

RESPOSTA DE *Brachiaria humidicola* À INOCULAÇÃO DE MICORRIZAS ARBUSCULARES E À APLICAÇÃO DE FONTES E DOSES DE FÓSFORO

NEWTON DE LUCENA COSTA¹, ROGÉRIO S.C. DA COSTA¹, FRANCISCO DAS CHAGAS LEÔNIDAS¹, VALDINEI TADEU PAULINO²

RESUMO – Os efeitos da inoculação de quatro espécies de micorrizas arbusculares (MA) (*Gigaspora margarita*, *Scutellospora heterogama*, *Acaulospora muricata* e *Glomus mosseae*) e duas doses de fósforo (0 e 22 kg de P/ha) e da inoculação de *A. muricata* e doses de fosfato natural de Araxá (0, 44 e 88 kg de P/ha) sobre o rendimento de matéria seca (MS) e absorção de nitrogênio e fósforo de *Brachiaria humidicola*, foram avaliados em experimentos conduzidos em casa-de-vegetação, em Latossolo Amarelo, textura argilosa, previamente esterilizado. Independentemente da adubação fosfatada, *S. heterogama* e *A. muricata* foram os fungos mais efetivos, em termos de produção de MS e absorção de fósforo. Os maiores teores de nitrogênio foram obtidos com a inoculação de *G. margarita* e *G. mosseae*, na ausência de adubação fosfatada e com *A. muricata* quando na presença desta. A colonização radicular foi favorecida pela adubação fosfatada, sendo os maiores valores verificados com a inoculação de *G. margarita* e *S. heterogama*. A inoculação de MA e a aplicação de fosfato de rocha, isoladas ou conjuntamente, promoveram acréscimos significativos no rendimento de MS e absorção de fósforo e nitrogênio. A aplicação de fosfato de rocha aumentou a eficiência de resposta à inoculação de MA, não sendo detectado efeito significativo de doses de fósforo. As taxas de colonização radicular não foram afetadas pela aplicação de fosfato de rocha.

Palavras-chave: matéria seca, nitrogênio, fósforo, raiz

RESPONSES OF *Brachiaria humidicola* TO ARBUSCULAR MYCORRHIZAL INOCULATION AND SOURCES AND LEVELS OF PHOSPHATE FERTILIZATION

ABSTRACT – The effects of four arbuscular mycorrhizal (AM) fungi species (*Gigaspora margarita*, *Scutellospora heterogama*, *Acaulospora muricata* and *Glomus mosseae*) and two levels of phosphorus (0 and 22 kg of P/ha) and the inoculation of *A. muricata* and Araxá rock phosphate levels (0, 44 and 88 kg of P/ha) on dry matter (DM) yield, and nitrogen (N) and phosphorus (P) contents and uptake by plants of *Brachiaria humidicola* were evaluated under greenhouse conditions, utilizing a clayey Yellow Latosol (Oxisol), previously sterilized. Independently of P level, *S. heterogama* and *G. margarita* affected significantly DM yields and P contents. Higher N concentrations were obtained with the inoculation of *G. margarita* and *G. mosseae*, in the absence of phosphate, whereas in the presence of phosphate, plants inoculated with *A. muricata* presented the highest N contents. Root colonization was increased by phosphate addition, mainly on the inoculations with *G. margarita* and *S. heterogama*. The AM inoculation, alone or combined with rock phosphate fertilization, promoted significant increments on DM yields and N and P contents and uptake. There were no significant effects of P levels. Rock phosphate fertilization improved the efficiency of response to AM inoculation, and a synergistic effect was observed. The root colonization was not affected by rock phosphate fertilization.

Key words: dry matter yield, nitrogen, phosphorus, root

INTRODUÇÃO

A formação, manejo e persistência de pastagens cultivadas na Amazônia tem como um dos principais fatores limitantes os níveis extremamente baixos de fósforo total e disponível no solo. Ademais, devido a alta capacidade de fixação de fósforo nesses solos, quantidades consideráveis devem ser adicionadas para satisfazer os requerimentos interno e externo das plantas forrageiras. Face aos altos custos dos fertilizantes fosfatados, métodos alternativos de fertilização são de-

sejáveis e devem ser buscados, visando um manejo mais racional e econômico das pastagens. Nesse contexto, o aproveitamento das potencialidades das associações micorrízicas é uma alternativa de grande importância para aumentar a disponibilidade de fósforo e sua absorção pelas plantas.

