

# DIVERSIDADE DE FUNGOS MICORRÍZICOS E COLONIZAÇÃO RADICULAR, EM FORRAGEIRAS SOLTEIRAS E EM CONSÓRCIO COM MILHO

## MYCORRHIZAL FUNGUS DIVERSITY AND RADICULAR COLONIZATION, ON SINGLE AND CONSORCIATION WITH MAIZE

Maria Lucrecia Gerosa RAMOS<sup>1</sup> Maria Luiza de Freitas KONRAD<sup>2</sup>,  
Douglas Edmilson SILVA<sup>1</sup>, Walter Quadros RIBEIRO JÚNIOR<sup>3</sup>,  
Laryssa Maria Teles BATISTA<sup>1</sup>

1. Professora, Doutora, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília DF, Brasil. [lucrecia@unb.br](mailto:lucrecia@unb.br); 2. Universidade Federal do Tocantins, Curso de Pedagogia e Biologia, Laboratório de Biologia, Arraias, TO, Brasil.  
3. Embrapa Cerrados, Planaltina, DF, Brasil.

**RESUMO:** O sistema de manejo interfere nas propriedades microbiológicas do solo, que por sua vez afeta a ciclagem de nutrientes, alterando, portanto, a sua sustentabilidade. Dentre os vários indicadores microbiológicos do solo, estão a quantificação e qualificação de esporos de fungos micorrízicos e sua colonização radicular. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de forragens e/ou culturas em consórcio, na população micorrízica autóctone, através da análise quantitativa e qualitativa de esporos no solo e colonização radicular das culturas e/ou pastagens. As culturas e/ou forragens instaladas em cada piquete foram: 1. *Panicum maximum* cv Aruana; 2. *Brachiaria humidicola* + milho; 3. *Brachiaria humidicola*; 4. *Panicum maximum* cv Aruana + milho; 5. Soja (*Glycine max*); 6. Soja. A colonização micorrízica foi influenciada pela interação entre plantas; os dados mostraram que a presença do *Panicum maximum* cv. Aruana, em comparação com *Brachiaria humidicola*, alterou a colonização radicular do milho. Parece ocorrer associação preferencial de espécies de fungos a determinados hospedeiros. Os gêneros de maior ocorrência após a implantação das culturas e forragens foram: *Glomus* sp., *Acaulospora* sp. e *Scutelospora cerradensis*.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Brachiaria humidicola*. Integração Lavoura Pecuária. Microbiologia do solo. *Panicum maximum*.

## INTRODUÇÃO

A conversão da vegetação nativa em área de produção agrícola pode reduzir drasticamente os teores de matéria orgânica nas camadas superficiais do solo (MACHADO; SILVA, 2001), comprometendo a fertilidade do solo.

O consórcio entre culturas de grãos e gramíneas forrageiras pode ser uma alternativa para se recuperar áreas degradadas e renovar as pastagens (DIAZ ROSSELO, 1992), levando à maximização do uso de insumos e melhorando a qualidade do solo, minimizando os custos de correção do solo e a aplicação de fertilizantes (KLUTHCOUSKI et al., 2003).

A integração lavoura-pecuária (ILP) foi desenvolvida com o intuito de aumentar a produção por unidade de área, diversificar a renda, incrementar o faturamento dos produtores, recuperar áreas degradadas, e promover a sustentabilidade agropecuária, dentre outros fatores (KLUTHCOUSKI et al., 2003). Há, ainda, melhoria na fertilidade do solo, maior ciclagem de nutrientes,

maior eficiência no uso de fertilizantes, além da maior estabilidade de agregados, diminuição da compactação e aumento da taxa de infiltração de água no solo, aumento da estabilidade de agregados (MACEDO, 2009) e ocorrem alterações nas propriedades microbiológicas do solo (SOUZA et al., 2008). Além disso, a conservação das propriedades do solo é resultado do mínimo revolvimento, aumento da diversidade de plantas, culturas perenes, manutenção dos resíduos vegetais, aumento da fertilidade e/ou a adição de resíduos orgânicos no solo (ISLAM; WEIL, 2000).

Portanto, o manejo de solo altera suas propriedades físicas, químicas e, principalmente, as biológicas. Dentre as propriedades microbiológicas destacam-se a biomassa microbiana (PEREZ et al., 2004), a densidade e diversidade de espécies de fungos micorrízicos arbusculares (LEAL et al., 2009) e a colonização radicular (SCHÜALER et al., 2001).

Os fungos micorrízicos pertencem ao filo Glomeromycota e realizam associação simbiótica mutualista com a maioria das plantas cultivadas e

nativas e ocorrem em mais de 80% das plantas vasculares, beneficiando o desenvolvimento da planta, através da maior absorção de nutrientes pelas hifas do fungo, principalmente aqueles com baixa mobilidade como o fósforo (GEORGE et al., 1995), aumentam a estabilidade de macroagregados (NÓBREGA et al., 2001), além de estarem envolvidos nos processos de decomposição de nutrientes e absorção de aminoácidos e íons amônio (READ; PEREZ-MORENO, 2003) nas plantas, através de suas hifas.

