

DIVERSIDADE DE FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES NA CULTURA DO MILHO APÓS USO DE ESPÉCIES DE PLANTAS DE COBERTURA DE SOLO

DIVERSITY OF ARBUSCULAR MYCORRHIZAL FUNGI IN MAIZE FOLLOWING DIFERENT KIND OF WINTER COVERING PLANT SPECIES

Tatiana Benedetti¹, Zaida Inês Antonioli², Ecila Maria Nunes Giracca², Ricardo Bemfica Steffen³

Recebido em: 09/09/2003; aprovado em: 11/10/2005.

RESUMO

A diversidade de fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) pode ter grande potencial para o favorecimento no crescimento vegetal e interação com outras comunidades fúngicas. O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência de plantas de coberturas sobre FMAs durante e após o cultivo com milho. Foram coletadas amostras de solo no Experimento sobre Plantas de Cobertura, na área Experimental do Departamento de Solos-UFSM/RS. A partir dos resultados obtidos, constatou-se que o feijão de porco favoreceu a esporulação dos FMAs durante e após a cultura do milho, enquanto que para as demais espécies de plantas de cobertura do solo o aumento da população de esporos de FMAs ocorreu após o cultivo do milho. Os gêneros presentes foram *Acaulospora*, *Glomus* e *Scutellospora*. A maior diversidade de FMAs ocorreu nas áreas com pousio, *Crotalaria juncea* e mucuna cinza.

PALAVRAS-CHAVE: fungos micorrízicos arbusculares, diversidade, milho, plantas de cobertura do solo.

SUMMARY

The diversity of arbuscular mycorrhizal fungi (FMAs) have the potential to influence plant growth and fungi community interactions. The aim of this work was to estimate the influence of covering plant on FMAs during and after maize cultivation. Samples of soil were collected in Covering Plant Soil Trial, at Experimental

area in Soil Department- UFSM/RS. The species *Canavalia ensiformes* promoted higher number of spores population of FMAs than the other covering plant species used in the trial. The genera *Acaulospora*, *Glomus* e *Scutellospora* were detected in the experimental area. The higher diversity of FMAs was observed in areas without cultivation and when *Crotalaria juncea* was grown.

KEY WORDS: arbuscular mycorrhizal fungi, diversity, *Zea mays*, covering plant species.

INTRODUÇÃO

Com o estabelecimento do sistema de plantio direto, o uso de plantas de cobertura de solo é prática cada vez mais utilizada como uma forma de evitar perdas de solo por erosão, obter maior ciclagem e aproveitamento de nutrientes, bem como acúmulo de matéria orgânica (GASSEN e GASSEN, 1996; BAYER et al., 2000; AITA et al., 2001). As plantas de cobertura têm a capacidade de extrair elementos menos solúveis e de mobilizar nutrientes das camadas de solo mais profundas, em função do expressivo desenvolvimento do sistema radicular, e pelo fato do sistema radicular das leguminosas alcançar grandes profundidades disponibilizando esses elementos interceptados para culturas subseqüentes (MONEGAT, 1991).

Fungos micorrízicos arbusculares são recentemente classificados pertencentes ao filo Glomeromycota, na ordem Glomerales (SCHÜBLER

¹Estudante do Curso de Agronomia da Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria/RS. Bolsista PIBIC/CNPq

²Professor do Departamento de Solos do Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria/RS. 97105900. E-mail: zaida@ccr.ufsm.br

³Estudante do Curso de Mestrado da Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria/RS. Bolsista CNPq

et al., 2003) que formam associações mutualísticas com as raízes da maioria das plantas. Essa associação é caracterizada pelo crescimento intercelular de hifas no tecido cortical da planta e pela diferenciação de hifas intercelulares terminais em estruturas efêmeras e semelhantes a haustórios, chamadas arbusculos (BONFANTE-FASOLO, 1984). O efeito benéfico desta associação para o crescimento das plantas é bem documentado, e atribuído, principalmente, à melhora da nutrição de fósforo (SMITH e READ, 1997). Assim, o conhecimento da ecologia dos FMA e população de fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) e sua simbiose é de grande importância quando se deseja manejar as populações nativas para obter-se o máximo do potencial das espécies micorrízicas em benefício de espécies vegetais (ANTONIOLLI et al., 2002).

