



## Contribuição da Micorriza Arbuscular para a Produtividade e Sustentabilidade nos Sistemas de Produção com Plantio Direto e Convencional no Cerrado

Jeanne Christine Claessen de Miranda<sup>1</sup>  
Leo Nobre de Miranda<sup>2</sup>

O alto grau de degradação dos solos ocorrido nas últimas décadas tem alertado para a necessidade de se manter não somente a produtividade, mas também a sustentabilidade, a longo prazo, dos sistemas de produção. O uso sustentável do solo deveria garantir, então, a alta produtividade agrícola, bem como a manutenção da atividade biológica e da qualidade ambiental. O sistema de plantio direto, com impactos ambientais e degradação dos recursos naturais inferiores aos observados em sistemas com preparo excessivo do solo, tem sido indicado para alcançar a sustentabilidade da agricultura. Entre seus benefícios, podem ser mencionadas as melhorias das condições físicas e da fertilidade do solo, além do aumento da atividade biológica, do teor de matéria orgânica e da água armazenada e a redução da erosão. Esses fatores contribuem para o aumento no rendimento das culturas com uso mais eficiente dos insumos ([SALTON, 1998](#)).

O desenvolvimento da agricultura sustentável demanda, portanto, a aplicação de práticas agrícolas

com revolvimento mínimo do solo e a utilização de fertilizantes fosfatados eficientes e de espécies e cultivares de plantas capazes de manter altas produtividades, em condições de baixo suprimento de fósforo, o qual é um recurso natural não renovável. Esse manejo de solo, de insumos e de culturas pode ser complementado por estratégias que englobem processos biológicos benéficos do solo, como a micorriza arbuscular ([MIRANDA, MIRANDA, 1997](#)).

Os fungos micorrízicos arbusculares ocorrem naturalmente nos solos e são componentes dos sistemas de produção agrícola. Esses fungos formam uma associação simbiótica com as raízes das plantas, denominada micorriza, a qual aumenta a capacidade de absorção de nutrientes do solo pelas plantas. As hifas externas do fungo atuam como uma extensão do sistema radicular, absorvendo nutrientes de um volume de solo maior do que o alcançado por raízes não colonizadas. Esse aspecto é particularmente importante na absorção de nutrientes com baixa mobilidade no solo, como o fósforo.

<sup>1</sup> Biól., Ph.D., Pesquisadora, Embrapa Cerrados, [jeanne@cpac.embrapa.br](mailto:jeanne@cpac.embrapa.br)

<sup>2</sup> Eng. Agrôn., Ph.D., Pesquisador, Embrapa Cerrados, [leo@cpac.embrapa.br](mailto:leo@cpac.embrapa.br)

A presença da micorriza contribui significativamente no crescimento de plantas em solos ácidos e de baixa fertilidade, como os do Cerrado. A produção de propágulos de fungos micorrízicos arbusculares nesses solos virgens, sob vegetação nativa, é baixa, mas aumenta gradativamente com o cultivo de plantas, exceto aquelas pertencentes a algumas poucas famílias, como Brassicaceae (repolho), Cruciferaeae (nabo forrageiro) e Chenopodiaceae (espinafre), as quais não formam micorriza em suas raízes. Esse aumento propicia o pleno estabelecimento da micorriza arbuscular e seus efeitos no crescimento das plantas e qualidade do solo e do ambiente. Por meio de resultados de pesquisas com sistema de plantio convencional, tem sido mostrado que a presença dos fungos micorrízicos arbusculares nativos maximiza a resposta de culturas ao calcário e à adubação fosfatada nesses solos (MIRANDA; MIRANDA, 2003), conforme demonstrado adiante. Mostra, também, que o micélio externo dos fungos agrega as partículas do solo e contribui ativamente no processo de armazenamento de carbono no solo (WRIGHT, 2007; CORNIS, 2002), por meio da produção da glomalina, uma glicoproteína componente da matéria orgânica do solo e responsável por reter até 27 % do seu carbono total.