Sabe-se, ainda, que em áreas nativas de solo de cerrado, a comunidade de fungos micorrízicos arbusculares é baixa e aumenta gradativamente com o cultivo de plantas (MIRANDA; MIRANDA, 2007a), com o preparo do solo (MIRANDA; MIRANDA, 2007b) e a aplicação de corretivos e fertilizantes (MIRANDA; MIRANDA, 2003).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do cultivo de várias espécies vegetais em sistema de integração lavoura pecuária, na população micorrízica autóctone, através da análise quantitativa e qualitativa de esporos no solo e colonização radicular das culturas e/ou pastagens.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Fazenda Água Limpa, da Universidade de Brasília, numa área de 6 ha, dividida em seis piquetes de 1 ha. A área foi cultivada com capim *Andropogon gayanus*, Variedade Planaltina por 6 anos, antes da instalação do experimento e com ovinos nas áreas, em densidade aproximada de 20 animais por piquete durante a estação chuvosa.

As áreas foram aradas e gradeadas e, após a análise de solo, foi feita a calagem em cada piquete para se atingir a saturação de bases para 50%, com exceção de um piquete que possuía saturação de bases maior que 50% (Tabela 1). As culturas e/ou forragens instaladas em cada piquete foram: 1. *Panicum maximum* cv. Aruana; 2. *Brachiaria humidicola* + milho; 3. *Brachiaria humidicola*; 4. *Panicum maximum* cv. Aruana + Milho (*Zea mays*); 4. Milho + *Brachiaria humidicola*; 5. Soja (*Glycine max*); 6. Soja. Nos piquetes 5 e 6, os capins *Brachiaria humidicola* e *Panicum maximum* cv. Aruana, respectivamente, que seriam consorciados com a soja, não se desenvolveram. Decidiu-se analisar os piquetes separadamente, pois, apesar das áreas apresentarem históricos semelhantes, poderiam ter respostas diferentes, principalmente em relação à diversidade de espécies de fungos micorrízicos.

As forrageiras e/ou culturas foram instaladas em Novembro de 2007. A *Brachiaria humidicola* e o Aruana foram semeadas a lanço, na dose de 30 kg/ha de sementes, com valor cultural de 30%, em sistema solteiro ou em consórcio. No mesmo dia em que as forrageiras foram instaladas, a cultura do milho (híbrido BR 2020) foi semeada com plantadeira, com espaçamento de 0,95 cm e densidade de sete sementes por metro linear. A cultura da soja (*Glycine max* cv. Flora) foi semeada com espaçamento de 0,45 cm e densidade de 20 sementes por metro linear. As sementes de soja foram inoculadas com 600 g inoculante/50 kg de sementes de inoculante comercial, contendo  $3 \times 10^9$  células/g de inoculante.

A adubação das forrageiras foi feita a lanço e no plantio foram aplicados 45 kg N/ha (uréia), 90 kg/h de  $P_2O_5$  (superfosfato simples), 60 kg/ha de KCl (cloreto de potássio) e 20 kg/ha de sulfato de zinco. A adubação do milho foi feita no sulco de plantio com 20 kg N/ha (uréia), 100 kg/ha  $P_2O_5$  (superfosfato simples), 40 kg/ha de KCl (cloreto de potássio) e 20 kg/ha de sulfato de zinco. Foram feitas duas adubações de cobertura da adubação nitrogenada próxima à linha de plantio do milho aos 25 e 35 dias após o plantio, com 50 kg de N/ha cada e uma de 50 kg/ha de KCl, juntamente com a primeira adubação de cobertura do milho. A adubação da soja foi de 120 kg/ha  $P_2O_5$ , 40 kg/ha de  $K_2O$  e 20 kg/ha de sulfato de zinco. A adubação de cobertura foi de 80 kg/ha de KCl, aos 40 dias após a emergência.

As coletas de solo foram feitas na camada de 0-10 cm no pousio (sete dias antes da instalação do experimento) e na floração das culturas do milho e da soja. Nas duas épocas, cada piquete foi dividido em 4 partes de 0,25 ha e, para a coleta de solo e/ou raízes, foram coletadas amostras de três partes da área em estudo, representando as repetições. Cada amostra foi composta por 10 subamostras coletadas ao acaso em toda a área, de forma representativa. A densidade de esporos foi quantificada em amostras de 50 cm<sup>3</sup> de solo, após peneiramento úmido e centrifugação em solução de sacarose (GERDEMANN; NICOLSON, 1963). Os esporos foram observados em microscópio estereoscópico com aumento de até 40 vezes, e, através de sua estrutura, foram determinados os gêneros e/ou espécies predominantes em cada tratamento.

Nas culturas e forrageiras foram coletadas raízes compostas por dez plantas retiradas ao acaso em cada área de 0,25 ha, na camada de 0-10 cm. O solo foi conservado sob refrigeração e as raízes foram lavadas e mantidas em álcool 50% até o momento da avaliação da colonização micorrízica.

As raízes das diferentes plantas foram coradas, segundo Phillips; Haymann (1970) e avaliadas quanto à percentagem de colonização micorrízica, de acordo com Giovannetti; Mosse (1980).