A escolha da espécie de vegetal de cobertura a ser utilizada é importante, pois estas podem promover alterações quantitativas e qualitativas na população de fungos micorrízicos arbusculares nativos, pois a associação micorrízica é favorecida pela existência de exudatos radiculares que contém moléculas que estimulam a germinação de esporos e o crescimento de fungos micorrízicos (BÉCARD e PICHE, 1989).

Para fungos micorrízicos, o estudo de sua diversidade em condições de campo pode ser feito em estudos qualitativos e quantitativos de esporos e associação micorrízica (CÓRDOBA et al., 2002). Somente os valores da abundância de esporos no solo não são indicativos da associação micorrízica e mesmo a ausência do esporo não indica necessariamente a ausência do fungo, pois existe um espaço de tempo entre a associação micorrízica e a esporulação (MOREIRA e SIQUEIRA, 2002). Por esse fato, muitos fungos não podem ser identificados com precisão a partir do esporo coletado no campo, mas fornecem um indicativo da população presente no solo em um dado momento ou ciclo de cultivo. O conhecimento da diversidade das populações de fungos micorrízicos arbusculares, seu papel e interações com o meio são requisitos básicos para o estabelecimento de manejo que permita o aumento no crescimento da planta, a sobrevivência e persistência de espécies fúngicas em um determinado ambiente (SILVEIRA,

1998, ANTONIOLLI, 1999).

Assim, este trabalho objetivou avaliar a diversidade a campo de espécies de fungos micorrízicos arbusculares em área de cultivo de milho em sucessão a espécies de plantas de cobertura a nível de campo.

MATERIAL E MÉTODOS

As amostras de solo para coleta dos esporos de fungos micorrízicos arbusculares foram coletadas no Experimento de Plantas de Cobertura, na Área Experimental do Departamento de Solos da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) - em Santa Maria, RS com altitude de 95 m. O clima segundo a classificação de Köppen é subtropical úmido, tipo Cfa. O solo da área é um Argissolo Vermelho distrófico arênico (Hapludalf) (EMBRAPA, 1999). O experimento consistia do plantio na área de espécies de plantas de cobertura do solo. Após o final do ciclo estas plantas eram manejadas com rolo faca e plantado o milho. Após a retirada do milho semeavam-se, novamente as espécies de cobertura de solo conforme descrição da área e do experimento de Marques et al. (2002).

O delineamento experimental era de blocos inteiramente casualizados.

Os tratamentos avaliados a campo constituíram do cultivo do milho (*Zea mays L.*) em áreas já cultivadas com milheto (*Pennisetum americanum*), guandú anão (*Cajanus cajan*), *Crotalaria juncea*, feijão de porco (*Canavalia ensiformis*), mucuna cinza (*Stizolobium niveum*), *Crotalaria spectabilis*, pousio e pousio com adição de nitrogênio mineral (120 kg ha⁻¹). O tratamento que permaneceu em pousio cresceu vegetação espontânea da área.

Foram realizadas duas coletas de solo em diferentes épocas de desenvolvimento do milho. A primeira coleta constituída de solo mais raízes realizada na cultura do milho em plena fase de florescimento, instalado sobre palhada de espécies de plantas de cobertura de solo. Uma segunda coleta realizou-se trinta dias após a primeira, coincidindo com o período logo após a colheita da cultura. De cada um dos oito tratamentos aplicados a campo tomou-se uma amostra composta formada por cinco sub-amostras

retiradas em pontos aleatórios do bloco. As amostras compostas foram homogeneizadas e levadas ao laboratório onde permaneceram refrigeradas até serem analisadas. As amostras de solo contendo raízes foram coletadas a uma profundidade de zero a 20 cm com trado holandês.

Do solo coletado, tanto na primeira como segunda fase, 50g foram utilizados para extração de esporos de FMAs. Os esporos foram obtidos pelo método de peneiramento úmido (GERDMANN e NICOLSON, 1963), e centrifugadas em sacarose 40 % (JENKIS, 1964). A partir deste material foi realizada a contagem do número de esporos em estereoscópio óptico.