A densidade dos fungos micorrízicos arbusculares nos solos e a eficiência da micorriza arbuscular nas plantas dependem do manejo desses solos e das culturas utilizadas nos sistemas de produção. Nesse manejo, destacam-se: os sistemas de plantio, os níveis de acidez e de disponibilidade de fósforo do solo (MIRANDA; MIRANDA, 2003), a dependência micorrízica das plantas cultivadas (MIRANDA;

MIRANDA, 2004), a utilização da adubação verde (MIRANDA; MIRANDA, 2006), a rotação de culturas (MIRANDA et al., 2001) e de sistemas de produção (MIRANDA et al., 2005).

De modo geral, os sistemas de plantio direto e convencional (com preparo do solo) alteram a dinâmica dos fungos micorrízicos arbusculares nativos. Esses, por sua vez, influenciam na resposta das culturas aos insumos utilizados e na eficiência do próprio sistema de plantio. Com a utilização do plantio direto, ocorre a preservação do micélio externo no solo, desenvolvido durante o cultivo anterior, o qual favorece a rápida colonização radicular de plantas no cultivo subsequente (MILLER et al., 1995). Já, no plantio convencional, esta ocorre, em geral, a partir da germinação dos esporos, retardando assim a colonização radicular e os efeitos da micorriza no crescimento das plantas.

Na Embrapa Cerrados, foram avaliados os efeitos dos sistemas de plantio, direto e convencional, na multiplicação e concentração dos fungos micorrízicos arbusculares nas camadas superficiais e sub superficiais do solo. Por meio dessas avaliações, conduzidas em áreas cultivadas com soja e milho em rotação, demonstrou-se que a densidade da comunidade desses fungos nativos foi semelhante nos sistemas de plantio direto e convencional. Demonstrou-se também que o número de esporos no solo aumentou em razão da cultura utilizada (Tabela 1) e que, independente do sistema de plantio, reduziu com a profundidade do solo, ocorrendo uma maior concentração de esporos na camada de 0 cm – 10 cm (Tabela 2).

**Tabela 1.** Número de esporos de fungos micorrízicos arbusculares no solo e colonização radicular de soja e milho cultivados em um Latossolo Vermelho, em rotação, sob plantio convencional (PC) e direto (PD).

Sistema	Cultura / Ano			
	Soja / 2001	Milho / 2002	Soja / 2003	Milho / 2004
Esporos, N° 50 g <sup>-1</sup>				
PC	23a	187a	96a	118a
PD	23a	161b	93a	127a
Colonização radicular, %				
PC	50a	58a	43a	48a
PD	46a	63a	35a	56a

Médias seguidas da mesma letra, dentro de cada cultivo, não diferem significativamente a 5 % de probabilidade, pelo teste de Duncan.

**Tabela 2.** Média do número de esporos de fungos micorrízicos arbusculares em duas profundidades de um Latossolo Vermelho cultivado, sob plantio direto e convencional, com soja e milho em rotação.

Cultura	Ano	Profundidade	
		0 cm - 10 cm	10 cm - 20 cm
Esporos, N° 50 g <sup>-1</sup>			
Cerrado nativo	2000	16a	5b
Soja	2001	26a	20a
Milho	2002	205a	143b
Soja	2003	152a	38b
Milho	2004	216a	29b

Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem significativamente a 5 % de probabilidade, pelo teste de Duncan.

O aumento na densidade da comunidade dos fungos micorrízicos arbusculares por meio da inoculação, em campo, da espécie *Glomus etunicatum* (Tabela 3) proporcionou um aumento na produção de grãos de soja, no primeiro ano de cultivo, nos dois sistemas de plantio, particularmente sob plantio direto. No segundo ano de cultivo com milho, o mesmo efeito foi observado sob plantio direto. O acréscimo na produtividade foi, aproximadamente, de 244 kg/ha<sup>-1</sup> para a soja (2001) e de 590 kg/ha<sup>-1</sup> para o milho (2002), cultivados sob plantio direto. Nos cultivos de soja e milho subsequentes (2003/2004), a produtividade de grãos foi semelhante com e sem inoculação, nos dois sistemas de

plantio, em virtude da elevação da comunidade nativa com os cultivos sucessivos. Esses dados mostram a necessidade e a importância da presença de uma comunidade elevada de fungos micorrízicos arbusculares no solo para a produtividade das culturas, desde o estabelecimento do sistema de produção. Isso é particularmente importante quando o primeiro cultivo da área recém-aberta é feito com soja, a qual multiplica lenta e gradualmente os esporos desses fungos no solo (Tabela 1), mas é altamente dependente da micorriza arbuscular para seu desenvolvimento ótimo (MIRANDA; MIRANDA, 2002, 2004).