A análise estatística foi realizada pelo programa SISVAR (FERREIRA, 2003) e os dados de número de esporos do solo foram transformados em  $\log(x+1)$  e a porcentagem de colonização micorrízica foi transformada em  $\arcsin(x/100)^{1/2}$ . A frequência de ocorrência ou frequência numérica (FN) foi calculada utilizando-se a fórmula:  $FN = (x/xt) 100$ , onde  $x$  indica a média do número de esporos de uma espécie de fungo micorrízico arbuscular em cada tratamento e  $xt$  indica a somatória das médias de todas as espécies em um dado sistema de produção.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A comparação do número de esporos mostram semelhanças entre os piquetes antes da implementação do experimento (pousio), mas houve diferenças no número de esporos entre as épocas coletadas (Tabela 2). A presença de raízes de culturas e/ou forrageiras nas áreas promoveu um aumento de 8,43 vezes no número de esporos nas áreas cultivadas, comparadas àquelas em pousio, independente do sistema de produção adotado. Não se obteve diferença estatística no número de esporos entre os tratamentos, após o plantio das pastagens solteiras ou em consórcio no primeiro ano de sua implantação.

Esses resultados concordam com os dados obtidos por Miranda et al. (2005), que também observaram aumento do número de esporos após a implantação de pastagens puras ou consorciadas com milho, dependendo do ano, maior que 50%, comparado à área de cerrado nativo. Alvarenga et al., (1999) constataram também maior densidade média de esporos da espécie *Entrophospora colombiana* em ecossistemas alterados com plantio de culturas anuais (43%), floresta de eucalipto (32%) e área de reforma com eucalipto (30%) e menor densidade média em pasto nativo.

A avaliação da colonização micorrízica foi feita na floração das culturas (soja e milho) em Fevereiro de 2008 (Tabela 3). Na mesma data, foram coletadas raízes das forrageiras em sistema solteiro e em consórcio com as culturas. Em geral, a colonização micorrízica variou entre 33,33 e 74,43% nos diferentes sistemas de produção. Dos dados obtidos, deve-se destacar que a cultura do

milho associada com a *Brachiaria humidicola* apresentou colonização micorrízica de 39,62%, significativamente menor quando comparado com *P. maximum*. Outros autores observaram o efeito de uma cultura sobre a outra, como a baixa colonização de *Arachis pintoi* em consórcio com *Brachiaria humidicola* (MIRANDA et al., 2010). No presente trabalho, o milho em consórcio com *Panicum maximum* cv. Aruana apresentou colonização micorrízica de 74,43%, mostrando que houve influência do sistema radicular da forrageira nesta cultura.

A cultura do milho não alterou a colonização micorrízica das forrageiras Aruana e *Brachiaria humidicola*, que, independente da presença da cultura do milho, estiveram entre 50 a 70% e 60 a 64%, respectivamente (Tabela 2), as áreas cultivadas com soja apresentaram colonização micorrízica semelhante. Tem-se observado na literatura, em solo de cerrado, que a colonização da cultura do milho ocorre em torno de 84% e a da soja, em torno de 30% (MIRANDA et al., 2005). Resultados semelhantes foram encontrados neste trabalho nas áreas sob soja solteira e sob milho associado com *P. maximum* cv. Aruana. Por outro lado, a colonização micorrízica obtida nas áreas sob pastagem solteira (*Panicum maximum* cv. Aruana e *B. humidicola*) foi maior que a obtida por Alvarenga et al. (1999), que observaram colonização micorrízica entre 22 e 43% com *Brachiaria decumbens*. Os autores observaram ainda um aumento da colonização micorrízica em 143% em raízes de *B. decumbens* e 86% nas culturas como o sorgo e milho, quando comparados com raízes de plantas de cerrado nativo.

Alvarenga et al. (1999) observaram maior colonização micorrízica em ecossistemas artificiais e os autores atribuem esses resultados ao uso de fertilizantes e corretivos que favorecem o desenvolvimento de raízes e microrganismos.

Foi feita, também, a análise qualitativa do número de esporos por espécie e os dados apresentados são a média das três repetições de cada piquete (Tabela 4). Foram encontrados entre dois a quatro gêneros de fungos micorrízicos em solo degradado (definido como solo com baixa produtividade para pastagens) sob pousio, antes da instalação do experimento nos piquetes: *Glomus* sp., *Acaulospora* sp., *Scutelospora cerradensis* e *Gigaspora margarita*.

