Assis, RS, 2003.

FIGURE 1: Percent of arbuscular mycorrhizal colonization in *Brachiaria brizantha* cultivation in soil from three areas of São Francisco de Assis, RS, 2003.

O aumento no número de esporos, a ocorrência de outras espécies de FMAs na identificação indireta em relação à identificação direta e a colonização das raízes da *Brachiaria brizantha* indicam que o uso do cultivo armadilha com a *Brachiaria* foi eficiente em recuperar esses fungos do solo (Tabela 2).

As espécies de fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) que se destacaram nas três áreas avaliadas, tanto na identificação direta quanto na indireta, foram *Glomus clarum*, *Gigaspora margarita*, *Acaulospora scrobicullata*, *Scutellospora heterogama* e *Glomus etunicatum*, sendo a mais abundante *Acaulospora scrobicullata* (Tabela3).

TABELA 2: Número médio de esporos de espécies de fungos micorrízicos arbusculares encontrados nas áreas de campo nativo (CN), eucalipto 3 anos (E3), e eucalipto 8 anos (E8), na identificação direta do solo (ID) e identificação indireta (II) em cultivo de *Brachiaria brizantha* em casa de vegetação. (Média de dez repetições de cada área)

TABLE 2: Average numbers of arbuscular mycorrhizal spores species found in native field (CN), eucalyptus population with 3 years old (E3) and 8 years old (E8), using direct (ID) and indirect (II) identification with *Brachiaria brizantha* cultivation in greenhouse condition. (Average of 10 repetition from each area).

FMA	CN		E3		E8	
	ID	II	ID	II	ID	II
<i>Acaulospora scrobiculata</i> Trappe	10	7	0	193	22	0
<i>Gigaspora margarita</i> Becker & Hall	1	0	1	4	0	0
<i>Glomus clarum</i> Nicolson & Schenck	5	1	4	19	5	10
<i>Glomus etunicatum</i> Becker & Gerdemann	5	36	0	25	5	78
<i>Scutellospora heterogama</i> Nicolson & Gerdemann	3	40	9	10	0	52
Índice de Diversidade de Shannon	5	4	3	5	3	3
Total de espécies	5	4	3	5	3	3

A germinação dos esporos está relacionada ao pH do meio e pode variar entre os gêneros de fungos micorrízicos arbusculares. Esse comportamento dos fungos micorrízicos arbusculares em relação ao pH do solo também foi observado neste trabalho, pois as áreas avaliadas apresentaram pH entre 4,7 e 4,9, e sabe-se que os gêneros *Gigaspora*, *Scutellospora* e *Acaulospora* preferem pH entre 4,0 e 6,0, enquanto que os *Glomus* preferem pH na faixa de 6,0 a 8,0 (Silveira, 1998; Siqueira e Franco, 1988).

Esses dados corroboram com os de Coelho *et al* (1997), que estudando a incidência de FMAs em povoamento de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh., em vários municípios de Minas Gerais, verificaram a presença em maior quantidade de *Acaulospora*, *Glomus* e *Scutellospora*, sugerindo que essas espécies de FMAs possuem uma faixa de adaptação ecológica maior, em relação à diversidade de condições de solo e

clima.

Na identificação direta, foram encontradas cinco espécies de FMAs nas áreas de campo nativo, seguido pela área de eucalipto 3 anos com três espécies, e a área de eucalipto 8 anos com três espécies (Tabela 3). Observou-se também que, na área de campo nativo, na identificação indireta, foram encontradas quatro espécies de FMAs, cinco espécies na área de eucalipto 3 anos e três espécies em eucalipto 8 anos, sendo que as espécies mais numerosas foram *Acaulospora scrobiculata* (193 esporos) e *Scutellospora heterogama* (52 esporos) e *Glomus etunicatum* (78 esporos) (Tabela 2). A presença de *Scutellospora heterogama* e da espécie de *Acaulospora scrobiculata* pode estar relacionada ao pH do solo (Siqueira *et al.*, 1984; Siqueira e Franco, 1988; Lambais e Cardoso, 1988). Tais resultados relacionam-se com as características originais do ambiente nativo, de modo que a acidez pode limitar a distribuição e abundância das espécies de FMAs, alterando o benefício da simbiose.