**Tabela 3.** Produção de grãos de soja e milho, em rotação, no período chuvoso, em um Latossolo Vermelho adubado com 300 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> na forma de superfosfato triplo e inoculado com *Glomus etunicatum*, sob plantio convencional (PC) e direto (PD).

Inoculação	Cultura / Ano							
	Soja / 2001		Milho / 2002		Soja / 2003		Milho / 2004	
	PC	PD	PC	PD	PC	PD	PC	PD
Produção, kg/ha <sup>-1</sup>								
Sem	1,9a	1,4b	5,9a	4,9b	2,0a	2,1a	6,9a	6,9a
Com	2,1a	1,6ab	5,7a	5,5a	1,8a	2,1a	6,6a	6,6a

Médias seguidas da mesma letra, dentro de cada cultivo, não diferem significativamente a 5 % de probabilidade, pelo teste de Duncan.

A multiplicação inicial da comunidade micorrízica do solo pode ser feita por meio do cultivo de adubos verdes logo após a abertura da área, como, por exemplo, a mucuna (MIRANDA; MIRANDA, 2004, 2006). O cultivo de plantas na entressafra, indepen-

dente do sistema de plantio, é também um importante fator de multiplicação e preservação da micorriza arbuscular e de seus efeitos sobre a cultura subsequente. Por exemplo, observou-se, por meio de um ensaio em vasos, com solo proveniente da área experimental,

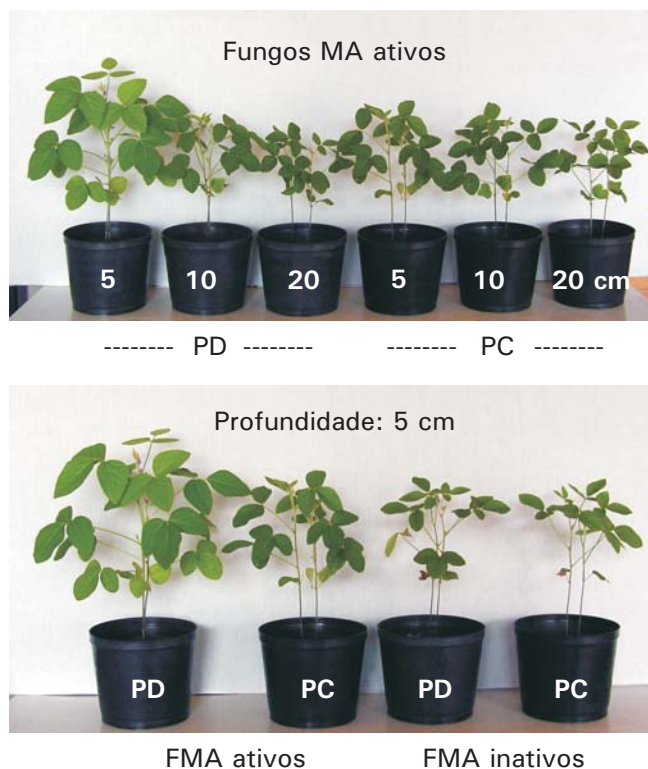
no qual a comunidade micorrízica foi mantida ativa em uma parte, e inativa em outra, que a ausência de plantas de cobertura no período seco reduziu em 11 % a atuação da simbiose micorrízica sobre o crescimento do milho (Tabela 4). A inativação da comunidade micorrízica foi feita por meio de esterilização a vapor do solo, com posterior reintrodução da microbiota do solo, exceto os fungos micorrízicos arbusculares, com filtrados do solo natural.

**Tabela 4.** Produção de matéria seca de milho (2002) cultivado em Latossolo Vermelho, com e sem cobertura de mucuna no período seco e corrigido e adubado, em campo, em ausência e presença da micorriza arbuscular.