**Tabela 1.** Análise de solo, antes da implantação do plantio das forrageiras e/ou culturas anuais.

| Piquete | pH<br>(H <sub>2</sub> O) | Ca                     | Mg  | K    | Al  | H+Al | P                   | S   | Cu   | Fe   | Mn   | Zn   | MO                 | Areia | Argila | Silte | V% |
|---------|--------------------------|------------------------|-----|------|-----|------|---------------------|-----|------|------|------|------|--------------------|-------|--------|-------|----|
|         |                          | cmol./DM <sup>-3</sup> |     |      |     |      | mg kg <sup>-1</sup> |     |      |      |      |      | g kg <sup>-1</sup> |       |        |       |    |
| 1.      | 6,6                      | 6,1                    | 1,7 | 0,15 | 0   | 3    | 1                   | 7,1 | 0,02 | 20,8 | 18,7 | 0,48 | 40,8               | 350   | 400    | 250   | 73 |
| 2       | 6,1                      | 2,2                    | 1,0 | 0,04 | 0   | 4    | 1,3                 | 6,6 | 0,2  | 52,9 | 8,12 | 0,09 | 37,8               | 250   | 500    | 250   | 45 |
| 3       | 5,5                      | 1,3                    | 0,8 | 0,04 | 0,1 | 5    | 0,9                 | 5,0 | 0,21 | 40,8 | 6,6  | 0,05 | 34,9               | 250   | 525    | 225   | 30 |
| 4       | 5,7                      | 1,5                    | 0,8 | 0,13 | 0,1 | 4,3  | 0,7                 | 4,4 | 0,05 | 61,2 | 7,83 | 1,58 | 40,6               | 200   | 450    | 350   | 36 |
| 5       | 5,4                      | 0,8                    | 0,3 | 0,08 | 0,2 | 5    | 0,5                 | 8,7 | 0,09 | 42,4 | 4,21 | 0,11 | 35,3               | 350   | 450    | 200   | 19 |
| 6       | 5,0                      | 0,6                    | 0,2 | 0,06 | 0,4 | 5,4  | 0,5                 | 9,2 | 0,02 | 36,5 | 3,9  | 0,05 | 40,1               | 225   | 575    | 200   | 14 |

1. *Panicum maximum* cv Aruana; 2. *Brachiaria humidicola* + milho; 3. *Brachiaria humidicola*; 4. *Panicum maximum* cv Aruana + milho; 5. Soja; 6. Soja.

**Tabela 2.** Número de esporos de fungos micorrízicos (n<sup>o</sup>/50 g solo) antes da implantação do experimento e na floração das culturas (Janeiro/2008). Dados transformados em log (x+1).

| Sistema de Produção                       | Épocas de coleta     |                          | Média                  |
|---|----------------------|--------------------------|------------------------|
|   | Coleta 1<br>(pousio) | Coleta 2<br>(com planta) |                        |
| <i>Panicum maximum</i> cv. Aruana         | 22,00                | 194,67                   | 108,33A <sup>(1)</sup> |
| <i>Braquiária humidicola</i> + milho      | 11,67                | 136,67                   | 74,17A                 |
| <i>Braquiária humidicola</i>              | 11,33                | 125,00                   | 68,17A                 |
| <i>Panicum maximum</i> cv. Aruana + milho | 19,67                | 102,67                   | 61,17A                 |
| Soja (Área5)                              | 15,00                | 154,00                   | 84,50A                 |
| Soja (Área 6)                             | 5,33                 | 142,67                   | 74,00A                 |
| Média                                     | 14,17b               | 118,83a                  |                        |
| CV(%)                                     | 21,6                 |                          |                        |

<sup>(1)</sup> Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas, não diferem entre si, pelo teste de Tukey (p<0,05).

18 **Tabela 3.** Colonização micorrízica (%) dos capins e na floração das culturas (Janeiro/2008). Dados transformados em arc sen (x/100)<sup>1/2</sup>

| Sistema de produção  | Colonização micorrízica (%) |
|--|-----------------------------|
| <i>Panicum maximum</i> cv. Aruana                          | 51,16 a                     |
| <i>Panicum maximum</i> cv. Aruana (em consórcio com milho) | 70,32 a                     |
| Milho (em consórcio com <i>P. maximum</i> cv. Aruana)      | 74,43 a                     |
| <i>Braquiária humidicola</i>                               | 60,42 abc                   |
| <i>Braquiária humidicola</i> (em consórcio com milho)      | 64,13 ab                    |
| Milho (em consórcio com <i>Braquiária humidicola</i> )     | 39,62 bcd                   |
| Soja (Área 5)  | 33,33 d                     |
| Soja (Área 6)  | 35,19 cd                    |
| CV(%)  | 9,80                        |

19 <sup>(1)</sup>Médias com as mesmas letras não diferem pelo teste de Tukey (p<0,05). Nos tratamentos consorciados, a colonização micorrízica das culturas e das forrageiras foi avaliada separadamente (negrito).

20  
21 **Tabela 4.** Densidade de esporos de fungos micorrízicos arbusculares (nº. esporos/50 ml) e densidade média de ocorrência de espécies em solo coletado na camada de 0-10 cm em áreas  
22 sob pousio (Po), antes da implantação do experimento e sob pastagens ou pastagens/culturas: *Brachiaria humidicola* (BH), *Panicum maximum* cv. Aruana (AR), cultura do milho + *P. maximum*  
23 cv. Aruana (MAR), cultura do milho + *Brachiaria humidicola* (MBH), cultura da soja – piquete 1 (SJ-1), cultura da soja – piquete 2 (SJ - 2). SP - Sistemas de Produção