*Gigaspora margarita* foi encontrada em baixa quantidade tanto na identificação direta quanto na indireta em todos os cultivos. Pode-se salientar que esta ocorrência restrita pode ser resultado da menor adaptação às condições ambientais ou de suas exigências para crescimento, estabelecimento ou indução à esporulação.

*Acaulospora scrobiculata* foi a espécie que mais esporulou na identificação indireta (193 esporos). Zambolin e Barros (1982) observaram a sua predominância em povoamentos de *Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus saligna* e *Eucalyptus citriodora* de várias idades, crescendo em Latossolo Vermelho na região de Viçosa.

Aplicando-se o índice de diversidade de Shannon na população de esporos de FMAs, pode-se constatar que a área de campo nativo (CN), apresentou maior diversidade de espécies na identificação direta, do que as demais áreas avaliadas (Tabela 2).

Sistemas considerados mais estáveis, como o campo nativo, por apresentar maior diversidade na comunidade de plantas, proporciona maior capacidade de associação para os fungos micorrízicos. Sabe-se que a comunidade de plantas pode alterar a composição de FMAs de determinado local (Sanders e Fitter, 1992). No entanto, a diversidade de FMAs não segue a de plantas (Allen *et al.*, 1990). Assim pode ocorrer uma abundância de FMAs na presença de poucas espécies vegetais ou vice versa.

Não houve diferença de diversidade de FMAs na identificação direta nos cultivos de eucalipto 3 e 8 anos, enquanto que, na identificação indireta, a maior diversidade foi no cultivo de eucalipto 3 anos. Sistemas de monoculturas bem como sistemas de manejo intensivo, reduzem a quantidade e a diversidade de FMAs (Silveira, 1998). Dessa forma, pode ocorrer a seleção de espécies de FMAs, de forma que a diversidade dessas áreas reduz com o tempo. Normalmente, as essências florestais são colonizadas predominantemente por fungos ectomicorrízicos e não por endomicorrizas (Bellei e Carvalho, 1992; Letacon *et al.*, 1987), o que contribui para uma menor diversidade de fungos micorrízicos arbusculares nessas áreas.

A modificação no solo, desde um simples cultivo até um processo de degradação erosiva, poderá modificar a predominância de uma espécie fúngica na formação de associação micorrízica. Neste estudo, a área de campo nativo, na qual o solo não sofreu grandes modificações, apresentou maior diversidade.

A medida em que a severidade da modificação imposta ao solo aumenta, a diversidade dos FMAs, tende a diminuir (Silveira, 1998).

As espécies de fungos ectomicorrízicos encontradas nas áreas de arenização, que se destacaram, foram *Pisolithus* sp Alb. & Schwein; *Scleroderma* sp (Person) Fries e *Pisolithus microcarpus* (Cooke & Masee) Comm (Tabela 3).

TABELA 3: Número total de carpóforos de fungos ectomicorrízicos, abundância, frequência e importância relativa encontrados nas áreas de campo nativo (CN), cultivo de eucalipto 3 anos (E3), cultivo de eucalipto 8 anos (E8), São Francisco de Assis, RS.

TABLE 3: Total number of ectomycorrhizal sporocarps, abundance, frequency and relative importance found in native field (CN), eucalyptus population with 3 years old (E3) and 8 years old (E8), São Francisco de Assis, RS.

Pâmetros	Fungos ectomicorrízicos								
	<i>Pisolithus</i> sp			<i>Scleroderma</i> sp			<i>Pisolithus microcarpus</i>		
	CN	E3	E8	CN	E3	E8	CN	E3	E8
Carpóforos (Total)	57	58	56	84	93	92	107	117	115
Abundância (%)	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Frequência (%)	20	12	16	20	20	20	12	16	20
Importância (%)	40	31	35	10	40	40	32	36	40

A abundância relativa das espécies nas áreas de campo nativo (CN), cultivo de eucalipto 8 anos (E8) e cultivo de eucalipto 3 anos (E3) foi de 20%. A frequência relativa de *Pisolithus* sp, nas três áreas foi respectivamente de 20, 12 e 16%, seguida de 20, 20 e 20% do *Scleroderma* sp e de 12, 16 e 20% do *Pisolithus microcarpus* (Tabela 3).