Vinte e cinco gramas de solo da segunda coleta foram utilizados para separação e identificação de esporos, conforme (GERDMANN e NICOLSON 1963). Os esporos extraídos foram preparados em lâminas para posterior identificação. Em cada lâmina foram colocados dez esporos para identificação, realizada em microscópio óptico com auxílio da chave de identificação de Schenk e Pérez (1990) e consulta ao site da International Culture Collection of Arbuscular and VA Mycorrhizal Fungi (INVAM) (MORTON, 2002).

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Avaliou-se a abundância, riqueza e diversidade, esta através do índice de diversidade de Simpson (BEGON et al., 1990). A representação simplificada das distâncias Euclidianas foi feita por meio de um dendrograma, obtido pelo programa Statistica através do Unweighted Pair-group Average, efetuado pelo coeficiente de Pearson-r (STATSOFT, 1993).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A interação benéfica leguminosa/fungo pode ser observada pelo número de esporos encontrados no solo no tratamento com feijão de porco durante o cultivo do milho e trinta dias após a primeira coleta (Tabela 1). Observou-se elevado número de esporos no milho, muito embora não houve diferença estatística entre as espécies (Tabela 1). No sistema de pousio sem nitrogênio, onde cresceram apenas plan-

tas espontâneas, o estabelecimento da população micorrízica foi similar às leguminosas, com exceção do feijão de porco, o qual proporcionou maior número de esporos no solo.

Sabe-se, que existem plantas que contêm nos exsudatos radiculares, moléculas capazes de estimular a germinação de esporos e o crescimento de FMAs. Estas moléculas não são sintetizadas ou são inativadas em plantas não hospedeiras. Estudos já desenvolvidos, em condições de campo, demonstram que o cultivo de leguminosas (*Leucaena leucocephala*, *Crotalaria spectabilis*, *C. breviflora*, *C. mucronata*, *Mucuna aterrima*, *M. pruriens* e *Vigna unguiculata*) favorece a esporulação e a diversidade de espécies de micorrizas (COLLOZZI-FILHO e BALOTA, 1994). Segundo estes autores o cultivo com a leguminosa *Crotalaria micronata* favoreceu a maior abundância de esporos de FMAs no solo. Como este grupo de plantas é capaz de produzir grande variedade de metabólitos secundários, como os aromáticos biologicamente ativos (SIQUEIRA et al., 1991), seu envolvimento nas relações ecológicas desses fungos merece considerações, uma vez que certos metabólitos, como os flavonóides, exercem efeitos diferenciados sobre tais fungos (BAPTISTA e SIQUEIRA, 1994; ROMERO e SIQUEIRA, 1996).

Tabela 1- Número médio de esporos de fungos micorrízicos arbusculares encontrados em 50g de solo em diferentes espécies de plantas de cobertura, analisados durante (DM) na época do florescimento e 30 dias após a primeira coleta (AM), Santa Maria -RS/2002.

Sistemas de cultivo	DM	AM
Milheto	50,0 Aab*	31,0 Aab
Guandú anão	37,0 Aab	56,0 Aab
<i>Crotalaria juncea</i>	36,0 Aab	69,0 Aab
Feijão de porco	59,0 Aa	74,0 Aa
Mucuna cinza	43,0 Aab	70,0 Aab
<i>C. spectabilis</i>	49,0 Aab	64,0 Aab
Pousio + N	39,0 Aab	50,0 Aab
Pousio	6,0 Ab	23,0 Ab

* Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha dentro de cada variável, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Na coleta realizada após a colheita do milho obteve-se o maior número de esporos de FMAs no feijão de porco seguido de mucuna cinza, *Crotalaria juncea* e *C. spectabilis*, sem diferir entretanto das outras espécies e da área de pousio sem nitrogênio (Tabela 1). Geralmente nestas áreas ocorrem espécies antagônicas capazes de selecionar fungos micorrízicos sensíveis à supressão microbiana do solo (KITTEL et al., 1987).