| Gêneros                         | SISTEMA DE PRODUÇÃO |       |        |       |        |      |        |      |        |       |        |       | Média de Po | Média de SP |
|---------------------------------|---------------------|-------|--------|-------|--------|------|--------|------|--------|-------|--------|-------|-------------|-------------|
|                                 | Área 1              |       | Área 2 |       | Área 3 |      | Área 4 |      | Área 5 |       | Área 6 |       |             |             |
|                                 | Po                  | BH    | Po     | AR    | Po     | MAR  | Po     | MBH  | Po     | SJ-1  | Po     | SJ-2  |             |             |
| <i>Glomus sp.</i>               | 5,7                 | 52,0  | 1,7    | 91,7  | 10,7   | -    | 2,7    | 34,3 | 5,7    | 82,7  | 1,7    | 39,0  | 4,7         | 49,9        |
| <i>Acaulospora sp.</i>          | 5,0                 | 22,7  | 0,7    | 21,3  | -      | 29,0 | 5,0    | 2,3  | 3,3    | 21,7  | 1,7    | 37,7  | 2,6         | 22,3        |
| <i>Scutelospora cerradensis</i> | -                   | 5,7   | -      | 33,0  | -      | -    | 2,3    | 26,6 | 0,3    | 18,7  | 1,0    | 16,7  | 0,6         | 16,7        |
| <i>Gigaspora margarita</i>      | -                   | 3,0   | -      | 3,3   | 1,7    | 5,7  | 1,7    | 20,3 | -      | 13,7  | -      | 1,7   | 0,6         | 7,7         |
| <i>Scutelospora heterogama</i>  | -                   | 3,0   | -      | 1,0   | -      | 4,7  | -      | 2,3  | -      | -     | -      | 2,0   | -           | 2,2         |
| <i>Paraglomus brasiliensis</i>  | -                   | 20,0  | -      | 1,0   | -      | 6,0  | -      | 5,3  | -      | 10,7  | -      | 1,7   | -           | 7,45        |
| <i>Sclerocistis sp.</i>         | -                   | 2,0   | -      | 22,7  | -      | 1,7  | -      | 10,3 | -      | 4,3   | -      | 22,3  | -           | 10,5        |
| <i>Glomus etunicatum</i>        | -                   | -     | -      | -     | -      | 8,3  | -      | 3,0  | -      | -     | -      | 10,0  | -           | 3,5         |
| <i>Acaulospora apendicula</i>   | -                   | 1,3   | -      | -     | -      | -    | -      | 6,0  | -      | -     | -      | -     | -           | 1,2         |
| <i>Acaulospora rhemii</i>       | -                   | 1,0   | -      | -     | -      | 21,7 | -      | 23,0 | -      | 1,3   | -      | 11,7  | -           | 9,8         |
| <i>Scutelospora sp.</i>         | -                   | 1,0   | -      | -     | -      | 0,3  | -      | 2,3  | -      | -     | -      | 1,3   | -           | 0,8         |
| <i>Gigaspora gigantea</i>       | -                   | 1,0   | -      | -     | -      | -    | -      | -    | -      | -     | -      | -     | -           | 0,2         |
| <i>Entrophospora sp.</i>        | -                   | 1,0   | -      | -     | -      | 2,7  | -      | -    | -      | -     | -      | -     | -           | 0,6         |
| outros                          | -                   | -     | -      | 0,3   | -      | -    | -      | 1,3  | -      | 1,7   | -      | -     | -           | 0,5         |
| <b>TOTAL</b>                    | 10,7                | 113,7 | 2,4    | 174,3 | 12,4   | 80,1 | 11,7   | 137  | 9,3    | 154,8 | 4,4    | 144,1 | 8,5         | 133,3       |

Após o desenvolvimento das culturas até o florescimento das mesmas, com as devidas adubações, em geral, considerando todos os piquetes, houve um acréscimo de outros novos gêneros e/ou espécies de fungos micorrízicos. Este resultado pode demonstrar que a adição de culturas e os tratos culturais procedidos na área em questão tenham favorecido a micorrização tanto em abundância, quanto em diversidade de espécies e/ou gêneros. É possível que as demais espécies já existissem no solo com concentração tão baixa que não foram detectadas pela metodologia realizada.

A baixa diversidade de espécies em solo sob pousio (Tabela 5) é semelhante às áreas nativas de cerrado. Miranda et al. (2008) isolaram menor número de espécies de fungos micorrízicos em solos sob cerrado nativo, comparados às áreas sob pastagem consorciada e sob lavoura de milho ou soja.

A densidade de esporos e a diversidade de espécies aumentam gradativamente com o cultivo de plantas (MIRANDA; MIRANDA, 2007b), associadas à aplicação de corretivos e fertilizantes (MIRANDA; MIRANDA, 2003). Tem-se observado também a recuperação de maior número de espécies em áreas sob pastagens que em solos sob floresta nativa, utilizando-se espécies armadilhas para promover maior esporulação micorrízica, a partir de solos em condições de campo (LEAL et al., 2009).

Quanto à influência das espécies hospedeiras, notou-se neste trabalho que a gramínea Aruana foi a que mais favoreceu a maior esporulação (Tabela 4), enquanto que a *B. humidicola* e o consórcio milho e *B. humidicola* favoreceram o estabelecimento de maior número de espécies (Tabela 5). Tem-se observado que solos cultivados com sorgo, por exemplo, promovem uma maior riqueza de espécies, enquanto que o amendoim forrageiro favorece uma maior esporulação de fungos micorrízicos (CARRENHO et al., 2002).

