



**Efeito de micorrizas arbusculares
sobre o crescimento e nutrição
mineral de *Brachiaria brizantha* c.v.
Marandu.**

República Federativa do Brasil

Presidente
Fernando Henrique Cardoso

Ministério da Agricultura e do Abastecimento

Ministro
Arlindo Porto Neto

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

Presidente
Alberto Duque Portugal

Diretores
Dante Daniel Giacomelli Scolari
Elza Angela Battaglia Brito da Cunha
José Roberto Rodrigues Peres

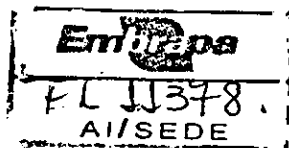
Centro de Pesquisa Agroflorestal de Rondônia

Chefe Geral
Nelson Ferreira Sampaio

Chefe Adjunto Administrativo
Calixto Rosa Neto

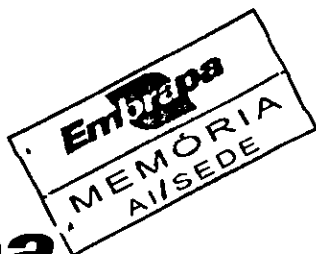
Chefe Adjunto Técnico
Francelino Goulart da Silva Netto

Chefe Adjunto de P & D
Victor Ferreira de Souza



Efeito de micorrizas arbusculares sobre o crescimento e nutrição mineral de *Brachiaria brizantha* c.v Marandu.

Newton de Lucena Costa
Valdinei Tadeu Paulino
Rogério S. Correa da Costa



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro de Pesquisa Agroflorestal de Rondônia
Ministério da Agricultura e do Abastecimento*

Exemplares desta publicação podem ser solicitados à:
Embrapa Rondônia
BR 364, KM 5,5, Caixa Postal 406
Telefones: (069) 222-1985 e 222-3080
CEP 78.900-970 - Porto Velho-RO

Tiragem: 500 exemplares

Comitê de Publicações

César Augusto Domingues Teixeira - Presidente
Claudio Ramalho Townsend
João Avelar Magalhães
Vicente de Paulo Campos Godinho
Samuel José de Magalhães Oliveira
Victor Ferreira de Souza

Normalização: Tânia Maria Chaves Campêlo
Editoração eletrônica: João Porto Cardoso Júnior (estagiário)
Revisão gramatical: Wilma Inês de França Araújo

COSTA, N. de L.; PAULINO, V.T.; COSTA, R.S.C. da. **Efeito de micorrizas arbusculares sobre o crescimento e nutrição mineral de *Brachiaria brizantha* c.v. Marandu.** Porto Velho: EMBRAPA-CPAF Rondônia, 1997. 14p. (EMBRAPA-CPAF Rondônia. Boletim de Pesquisa, 15). †

Brachiaria brizantha; Crescimento; Micorriza arbuscular; Nutrição mineral; Brasil; Rondônia.

CDD 633.2

© EMBRAPA - 1997

Sumário

Resumo	5
Abstract	6
Introdução	6
Material e Métodos	7
Resultados e Discussão	8
Conclusões	12
Referências Bibliográficas	12

Efeito de micorrizas arbusculares sobre o crescimento e nutrição mineral de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu

Newton de Lucena Costa¹
Valdinei Tadeu Paulino²
Rogério S. Correa da Costa¹

Resumo

O efeito da inoculação de micorrizas arbusculares (MA) sobre o crescimento e nutrição mineral de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, foi avaliado sob condições de casa-de-vegetação. Foram avaliadas oito espécies de MA: *Glomus mossaea*, *G. fasciculatum*, *G. etunicatum*, *G. macrocarpum*, *Gigaspora margarita*, *Scutellospora heterogama*, *Acaulospora laevis* e *A. muricata*. A inoculação de MA aumentou significativamente os rendimentos de matéria seca (MS), teores e absorção de fósforo da gramínea. Os maiores rendimentos de MS foram obtidos com a inoculação de *A. muricata* e *S. heterogama*. Plantas inoculadas com *S. heterogama*, *G. etunicatum*, *A. muricata* e *G. margarita* apresentaram os maiores teores de fósforo, enquanto que as maiores quantidades absorvidas de fósforo foram observados com a inoculação de *A. muricata* e *S. heterogama*. As maiores taxas de colonização radicular foram registradas com a inoculação de *A. muricata* e *G. margarita*. As maiores concentrações de nitrogênio foram verificadas com a inoculação de *G. macrocarpum*, *G. etunicatum* e *G. mossaea*. Plantas micorrizadas por *G. etunicatum* apresentaram os maiores teores de cálcio e magnésio, enquanto que as inoculadas com *G. mossaea* proporcionaram o maior teor de potássio.