Comparando o número de esporos na área com a cultura de milho instalada e o número de esporos, na mesma área, após a colheita da cultura, pode-se observar que o número de esporos não variou após a colheita do milho entre os diferentes tratamentos (Tabela 1).

A alta ocorrência de *G. etunicatum* (Tabela 2) obtido neste estudo pode indicar uma possível relação com o pH de 6,1 da área estudada. Para Siqueira & Franco (1988) a germinação dos esporos de fungos micorrízicos está relacionada ao pH do meio e varia entre os gêneros. *Gigaspora*, *Scutellospora* e *Acaulospora* preferem pH 4,0 a 6,0, enquanto que *Glomus* prefere pH 6,0 a 8,0. As espécies podem ocorrer estratificadas em classes de características de solos. Observa-se a existência de tendências como, por exemplo, a diminuição da ocorrência de *Acaulospora scrobiculata* em solos com nível de matéria orgânica elevado. Já a *A. spinosa* prefere solos com maiores teores de matéria orgânica e ocorreu em praticamente todas as amostras coletadas. Trabalhos realizados por SAGGIN-JÚNIOR & SIQUEIRA (1996) também observaram que *A. scrobiculata* tem ocorrência reduzida quando há aumento do nível de matéria orgânica do solo, enquanto que *A. morrowiae* e *Entrophospora colombiana* são mais favorecidas pelo aumento do nível de matéria orgânica do solo.

A baixa ocorrência de fungos micorrízicos em feijão de porco (Tabela 2) pode ser devido a características da leguminosa, embora tenha ocorrido nesta cultura boa esporulação de FMAs (Tabela 1). Segundo Saggin-Júnior e Siqueira (1996) as razões pelas quais as leguminosas influenciam a ecologia dos fungos micorrízicos arbusculares são desconhecidas. Esse grupo de plantas é capaz de produzir uma variabilidade de metabólicos, como flavonóides, que exer-

cem efeitos diferenciados sobre os fungos micorrízicos.

A maior ocorrência neste levantamento foi dos gêneros *Acaulospora* e *Glomus*. Isso pode indicar a grande adaptabilidade destes gêneros no solo estudado (Tabela 2). Isto pode ser explicado, por tais gêneros suportarem grandes variações de pH do solo, sendo dominantes sobre espécies do gênero *Scutellospora*, *Gigaspora* e *Entrophospora*, as quais tendem a ocorrer em faixas restritas de pH (SAGGIN-JÚNIOR e SIQUEIRA, 1996). Provavelmente, o efeito de modificações em características do solo como concentração de nutrientes e correção de pH possam ser mais prejudiciais a estas espécies do que às dominantes. Isto porque estas espécies podem ser mais eficientes na associação micorrízica, enquanto que as espécies dominantes muitas vezes são selecionadas para sobrevivência (SAGGIN-JÚNIOR e SIQUEIRA, 1996, SMITH e READ, 1997).

Pelo índice de diversidade de Simpson pode-se constatar que em algumas culturas como mucuna cinza apresentaram várias espécies de fungos micorrízicos demonstrando que esta cultura favoreceu a diversidade de FMAs. Entretanto, no guandu-anão a diversidade foi baixa, porém, o número total de esporos, no final do ciclo da cultura do milho foi elevado. O contrário pode ser observado na área que se encontrava em pousio, onde mesmo com baixo número de esporos obteve-se alta diversidade devido ao número de espécies vegetais que ocorrem neste sistema (Tabela 3).

A análise de agrupamento para ocorrência de FMAs após a colheita do milho sobre o cultivo de plantas de cobertura do solo, evidenciou que *Crotalaria juncea*, pousio mais nitrogênio, *C. spectabilis*, pousio sem nitrogênio, feijão de porco, mucuna cinza e guandu-anão formaram um grupo. O milheto isolou-se do agrupamento anterior (Figura 1), possivelmente relacionado à capacidade desta planta de cobertura favorecer a multiplicação de espécies de FMAs.

