

COMISSÃO III - BIOLOGIA DO SOLO

INFLUÊNCIA DE ENDOMICORRIZAS NATIVAS DO CERRADO NO CRESCIMENTO DE PLANTAS ⁽¹⁾

S. M. SANO ⁽²⁾

RESUMO

Foi conduzido um experimento em casa de vegetação, visando verificar a influência de micorrizas vesículo-arbusculares nativas na absorção de fósforo pelas plantas e no rendimento de matéria seca. As espécies *Glomus clarum*, *Gigaspora* sp. e *Gigaspora gigantea*, isoladas de culturas de capim-braquiária, mandioca e soja-mandioca, respectivamente, foram multiplicadas em solo esterilizado tendo como planta hospedeira o capim-braquiária. Foram aplicados 5g de inóculo (raiz + solo + esporos) por planta de capim-braquiária, soja e sorgo, cultivados em vasos contendo uma mistura de solo e areia esterilizados, na proporção de 1:1, utilizando-se três plantas por vaso com três repetições. O rendimento de matéria seca do capim-braquiária, com quarenta e cinco dias, e da soja e do sorgo, com sessenta dias de crescimento, aumentou com a inoculação de *Glomus clarum*. O índice de infecção radicular foi superior a 70%. A inoculação com *Gigaspora* sp. elevou o rendimento de matéria seca apenas em soja, apesar de ocorrer um grau de infecção radicular ao redor de 37% em sorgo e em capim-braquiária. A inoculação com *G. gigantea* não afetou o rendimento das culturas testadas e apresentou infecção radicular menor que 10%. A inoculação com *Glomus clarum* favoreceu a quantidade total de N, P, K, Ca e Mg absorvida pelo capim-braquiária, de P e Mg absorvida pelo sorgo, e de K e Ca, pela soja. A inoculação com *Gigaspora* sp. aumentou a quantidade de K e Ca absorvida pela soja, e de P e Mg, pelo sorgo. *G. gigantea* não influiu na absorção de nutrientes. Os resultados demonstram diferenças na eficiência das espécies de micorrizas nativas nos cerrados, com relação à quantidade de nutrientes absorvida e de matéria seca acumulada.

SUMMARY: INFLUENCE OF NATIVE ENDOMYCORRHIZAL FUNGI OF CERRADO ON PLANTS GROWTH

A greenhouse experiment was conducted to evaluate the influence of native vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi in the absorption of phosphate and dry matter production of plants. Spores of *Glomus clarum*, *Gigaspora* sp. and *Gigaspora gigantea* were isolated from signal grass (*Brachiaria decumbens*), cassava, soybeans and cassava and grown in sterilized soils on signal grass to be used as inoculum. Signal grass, soybeans and sorghum were grown on pots with sterilized Dark Red Latosol mixed with an equal proportion of sterile sand. Each pot contained three plants and each plant received 5g of inoculum consisting of roots, spores and soil. There were three reapplications per treatment. Inoculation by *Glomus clarum* increased the dry matter weight of signal grass after a 45-day growth period and soybeans and sorghum after 60 days. Root infection was more than 70%. *Gigaspora* sp. improved dry matter weight only on soybeans, although the percent of root infection in sorghum and signal grass was about 37%. *G. gigantea* did not affect the dry matter production and the root infection of all plant species was less than 10%. *Glomus clarum* improved the total amount of N, P, K, Ca and Mg absorbed by signal grass, P and Mg by sorghum as well as K and Ca by soybeans. *Gigaspora* sp. increased the total amount of K and Ca absorbed by soybeans and Mg by sorghum. *G. gigantea* did not affect the absorption of nutrients. This experiment showed differences in efficiency among native mycorrhizal fungi in Cerrado soil according to nutrient absorption and dry matter accumulation.

(1) Trabalho apresentado no 19º Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, Curitiba (PR), 25 - 30 de julho de 1983. Recebido para publicação em setembro de 1983 e aprovado em fevereiro de 1984.

(2) Pesquisador do Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados (CPAC), Caixa Postal 70.0023 — 73.300 — Planaltina (DF).

INTRODUÇÃO

A ocorrência de endomicorrizas vesículo-arbusculares no solo tem sido detectada através da infecção radicular e, principalmente, pela presença de esporos. Nos trabalhos de Mosse & Bowen (1968), Hayman (1970), Hayman et alii (1975), Abbott & Robson (1977), Hayman & Stovold (1979) e EMBRAPA (1981) ficou demonstrado que a população de esporos varia sazonalmente e de acordo com a cultura.