Palavras-chave: matéria seca, fósforo, nitrogênio, cálcio, magnésio, potássio, colonização radicular

1 - Eng. Agr., M.Sc., Embrapa Rondônia, Caixa Postal 406, CEP 78.900-970, Porto Velho, RO

2 - Eng. Agr., Ph.D., Instituto de Zootecnia, Caixa Postal 60, CEP 13.460-970, Nova Odessa, SP

Effects of arbuscular mycorrhizal inoculation on the growth and mineral nutrition of *Brachiaria brizantha* cv. Marandu

Abstract

The effects of arbuscular mycorrhizal (AM) inoculation - *Glomus mossaea*, *G. fasciculatum*, *G. etunicatum*, *G. macrocarpum*, *Gigaspora margarita*, *Scutellospora heterogama*, *Acaulospora laevis* and *A. muricata* - on dry matter (DM) yields, and phosphorus, nitrogen, calcium, magnesium and potassium contents and uptake of *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, were evaluated under greenhouse conditions. The AM inoculation promoted a significative increments on dry matter (DM) yields and phosphorus contents and uptake. The highest DM yields were observed with the inoculation of *A. muricata* and *S. heterogama*. The fungi more effectives in relation to P concentration were *S. heterogama*, *G. etunicatum*, *A. muricata* and *G. margarita*. The plants inoculated with *A. muricata* and *S. heterogama* exhibited higher phosphorus uptake. The highest percentage of root colonization occurred on plants inoculated with *A. muricata* and *G. margarita*. The higher nitrogen contents were provided for plants inoculated with *G. macrocarpum*, *G. etunicatum* and *G. mossaea*. Plants inoculated with *G. etunicatum* recorded higher calcium and magnesium contents, while those inoculated with *G. mossaea* presented the highest potassium concentration.

Key-words: dry matter yield, phosphorus, nitrogen, calcium potassium, magnesium, root colonization

Introdução

Em Rondônia, a maioria das pastagens são estabelecidas em solos com baixos níveis de nutrientes disponíveis, notadamente o fósforo (P). Ademais, a capacidade de fixação de P nesses solos é alta e quantidades consideráveis devem ser adicionadas para satisfazer os requerimentos nutricionais das plantas forrageiras. Considerando-se os altos custos dos fertilizantes fosfatados, métodos alternativos devem ser buscados, visando um manejo mais econômico e racional destes re-

curtos naturais. Deste modo, os benefícios decorrentes das associações micorrízicas são uma alternativa de grande relevância para aumentar a disponibilidade de P e sua absorção pelas plantas.

As micorrizas arbusculares (MA) são associações simbióticas mutualísticas entre as raízes da maioria das espécies vegetais superiores e certos fungos do solo. A colonização das raízes por MA resulta em modificações na fisiologia, bioquímica e nutrição mineral da planta hospedeira, especialmente no favorecimento da absorção, translocação e utilização de nutrientes e água. São caracterizadas pelo íntimo contacto entre os simbiossomas, pela perfeita integração funcional, além da troca simultânea de metabólitos e nutrientes. Além de aumentar a absorção de P a níveis adequados (Baylis, 1975), a colonização micorrízica comumente resulta em maior crescimento da planta hospedeira e na diminuição nas relações de peso seco da raiz e parte aérea (Sanders, 1975; Smith & Daft, 1978). Do ponto de vista do aproveitamento das forrageiras é interessante que a parte aérea seja a mais desenvolvida possível (Paulino et al., 1986).

Os efeitos positivos da micorrização sobre o crescimento e absorção de fósforo em gramíneas forrageiras dos gêneros *Brachiaria*, *Andropogon*, *Panicum* e *Sorghum* foram relatados em diversos trabalhos (SANO, 1984; SALINAS et al. 1985; SAIF, 1987, COSTA & PAULINO, 1990). No entanto, essas respostas são condicionadas às interações entre características do solo, espécies de gramíneas e de fungos micorrízicos (POWELL, 1977).

