

03481
CPAC
1986

FL-03481

DOCUMENTOS
Número 20

Abril, 1986



UTILIZAÇÃO DAS MICORRIZAS NA AGRICULTURA



MINISTÉRIO DA AGRICULTURA - MA
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA
Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados - CPAC
Planaltina, DF

Utilização das micorrizas na
1986 FL-03481



79285-1

UTILIZAÇÃO DAS MICORRIZAS NA AGRICULTURA

Jeanne C.C. de Miranda



MINISTÉRIO DA AGRICULTURA - MA

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA

Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados - CPAC

Planaltina, DF

Exemplares deste documento podem ser solicitados ao

CENTRO DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DOS CERRADOS - CPAC
BR 020 - km 18 - Rodovia Brasília-Fortaleza
Caixa Postal 70-0023
73.300 - Planaltina - DF

Tiragem: 1.000

Editor: Comitê de Publicações

José Carlos Sousa Silva

José Luiz Fernandes Zoby

Luiz Carlos B. Nasser - Presidente

Raul Colvara Rosinha - Secretário

Wenceslau J. Goedert

Editoração: Antonio de Pádua Carneiro

Dilermando Lúcio de Oliveira

Revisão bibliográfica: Maria Ferreira de Melo

Composição: Adonias Pereira de Oliveira

Desenho e montagem: Nilda Maria da Cunha Sette

Distribuição: Daniel Venâncio Bezerra

Ficha catalográfica
(Preparada pelo SIDOC do CPAC)

Miranda, J.C.C. de

Utilização das micorrizas na agricultura. Planaltina, EMBRAPA-CPAC, 1986.

16p. (EMBRAPA-CPAC. Documentos, 20).

1. Micorriza - Utilização. 2. Endomicorriza. 3. Ectomicorriza. 4. Micorriza vesicular-arbuscular.
I. Miranda, J.C.C. de. II. Título. III. Série.

CDD 589.2

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	5
CLASSIFICAÇÃO.....	5
ECTOMICORRIZAS.....	6
ENDOMICORRIZAS.....	7
POTENCIALIDADE DE USO DAS ENDOMICORRIZAS NOS CERRADOS.....	10
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	15

UTILIZAÇÃO DAS MICORRIZAS NA AGRICULTURA

Jeanne C.C. de Miranda¹

INTRODUÇÃO

Os microorganismos do solo estão presentes em grande número próximo às raízes das plantas e desempenham um papel importante em numerosos processos fisiológicos, que compreendem a patogenicidade, o saprofitismo e a simbiose.

A simbiose mais amplamente observada entre as plantas é a associação micorrízica, que envolve vários fungos do solo e raízes de plantas superiores.

Esta associação micorrízica, ou micorriza, tornou-se um tema de pesquisa de interesse desde que foi constatada a sua capacidade de proporcionar um aumento da absorção de nutrientes do solo pelas plantas, principalmente do fósforo. As micorrizas não aumentam o teor total de nutrientes no solo, mas permitem que a planta explore melhor as suas reservas. Nos solos de baixa fertilidade, a pouca disponibilidade de fósforo para as plantas implica na sua adição através de fertilizantes fosfatados. Neste caso, espera-se que as micorrizas contribuam para a economia do fósforo na agricultura, através da obtenção de bons rendimentos com níveis moderados de adubação fosfatada.

A presença de associações micorrízicas nas plantas é muito comum em condições naturais do solo. Apenas algumas plantas, como por exemplo, as crucíferaceas, normalmente não formam micorrizas. A maioria das outras plantas, especialmente as de maior importância econômica, como certas espécies florestais e culturas anuais e perenes, formam micorrizas abundantes em suas raízes.

CLASSIFICAÇÃO

Originalmente as micorrizas eram classificadas em ectomicorrizas e endomicorrizas. Através desta classificação mais simples, tentava-se distinguir as micorrizas onde o fungo não penetra nas células

¹ Bióloga, Ph.D.

da planta hospedeira (ecto), daquelas onde o fungo entra nas células e forma estruturas fúngicas dentro das mesmas (endo).