Thomazini (1972) demonstrou a presença de infecção por fungos endomicorrizicos em muitas espécies vegetais mediante a anatomia das raízes de diversas plantas nativas do Cerrado, explicando que as condições de alta luminosidade e solos arenosos de baixa fertilidade seriam ideais para o desenvolvimento do fungo. Após o cultivo dos solos, os fungos nativos não desaparecem (EMBRAPA, 1981), mas a sua população sofre modificações, com alterações na predominância de espécies dependendo da cultura.

Hayman & Mosse (1979), assim como Mosse (1977) e Miranda (1982), demonstraram que a introdução de espécies eficientes de fungo no campo aumenta o rendimento de trevo-branco, estilosantes, milho, sorgo e soja. Carling & Brown (1980), porém, trabalhando com soja inoculada com diferentes procedências de fungo da mesma espécie, encontraram resultados diferentes. Caldeira et alii (1983), isolando fungos associados com café, limão-rosa e capim-gordura de diferentes locais e reinoculando-os nas respectivas plantas, obtiveram respostas diversas. Assim, desenvolveu-se a presente pesquisa com o objetivo de avaliar a eficiência de algumas espécies de endomicorrizas nativas associadas com culturas de importância para a região, em três tipos de plantas.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em casa de vegetação com Latossolo Vermelho-Escuro (LE) virgem, autoclavado duas vezes a 100°C, por uma hora, com intervalo de vinte e quatro horas. Foram utilizados vasos contendo 3kg da mistura de solo com areia lavada e autoclavada na proporção de 1:1 obtendo-se uma textura

franco-argilo-arenosa com pH 4,07; 1,6 ppm P; 36 ppm K; 1,3meq/100cm³ Al; 0,30meq/100cm³ Ca + Mg e 1,65% de matéria orgânica. Foram pré-germinadas as sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill), capim-braquiária (*Brachiaria decumbens* Stapf) e sorgo (*Sorghum bicolor* L.), e colocadas três plântulas por vaso. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com três repetições por tratamento.

Para o preparo do inóculo, foram isolados esporos de *Glomus clarum* da cultura de capim-braquiária, *Gigaspora gigantea* da soja e mandioca, e *Gigaspora* sp. da mandioca. Esses esporos foram multiplicados em vasos contendo solo LE e areia, esterilizado e cultivado com capim-braquiária. Após a verificação da presença de esporos provenientes da inoculação inicial, foram utilizados 5g deste solo contendo raízes, esporos e micélios para cada planta testada. Para a testemunha, nada foi inoculado, pois os solos empregados foram os mesmos.

A calagem foi feita com 4,05g de CaCO₃ e 1,95g de MgCO₃ para cada 3kg de solo, incubados por catorze dias na capacidade de campo. Os nutrientes foram adicionados nas seguintes doses por quilograma de solo: 15mg de P (Ca(H₂PO₄)₂·H₂O), 75mg de K (K₂SO₄), 0,25mg de B (Na₂B₄O₇·10H₂O), 1mg de Zn (ZnSO₄·7H₂O) e 0,05mg de Mo (NH₄)₆Mo₇O₂₄·4H₂O. Para as gramíneas, foram colocados 20mg de N(NH₄NO₃). A soja foi inoculada com uma mistura de *Rhizobium japonicum* CPAC 297 e CPAC 25w.

A análise de infecção radicular foi feita através da coloração com azul-de-tripano, pelo método de Philips & Hayman (1970), e calculada a percentagem de infecção pelo método de Giovannetti & Mosse (1980).

Após quarenta e cinco dias de crescimento do capim-braquiária e sessenta dias do sorgo e da soja, foi efetuada a colheita da parte aérea, sendo esse material seco em estufa a 65°C por setenta e duas horas, pesado e moído. A determinação de N foi feita pelo processo kjeldahl, enquanto os teores de Ca + Mg foram determinados por espectrofotometria de absorção atômica, o K por fotometria de chama e o P pelo método de Murphy & Riley (1962).

RESULTADOS

Glomus clarum proporcionou os maiores aumentos no rendimento de matéria seca das três espécies estudadas, bem como maior infecção de raízes (Quadro 1). *Gigaspora* sp. aumentou significativamente a matéria seca da soja, enquanto em braquiária e sorgo não houve diferença, quando comparado com a testemunha. *Gigaspora gigantea* não aumentou o rendimento de matéria seca de nenhuma das espécies e apresentou uma baixa capacidade de infectar as raízes.