No presente trabalho avaliou-se o efeito da inoculação de espécies de MA sobre o crescimento e nutrição mineral de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu.

Material e Métodos

O ensaio foi conduzido em casa-de-vegetação, utilizando-se um Latossolo Amarelo, textura argilosa, com as seguintes características químicas: pH = 4,9; P = 2 mg/kg; Ca + Mg = 1,9 cmol/dm³; Al = 1,7 cmol/dm³ e K = 76 mg/kg. O solo foi coletado na camada arável (0 a 20 cm), destorroado e peneirado em malha de 6 mm, sendo a seguir esterilizado em autoclave à 110°C, por uma hora, a vapor fluente e pressão de 1,5 atm.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados com três repetições, sendo os tratamentos constituídos por oito espécies de MA (*Glomus mossaea*, *G. fasciculatum*, *G. etunicatum*, *G. macrocarpum*, *Gigaspora margarita*, *Scutellospora heterogama*, *Acaulospora laevis* e *A. muricata*). Cada unidade experimental constou de um vaso com capacidade para 3,0kg de solo seco. A inoculação das MA foi feita adicionando-se 10g de inóculo/vaso (solo + esporos + raízes), contendo aproximadamente 300 esporos/50g de solo, o qual foi colocado numa camada uniforme cerca de 5cm abaixo do nível de plantio. Após o desbaste, deixou-se três plantas/vaso. O controle hídrico foi realizado através da pesagem dos vasos, mantendo-se o solo em 80% de sua capacidade de campo.

Após oito semanas de cultivo, as plantas foram cortadas rente ao solo, postas para secar em estufa a 65°C, por 72 horas, sendo a seguir pesadas e moídas em peneira de 2,0mm. As concentrações de fósforo, nitrogênio, cálcio, potássio e magnésio foram determinadas segundo a metodologia descrita por Tedesco (1982). A taxa de colonização radicular foi avaliada através da observação, ao microscópio, de 20 fragmentos de raízes com 2,0 cm de comprimento, clarificados com KOH e tingidos por azul de tripano em lactofenol, segundo a técnica de Phillips & Hayman (1970).

Resultados e Discussão

A análise estatística detectou significância ($P < 0,05$) para o efeito da micorrização sobre os rendimentos de matéria seca (MS) da gramínea. Entre os fungos avaliados, os mais eficientes foram *A. muricata* e *S. heterogama*, os quais proporcionaram incrementos de 353 e 321%, respectivamente, em relação ao tratamento testemunha. Já, *G. fasciculatum* e *G. mossaea* foram os fungos menos efetivos (Tabela 1). Krishna & Dart (1984) constataram diferenças significativas na efetividade de seis espécies de MA no rendimento de forragem de milho (*Pennisetum americanum*), sendo os maiores valores registrados com a inoculação de *Gigaspora calospora*, *G. margarita* e *Glomus fasciculatum*. Do mesmo modo, Sano e Souza (1986) verificaram que plantas de sorgo inoculadas com *G. margarita* ou *G. gigantea* forneceram produções de MS significativamente superiores às não micorrizadas ou àquelas inoculadas com *Glomus clarum*. Costa et al. (1995) com *Paspalum coryphaeum*, observaram maior efetividade de *A.*

muricata e *S. heterogama*, comparativamente a *G. macrocarpum*, *A. laevis*, *G. etunicatum* e *G. margarita*. Segundo Kruckelmann (1975) as plantas apresentam grande variabilidade na resposta à inoculação de MA, a qual parece ser controlada geneticamente, através das variações fisiológicas dos endófitos e dos mecanismos de infecção, podendo ocorrer especificidade até mesmo ao nível de variedades.