Atualmente, baseando-se principalmente nas diferenças existentes entre tipos de fungos e plantas hospedeiras envolvidas, assim como nas estruturas mais especializadas formadas na associação, a classificação das micorrizas tornou-se mais complexa, destacando-se as seguintes:

- ectomicorriza propriamente dita;
- ectendomicorriza;
- micorriza arbutóideae;
- micorriza monotropaceae;
- micorriza ericaceae;
- micorriza orchidaceae;
- micorriza vesicular-arbuscular.

As quatro primeiras categorias apresentam estruturas características de ectomicorrizas, e as demais apresentam características de endomicorrizas. Na última categoria, a de micorriza vesicular-arbuscular, os fungos são fícomicetos aseptos, pertencentes à família das endogonaceas e à ordem das mucorales. Os tipos de micorrizas restantes envolvem fungos septados dos grupos de basidiomicetos e ascomicetos. Para mais informações sobre a aparência e estabelecimento destes diferentes tipos de micorriza, as descrições detalhadas de Harley (1969) e Harley e Smith (1983) devem ser consultadas.

Neste trabalho dar-se-á mais destaque às endomicorrizas, particularmente a vesicular-arbuscular, fazendo-se apenas uma exposição sucinta sobre as ectomicorrizas.

ECTOMICORRIZAS

As ectomicorrizas se caracterizam principalmente pela formação de uma rede fúngica intercelular (Hartig net) no córtex da raiz. Em geral, esta rede fúngica é distribuída em torno das células corticais primárias das raízes finas, principalmente na região de formação dos pêlos radiculares. Na maioria dos solos, os fungos ectomicorrízicos também formam um manto fúngico em torno da raiz. O micélio exerce funções semelhantes às dos pêlos radiculares e, em decorrência, pode ocorrer uma redução na formação dos mesmos (Marx & Krupa, 1978).

As ectomicorrizas apresentam uma distribuição geográfica e vegetal limitada. Sua ocorrência é predominante em regiões temperadas e frias, e quase que exclusivamente em plantas lenhosas, como as dos gêneros Pinus e Eucalyptus, que também são encontrados no Brasil. Os fungos ectomicorrízicos são essenciais para o crescimento e desenvolvimento destas espécies arbóreas e, conseqüentemente, para um aumento de produtividade das essências florestais. Foi demonstrado conclusivamente que o fungo ectomicorrízico utiliza carboidratos provenientes da planta hospedeira e em troca supre a planta com fósforo.

Além de sua participação na absorção de nutrientes, os fungos ectomicorrízicos protegem as raízes das plantas contra o ataque de microorganismos patogênicos, fisicamente, pela presença da vasta manta hifal que envolve as raízes e, biologicamente, pela formação de uma micorrizosfera antagônica aos patógenos, através da formação de antibióticos (Harley, 1969).

A pesquisa com ectomicorrizas tem sido facilitada devido à sua fácil identificação, ao crescimento imediato da maioria dos fungos em cultura, e à conveniência do uso da manta micelial como material experimental.

O manejo das ectomicorrizas a campo, bem como a produção comercial de inoculante, são ainda fatores limitantes à sua utilização agrônômica em grande escala, porém, estes aspectos vêm sendo estudados por inúmeros pesquisadores no mundo, inclusive no Brasil.

ENDOMICORRIZAS

Este grupo apresenta uma distribuição geográfica e vegetal mais ampla que o anterior. Os fungos responsáveis por este tipo de associação ocorrem na maioria dos solos, principalmente nos solos tropicais de baixa fertilidade, e infectam a maioria das plantas anuais e perenes, incluindo as de maior interesse econômico, como milho, soja, trigo, citrus, café, cacau e outras (Gerdemann, 1975).

Os estudos sobre as endomicorrizas datam de 1849, mas foi a partir dos anos 60 que se tornaram mais extensos, quando se deu início a inúmeros trabalhos sobre a eficiência dos fungos na absorção de nutrientes do solo, particularmente do fósforo (Hayman, 1978; Mosse, 1973a).

No grupo das endomicorrizas distinguem-se três diferentes tipos de associações: as ericaceaeas, as orchidaceaeas e as vesicular-arbusculares. Os fungos envolvidos nos dois primeiros tipos ocorrem apenas nas famílias das ericaceaeas e orchidaceaeas respectivamente. Contudo, apresentam a vantagem de já terem sido isolados e cultivados assepticamente, podendo ser utilizados para os estudos do mecanismo de transferência de nutrientes do fungo ao hospedeiro, e vice-versa.