Neste trabalho, após a implantação das culturas e/ou forrageiras, foram identificadas pelo menos 13 gêneros e/ou espécies de fungos micorrízicos e aqueles não identificados foram considerados como “outros” (Tabela 4); dados semelhantes foram obtidos por Alvarenga et al. (1999) que identificaram dez espécies em solo de cerrado sob diferentes culturas e os autores atribuem este resultado, possivelmente a um número insuficiente de amostras coletadas para recuperar as espécies de ocorrência rara. Vários são os fatores que interferem na esporulação das diferentes espécies de fungos micorrízicos arbusculares, como

disponibilidade de nutrientes, sazonalidade, tipos de solo, tratos culturais, manejo de solo e culturas e também a espécie de planta hospedeira (ABBOTT; ROBSON, 1991). Neste trabalho, pela análise qualitativa de fungos micorrízicos arbusculares (Tabela 5) foi constatado em todas as áreas de pousio a presença de uma menor riqueza de espécies, variando de 2 a 4 quando comparados com a avaliação feita após a implantação das culturas, sendo então encontradas de 8 a 12 espécies, dependendo do sistema de produção implantado. Foi observado que os cultivos de *B. humidicola* e de milho consorciado com *B. humidicola*, em geral, foram os que mais favoreceram a esporulação de maior número de espécies de fungos micorrízicos. A soja das áreas 5 e 6 também se mostraram bons multiplicadores. Estes resultados estão de acordo com Miranda; Miranda (2007b) que afirmam que a comunidade de fungos micorrízicos aumenta gradativamente com o cultivo de plantas.

Em geral, o gênero mais abundante no solo sob pousio foi o *Glomus* sp. com 55,29 % da média geral, seguido de *Acaulospora* sp. (30,59%) e *Scutelospora cerradensis* com 7,06% (Tabela 5). Esta ordem de abundância, em geral, foi mantida após a implantação dos diferentes sistemas de produção. Dentre os gêneros mais abundantes, o *Glomus* sp. e *Acaulospora* sp. apresentaram ampla multiplicação em presença de todas as espécies vegetais; já a *Scutelospora cerradensis* e *Glomus* sp. não foram encontradas no consórcio de milho e *Panicum maximum* cv. Aruana.

No geral, *Acaulospora* sp. foi o segundo gênero a se multiplicar em todas as áreas estudadas, com exceção naquelas com *P. maximum* cv. Aruana e Milho + *B. humidicola*, onde *Scutelospora cerradensis* apresentou maior ocorrência que *Acaulospora*. Contudo, a *Scutelospora cerradensis* não foi observada somente no piquete com milho + *P. maximum* cv. Aruana.

Nas áreas com soja, o número de esporos e a diversidade de espécies foram semelhantes (Tabelas 4 e 5). Notou-se que a *Scutelospora* sp. multiplicou-se em *B. humidicola*, milho consorciado com *B. humidicola* e com *P. maximum* cv. Aruana e em soja, não sendo notada sua presença em *P. maximum* cv. Aruana solteira. *Glomus etunicatum* multiplicou-se em milho consorciado com *P. maximum* cv. Aruana e *B. humidicola* e soja, não sendo encontrado nas demais culturas. *Gigaspora gigantea* foi observada somente na área com *B. humidicola* (Tabela 5), indicando preferência nas associações espécie-hospedeiro.

**Tabela 5.** Diversidade de fungos micorrízicos arbusculares (n<sup>o</sup>. esporos/50 ml) em solo coletado na camada de 0-10 cm, expresso em porcentagem, em áreas sob pousio (Po), antes da implantação do experimento e sob pastagens ou pastagens/culturas: *Brachiaria humidicola* (BH), *Panicum maximum* cv. Aruana (AR), cultura do milho + *P. maximum* cv. Aruana (MAR), cultura do milho + *Brachiaria humidicola* (MBH), cultura da soja – piquete 1 (SJ-1), cultura da soja – piquete 2 (SJ - 2). SP - Sistemas de Produção