Pode-se observar que a maior frequência relativa ocorreu na espécie *Scleroderma* sp. Esses dados corroboram com os descritos por Giachini *et al.* (2000), em que verificaram a presença de *Scleroderma aerolatum* colonizando as raízes do *Eucalyptus dunnii*. Essa informação é importante, visto que Guzman (1970) declarou que esse fungo seria infrequente e raro na América do Sul. Além disso, o *Scleroderma* associa-se com várias espécies de *Pinus*.

Assim o levantamento prévio da ocorrência de FMAs e fECMs em áreas sujeitas ao processo de arenização é de fundamental importância nos trabalhos de recuperação dessas áreas, para entender o princípio da recuperação dessas áreas por meio da biota do solo.

## CONCLUSÕES

A área de campo nativo apresenta maior população e diversidade de fungos micorrízicos arbusculares do que nos cultivos de eucalipto 3 e 8 anos, comprovando assim que sistemas mais estáveis, por apresentarem maior diversidade na comunidade de plantas, proporcionam maior capacidade de associação para os fungos micorrízicos.

A avaliação indireta do solo com *Brachiaria brizantha* é eficiente na recuperação de inóculos de FMAs em solos arenosos.

Os gêneros de fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) presentes nas três áreas avaliadas são *Glomus*, *Gigaspora*, *Acaulospora*, e *Scutellospora*. As espécies *Acaulospora scrobiculata* e *Scutellospora heterogama*, foram as mais frequentes.

As espécies mais importantes e mais frequentes estudadas de fungos ectomicorrízicos que ocorrem na área são *Pisolithus* sp, *Scleroderma* sp e *Pisolithus microcarpus*,

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq, à FAPERGS e à CAPES pelos auxílios recebidos e bolsa de Doutorado. Também ao Sr. Nelsi Salbego pela cedência da área no município de São Francisco de Assis, RS.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMORIN, E.F.C. **Comportamento de mudas de *Eucalyptus grandis* na presença de fungos endo e ectomicorrízicos.** Viçosa, 1988. 95f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1988.

ALLEN, O.N.; ALLEN, E.K. **The leguminosae a source book of characteristics, uses and nodulation.** London: University Wisconsin Press, 1981. 812p.

ARAÚJO, C.V.M.; ALVES, L.J.; SANTOS, O.M. Micorriza arbuscular em plantações de *Eucalyptus cloeziana* F. Muell no litoral norte da Bahia, Brasil. **Acta Botânica Brasileira**, v. 18, n. 3, p. 513-520, 2004.