Com relação aos teores de fósforo, os maiores valores foram obtidos com a inoculação de *S. heterogama*, *G. etunicatum*, *A. muricata* e *G. margarita*, os quais não diferiram entre si. Já, as maiores quantidades absorvidas de P foram verificadas nas plantas inoculadas com *A. muricata* e *S. heterogama* (Tabela 1). Zambolim e Siqueira (1985) observam que as plantas micorrizadas, por apresentarem menores valores de Km, maior influxo de entrada de fósforo e absorção fora da zona de esgotamento, tornam-se mais eficientes na absorção e utilização de nutrientes, notadamente o fósforo. Rhodes e Gerdemann (1975) verificaram que plantas colonizadas absorviam P32 colocado até 8,0 cm de distância da superfície da raiz, pois as hifas do fungo funcionam como extensão do sistema radicular, podendo absorver nutrientes além da zona dos pelos radiculares e fora da zona de depleção (1 a 2 mm). Segundo Siqueira (1983) a micorrização, geralmente, implica em aumento na taxa fotossintética, respiração e transpiração, o que pode afetar positivamente a absorção de nutrientes da solução do solo.

TABELA 1. Rendimento de matéria seca, teores e quantidades absorvidas de fósforo e taxas de colonização radicular de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, em função da inoculação de micorrizas arbusculares.

Tratamentos	Matéria Seca (g/vaso)	Fósforo %	mg/vaso	Colonização radicular (%)
Testemunha	1,37 f	0,092 e	1,26 f	----
<i>Glomus mossae</i>	3,82 de	0,113 cd	4,32 e	51,6 bc
<i>G. Macrocarpum</i>	4,29 cd	0,107 d	4,59 de	43,4 cd
<i>G. fasciculatum</i>	3,05 e	0,116 bc	3,54 e	58,9 ab
<i>G. etunicatum</i>	4,68 cd	0,120 ab	5,62 cd	40,1 d
<i>G. margarita</i>	5,11 bc	0,118 abc	5,98 bc	56,0 ab
<i>S. heterogama</i>	5,77 ab	0,124 a	7,15 ab	38,5 d
<i>A. laevis</i>	4,93 bc	0,098 e	4,83 cd	39,4 d
<i>A. muricata</i>	6,20 a	0,119 ab	7,38 a	61,6 a

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si ($P > 0,05$) pelo teste de Tukey

As taxas de colonização radicular foram significativamente afetadas pelas diferentes espécies de MA. Os maiores valores foram registrados com a inoculação de *A. muricata* e *G. margarita* (Tabela 1). O mecanismo que regula a relação entre a infecção das raízes por MA não é ainda bem conhecido, porém deve estar associado ao nível crítico interno de fósforo da planta hospedeira (Rajapakse et al., 1989). Neste trabalho observou-se esta tendência, pois maiores taxas de colonização radicular não refletiram, necessariamente, em maiores teores de fósforo nos tecidos das plantas. No entanto, a possibilidade do fósforo do solo agir diretamente no crescimento do fungo e, conseqüentemente na colonização micorrízica, também deve ser considerada, tendo sido observados resultados que confirmam esta hipótese. Miranda et al. (1989) demonstraram que existe um balanço entre fósforo do solo e do tecido que controla esta relação simbiótica. O efeito do fósforo do solo seria provavelmente mais evidente na fase inicial de colonização radicular, quando o fungo está se desenvolvendo no solo, seja na germinação dos esporos ou no desenvolvimento micelial anterior à penetração na raiz. Segundo Green et al. (1976), geralmente as espécies dos gêneros *Gigaspora*, *Acaulospora* e *Scutellopora* ocorrem em uma faixa maior de pH, apresentando melhor adaptação e maior efetividade em solos ácidos que as de *Glomus*.

Os maiores teores de nitrogênio foram obtidos com a inoculação de *G. etunicatum* (1,39%) e *G. macrocarpum* (1,38%), os quais não diferiram dos fornecidos por *G. mossaea* (1,35%). Plantas micorrizadas por *G. etunicatum* e *G. mossaea* apresentaram os maiores teores de potássio e magnésio, respectivamente. Para os teores de cálcio, os maiores valores foram obtidos com a inoculação de *G. etunicatum* e *A. laevis* (Tabela 2). Em geral, para todos os nutrientes avaliados, observou-se um efeito de diluição de suas concentrações, em função do maior acúmulo de MS. Do mesmo modo, Salinas e Saif (1989), com *Andropogon gayanus*, verificaram que a inoculação de *G. fasciculatum* proporcionava maiores teores de nitrogênio e potássio, comparativamente a oito espécies de MA pertencentes aos gêneros *Gigaspora*, *Acaulospora* e *Entrophospora*. Resultados semelhantes foram reportados por Miranda (1982) com *Sorghum bicolor*, Saif (1987) com *Brachiaria brizantha*, Costa e Paulino (1989) com *A. gayanus* cv. Planaltina e Costa et al. (1995) com *Paspalum coryphaeum*.