As endomicorrizas vesicular-arbusculares (MVA) são predominantes no reino vegetal, ocorrendo na maioria das plantas cultivadas e nativas. Sua predominância e sua influência no crescimento das plantas tornaram-nas potencialmente importantes do ponto de vista ecológico e econômico.

Os fungos MVA são simbiotes obrigatórios e dependem totalmente da planta hospedeira para o seu crescimento, porém, podem apresentar habilidades saprofíticas em pequena escala. Apesar de não viverem livremente no solo, colonizam-no extensivamente, tendo por base uma raiz viva, e formam, através das hifas, uma espécie de conexão entre a raiz e o solo (Figura 1).

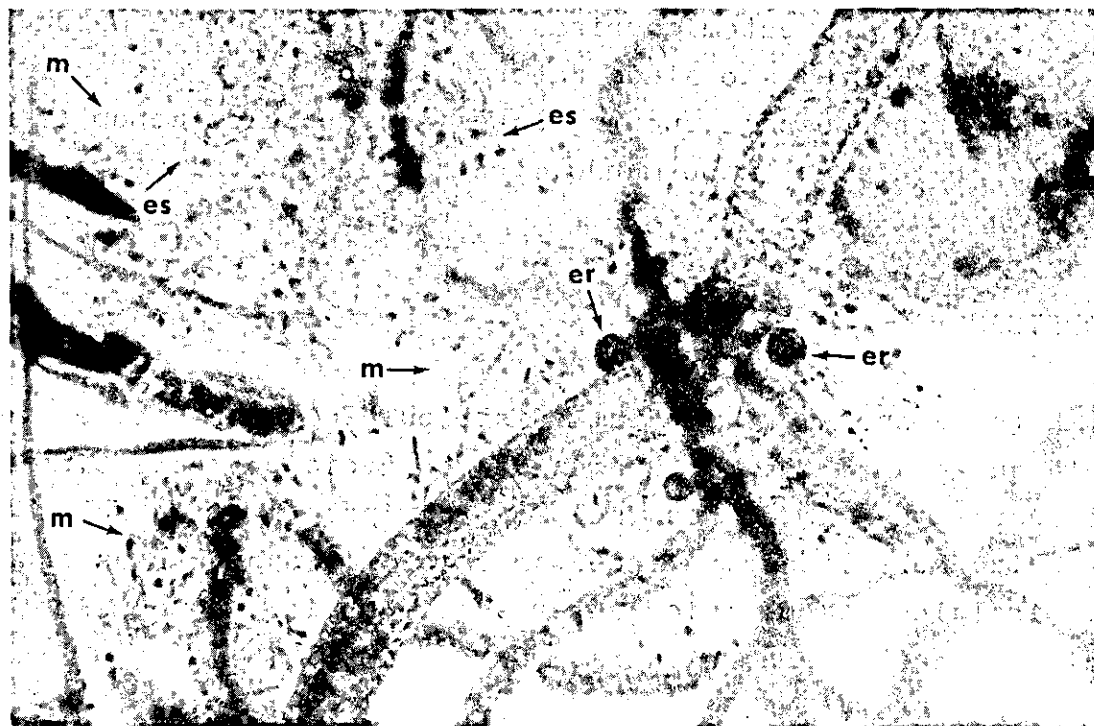


FIG. 1. Raízes de sorgo infectadas com Gigaspora margarita - m = micélio externo; er = esporos de resistência; es = esporos secundários. (Aumento: 10x5).

As raízes das plantas podem ser infectadas através de elementos de propagação do fungo no solo, como os esporos de resistência, micélio ou córtex desprendidos de outras raízes infectadas. A penetração das hifas no tecido cortical é feita através de estruturas morfológicas denominadas apressórias. A infecção atinge o córtex primário das raízes laterais finas, raramente o das raízes suberizadas, e nunca infectam os tecidos vasculares (Figura 2).