A análise do dendrograma para espécies de FMAs mostra que ocorreu formação de grupos para as espécies *A. denticulata*, *G. microcarpum*, *Glomus sp.* e *Scutellospora gregaria* seguido pelo grupo *A. delicata*, *G. tortuosum*, *A. laevis* e *A.*

Tabela 2- Espécies de fungos micorrízicos arbusculares encontradas em solo após a retirada da cultura do milho. Análise feita sobre 20 esporos por espécies de plantas de cobertura implantadas antes do cultivo do milho. Santa Maria -RS, 2002.

Espécie	Milheto	Guandu anão	Feijão de porco	<i>Crotalaria spectabilis</i>	<i>Crotalaria juncea</i>	Mucuna cinza	Pousio	Pousio+ NPK
<i>Acaulospora delicata</i> (Walker, Pfeiffer & Bloss)	2	-	-	-	-	-	-	-
<i>A. denticulata</i> (Sieverding & Toro)	-	-	1	-	-	-	-	-
<i>A. laevis</i> (Gerdemann & Trappe)	-	1	-	-	-	1	-	-
<i>A. spinosa</i>	1	-	-	1	2	-	1	1
<i>A. bireticulata</i> (Rothwell & Trappe)	-	-	-	-	-	2	-	-
<i>A. scrobiculata</i>	-	-	-	-	1	-	-	2
<i>Glomus microaggregatum</i> (Koske, Gemma & Olexia)	-	1	-	1	-	1	1	1
<i>G. caledonium</i> (Nicolson & Gerdemann)	1	-	-	-	-	-	-	-
<i>G. claroideum</i> (Schenck & Smith)	-	-	-	-	-	-	1	-
<i>G. etunicatum</i> (Becker & Gerdemann)	7	6	-	3	4	5	2	8
<i>G. geosporum</i> (Nicolson & Gerdemann)	-	-	1	1	2	-	1	3
<i>G. macrocarpum</i> (Thaxter) (Tul & Tul)	-	-	-	-	-	2	-	-
<i>G. mosseae</i> (Nicolson & Gerdemann)	-	-	-	-	-	2	-	-
<i>G. tortuosum</i> (Schenck & Smith)	1	-	-	-	-	1	-	-
<i>Glomus</i> sp.	-	-	1	-	1	-	-	-
<i>Scutellospora gregaria</i> (Nicolson & Schenk)	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>S. persica</i> (Koske & Walker) (Walker & Sanders)	2	-	-	4	-	1	-	1
<i>Scutellospora</i> sp.	-	-	-	-	4	-	1	-
TOTAL	14	8	3	10	14	15	7	17

Tabela 3- Estrutura da comunidade de fungos micorrízicos arbusculares nativos na área após a colheita do milho (30 dias após o florescimento do milho) sobre culturas de cobertura de solo (ML- milho, MC- mucuna cinza. FP- feijão de porco, CS- *Crotalaria spectabilis*, CJ- *Crotalaria juncea*, GA- guandu- anão, PN- pousio + nitrogênio, PO- pousio). Santa Maria/RS, 2002.

Fatores	Sistemas							
	ML	MC	FP	CS	CJ	GA	PN	PO
Riqueza**	6	8	3	5	6	3	6	6
Abundancia***	14	15	3	10	14	8	17	7
Diversidade*	3,13	5,74	3,06	3,57	4,60	1,69	3,28	5,68

* Índice de Diversidade de Simpson, ** Número de gêneros, *** Número total de esporos

