

## Importância da Micorriza Arbuscular para o Cultivo da Soja na Região do Cerrado

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

A soja é uma planta cultivada em grande escala e tem boa adaptabilidade a diferentes solos e condições climáticas. Entretanto, seu potencial produtivo só poderá ser alcançado por meio do manejo cuidadoso do solo e da cultura. Esse aspecto é importante para o cultivo da soja na Região do Cerrado, pois, devido às características de alta acidez e baixa fertilidade de seus solos, é necessário utilizar adequadamente as práticas de correção e de adubação para o cultivo de plantas.

A produtividade da soja nos solos tropicais, como os de Cerrado, pode ser melhorada via aplicação de fertilizantes, sobretudo os fosfatados, pelo uso de espécies e cultivares de plantas que mantêm altas produtividades mesmo com baixo suprimento de fósforo, bem como, pela aplicação de fertilizantes mais eficientes na liberação de fósforo no solo. Outra estratégia importante é o manejo de insumos e culturas vinculado aos processos biológicos como a micorriza.

A micorriza arbuscular é um mecanismo biológico natural que consiste na associação benéfica entre fungos micorrízicos arbusculares com as raízes da maioria das

plantas. Os fungos ocorrem naturalmente nos solos e são compostos por filamentos (hifas) que penetram nas raízes e passam a funcionar como um sistema radicular adicional, ocupando espaços não alcançados por elas. Essa associação aumenta a capacidade de as plantas absorver nutrientes do solo, em especial, o fósforo, melhorando sua resposta aos fertilizantes e corretivos, e beneficiando seu crescimento e produção. Portanto, um percentual significativo do crescimento e da produtividade da cultura depende da presença dos fungos micorrízicos arbusculares no solo e da sua colonização radicular nas plantas. Essa contribuição da micorriza varia em função do nível de fertilidade do solo, das espécies de fungos e da dependência micorrízica da própria cultura.

Verificando-se os dados de pesquisa, constata-se que a dependência micorrízica da soja é, em geral, elevada, podendo atingir cerca de 80% ([Tabelas 1 e 4](#)), isto é, até 80% do crescimento da soja pode depender da associação dessa cultura com os fungos micorrízicos arbusculares. Mesmo em solo corrigido e adubado, em que se pode esperar menor eficiência da micorriza arbuscular devido à alta disponibilidade de fósforo, sua

<sup>1</sup> Biol., Ph.D., Embrapa Cerrados, jeanne@cpac.embrapa.br

<sup>2</sup> Eng. Agrôn., Ph.D., Embrapa Cerrados, leo@cpac.embrapa.br

participação no crescimento das plantas de soja pode ser observada. Na Tabela 2, pode-se comprovar que o crescimento de duas variedades de soja, em condições adequadas de acidez e de alta fertilidade do solo, ainda foi cerca de 20% maior na presença dos fungos micorrízicos arbusculares nativos. Observa-se que a produção de matéria seca das plantas, com micorriza, assim como os teores de fósforo e de nitrogênio foram maiores do que das plantas sem micorriza.

**Tabela 1.** Produção de matéria seca (MS) e dependência micorrízica de soja (DM), com (CM) e sem (SM) inoculação do fungo micorrízico arbuscular, *Glomus etunicatum* (Becker & Gerdemann), cultivada em Latossolo Vermelho com 4,5 t/ha de calcário e 200 kg/ha de  $P_2O_5$ . Solo sem fungos micorrízicos arbusculares nativos.

Tratamentos	MS, g/vaso	DM%
CM	6,78	77
SM	1,54	

DM = (MSCM - MSSM)/MSCMx100.

Fonte: Dados adaptados de [Miranda & Miranda, 1997](#).

**Tabela 2.** Produção de matéria seca (MS) e teores de fósforo (P) e nitrogênio (N) nas plantas de duas variedades de soja, cultivadas em Latossolo Vermelho com pH de 5.9 e teor de fósforo de 26 mg/kg de P, no campo, com (CM) e sem (SM) a presença de fungos micorrízicos arbusculares.