- BELLEI, M.; CARVALHO, M.S. Ectomicorrizas. In: CARDOSO, E.J.B.N.; TSAI, S.M.; NEVE, M.C.P. **Microbiologia do solo**. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1992, p. 297-318.
- BELLEI, M. **Micorrizas de *Eucalyptus* spp. em viveiros e florestas de Santa Catarina**. Florianópolis: UFSC, 1987. 54p.
- COLOZZI-FILHO, A.; BALOTA, E.L. Micorrizas arbusculares. In: HUNGRIA, M., ARAÚJO, R.S (Ed). **Manual de métodos empregados em estudos de microbiologia agrícola**. Brasília: Embrapa-SPI, 1994. p. 383-418.
- COELHO, F.C.; BORGES, A.C.; NEVES, J.C.L.; BARROS, N.F.; MYCHOVY, R.M.C. Caracterização e incidência de fungos micorrízicos em povoamento de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh.; nos municípios de Paraopeba, Bocaiúva e João Pinheiro, Minas Gerais. **Revista Árvore**, v. 21, n. 3, p. 393-404, 1997.
- CLIFFORD, H.T.; STEPHENSON, W. **An introduction to numerical classification**. London: Academic Press, 1975.
- ELIAS, K.S.; SAFIR, G.R. Huphal elongation of *G. fasciculatus* in response to root exudates. **Apply Environmental Microbiology**, v. 53, p. 1928-1933, 1987.
- FERREIRA, D.F. **Sistemas de análises estatística para dados balanceados**. Lavras:UFLA/DEX/SISVAR, 2000. 145p.
- FRANK, B. Über die auf Wurzelsymbiose beruhende Ernährung gewisser Baume durch unterirdische Pilze. **Berichte der deutschen botanischer Gesellschaft**, v. 3, p. 128-145, 1985.
- GARBAYE, J. Utilisation des mycorhizes em sylviculture. In : STRULLU, D.G. (Ed). **Les mycorhizes des arbres et plantes cultivées**. Paris: Lavoisier, p. 197-248, 1990.
- GERDEMANN, J.W.; NICOLSON, T.H. Spores of mycorrhizal Endogone species extracted from soil by wt-sieving and decanting. **Trans.Br. Mycol. Soc**, v. 46, 1963. p. 235-244.
- GIACHINI, A.J. Ectomycorrhizal fungi in *Eucalyptus* and *Pinus* plantations in southern Brasil. **Mycologia**, v. 92, n. 6, p.1166-1177, 2000.
- GIOVANNETTI, M.; MOSSE, B. A evaluation of techniques for measuring vesicular arbuscular mycorrhizal infection in roots. **New Phytologist**, v. 84, p. 489-500, 1980.
- GUZMÁN, G. Monografía del genero *Scleroderma* Pers. Emend. Fr. (Fungi Basidiomycetes. **Darwiniana**, v. 16, p. 233-407, 1970.
- GRACE, C.; STRIBLEY, D.P. A safer procedure for routine staining of vesicular-ar mycorrhizal fungi. **Mycological Research**, v.95, n.10, p.1160-1162, 1991.
- GLOWA, K.R.; AROCENA, J.M.; MASSICOTTE, H.B. Extraction of potassium and/or magnesium from selected soil minerals by *Piloderma*. **Geomicrobiology Journal**, v. 20, n. 2, p. 99-111, 2003.
- HOAGLAND, D.R.; ARNON, D.I. The water culture method for growing plants without soil. Berkely, CA: University of California, 1951. 347p. p. 1-32. (California Agricultura Experiment Station Circular)
- INVAM - INTERNATIONAL CULTURE COLLECTION OF VESICULAR ARBUSCULAR MYCORRHIZAL FUNGI, 2001. Disponível em: <<http://invam.caf.wvu.edu/mycinfo/methods/cultures/monosp.htm>> Acesso em: 2003 e 2004.
- JENKINS, W.R. A rapid centrifugal-flotation technique for separating nematodes from soil. **Plant Disease Report**, v. 48, p. 692, 1964.
- KOSKE, R.E.; GEMMA, J.N. A modified procedure for roots to detect VA mycorrhizas. **Mycological Research**, v. 92, n. 4, p. 458-488, 1989.
- LAMBAIS, M.R. Aspectos bioquímicos e moleculares da relação fungo-planta em micorrizas arbusculares. In: SIQUEIRA, J.O (Ed.). **Avanços em fundamentos e aplicação de micorrizas**. Lavras: UFLA-DCS E DCF, 1996. p. 5-38.
- LAMBAIS, M.R.; CARDOSO, E.J.B.N. Avaliação da germinação de esporos de fungos micorrízicos vesículo-arbusculares e da colonização micorrízica de *Stilosantes guianensis* em solo ácido e distrófico. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 12, p. 249-255, 1988.
- LETACON, F.; GARBAYE, J.; CARR, G. The use of micorrizas in temperate and tropical forests. **Symbiosis**, v. 3, p.179-206, 1987.
- MARK, D.H. The practical significance of ectomycorrhizae in Forest establishment. In: ECOPHYSIOLOGY OF ECTOMYCORRHIZAE OF FOREST TREES. **Symposia Proceedings...** Stockholm, 1991. p. 54-90.