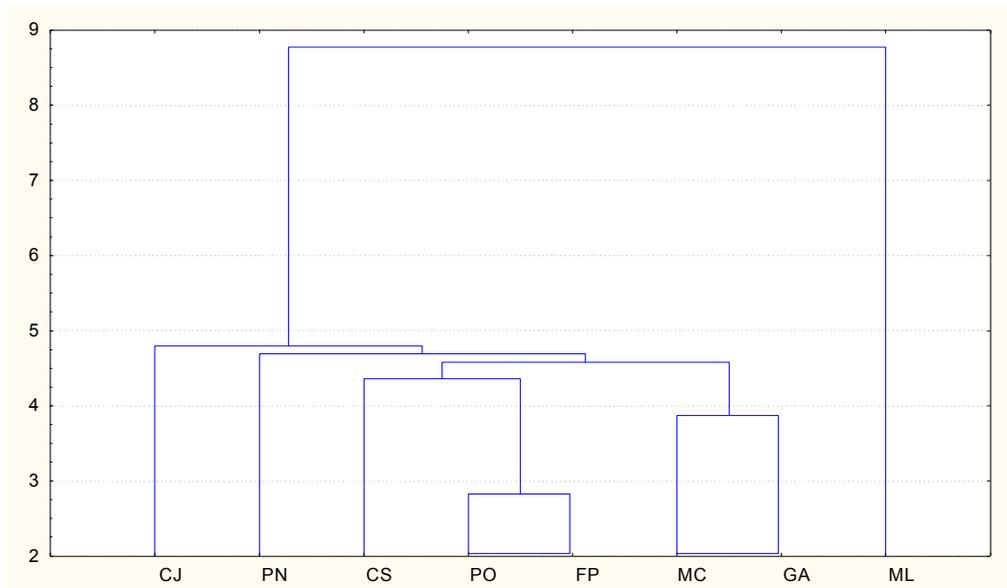


Figura 1- Dendrograma da ocorrência de espécies de fungos micorrízicos arbusculares após a colheita do milho sobre o cultivo de plantas de cobertura de solo (ML- milho, MC- mucuna cinza. FP- feijão de porco, CS- *Crotalaria spectabilis*, CJ- *Crotalaria juncea*. GA- guandu- anão. PN- pousio + nitrogênio. PO- pousio). Santa Maria/RS, 2002.