Variedades de Soja	MS, g/vaso		P, g/kg		N, g/kg	
	CM	SM	CM	SM	CM	SM
Milena	5.78	4.70	1.87	0.78	23	20
Conquista	5.48	4.70	1.72	0.81	24	19
Médias	5.62	4.70	1.79	0.79	23	19

Fonte: Miranda, J.C.C. & Souza, P.I.M.

No campo, têm sido observados aumentos de cerca de 200 kg/ha de grãos de soja em função da micorriza arbuscular ([Miranda & Miranda, 1997](#)). Além disso, em solo com baixa população nativa de fungos micorrízicos arbusculares, houve efeito residual da inoculação inicial de uma espécie de fungo micorrízico na produtividade da soja, no segundo ano de cultivo, com acréscimo de 150 kg/ha de grãos (Tabela 3). A espécie inoculada foi ainda mais eficiente para as duas culturas utilizadas na rotação do que as espécies nativas presentes no solo.

**Tabela 3.** Produção de grãos de sorgo e soja no campo, no Latossolo Vermelho adubado com 200 kg/ha de  $P_2O_5$ , com população nativa de fungos micorrízicos arbusculares e inoculado com o fungo *Glomus etunicatum* (Becker & Gerdemann) no primeiro cultivo com sorgo.

Fungos micorrízicos arbusculares	Produção de grãos, kg/ha	
	Sorgo (1º ano)	Soja (2º ano)
Nativos	1052	1778
Nativos + Inoculado	1256	1932

Fonte: Dados adaptados de [Miranda & Miranda, 1997](#).

Por meio da pesquisa verifica-se, também, que a micorriza arbuscular interage com outros microrganismos do solo que beneficiam o crescimento da soja, como o rizóbio. Este, na presença da micorriza arbuscular, pode favorecer ainda mais o crescimento da soja (Tabela 4), e, a própria adubação nitrogenada pode ser mais eficiente na presença da micorriza. A produção de matéria seca e a dependência micorrízica da soja são altas em ambas as condições, mas é maior na presença do rizóbio.

**Tabela 4.** Produção de matéria seca (MS) e dependência micorrízica (DM) de soja em solo com pH de 5.9 e teor de fósforo de 5 mg/kg de P. Plantas inoculadas com rizóbio ou adubadas com nitrogênio na presença (CM) e na ausência (SM) da micorriza arbuscular.

Micorriza	MS, g/vaso (DM, %)	
	Inoculação Rizóbio	Adubação Nitrogenada
CM	7.67 (80)	6.89 (64)
SM	1.50	2.47

DM = (MSCM - MSSM)/MSCMx100.

Fonte: Dados adaptados de [Miranda & Miranda, 1997](#).

Para o cultivo da soja e de leguminosas, em geral, essa relação entre os fungos micorrízicos arbusculares e o rizóbio é de grande importância, pois, a eficiência da fixação biológica do nitrogênio depende de um balanço nutricional adequado na planta, principalmente, do fósforo. Em condições de deficiência de fósforo, as plantas de soja apresentam baixa nodulação e baixa fixação do nitrogênio atmosférico, a menos que suas raízes estejam colonizadas por fungos micorrízicos arbusculares ([Tabela 5](#)) ou que o solo tenha sido adubado com elevadas doses de fósforo.

**Tabela 5.** Produção de matéria seca (MS) da parte aérea, nódulos na raiz e atividade de redução da nitrogenase (ARA) de plantas de soja, na presença (CM) e na ausência (SM) da micorriza arbuscular e cultivadas em solo com pH de 5.9 e teor de fósforo de 5 mg/kg de P.

Micorriza	MS g/vaso	Nódulos		ARA µmoles/planta/hora
		Número n°/planta	Peso mg/planta	
		CM	4.2	
SM	1.5	37	12	1,4

Fonte: Dados adaptados de [Oliveira, 1998](#).