TABELA 2. Concentrações (%) de nitrogênio, cálcio, potássio e magnésio de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, em função da inoculação de micorrizas arbusculares.

Tratamentos	Nitrogênio	Cálcio	Potássio	Magnésio
Testemunha	1,28 c	0,42 ab	1,48 ab	0,24 bc
<i>G. mossaea</i>	1,35 ab	0,38 c	1,53 a	0,21 cd
<i>G. macrocarpum</i>	1,38 a	0,35 cd	1,39 de	0,25 b
<i>G. fasciculatum</i>	1,20 d	0,39 bc	1,41 de	0,23 bc
<i>G. etunicatum</i>	1,39 a	0,44 a	1,47 bc	0,28 a
<i>G. margarita</i>	1,17 de	0,31 de	1,33 fg	0,20 de
<i>S. heterogama</i>	1,14 e	0,28 ef	1,30 g	0,22 cd
<i>A. laevis</i>	1,33 bc	0,40 ab	1,43 cd	0,25 b
<i>A. muricata</i>	1,15 de	0,26 f	1,36 ef	0,18 e

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si ($P > 0,05$) pelo teste de Tukey

Conclusões

1 - A inoculação de MA incrementou significativamente os rendimentos de matéria seca, teores e quantidades absorvidas fósforo de *B. brizantha* cv. Marandu;

2 - Os fungos mais efetivos, em termos de rendimento de matéria seca, foram *A. muricata* e *S. heterogama*;

3 - Os maiores teores de fósforo foram verificados com a inoculação de *S. heterogama*, *G. etunicatum*, *A. muricata* e *G. margarita*, enquanto que as plantas inoculadas com *A. muricata* e *S. heterogama* foram mais eficientes na absorção de fósforo;

4 - As espécies do gênero *Glomus* proporcionaram as maiores concentrações de nitrogênio, cálcio, potássio e magnésio;

4 - As plantas inoculadas com *A. muricata* e *G. margarita* apresentaram as maiores taxas de colonização radicular.

Referências Bibliográficas

- BAYLIS, G.T.S. The magnolioid mycorrhiza and mycotrophy in roots systems derived from it. In: SANDERS, F.E.; MOSSE, B.; TINKER, P.B. eds., **Endomycorrhizas**. London, Academic Press, 1975. p.378-389.
- COSTA, N. de L.; PAULINO, V.T. Efeito de micorrizas vesículo-arbusculares sobre o crescimento e absorção de fósforo em *Andropogon gayanus* cv. Planaltina. **Ciência Agronômica**, v.20, n.1, p.21-23, 1989.
- COSTA, N de L.; PAULINO, V.T. Efeito de micorrizas vesículo-arbusculares sobre o crescimento e absorção de fósforo de gramíneas e leguminosas forrageiras tropicais. In: REUNIÃO DE LA RED INTERNACIONAL DE EVALUACIÓN DE PASTOS TROPICALES-RIEPET-AMAZONIA, 1., Lima, 1990. **Memórias...** Cali: CIAT, 1990. v.2, p.773-775.
- COSTA, N de L.; PAULINO, V.T.; COSTA, R.S.C. da; LEÔNIDAS, F. das C. Efeito de micorrizas arbusculares sobre o crescimento e nutrição mineral de *Paspalum coryphaeum* FRCAP-08. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 32., 1995, Brasília. **Anais...** Brasília: SBZ, 1995. p.35-36.
- GREEN, N.E.; GRAHAM, S.O.; SCHENCK, N.C. The influence of pH on the germination of vesicular-arbuscular mycorrhiza spores. **Mycologia**, v.68, p.929-934, 1976.
- KRISHNA, K.R.; DART, P.J. Effect of mycorrhizal inoculation and soluble phosphorus fertilizer on growth and phosphorus uptake of pearl millet. **Plant and Soil**, v.81, p.247-256, 1984.
- KRUCKELMANN, H.W. Effects of fertilizers, soils, soil tillage and plant