- MARX, D.H.; CORDELL, C.E. The use of specific ectomycorrhizas to improve artificial forestation practices. In: WHIPPS, J.M.; LUMSDEN, R.D. (Ed.). **Biotechnology of fungi for improving plant growth**. New York: Academic Press, 1989. p. 1-25.
- MIKOLA, P. Application of mycorrhizal symbiosis in forestry practices. In: MARKS, G.C.; KOZLOWSKI, T.T. (Ed.). **Ectomycorrhizae, their ecology and physiology**. New York: Academic Press, 1973. p. 383-411.
- MOLINA, R.; TRAPPE, J.M. Mycorrhiza management in bareroot nurseries. In: DURYEA, M.L.; LANDIS, T.D. (Ed.). **Forestry nursery manual: production of bareroot seedlings**. Lancaster: Martinus Jijhoff, 1984. p. 211-213.
- NANTEL, P.; NEUMANN P. Ecology of ectomycorrhizal Basidiomycete communities on a local vegetation gradient. **Ecology**, v. 73, p. 99-117, 1992.
- NEWMAN, E.E.J. A method of estimating the total length of root sample. **Journal of Applied Ecology**, v. 3, p. 139-145, 1966.
- SANDERS, F.E. *et al.* The development of endomycorrhizal roots system. I. Spread of infection and growth-promoting effects with four species of vesicular-arbuscular endophyte. **New Phytologist**, v. 78, n. 2, p. 257-268, 1977.
- SANDERS, J.R.; FITTER, A.H. Evidence for differential responses between host-fungus combinations of vesicular-arbuscular mycorrhizas from a grassland. **Mycological Research**, v. 96, p. 415-419, 1992.
- SANTOS, O. M. Observações preliminares sobre fungos micorrízicos vesículo-arbusculares em plantas crescendo em dunas na Bahia. **Revista Ceres**, v. 42, p. 191-202, 1995.
- SANTOS, I.S. **Fungos micorrízicos arbusculares em ambiente de mata atlântica e de Eucaliptos na região de Entre Rios, Bahia**. Salvador, 2001. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2001.
- SCHENCK, N.; PERÉZ, Y. **Manual for the identification of VA mycorrhizal fungi**. 3.ed. Gainesville: Synbergistic Publications, 1987. 286p.
- SILVEIRA, A.P.D. Ecologia de fungos micorrízicos arbusculares. In: MELO, I.S.; AZEVEDO, J.L. **Ecologia Microbiana**. Jaguariúna: Embrapa-CNPMA, 488 p., p. 61-86, 1998.
- SIQUEIRA, J.O.; FRANCO, A.A. **Biocologia do solo, fundamentos e perspectivas**. Brasília, ABEAS, 1988. 235p.
- SIQUEIRA, J.O. MAHMUD, A.W., HUBBEL, D.H. Comportamento diferenciado de fungos formadores de micorrizas vesículo-arbusculares em relação à acidez do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 10, p. 10-16, 1986.
- SIQUEIRA, J.O., HUBBEL, D.H.; VALLE, R.R. Effects of phosphorus on formation of the vesicular-arbuscular mycorrhizal symbiosis. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 19, n. 12, p. 1465-74, 1984.
- SMITH, S.E.; READ, D.J. **Mycorrhizal symbiosis**. London: Academic Press, 1997. 605p.
- SMITH, A.H.; THEIRS, H.D. **The boletes of Michigan**. Ann Arbor: University of Michigan, 1971. 420p.
- STUNTZ, D.E. **How to identify mushrooms to genus, IV: keys to families and genera**. Eureka: Mad River Press, 1980. 94p.
- SYLVIA, D.M. Mycorrhizal symbioses. In: SYLVIA, D.M.; FUHRMANN, J.J.; HARTEL, P.G.; ZUBERER, D.A. (Ed.). **Principles and applications of soil microbiology**. New Jersey: Prentice Hall, 1998. p. 408-426.
- TRAPPE, J.M. Fungus associates of ectotrophic mycorrhizae. **Botanical Review**, New York, v. 28, n. 4, p. 538-606, 1962.
- TEDESCO, M.J. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. 2.ed. Porto Alegre: UFRGS, Departamento de Solo, 1995. 174p.
- VOZZO, J.A.; HACSKAYLO, E. Inoculation of *Pinus caribaea* with ectomycorrhizal fungi in Puerto Rico. **Forest Science**, v. 17, n. 2, p. 239-241, 1971.
- ZAMBOLIN, L.; BARROS, N.F. Constatação de micorriza vesículo- arbuscular em *Eucalyptus* spp na região de Viçosa. **Revista Árvore**, v. 6, n. 1, p. 95-97, 1982.