Além disso, a condição micorrízica da soja influencia a competição entre estirpes eficientes de rizóbio pela ocupação dos nódulos nas raízes. Foi constatado o favorecimento da simbiose micorrízica (Tabela 6) na ocupação de nódulos pelas estirpes de rizóbio (*Bradyrhizobium japonicum*), CPAC 7 e CPAC 15 em detrimento da estirpe 29W (*Bradyrhizobium elkanii*). Esse aspecto é vantajoso, pois, beneficia as estirpes CPAC 7 e CPAC 15 que são mais eficientes para a soja em solos de Cerrado ([Vargas et al., 1992](#)), enquanto a 29W considerada menos eficiente, já se encontra estabelecida no solo e apresenta alta competitividade.

**Tabela 6.** Serogrupos de estirpes de rizóbio inoculadas, nos nódulos em raízes de soja, cultivada em solo com pH de 5.9 e teor de fósforo de 5 mg/kg de P, na presença (CM) e na ausência (SM) da micorriza arbuscular. Solo com estirpe 29W preestabelecida no solo.

Estirpe inoculada <sup>1</sup>	Micorriza	Serogrupos (%)		
		29W	CB 1809	566
CPAC 7	CM	48	51	0
	SM	56	34	0
CPAC 15	CM	34	0	66
	SM	48	11	41

<sup>1</sup> A estirpe CPAC 7 pertence ao serogrupo CB 1809 e a estirpe CPAC 15, ao serogrupo 566.

Fonte: Dados adaptados de [Oliveira, 1998](#).

Na agricultura, o cultivo de plantas envolve a utilização de práticas agronômicas, visando à obtenção de retornos econômicos de todos os insumos aplicados no sistema de produção. Como a multiplicação dos fungos micorrízicos arbusculares pode ser afetada por práticas como calagem, adubação fosfatada e rotação de culturas, é importante que estas sejam utilizadas, adequadamente, de modo que favoreçam a população dos fungos no solo e a atividade

da simbiose micorrízica, em especial, em situações em que a população nativa é deficiente. Por sua vez, esses fungos podem alterar a resposta das plantas aos insumos utilizados. Analisando-se dados de pesquisa, observa-se, por exemplo, alteração no número de esporos no solo e na resposta da soja ao calcário (Tabela 7) e ao adubo fosfatado (Tabela 8) aplicados ao solo, devido à ocorrência da simbiose. A produção de matéria seca da soja foi maior na presença da micorriza, mostrando que esses insumos são mais bem aproveitados pela planta de soja quando ela apresenta a micorriza em suas raízes.

**Tabela 7.** Número de esporos no solo e produção de matéria seca de soja em função de doses de calcário em solo Glei Pouco Húmico e da presença (CM) e ausência (SM) de fungos micorrízicos arbusculares nativos. Solo coletado depois do cultivo de soja no campo.

Calcário, t/ha	Esporos, n°/50 g	Matéria seca, g/planta	
		CM	SM
0	72	1,4	0,5
2	131	2,8	1,5
4	187	3,4	2,1
6	105	3,2	2,9
8	96	3,3	2,9

Fonte: Dados adaptados de [Miranda & Miranda, 1997](#).

**Tabela 8.** Matéria seca de soja em resposta a doses crescentes de fósforo (superfosfato triplo) em Latossolo Vermelho, na presença (CM) e na ausência (SM) do fungo micorrízico arbuscular *Glomus etunicatum* (Becker & Gerdemann).

Micorriza	Doses de fósforo, mg/dm <sup>3</sup>					
	0	3	9	15	21	27
	Matéria seca, g/vaso					
CM	2,2	3,5	4,0	5,8	7,9	9,2
SM	3,0	3,0	3,0	2,9	2,8	3,2

Fonte: Dados adaptados de [Rein & Miranda, 1995](#).