Micorriza	Cobertura vegetal	
	Com	Sem
Matéria seca, g/vaso <sup>-1</sup>		
+ M	15,0a	13,3a
- M	11,1ab	9,2b
Esporos, n° 50g <sup>-1</sup>		
+ M	381a	256b

Médias seguidas da mesma letra, dentro de cada parâmetro, não diferem significativamente a 5 % de probabilidade, pelo teste de Duncan.

Avaliações efetuadas em vasos com solo proveniente das áreas experimentais cultivadas com os dois sistemas de plantio, no qual a comunidade micorrízica foi mantida ativa em uma parte e inativa em outra, conforme descrito anteriormente, indicaram também que a contribuição da micorriza arbuscular no crescimento das plantas foi maior no solo proveniente da camada de 0 cm – 5 cm de profundidade sob plantio direto (Fig. 1). No solo, sob plantio convencional, essa contribuição foi semelhante nas diversas profundidades da camada arável até 20 cm. Apesar de o teor de fósforo, na camada de 0 cm – 5 cm, do solo cultivado sob plantio direto ser maior do que nas camadas mais profundas e, no solo cultivado sob plantio convencional, o fósforo ter sido diluído nas diversas camadas, quando se inativou os fungos, ou seja, na ausência da micorriza arbuscular, o crescimento das plantas foi semelhante nos dois sistemas de plantio e inferior ao crescimento observado em presença da micorriza.



**Fig. 1.** Produção de matéria seca de soja, cultivada em Latossolo Vermelho corrigido e adubado, em campo, em ausência e presença da micorriza arbuscular em diferentes profundidades (0 cm-5 cm; 5 cm-10 cm; 10 cm-20 cm) da camada arável.

A contribuição da micorriza arbuscular no crescimento da cultura variou também por causa da acidez do solo, conforme demonstrado em vasos com Latossolo Vermelho cultivado sob plantio direto e convencional. Observou-se, por exemplo, que a produção máxima de matéria seca de plantas de milho foi obtida em presença da micorriza arbuscular, na dose de calcário recomendada para elevar a saturação por bases do solo para 50 % (4 t/ha<sup>-1</sup>) no solo proveniente das áreas sob ambos sistemas de plantio (Tabela 5).

**Tabela 5.** Produção de matéria seca de milho (2002) cultivado em Latossolo Vermelho, com diferentes doses de calcário, aplicadas em campo, na presença (CM) e ausência (SM) da micorriza arbuscular.

Doses Calcário t/ha <sup>-1</sup>	Plantio Direto		Plantio Convencional	
	CM	SM	CM	SM
Matéria seca, g vaso <sup>-1</sup>				
0	4,6f	5,4ef	7,5e	6,6e
2	10,2d	7,9e	12,9c	10,2d
4	16,8a	10,2d	15,0b	11,1d

Médias seguidas da mesma letra, dentro de cada sistema de plantio, não diferem significativamente a 5 % de probabilidade, pelo teste de Duncan.

Conclui-se, portanto, que no manejo de sistemas de produção é importante e necessário considerar todas as práticas agrícolas que permitam a manutenção e o funcionamento do sistema micorrízico, em virtude dos benefícios que este proporciona ao crescimento das plantas e à produtividade das culturas. No sistema de plantio direto, com a ausência do revolvimento do solo, esse sistema é preservado e favorece a colonização radicular mais rápida das plantas nos cultivos subseqüentes. Além de se obter maiores retornos econômicos dos insumos utilizados, as condições ambientais, com o seqüestro de carbono por meio da produção da glomalina pelos fungos micorrízicos arbusculares, e a sustentabilidade dos sistemas agrícolas são preservadas.