| Gêneros                         | SISTEMA DE PRODUÇÃO |       |        |       |        |       |        |       |        |       |        |       |             |             |
|---------------------------------|---------------------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|-------------|-------------|
|                                 | Área 1              |       | Área 2 |       | Área 3 |       | Área 4 |       | Área 5 |       | Área 6 |       | Média de Po | Média de SP |
|                                 | Po                  | BH    | Po     | AR    | Po     | MAR   | Po     | MBH   | Po     | SJ-1  | Po     | SJ-2  |             |             |
| <i>Glomus sp.</i>               | 53,27               | 45,73 | 70,83  | 52,6  | 86,29  | -     | 23,07  | 25,04 | 61,29  | 53,42 | 38,64  | 27,06 | 55,29       | 37,42       |
| <i>Acaulospora sp.</i>          | 46,72               | 19,96 | 29,16  | 12,22 | -      | 36,20 | 42,73  | 1,68  | 35,48  | 14,02 | 38,64  | 26,16 | 30,59       | 16,72       |
| <i>Scutelospora cerradensis</i> | -                   | 5,0   | -      | 18,93 | -      | -     | 19,66  | 19,42 | 3,22   | 12,08 | 22,73  | 11,59 | 7,06        | 12,52       |
| <i>Gigaspora margarita</i>      | -                   | 2,6   | -      | 1,89  | 13,7   | 7,12  | 14,53  | 14,82 | -      | 8,85  | -      | 1,18  | -           | 5,77        |
| <i>Scutelospora heterogama</i>  | -                   | 2,6   | -      | 0,57  | -      | 5,87  | -      | 1,68  | -      | -     | -      | 1,39  | -           | 1,65        |
| <i>Paraglomus brasiliensis</i>  | -                   | 17,59 | -      | 0,57  | -      | 7,49  | -      | 3,87  | -      | 6,91  | -      | 1,18  | -           | 5,59        |
| <i>Sclerocistis sp.</i>         | -                   | 1,75  | -      | 13,02 | -      | 2,12  | -      | 7,52  | -      | 2,78  | -      | 15,47 | -           | 7,87        |
| <i>Glomus etunicatum</i>        | -                   | -     | -      | -     | -      | 10,36 | -      | 2,19  | -      | -     | -      | 6,94  | -           | 2,62        |
| <i>Acaulospora apendicula</i>   | -                   | 1,14  | -      | -     | -      | -     | -      | 4,38  | -      | -     | -      | -     | -           | 0,89        |
| <i>Acaulospora rhemii</i>       | -                   | 0,87  | -      | -     | -      | 27,09 | -      | 16,79 | -      | 0,84  | -      | 8,12  | -           | 7,35        |
| <i>Scutelospora sp.</i>         | -                   | 0,87  | -      | -     | -      | 0,37  | -      | 1,68  | -      | -     | -      | 0,90  | -           | 0,59        |
| <i>Gigaspora gigantea</i>       | -                   | 0,87  | -      | -     | -      | -     | -      | -     | -      | -     | -      | -     | -           | 0,15        |
| <i>Entrophospora sp.</i>        | -                   | 0,87  | -      | -     | -      | 3,37  | -      | -     | -      | -     | -      | -     | -           | 0,45        |
| outros                          | -                   | -     | -      | 0,17  | -      | -     | -      | 0,95  | -      | 1,10  | -      | -     | -           | 0,37        |
| Total                           | 100                 | 100   | 100    | 100   | 100    | 100   | 100    | 100   | 100    | 100   | 100    | 100   | 100         | 100         |
| Riqueza de espécies             | 4                   | 12    | 2      | 8     | 2      | 9     | 4      | 12    | 3      | 8     | 3      | 10    | 3           | 14          |

Aquino (2003), pesquisando micorrizas arbusculares em genótipos de milho, constatou que *Scutelospora calospora* foi a espécie mais multiplicada por todos os materiais testados e indica a preferência de determinadas espécies de fungos a um determinado hospedeiro.

Apesar da espécie *Scutelospora cerradensis* não ter sido detectada em alguns solos sob pousio, foi observada a sua presença após a introdução de culturas como a braquiária e aruana. Isto pode indicar que esta espécie ocorre em densidades muito baixas nas áreas sob pousio e que nas amostragens feitas, não pode ser detectada. Explicação semelhante foi dada por Alvarenga et al. (1999) que atribuíram a ausência de determinadas espécies de fungos micorrízicos pela sua baixa densidade no solo. Tem-se observado, ainda, que, dependendo do sistema de produção, pode ocorrer aumento ou diminuição de espécies de fungos micorrízicos (MIRANDA et al., 2005).

## CONCLUSÕES

A colonização micorrízica é influenciada pela interação entre as plantas.

Em consórcio, o *Panicum maximum* cv. Aruana, em comparação com *Brachiaria humidicola*, promove alteração da colonização radicular em milho.

Os resultados sugerem que há associação preferencial de espécies de fungos a determinados hospedeiros.

As culturas anuais ou forragens favorecem a multiplicação de fungos micorrízicos.

## AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, à Fundação de Amparo à Pesquisa do Distrito Federal e à Fundação de Empreendimentos Científicos e Tecnológicos pelo apoio financeiro.

---

**ABSTRACT:** Soil management alters their microbiological properties and consequently the nutrient cycling which also affects sustainability. Among several microbiological soil indicators, can be outstanding micorhizal fungus spores quantification and qualification and root colonization. The aim of this research was evaluate the effect of several planting culture in crop and livestock integration on autoctone populations of mycorrhizal fungus, through quantitative and qualitative analysis of soil spores and root colonization of crops and pastures. Crops and/or pastures were planted in each plot were: 1. *Panicum maximum* cv Aruana; 2. *Brachiaria humidicola* + maize (*Zea mays*); 3. *Brachiaria humidicola*; 4. *Panicum maximum* cv Aruana + maize; 5. Soybean (*Glycine max*); 6. Soybean. It was observed that root colonization was influenced by the interaction between plants and the date showed that *Panicum maximum* cv. Aruana compared with *Brachiaria humidicola* affected root colonization in maize. The results indicated a preferencial association between fungi species to certain host plants. After planting crops and pastures, the genera with higher occurrence were: *Glomus* sp., *Acaulospora* sp. e *Scutelospora cerradensis*.