No solo natural de Cerrado, a população dos fungos micorrízicos arbusculares é baixa e aumenta de forma gradativa com o cultivo de plantas. Essas apresentam diferentes graus de dependência micorrízica e, em consequência, podem alterar a quantidade de estruturas dos fungos micorrízicos arbusculares no solo.

A rotação de culturas pode favorecer a multiplicação dos fungos micorrízicos no solo e estimular a formação da micorriza e seus efeitos nas plantas ([Miranda et al., 2001](#)).

Portanto, é importante que essa prática seja bem executada para beneficiar a atividade da simbiose micorrizica, sobretudo, no solo com população nativa deficiente em número de esporos e em número de espécies como os solos de Cerrado recém-abertos.

A inclusão de culturas dependentes da micorriza arbuscular, no sistema de rotação, pode causar aumento no potencial de inóculo do solo e na formação, desenvolvimento e eficiência da micorriza, beneficiando a produção da cultura subsequente. Na rotação soja/milho, por exemplo, o cultivo prévio do milho favorece o aumento da colonização radicular da soja pelos fungos micorrízicos arbusculares (Tabela 9).

**Tabela 9.** Colonização radicular da soja por fungos micorrízicos arbusculares nativos, em Latossolo Vermelho, antes e depois do cultivo de milho.

Culturas (Ano de cultivo)	Colonização radicular, %
Soja (1993)	38
Milho (1994)	83
Soja (1995)	61

Fonte: Dados adaptados de [Vilela et al., 1999](#).

Outras culturas como os adubos verdes (mucuna, crotalária, feijão-de-porco, guandu, girassol, milheto, mamona) e forrageiras (estilosantes, andropogon) também apresentam elevado grau de dependência micorrizica. Quando utilizadas em rotação, aumentam a população dos fungos micorrízicos nativos no solo e beneficiam os cultivos subsequentes, como a soja, proporcionando aumentos em sua produtividade.

Por sua vez, a inclusão na rotação de culturas pouco ou não dependentes da micorriza arbuscular, como o arroz e o nabo forrageiro, podem causar redução no potencial de inóculo do solo e diminuir a produtividade da cultura subsequente. Recomenda-se evitar o uso contínuo dessas culturas no sistema de produção, intercalando-as entre culturas mais dependentes (Miranda & Miranda, 2001).

Rotações com diferentes culturas são necessárias para melhorar, inclusive, a composição qualitativa da comunidade de fungos micorrízicos arbusculares. Observou-se, por exemplo, que a rotação soja/milho multiplicou mais espécies de fungos micorrízicos arbusculares presentes no solo (Tabela 10), aumentando, as possibilidades de uma associação micorrizica mais eficiente para a soja.

**Tabela 10.** Espécies de fungos micorrízicos arbusculares em Latossolo Vermelho natural e depois de cinco anos de cultivo com soja e milho em rotação, na seqüência soja/soja/milho/soja/milho.

Uso da terra	Espécies FMA <sup>1</sup>
Cerrado natural	Asp. Lsp. Csp.
Lavoura - rotação soja/milho	Asp. Lsp. Csp. Gsp. Esp.

<sup>1</sup> Espécies de fungos MA: Asp. = *Acaulospora* sp. (*A. scrobiculata* (Trappe), *A. mellea* (Spain & Schenck), *A. tuberculata* (Janos & Trappe)); Csp. = *Scutellospora* sp. (*S. biornata* (Spain, Sieverding & Toro), *S. cerradensis* (Spain & Miranda), *S. pellucida* (Nicolson & Schenck), *S. reticulata* (Koske, Miller & Walker)); Lsp. = *Glomus* sp. (*G. occultum* (Walker), *G. clarum* (Nicolson & Schenck)); Gsp. = *Gigaspora* sp. (*G. gigantea* (Nicolson & Gerdemann), *G. margarita* (Becker & Hall)); Esp. = *Entrophospora* sp. (*E. colombiana* (Spain & Schenck)).