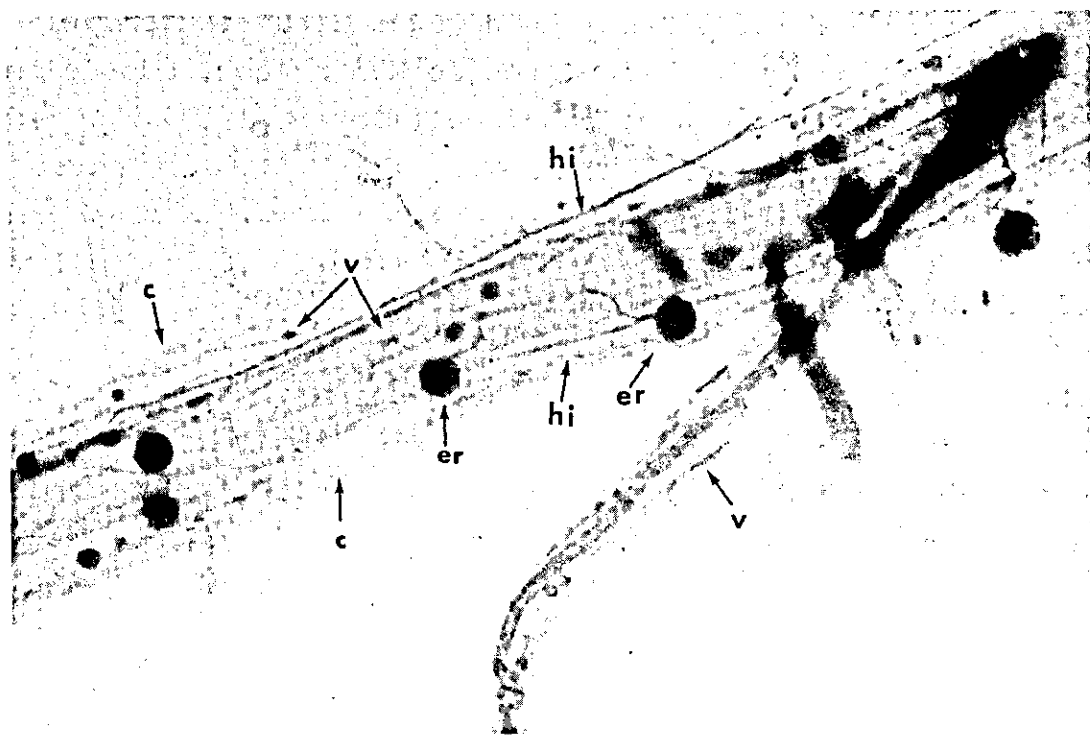


FIG. 2. Fragmento de raiz de sorgo infectada com Gigaspora margarita - er = esporos de resistência; c = córtex; v = vesícula; hi = hifas internas. (Aumento: 10x20).

Dentro da raiz, nos espaços intercelulares da região cortical, as hifas se incham, formando as vesículas. Estas estruturas apresentam um conteúdo oleaginoso, e existem evidências de que funcionam como órgãos armazenadores de substâncias nutritivas. As hifas ramificam-se também intracelularmente e formam os arbúsculos, através dos quais poderia ocorrer a transferência de nutrientes do fungo para a planta, e vice-versa (Hayman, 1978).

O funcionamento do sistema endomicorrízico pode ser afetado por diferentes fatores, como o fósforo disponível no solo, a planta

hospedeira e a espécie de fungo utilizado. A necessidade nutricional da planta, a geometria de suas raízes e o nível de fertilidade do solo são os fatores mais importantes e determinantes da eficiência da associação endomicorrízica na absorção de nutrientes e crescimento das plantas.

Existem referências sobre a influência da associação endomicorrízica na observação de outros nutrientes, como potássio, zinco, cobre, estrôncio e enxofre. Adicionalmente, foram constatados indícios de que os fungos micorrízicos VA podem mudar as condições hormonais das plantas, podendo afetar a absorção de água e nutrientes pelas mesmas. Recentemente, os efeitos da infecção MVA no conteúdo de metais pesados na planta também têm sido estudado (Tinker, 1984).