## Referências

- CORNIS, D. Glomalin hiding place for a third of the world's stored soil carbon. **Agricultural Research**, Washington, v. 50, n. 9, p. 4-7, 2002.
- MILLER, M. H.; MCGONIGLE, T. P.; ADDY, H. D. Arbuscular mycorrhizae, biotechnological applications: an environmental sustainable biological agent. **Critical Reviews in Biotechnology**, v.15, p. 241-255, 1995.
- MIRANDA, J. C. C.; MIRANDA, L. N. Micorriza arbuscular. In: VARGAS, M. A.; HUNGRIA, M. (Ed.). **Biologia dos solos dos Cerrados**. Planaltina, DF: Embrapa-CPAC, 1997. p. 69-123.
- MIRANDA, J. C. C.; MIRANDA, L. N. **A importância da micorriza arbuscular para o cultivo da soja na Região dos Cerrados**. Planaltina, DF: Embrapa-Cerrados, 2002. 4 p. (Embrapa Cerrados. Comunicado Técnico, 75).
- MIRANDA, J. C. C.; MIRANDA, L. N. **Contribuição da micorriza arbuscular na resposta das culturas à calagem e adubação fosfatada em solos de cerrado**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2003. 4 p. (Embrapa Cerrados. Comunicado Técnico, 89).
- MIRANDA, J. C. C.; MIRANDA, L. N. **Dependência micorrízica de diferentes culturas anuais, adubos verdes e pastagens em solos de Cerrado**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2004. 4 p. (Embrapa Cerrados. Comunicado Técnico, 114).
- MIRANDA, J. C. C.; MIRANDA, L. N. Micorriza arbuscular e uso de adubos verdes em solos do Bioma Cerrado In: CARVALHO, A. M.; AMABILE, R. F. (Ed.). **Cerrado: adubação verde**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2006. p. 69-123.
- MIRANDA, J. C. C.; MIRANDA, L. N.; VILELA, L.; VARGAS, M. A.; CARVALHO, A. M. **Manejo da micorriza arbuscular por meio da rotação de culturas nos sistemas agrícolas do cerrado**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2001. 3 p. (Embrapa Cerrados. Comunicado Técnico, 42).
- MIRANDA, J. C. C.; VILELA, L.; MIRANDA, L. N. Dinâmica e contribuição da micorriza arbuscular em sistemas de produção com rotação de culturas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, p. 1005-1014, 2005.
- SALTON, J. C.; HERNANI, L. C.; FONTES, C. Z. **Plantio direto: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília: Embrapa-SPI; Dourados: Embrapa-CPAO. 1998.
- WRIGHT, S. **Glomalin, a manageable soil glue**. Disponível em: <<http://www.ars.usda.gov/sp2UserFiles/Place/12650400/glomalin/brochure.pdf>>. Acesso em: 15 fev. 2007.

## Contribution of Arbuscular Mycorrhiza to Productivity and Sustainability of No-Tillage and Conventional Cropping Production Systems in Cerrado Soils

**Abstract** – *The development of a sustainable agriculture requires the use of agricultural practices that involve a minimum soil tillage. The cropping systems change the dynamics of native arbuscular mycorrhizal fungi and these, on the other hand, determine the contribution of arbuscular mycorrhiza on crop responses to lime and fertilizers and on the efficiency of the cropping system itself. Density of those native fungi in the soil is similar in both till and no-till planting systems and decreases with soil depth, being higher at 0 cm-10 cm. Under no-till system, the external mycelium, developed during the former cropping, is preserved and possibly stimulating the rapid plant root colonization of the following crop. In the first years, grain yield showed to be higher in conventional cropping system with soil tillage. Though, with the increase of the arbuscular mycorrhizal fungi community afterwards, the grain yield increases for both planting systems, and, become similar for the conventional till and no-till planting systems. Under no-tillage cropping system, arbuscular mycorrhizal contribution to plant growth occurs mainly in the 0 cm - 5 cm depth superficial soil layer.*

*Index terms: Arbuscular mycorrhizal fungi, no-tillage system.*

### Comunicado Técnico, 134

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:

**Embrapa Cerrados**

Endereço: BR 020 Km 18 Rod. Brasília/Fortaleza

Caixa postal: 08223 CEP 73310-970

Fone: (61) 3388-9898 Fax: (61) 3388-9879

sac@cpac.embrapa.br

Impresso no Serviço Gráfico da Embrapa Cerrados

1ª edição

1ª impressão (2007): 200 exemplares

Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento



### Comitê de publicações

Presidente: José de Ribamar N. dos Anjos

Secretária Executiva: Maria Edilva Nogueira

### Expediente

Supervisão editorial: Fernanda Vidígal C. de Miranda

Revisão de texto: Fernanda Vidígal C. de Miranda

Editoração eletrônica: Wellington Cavalcanti

Impressão e acabamento: Divino Batista de Souza

Jaime Arbués Carneiro