Fonte: Dados adaptados de [Vilela et al., 1999](#).

Conclui-se que, no manejo de sistemas de produção com soja, devem ser consideradas todas as práticas agrícolas que permitam a manutenção e o funcionamento do sistema micorrizico como, a correção da acidez do solo (pH entre 5,6 e 6,2) e a adubação adequada. Recomenda-se, também, o emprego de plantas dependentes da micorriza no sistema de rotação, garantindo os efeitos benéficos da simbiose no crescimento das plantas de soja e na sua produtividade. Além de serem obtidos maiores retornos econômicos dos insumos usados, as condições ambientais e a sustentabilidade do solo são preservadas.

## Referências Bibliográficas

- MIRANDA, J. C. C.; MIRANDA, L. N. Micorriza Arbuscular. In: VARGAS, M. A.; HUNGRIA, M. (Ed). **Biologia dos solos dos Cerrados**. Brasília: EMBRAPA-CPAC, 1997. 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: EMBRAPA-CPAC, 2001. 3 p. (EMBRAPA-CPAC. Comunicado Técnico, 42).
- OLIVEIRA, R. S. **Alterações na dinâmica da competição entre estirpes de rizóbio pelos sítios de nodulação nas raízes de soja e suas conseqüências no crescimento da planta causadas por fungo micorrizico arbuscular**. 1998. 75 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Brasília, Brasília, 1998.
- REIN, T. A.; MIRANDA, J. C. C. Variação na resposta à micorriza arbuscular em função da granulometria do fertilizante fosfatado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 25., 1995, Viçosa. **Resumos expandidos**: volume 1. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1995, p.415-417.

VARGAS, M. A. T.; MENDES, I. C.; SUHET, A. R.; PERES, J. R. R. **Duas novas estirpes de rizóbio para inoculação da soja**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC 1992. 3 p. (EMBRAPA-CPAC. Comunicado Técnico 62).

VILELA, L.; MIRANDA, J. C. C.; SHARMA, R. D.; AYARZA, M. A. **Integração Lavoura-Pecuária: atividades desenvolvidas pela Embrapa Cerrados**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 1999. 31 p. (Embrapa Cerrados. Documentos, 9).

## The Importance of Arbuscular Mycorrhiza for Soybean Cropping in the Cerrado Soils

**Abstract** - Soybean is highly dependent on arbuscular mycorrhiza for its optimum growth. Its cultivation in cerrado soils requires soil and culture management as soil liming and fertilization and crop rotation. Though, higher plant growth and grain yield is attained and applied inputs are better used when the soybean plants are mycorrhizal. The adequate rotational crop sequence improves the native population of those fungi in the soil, in quantity and quality, by favoring the re-establishment of species efficient for the crop. Besides, the mycorrhizal fungi interacts with rhizobia and also interferes in the biological nitrogen fixation process. Mycorrhiza contribution to soybean growth and production occurs even in soils well fertilized, resulting in higher productivity.

*Index terms:* soybean, arbuscular mycorrhizal fungi.

### Comunicado Técnico, 75

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA,  
PECUÁRIA E ABASTECIMENTO



Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:  
**Embrapa Cerrados**  
Endereço: BR 020 Km 18 Rod. Brasília/Fortaleza  
Caixa postal: 08223 CEP 73301-970  
Fone: (61) 388-9898  
Fax: (61) 388-9879  
E-mail: sac@cpac.embrapa.br

1ª edição  
1ª impressão (2002): 100 exemplares

### Expediente

**Supervisão editorial:** Nilda Maria da Cunha Sette.  
**Revisão de texto:** Maria Helena Gonçalves Teixeira  
**Editoração eletrônica:** Leila Sandra Gomes Alencar.  
**Impressão e acabamento:** Divino Batista de Souza  
Jaime Arbués Carneiro.