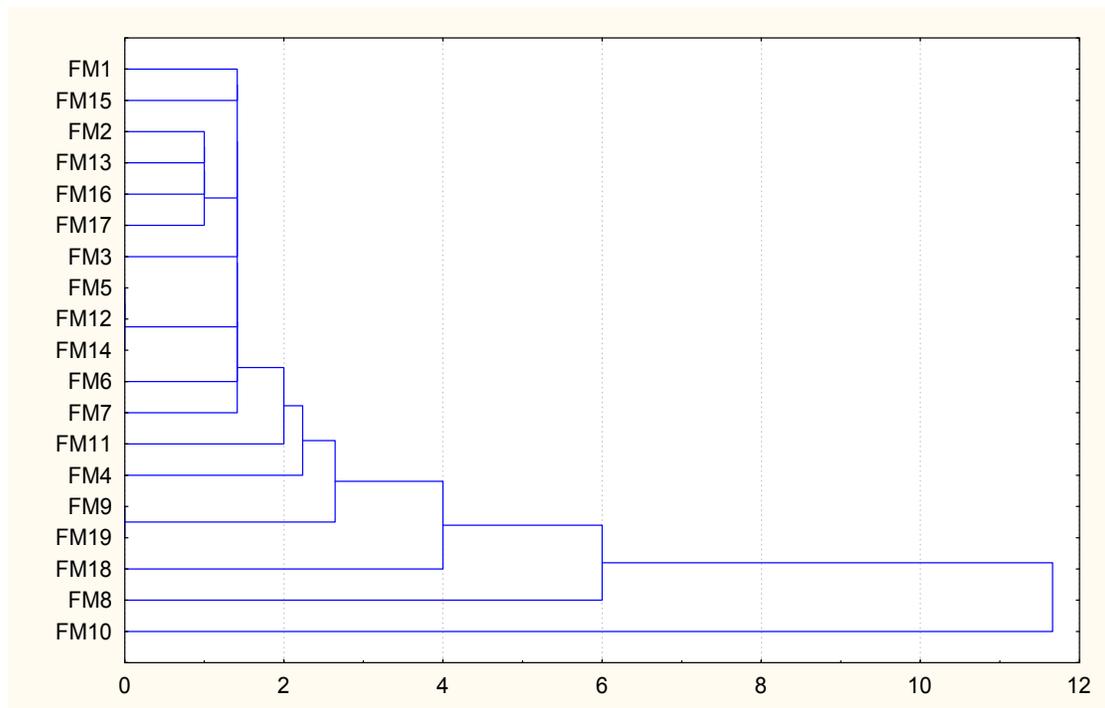


Figura 2- Dendrograma da ocorrência das espécies de fungos micorrízicos arbusculares após o cultivo do milho (FM1- *Acaulospora delicata*, FM2- *A. denticulata*, FM3- *A. laevis*, FM4- *A. spinosa*, FM5- *A. bireticulata*, FM6- *A. scrobiculata*, FM7- *Glomus microaggregatum*, FM8- *G. caledonium*, FM9- *G. claroideum*, FM10- *G. etunicatum*, FM11- *G. geosporum*, FM12- *G. macrocarpum*, FM13- *G. microcarpum*, FM14- *G. mossea*, FM15- *G. tortuosum*, FM16- *Glomus* sp, FM17- *Scutellospora gregaria*, FM18- *S. persica*, FM19- *Scutellospora* sp.). Santa Maria-RS, 2002.

bireticulata, *G. macrocarpum*, *G. mossea*, *A. scrobiculata* e *Glomus microaggregatum*. Os demais formam grupos intermediários com maior distância de agrupamento (Figura 2). *G. etunicatum* foi a

espécie com comportamento diferenciado das demais formando um grupo mais distante da comunidade de FMAs estudadas (Figura 2).

CONCLUSÕES

As plantas de cobertura de solo não diferiram entre si quanto a população de esporos de FMAs analisados nas duas épocas avaliadas na cultura do milho. O cultivo do feijão de porco anterior ao cultivo com milho favoreceu a maior população de esporos de FMAs, em relação ao pousio sem uso de plantas de cobertura.

A diversidade de FMAs, avaliada pelo índice de Simpson, foi maior na mucuna cinza seguida pelo pousio e *Crotalaria juncea*.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS), pelo apoio financeiro concedido e ao CNPq pela Bolsa de Iniciação Científica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AITA, C.; BASSO, C. J.; CERETTA, C. A.; GONÇALVES, C. N.; DAROS, C. O. Plantas de cobertura de solo como fonte de nitrogênio ao milho. **R. Bras. Ci. Solo**, Viçosa, v. 25, p. 157-165, 2001.

ANTONIOLLI, Z. I. **Arbuscular mycorrhizal community in a permanent pasture and development of species-specific primers for detection and quantification of two AM fungi**. 1999. 160p. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) - Curso de Pós-graduação em Ciência do Solo, The University of Adelaide, Adelaide.

ANTONIOLLI, Z. I.; FACELLI, E.; O'CONNOR, P.; MILLER, D.; OPHEL-KELLER, K.; SMITH, S. Spore communities of arbuscular mycorrhizal fungi and mycorrhizal associations in different ecosystems, South Australia. **R. Bras. Ci. Solo**, Viçosa, v. 26, p. 627-635, 2002.

BAPTISTA, M. J. ; SIQUEIRA, J. O. Efeito dos flavanóides na germinação de esporos e no crescimento assimiótico do fungo micorrizico arbuscular *Gigaspora gigantea*. **R. Bras. Fisilogia Vegetal**, Campinas, v. 6, p. 127-134, 1994.

BAYER, C.; MIELNICZUK, J.; MARTIN-NETO, L. Efeito de sistemas de preparo e de cultura na dinâmica da matéria orgânica e na mitigação das emissões de CO₂. **R. Bras. Ci. Solo**, Viçosa, v. 24, p.599-607, 2000.

BÉCARD, G.; PICHÉ Y. Fungal growth by CO₂ and roots exudates in vesicular-arbuscular mycorrhizal symbiosis. **Apl. Environ. Microbiol.**, Baltimore, v. 55, p. 2320-2325, 1989.

BEGON, M.; HARPER, J.L. TOWNSEND, C. T. **Ecology, individuals, population and communities**. 2. ed. Oxford: Blackwell Science, 1990. 945p.

BONFANTE-FASOLO, P. Anatomy and morphology of vesicular-arbuscular mycorrhizae. In: Powell C. L., Bagyaraj D.J. (eds) **VA Mycorrhiza**. Boca Raton : CRC Press, 1984. p. 5-33.