Quadro 1. Efeito da inoculação de três espécies de endomicorrizas nativas em sorgo, capim-braquiária e soja cultivadas em mistura de Latossolo Vermelho-Escuro e areia esterilizada. Média de três repetições

Tratamento	Sorgo		Capim-braquiária		Soja	
	Matéria seca	Infecção radicular	Matéria seca	Infecção radicular	Matéria seca	Infecção radicular
	g/vaso	%	g/vaso	%	g/vaso	%
Não inoculado	13,84bc	0	1,28b	0	12,46c	...
<i>G. gigantea</i>	13,24c	7,6	2,05b	2,7	11,73c	...
<i>Gigaspora</i> sp.	17,40ab	38	2,06b	37	14,32b	...
<i>Glomus clarum</i>	18,94a	88	6,40a	90	16,75a	75
CV (%)	12,81		22,24		4,47	

Os valores seguidos da mesma letra (colunas) não diferem significativamente entre si ($P < 0,05$) pelo teste de Duncan.

A percentagem de nitrogênio na matéria seca foi significativamente menor em todas as plantas inoculadas com *Glomus clarum*, quando comparada com a das plantas não inoculadas. Mas, a quantidade total de N absorvido foi dependente da planta hospedeira (Quadros 2, 3 e 4). A quantidade total de P, K, Ca e Mg absorvida pela planta teve variações devidas ao rendimento diferencial de matéria seca, sendo que somente o P absorvido foi significativamente diferente em todas as plantas inoculadas com *Glomus clarum*. Para os outros elementos, as diferenças não foram significativas em pelo menos uma espécie.

DISCUSSÃO

Para obter alta eficiência na associação micorriza-planta, na maioria das vezes, é necessário que haja condições adequadas de luz, temperatura, umidade, nível de P, pH e aeração para maximizar a absorção de nutrientes e o rendimento de matéria seca. Infecções radiculares em torno de 10% podem aumentar significativamente o crescimento das plantas (Sanders et alii, 1977), talvez devido à alta afinidade das hifas com os íons ou à maior velocidade na transferência do P para a planta (Ferguson & Woodhead, 1982).

Quadro 2. Quantidades de nutrientes extraídas por sorgo inoculado com diferentes espécies de endomicorizas VA nativas em mistura de Latossolo Vermelho-Escuro e areia esterilizada. Média de três repetições

Tratamento	N	P	K	Ca	Mg
mg/vaso					
Não inoculado	30,72ab	1,19b	27,40a	4,45a	3,31bc
<i>G. gigantea</i>	33,60a	1,19b	28,24a	3,11a	2,84c
<i>Gigaspora</i> sp.	25,97bc	1,68a	34,00a	4,99a	4,44b
<i>Glomus clarum</i>	21,85c	1,76a	32,21a	6,02a	6,82a
CV (%)	11,53	14,87	13,42	28,27	15,40

As médias seguidas das mesmas letras (colunas) não diferem significativamente ($P < 0,05$) pelo teste de Duncan.

Quadro 3. Quantidades de nutrientes extraídas por capim-braquiária inoculado com diferentes espécies de endomicorizas VA nativas em mistura de Latossolo-Escuro e areia esterilizada. Média de três repetições

Tratamento	N	P	K	Ca	Mg
mg/vaso					
Não inoculado	45,41b	1,77b	37,69b	4,47b	5,75b
<i>G. gigantea</i>	79,00b	2,76b	47,44b	7,28b	7,57b
<i>Gigaspora</i> sp.	69,15b	3,56b	69,09b	6,40b	8,90b
<i>Glomus clarum</i>	134,39a	8,32a	136,62a	18,90a	33,16a
CV (%)	24,99	24,38	27,78	30,24	24,30

As médias seguidas das mesmas letras (colunas) não diferem significativamente ($P < 0,05$) pelo teste de Duncan.

Quadro 4. Quantidades de nutrientes extraídas por soja inoculada com diferentes espécies de endomicorizas VA nativas em mistura de Latossolo Vermelho-Escuro e areia esterilizada. Média de três repetições

Tratamento	N	P	K	Ca	Mg
mg/vaso					
Não inoculado	33,63a	1,12b	12,20c	10,86b	5,07a
<i>G. gigantea</i>	33,55a	1,08b	11,94c	10,69b	5,06a
<i>Gigaspora</i> sp.	28,47a	1,85b	19,85ab	13,95a	4,75a
<i>Glomus clarum</i>	31,15a	2,06a	23,13ab	13,11a	6,02a
CV (%)	10,83	4,28	22,18	6,56	7,39

As médias seguidas das mesmas letras (colunas) não diferem significativamente ($P < 0,05$) pelo teste de Duncan.