**KEYWORDS:** *Brachiaria humidicola*. Soil microbiology. *Panicum maximum*. Integrated Crop-livestock system.

---

## REFERÊNCIAS

- ABBOTT, L. K.; ROBSON, A. D. Factors influencing the occurrence of vesicular arbuscular mycorrhizas. **Agriculture Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v. 35, p. 121-150, 1991.
- ALVARENGA, M. I. N.; SIQUEIRA, J. O.; DAVIDE, C. A. Teor de carbono, biomassa microbiana, agregação e micorriza em solos de cerrado com diferentes usos. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 2, p. 617-625, 1999.
- AQUINO, S. S. **Associação micorrízica arbuscular com genótipos de milho**. 2003. 55p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho, Ilha Solteira.
- CARRENHO, R.; TRUFEM, S. F. B.; BONONI, V. L. R. Effects of using different host plants on the detected biodiversity of arbuscular mycorrhizal fungi from an agroecosystem. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 25, p. 93-101, 2002.



DIAZ ROSSELO, R. Evolucion del nitrogeno total en rotaciones com pastures. **Revista de Investigacion Agronômica**, Buenos Aires, v. 1, p. 27-38, 1992.

FERREIRA, D. F. Sisvar versão 4.3. Lavras: DEX-UFLA, 2003.

GEORGE, E.; MARSCHNER, H.; JAKOBSEN, I. Role of arbuscular mycorrhizal fungi in uptake of phosphorus and nitrogen from soil. **Critical Review Biotechnology**, v. 15, p. 257–270, 1995.

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.

GIOVANNETTI, M.; MOSSE, B. An evaluation of techniques for measuring vesicular arbuscular mycorrhizal infection in roots. **New Phytologist**, Lancaster, v. 84 ,p. 489-500, 1980.

ISLAM, K. R.; WEIL, R. R. Soil quality indicator properties in mid-atlantic soils as influenced by conservation management. **Journal of Soil and Water Conservation**, Beijing, First Quarter, p. 69-78, 2000.

KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; ADAIR, H. **Integração Lavoura – Pecuária**: Embrapa Arroz e Feijão; Santo Antônio de Goiás, 2003. 570p.

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**, São Paulo, v. 40, p. 111-121, 2009.

MACEDO, M. C. M. Integração lavoura e pecuária: o estado da arte e inovações tecnológicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, p. 133-146, 2009.

MACHADO, P. L. de; SILVA, C. A. Soil management under no-tillage systems in the tropics with special reference to Brazil. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v. 61, p. 119–130, 2001.

MIRANDA, J. C. C. de; MIRANDA, L. N. de. Contribuição da micorriza arbuscular na resposta das culturas à calagem e adubação fosfatada em solos de cerrado. Planaltina, DF: EMBRAPA-CPAC, 2003. 4p. (EMBRAPA-CPAC. Comunicado técnico, 89).

MIRANDA, J. C. C. de; VILELA, L.; MIRANDA, L. N. de. Dinâmica e contribuição da micorriza arbuscular em sistemas de produção com rotação de culturas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, p. 1005-1014, 2005.

MIRANDA, J. C. C. de; MIRANDA, L. N. de. Contribuição da micorriza arbuscular para a produtividade e sustentabilidade nos sistemas de produção com plantio direto no cerrado. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2007a. (Embrapa Cerrados. Comunicado técnico, 134).

MIRANDA, J. C. C. de; MIRANDA, L. N. de. Impacto do sistema de plantio direto na diversidade de espécies de fungos micorrízicos arbusculares nativos em solo de cerrado. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2007b. (Embrapa Cerrados. Comunicado técnico, 135).

MIRANDA, J. C. C. de; VILELA, L.; MIRANDA, L. N. de. Manejo da micorriza arbuscular em sistemas integrados de Lavoura e pastagens no cerrado. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2008. (Embrapa Cerrados. Comunicado técnico, 138).

MIRANDA, E. M. de; SILVA, E. M. R. da; SAGIN JÚNIOR, O. J. Comunidades de fungos micorrízicos arbusculares associados ao amendoim forrageiro em pastagens consorciadas no Estado do Acre, Brasil. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 40, p. 13-22, 2010.

NÓBREGA, J. C. A.; LIMA, J. M. de; CURI, N.; SIQUEIRA, J. O.; MOTTA, P. E. F. da. Fosfato e micorriza na estabilidade de agregados em amostras de latossolos cultivados e não-cultivados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 11, p. 1425-1435, 2001.

PEREZ, K. S. S.; RAMOS, M. L. G.; MCMANUS, C. Carbono da biomassa microbiana em solo cultivado com soja sob diferentes sistemas de manejo nos Cerrados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 6, p. 567-573, 2004

PHILLIPS, J. M.; HAYMANN, D. S. Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. **Transactions British Mycology Society**, n. 55, p. 158-161, 1970.

READ, D. J.; PEREZ-MORENO, J. Mycorrhizas and nutrient cycling in ecosystems – a journey towards relevance? **New Phytologist**, Lancaster, v. 157, p. 475-492, 2003.

SCHÜALER, A.; SCHWARZOTT, D.; WALKER, C. A new fungal phylum, the *Glomeromycota*: **Phylogeny and Evolution Mycology Research**, v. 105, p. 1413-1421, 2001.

SOUZA, E. D. de; COSTA, S. E. V. G. de A.; LIMA, C. V. S. de; ANGHINONI, I.; MEURER, E. J.; CARVALHO, P. C. de F. Carbono orgânico e fósforo microbiano em sistema de integração agricultura-pecuária submetido a diferentes intensidades de pastejo em plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, p. 1273-1282, 2008.