POTENCIALIDADE DE USO DAS ENDOMICORRIZAS NOS CERRADOS

Nos solos dos Cerrados, a baixa disponibilidade de fósforo e a alta capacidade de adsorção do mesmo no solo são algumas das limitações mais importantes para o crescimento das plantas. Nesses solos foi observada a ocorrência natural de fungos endomicorrízicos vesicular-arbusculares, principalmente na época das chuvas (Miranda, 1981; Sano, 1984). Esses fungos estariam contribuindo na absorção de fósforo pelas plantas, e o seu manejo adequado poderia melhorar a eficiência de utilização dos fertilizantes fosfatados, solúveis e naturais, aplicados ao solo, permitindo a obtenção de bons rendimentos.

Os fungos endomicorrízicos não solubilizam o fosfato aplicado no solo (Mosse, 1973b), mas permitem que as plantas associadas a eles absorvam mais fósforo, através da exploração de um maior volume de solo (Hayman & Mosse, 1972) e, provavelmente, através do aumento de sítios de absorção de maior afinidade por este nutriente nas raízes micorrízicas (Cress et al. 1979).

Em um levantamento a campo, em solo Latossolo Vermelho-Escuro argiloso, observou-se a ocorrência de fungos endomicorrízicos nativos em diversas culturas, como soja, milho, mandioca, citrus e braquiária (EMBRAPA, 1982). A percentagem de infecção das raízes e o número de esporos dos fungos no solo foi variável entre as diversas culturas. Estas diferenças podem estar vinculadas ao desenvolvimento do sistema radicular ou à maior dependência da planta, em relação à micorriza,

para a sua nutrição. A mandioca, por exemplo, é uma cultura altamente dependente da associação endomicorrízica para a absorção de nutrientes (Yost & Fox, 1979).

Apesar da ocorrência da população nativa nos solos de Cerrados estudados, a introdução de espécies exóticas poderia resultar no aumento da eficiência da associação endomicorrízica. As espécies introduzidas poderiam ser melhor adaptadas às mudanças das condições do solo, como pH, nível nutricional e umidade. Anteriormente, a inoculação com espécies exóticas era realizada apenas em solos esterilizados, devido a dúvidas quanto ao seu estabelecimento e persistência em solo natural, em competição com os fungos nativos. Experimentos realizados em casa de vegetação, com sorgo (Figura 3), em um solo Latossolo Vermelho-Escuro (LE) argiloso, com baixa disponibilidade de fósforo, demonstram que a inoculação de espécies exóticas no solo natural pode ter efeito benéfico no crescimento e na produção das plantas (Miranda et al. 1984).



FIG. 3. Plantas de sorgo, inoculadas e não inoculadas com Glomus macrocarpus, em solo natural, adubado com 25 mg P/kg de solo com fosfato monocálcico.

Em condições de campo, em solo LE, Miranda et al. (1982) cultivaram sucessivamente sorgo cv. BR 300 e soja cv. IAC-2, inoculados com duas espécies exóticas de fungos endomicorrízicos, em dois níveis de adubação, feita a lanço, com superfosfato simples (Figura 4).