Neste experimento, a inoculação com *Gigaspora gigantea* não aumentou o rendimento da matéria seca em nenhuma das plantas testadas, e o índice de infecção radicular foi abaixo de 10%. O inóculo utilizado continha esporos viáveis, pois, concomitantemente ao experimento, foi realizado um teste de viabilidade dos esporos em placas de Petri com papel de filtro umedecido e envolvido com papel alumínio, e apresentou 80% de germinação após dez dias. Apesar de a germinação dos esporos poder ser bastante influenciada pelo meio (Daniels & Trappe, 1980), a não-germinação dos esporos não explica o baixo índice de infecção radicular, uma vez que o inóculo já continha os micélios e as raízes infectadas, que são bastante eficientes para infectar as raízes.

Gigaspora sp. aumentou o rendimento de matéria seca somente em soja, mas isso não significa que, para as outras plantas, não seja eficiente. Noutras condições ou mesmo sob outra forma de inoculação, a resposta talvez seja diferente. Abbott & Robson (1981b) demonstraram que a eficiência do fungo varia com a qualidade do inoculante e com a procedência da espécie do fungo isolado. Cada fungo responde de maneira diferente no aumento da produção de matéria seca, dependendo do estágio de desenvolvimento no qual é utilizado como inoculante. Carling & Brown (1980) mostraram também que, dependendo da procedência da espécie de fungo, este pode responder de maneira diferente para a mesma planta hospedeira.

Glomus clarum foi eficiente para todas as culturas com alta taxa de infecção e acréscimo no rendimento de matéria seca. Segundo Sanders et alii (1977), há uma correlação entre a quantidade de micélio no solo com a percentagem de infecção radicular. A eficiência do fungo endomicorrízico depende, além da boa distribuição do micélio, do tempo em que a hifa permanece efetiva para transportar o nutriente para a planta (Abbott & Robson, 1982) e da patogenicidade latente do fungo (Mosse, 1981). Pelo grau de infecção radicular e pela eficiência na absorção de P, esta espécie parece apresentar grande quantidade de micélio no solo que aumenta a superfície de absorção de nutrientes pelas raízes. Ela forma, porém, esporos em grande quantidade no interior da raiz, abrindo-lhe o córtex. As raízes, portanto, podem tornar-se mais suscetíveis ao ataque de bactérias e outros patógenos, principalmente em solos não esterilizados. Na cultura de braquiária, no Latossolo Vermelho-Amarelo de onde foi isolada, a danificação das raízes, mediante a formação de esporos no seu interior, parece não interferir negativamente no rendimento de matéria seca.

Glomus clarum e *Gigaspora gigantea* não apresentaram especificidade hospedeira em sorgo, soja e capim-braquiária e *Gigaspora* sp. apenas beneficiou a soja; isso não implica que as espécies testadas apresentem o mesmo comportamento em outras condições ou no campo.

Caldeira et alii (1983) obtiveram fungos endomicorrízicos eficientes no aumento da raiz e parte aérea de café, limão-rosa e capim-gordura, isolados da rizosfera dos mesmos em diferentes locais. Abbott & Robson (1981a) obtiveram aumento no rendimento de matéria verde com três das cinco espécies de fungos micorrízicos introduzidos em solos com população alta de fungos nativos, porém maiores benefícios em solo com baixa população. Portanto, um manejo de solo para favorecer a propagação de espécies eficientes poderá contornar o problema de inoculação de endomicorrizas em áreas extensas, diminuindo a quantidade de adubação fosfatada a ser aplicada.

CONCLUSÕES

Gigaspora gigantea não influenciou significativamente no rendimento de matéria seca nem na quantidade de N, P, K, Ca e Mg absorvida por sorgo, soja e capim-braquiária. A baixa infecção radicular (<10%) reflete em pouca presença de micélio no solo, não aumentando a superfície de absorção das raízes.

Glomus clarum aumentou o rendimento de matéria seca e a absorção total de P pelas plantas hospedeiras, devido ao alto grau de infecção radicular e conseqüente aumento da superfície de absorção da raiz.

Gigaspora sp. aumentou o rendimento de matéria seca da soja, cultura da qual fora isolada.

A associação entre as micorrizas vesículo-arbusculares e as espécies de plantas estudadas evidenciam o potencial de maior suprimento de P resultante de maior superfície de absorção das raízes.

AGRADECIMENTOS

Ao Dr. N.C. Schenk, da Universidade da Flórida, pela identificação das espécies de micorriza.