- species on the frequency of *Endogone* chlamydospores and mycorrhizal infection in arable soils. In: SANDERS, F.E.; MOSSE, B.; TINKER, P.B. eds., *Endomycorrhizas*. London, Academic Press, 1975. p.511-526.
- MIRANDA, J.C.C. de. Influência de fungos endomicorrízicos inoculados a campo na cultura de sorgo e soja em um solo sob cerrado. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.6, n.1, p.19-23, 1982.
- MIRANDA, J.C.C.; HARRIS, P.J.; WILD, A. Effects of soil and plant phosphorus concentrations on vesicular-arbuscular mycorrhiza in sorghum plants. *New Phytologist*, v.12, p.405-410, 1989.
- PAULINO, V.T.; RICCINI, D.F.; BAREA, J.M. Influência de fungos micorrízicos vesículo-arbusculares e fosfatos em leguminosas forrageiras tropicais. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.10, n.2, p.103-108, 1986.
- PHILLIPS, J.M.; HAYMAN, D.S. Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assesment of infection. *Transactions of Mycology Society*, v.55, p.158-170, 1970.
- POWELL, C.L. Mycorrhizas in Hill Country soils. II. Effects of several mycorrhizal fungi on clover growth in sterile soils. *Nature*, London, v.264, p.436-438, 1977.
- RAJAPAKSE, D.A.; ZUBERER, D.A.; MILLER, J.C. Influence of phosphorus level on VA mycorrhizal colonization and growth of cowpea cultivars. *Plant and Soil*, v.114, n.1, p.45-52, 1989.
- RHODES, L.H.; GERDEMANN, J.W. Phosphate uptake zones of mycorrhizal and non-mycorrhizal onions. *New Phytologist*, v.75, p.555-561, 1975.
- SAIF, S.R. Growth responses of tropical forage plant species to vesicular-arbuscular mycorrhizae. I. Growth, mineral composition and mycorrhizal dependency. *Plant and Soil*, v.95, p.23-35, 1987.
- SALINAS, J.G.; SAIF, S.R. Requerimientos nutricionales de *Andropogon gayanus*. In: TOLEDO, J.M.; VERA, R.; LASCANO, C.; LENNE, J.M., eds., *Andropogon gayanus* Kunth.: un pasto para los suelos ácidos del trópico. Cali: CIAT, 1989. p.105-165.
- SALINAS, J.G.; SANZ, J.I.; SIEVERDING, E. Importance of VA mycorrhizal for phosphorus supply to pasture plants in tropical oxisols. *Plant and Soil*, v.84, p.347-360, 1985.
- SANDERS, F.E. Effect of foliar applied phosphate on the mycorrhizal infection of onion roots. In: SANDERS, F.E.; MOSSE, B.; TINKER, P.

- B. eds., **Endomycorrhizas**. London, Academic Press, 1975. p.373-389.
- SANO, S.M. Influência de endomicorrizas nativas do cerrado no crescimento de plantas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Piracicaba, v.8, n.1, p.25-29, 1984.
- SANO, S.M.; SOUZA, D.M.G. Contribuição de fungos micorrízicos vesículo-arbusculares no crescimento e absorção de fósforo pelo sorgo em solo esterilizado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.10, p.299-301, 1986.
- SIQUEIRA, J.O. **Nutritional and edaphic factors affecting spore germination, germ tube growth, and root colonization by the vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi**. Gainesville, University of Florida, 1983. Ph.D. Thesis
- SMITH, S.E.; DAFT, M.J. The effect of mycorrhizas on the phosphate content, nitrogen fixation and growth of *Medicago sativa*. In: MILLES, J.A. ed., **Microbial ecology**. New York, Spring-Verlog, 1978. p.312-319.
- TEDESCO, M.J. **Extração simultânea de N, P, K, Ca e Mg em tecido de plantas por digestão com H₂O₂ - H₂SO₄**. Porto Alegre, UFRGS, 1982. 23p. (Informativo Interno, 1).
- ZAMBOLIM, L.; SIQUEIRA, J.O. **Importância e potencial das associações micorrízicas para a agricultura**. Belo Horizonte, EPAMIG, 1985. 36p. (Documentos, 36).