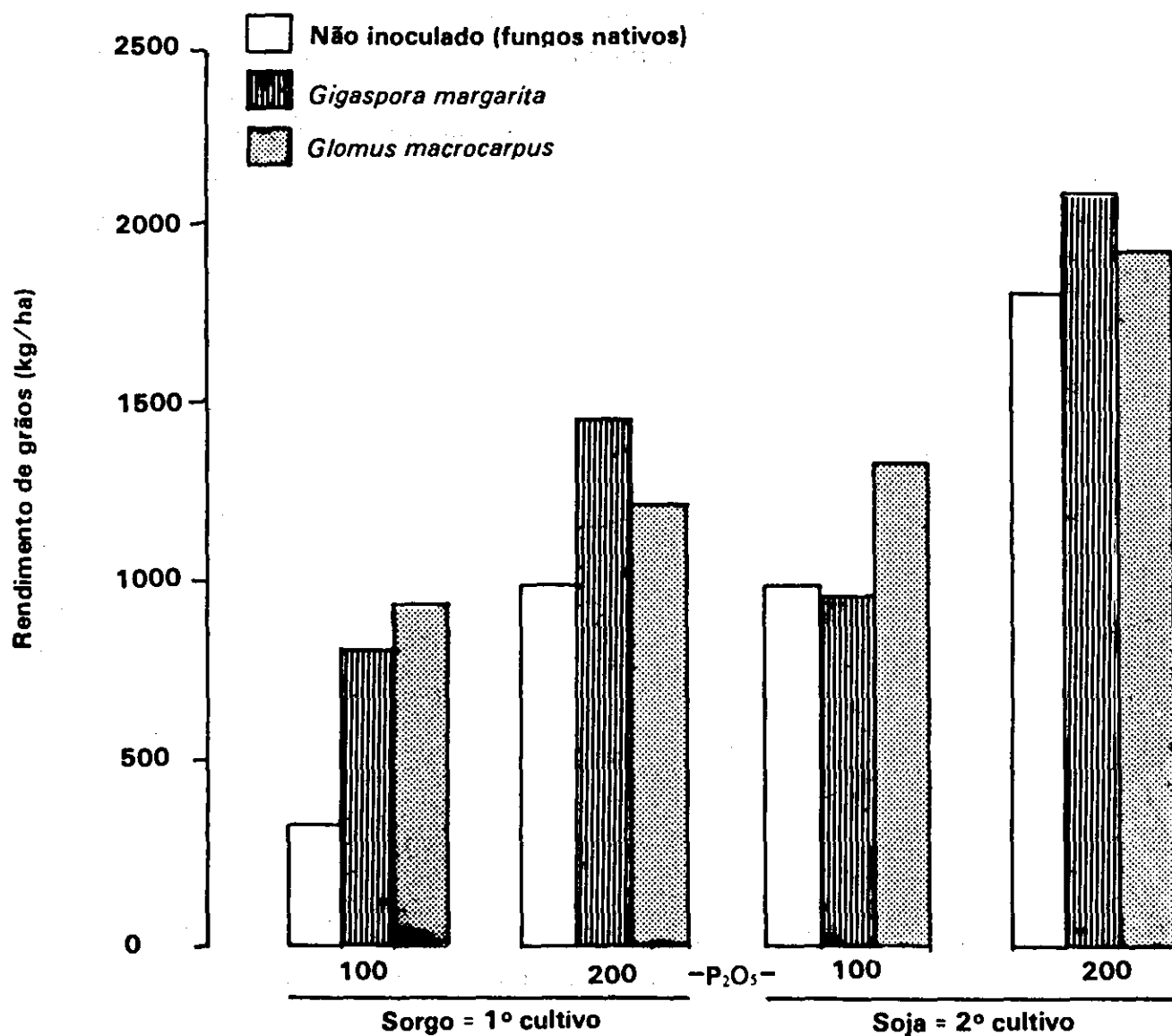


FIG. 4. Rendimento de grãos de sorgo cv. BR 300 e soja cv. IAC-2, cultivados em um solo Latossolo Vermelho-Escuro, adubado com 100 e 200 kg P₂O₅/ha, com superfosfato simples, não inoculados e inoculados com duas espécies de fungos endomicorrízicos.

No primeiro cultivo, com sorgo, foram obtidos acréscimos no rendimento de grãos em presença das espécies Gigaspora margarita e Glomus macrocarpus, nos dois níveis de adubação fosfatada (100 e 200 kg de P_2O_5 /ha). No segundo cultivo, com soja, obteve-se um acréscimo de rendimento apenas em presença de Glomus macrocarpus, na dose de 100 kg de P_2O_5 /ha, enquanto que na dose de 200 kg de P_2O_5 /ha, ambos os fungos exóticos propiciaram maior rendimento de grãos.

Na Figura 4, pode-se ainda visualizar que as duas espécies introduzidas tiveram comportamento semelhante em relação ao sorgo e à soja. O rendimento obtido, quando se inoculou Glomus macrocarpus, foi sempre maior no nível de adubação de 100 kg de P_2O_5 /ha, enquanto que com Gigaspora margarita o rendimento foi maior no nível de 200 kg de P_2O_5 /ha. Estes dados evidenciam um comportamento diferente de cada espécie, em relação à dose de adubação fosfatada utilizada.