LITERATURA CITADA

- ABBOTT, L. K. & ROBSON, A. D. The distribution and abundance of vesicular-arbuscular endophytes in some Western Australian soils. *Aust. J. Bot.*, Victoria, 25:515-522, 1977.
- ABBOTT, L. K. & ROBSON, A. D. Infectivity and effectiveness of five endomycorrhizal fungi: competition with indigenous fungi in field soils. *Aust. J. Agric. Res.*, Melbourne, 32:621-630, 1981a.
- ABBOTT, L. K. & ROBSON, A. D. Infectivity and effectiveness of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi: effect of inoculum type. *Aust. J. Agric. Res.*, Melbourne, 32:631-639, 1981b.
- ABBOTT, L. K. & ROBSON, A. D. The role of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi in Agriculture and the selection of fungi for inoculation. *Aust. J. Agric. Res.*, Melbourne, 33:389-408, 1982.

- CALDEIRA, S. F.; CHAVES, G.M.; ZAMBOLIM, L. Associação de micorriza vesicular-arbuscular com café, limão-rosa e capim-gordura. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, 18:223-228, 1983.
- CARLING, D. E. & BROWN, M. F. Relative effect of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi on the growth and yield of soybeans. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, Madison, 44:528-532, 1980.
- DANIELS, B. A. & TRAPPE, J. M. Factors affecting spore germination of the VAM fungus, *Glomus epigaeus*. *Mycologia*, New York, 72:456-471, 1980.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados. Relatório anual 1979-1980. Planaltina (DF), 1981. 190p.
- FERGUSON, J. J. & WOODHEAD, S. H. Production of Endomycorrhizal inoculum. A. Increase and maintenance of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. In: SCHENK, N. C., ed. *Methods and principles of mycorrhizal research*. St. Paul, American Phytopathological Society, 1982. p. 47-54.
- GIOVANNETTI, M. & MOSSE, B. An evaluation of techniques to measure vesicular-arbuscular infection in roots. *New Phytol*, Oxford, 84:489-500, 1980.
- HAYMAN, D. S. Endogone spore numbers in soil and vesicular-arbuscular mycorrhiza in wheat as influenced by season and soil treatment. *Trans. Br. Mycol. Soc.*, Londres, 54:53-63, 1970.
- HAYMAN, D. S. & MOSSE, B. Improved growth of white clover in hill grasslands by micorrhizal inoculation. *Ann. Appl. Biol.*, Londres, 93:141-148, 1979.
- HAYMAN, D. S. & STOVOLD, D. E. Spore populations and infectivity of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi in New South Wales. *Aust. J. Bot.*, Victoria, 27:227-233, 1979.
- HAYMAN, D. S.; JOHNSON, A. M.; RUDDLESIDIN, I. The influence of phosphate and crop species on Endogone spores and vesicular-arbuscular mycorrhiza under field conditions. *Pl. Soil*, Hague, 43:489-495, 1975.
- MIRANDA, J. C. C. de. Influência de fungos endomicorrizicos inoculados a campo na cultura de sorgo e soja em um solo de cerrado. *R. bras. Ci. Solo*, Campinas, 6:19-23, 1982.
- MOSSE, B. Plant growth responses to vesicular-arbuscular mycorrhiza X. Responses of *Stylosanthes* and maize to inoculation in unsterile soils. *New Phytol*, Oxford, 78:277-288, 1977.
- MOSSE, B. Vesicular-arbuscular mycorrhiza research for tropical Agriculture. Havai, Institute of Tropical Agriculture and Resources, 1981. 81p. (Research bulletin, 194)
- MOSSE, B. & BOWEN, G. D. The distribution of Endogone spores in some Australian and New Zealand soils and in an experimental field soil at Rothamsted. *Trans. Br. Mycol. Soc.*, London, 51:485-492, 1968.
- MURPHY, J. & RILEY, J. P. A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. *Anal. chim. Acta*. 27:31-36, 1962.
- PHILLIPS, J. M. & HAYMAN, D. S. Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. *Trans. Br. Mycol. Soc.*, London, 55:158-161, 1970.
- SANDERS, F. E.; TINKER, P. B. H.; BLACK, R. L. B.; PALMERLEY, S. M. The development of endomycorrhizal root systems. I. Spread of infection and growth promoting effects with four species of vesicular-arbuscular endophyte. *New Phytol*, Oxford, 78:275-288, 1977.
- THOMAZINI, L. I. Micorriza em plantas do cerrado. Tese de Doutorado. Rio Claro, SP, Faculdade de Filosofia Ciências e Letras, 1972. 185 f.