COLLOZZI-FILHO, A.; BALOTA, E. L. Potencial de inóculo de fungos micorrizicos arbusculares em solo cultivado com cafeeiro e leguminosas de verão. In: REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 5., 1994, Florianópolis. **Resumos....**Florianópolis, 1994. p. 17.

CÓRDOBA, A. S.; MENDONÇA, M. M.; ARAÚJO, E. F. Avaliação da diversidade genética de fungos micorrizicos arbusculares em três estádios de estabilização de dunas. **Rev. Bras. Ci. Solo**, Viçosa, v. 26, p. 931-937, 2002.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: Embrapa Produção de Informação, 1999. 412p.

GASSEN, D., GASSEN, F. **Plantio direto o caminho para o futuro**. Passo Fundo: Aldeia sul, 1996. 207p.

GERDMANN, 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.

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

KITT, D. G; DANIELS-HETRICK, B. A; WILSON, G.T. Sporulation of two vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi in non-sterile soil. **Mycologia**,

- Cambridge, v. 79, n.6, p. 896-899, 1987.
- MARQUES, M. G.; AITA, C.; HUBNER, A. P.; GIACOMINI, S. J.; GUIDINI, E.; LUNKES, A. ; CADORE, F. Produção de fitomassa e acúmulo de nitrogênio pela seqüência de plantas de cobertura no verão e nabo no outono/inverno e sua influência no milho em sucessão. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 25., REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 9., SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA DO SOLO, 7., REUNIÃO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO SOLO, 4., 2002, Rio de Janeiro. **Resumos....**Rio de Janeiro, 2002. CD-Room.
- MONEGAT, C. **Plantas de cobertura do solo**. Chapecó, 1991. 37p.
- MOREIRA, F.M.S., SIQUEIRA, J.O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. Lavras: UFLA, 2002. 626p.
- MORTON J.B. International Culture Collection of Arbuscular and VA Mycorrhizal Fungi (**INVAM**).. Disponível em: <<http://invam.caf.wvu.edu/collection/collection.htm>>. Acesso em: 02 março 2002.
- ROMERO, A.G. F.; SIQUEIRA J.O. Atividade de flavonóides sobre esporos do fungo micorrízico *Gigaspora gigantea* in vitro. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v. 37, n. 7. p. 517-522, 1996.
- SAGGIN-JUNIOR, O. J.; SIQUEIRA, J.O. Micorrizas arbusculares em cafeeiro. In: Siqueira, J.O. (ed) **Avanços em fundamentos e aplicações de micorrizas**. Universidade Federal de Lavras, MG, Lavras, p. 203-254, 1996.
- SCHENCK, N.C.; PÉREZ, Y. **Manual for the identification of VA mycorrhizal fungi**. Gainesville: Synergistic Publications, 1990. 245 p.
- SCHÜBLER, A.; SCHWARZOTT, D.; WALKER, C. A new fungal phylum, the Glomeromycota: Phylogeny and Evolution. **Mycological Research**. New York, v. 105, p. 1413-1421, 2003.
- SILVEIRA, P. D. D. Ecologia de fungos micorrízicos arbusculares. In: MELO ,I. S. D, AZEVEDO, J.A. (eds) **Ecologia Microbiana**. Jaguariúna : EMBRAPA-CNPMA, 1998. p. 61-86.
- SIQUEIRA, J. O.; FRANCO, A. **A Biotecnologia de solo: Fundamentos e perspectivas**. Brasília: MEC/ABEAS; Lavras: ESAL/FAEPE, 1988, 235p.
- SIQUEIRA, J. O.; NAIR, M.G.; HAMMERSCHMIDT, R. SAFIR, G.R. Significance of phenolic compounds in plant-soil-microbial systems. **Crit. Rev. Plant. Sci.**, Boca Raton, v. 10 n. 1, p. 63-121, 1991.
- SMITH, S.E.; READ, D.J. **Mycorrhizal Symbiosis**. London. 1997. 605 p.
- STATSOFT, **Statistica for Windows** release 4.5 - INC, Cluster Analyzes, Joining (Tree Clustering). 1-Pearson r. Single Linkage. 1993.