Os resultados obtidos até o momento demonstraram a grande potencialidade de utilização das associações endomicorrízicas para uma maior absorção de fósforo pelas plantas. Entretanto, a quantidade de inoculante a ser utilizada constitui uma limitação à sua expansão para grandes áreas. Além disso, existem alguns aspectos que necessitam de estudos mais aprofundados, como métodos de inoculação a campo, identificação de associações específicas eficientes, manejo de solos e plantas e produção de inoculantes.

A produção de inoculantes de fungos endomicorrízicos em meios artificiais é limitada pela dificuldade de isolamento dos fungos MVA, devido à sua condição de simbiontes obrigatórios. Atualmente, a técnica de produção mais utilizada é a cultura em vasos, onde os esporos e micélios produzidos, as raízes infectadas, e o próprio solo seriam utilizados como inoculantes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CRESS, W.A.; THRONEBERRY, G.O. & LINDSEY, D.L. Kinetics of phosphorus absorption by mycorrhizal and non mycorrhizal tomato roots. Plant Physiol., 64:484-7, 1979.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados, Planaltina, DF. Relatório técnico anual 1980-1981. Planaltina, 1982. 163p.
- GERDEMANN, J.N. Vesicular-arbuscular mycorrhizae. In: TORREY, G.D. & CLARKSON, D.T., ed. The development and function of roots. London, Academic Press, 1975. p.575-91.
- HARLEY, J.L. The biology of mycorrhiza. 2.ed. London, Leonard Hill, 1969. 334p.
- HARLEY, J.L. & SMITH, S.E. Mycorrhizal symbiosis. New York, Academic Press, 1983. 483p.
- HAYMAN, D.S. Endomycorrhizae. In: DOMMERGUES, Y.R. & KRUPA, S.V., ed. Interactions between non-pathogenic soil microorganisms and plants. Amsterdam, Elsevier, 1978. p.401-42.
- HAYMAN, D.S. & MOSSE, B. The role of vesicular-arbuscular mycorrhiza in the removal of phosphorus from soil by plant roots. Rev.Écol. Biol.Soil., 9(3):463-70, 1972.
- MARX, D.H. & KRUPA, S.V. Ectomycorrhizae. In: DOMMERGUES, Y.R. & KRUPA, S.V., ed. Interactions between non-pathogenic soil microorganisms and plants. Amsterdam, Elsevier, 1978. p.373-400.
- MIRANDA, J.C.C. Ocorrência de fungos endomicorrízicos nativos em um solo de cerrado do Distrito Federal e sua influência na absorção de fósforo por Brachiaria decumbens stapf. R.Bras.Ci.Solo, 5(2):102-5, 1981.
- MIRANDA, J.C.C. Influência de fungos endomicorrízicos inoculados a campo na cultura de sorgo e soja em um solo sob Cerrado. R.Bras. Ci.Solo, 6:19-23, 1982.
- MIRANDA, J.C.C.; SOUSA, D.M.G. & MIRANDA, L.N. Influência de fungos endomicorrízicos vesículo-arbusculares na absorção de fósforo e no rendimento de matéria seca de plantas de sorgo. R.Bras.Ci.Solo, 8:31-6, 1984.
- MOSSE, B. Advances in the study of vesicular-arbuscular mycorrhiza. Ann.Rev.Phytopathol., 11:171-96, 1973a.
- MOSSE, B. The role of mycorrhiza in phosphorus solubilization. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON GLOBAL IMPACTS OF APPLIED MICROBIOLOGY, 4, São Paulo, SP, 1973. Proceedings... São Paulo, 1973. p.543-61.

- SANO, S.M. Influência de endomicorrizas nativas do cerrado no crescimento de plantas. R.Bras.Ci.Solo, 8:25-9, 1984.
- TINKER, P.B. The role of microorganisms in mediating and facilitating the uptake of plant nutrients from soil. In: TINSLEY, J.Y. & DARBYSHIRE, J.F., ed. Biological processes and soil fertility. The Hague, Martines Nyhoff W. Junk Publishers, 1984. p.77-91.
- YOST, R.S. & FOX, R.L. Contribution of mycorrhizae to P nutrition of crops growing on an Oxisol. Agron. J., 71:903-8, 1979.