A colonização das raízes por micorrizas arbusculares (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. Em ge-

1. Eng. Agr., M.Sc. – EMBRAPA/Centro de Pesquisa Agroflorestal de Rondônia (CPAF-Rondônia), Rodovia BR 364 – km 5,5, Caixa Postal 483, 78900-970 Porto Velho – RO/BRASIL.

2. Eng. Agr., Ph.D. – Instituto de Zootecnia, Nova Odessa – SP/BRASIL.
Recebido para publicação em 01/10/1996.

ral, os efeitos das micorrizas arbusculares (MA) sobre o crescimento das plantas se manifestam pela atuação de um ou vários mecanismos, tais como: aumento da superfície de absorção de nutrientes; maior longevidade das raízes absorventes; melhor utilização de formas de nutrientes pouco disponíveis para as plantas não colonizadas; alterações na relação água-solo-planta; redução de efeitos adversos do pH, toxidez de alumínio e aumento na produção de fitohormônios (LOPES et al., 1983; ZAMBOLIM e SIQUEIRA, 1985).

Nos solos de baixa fertilidade natural, notadamente naqueles deficientes em fósforo, as associações com MA apresentam efeitos benéficos mais acentuados (MOSSE, 1973). RHODES e GERDEMANN (1975) observaram que plantas colonizadas absorviam ^{32}P colocado até 8 cm de distância da superfície da raiz, devido as hifas externas do fungo funcionarem como extensão do sistema radicular, podendo absorver nutrientes além da zona dos pêlos radiculares e da zona de depleção (1 a 2 mm) que se desenvolve ao redor das raízes. HOWELER et al. (1982) relacionando a produção de matéria seca obtida pela mandioca com o fósforo disponível no solo, observaram níveis críticos de 190 e 15 ppm de fósforo (Bray II), respectivamente para plantas não inoculadas e inoculadas por MA.

O melhoramento da fertilidade do solo através da aplicação de fosfatos naturais evidenciam ainda mais os efeitos positivos das MA. Segundo BAREA et al. (1975) as plantas colonizadas, por apresentarem menores valores de K_m , são capazes de baixar o nível de fósforo na solução para valores inferiores aos do produto de solubilidade de compostos pouco solúveis. Deste modo, as MA ao aumentarem a absorção de fósforo solúvel, estimulam a dissociação química do fosfato para manter o equilíbrio deste na solução do solo (BAREA e ÁZCON-AGUILAR, 1983).

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 e PAULINO, 1990). No entanto, essas respostas são condicionadas às interrelações entre características do solo, espécies de gramíneas e de fungos micorrízicos (POWELL, 1977).

O presente trabalho teve por objetivo avaliar os efeitos da inoculação de MA, doses e fontes de fósforo sobre o rendimento de forragem e composição química de *Brachiaria humidicola*.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos em casa-de-vegetação, utilizando-se um Latossolo Amarelo, textura argilosa, com as seguintes características químicas:

pH = 4,6; Al = 2,4 cmol/dm³; Ca + Mg = 1,4 cmol/dm³; P = 2 mg/kg e K = 81 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, com intervalo de 24 horas, durante três dias consecutivos, a vapor fluente e pressão de 1,5 atm.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados com três repetições. No Experimento I, os tratamentos foram constituídos por quatro espécies de MA (*Gigaspora margarita*, *Scutellospora heterogama*, *Acaulospora muricata* e *Glomus mosseae*) e duas doses de fósforo (0 e 22 kg de P/ha), enquanto que no Experimento II, os tratamentos consistiram da inoculação de *A. muricata* e três doses de fosfato de rocha (0, 44 e 88 kg de P/ha), aplicado sob a forma de fosfato natural de Araxá (28% de P₂O₅ total, 6% de P₂O₅ solúvel e 43% de CaO).

Cada unidade experimental constou de um vaso com capacidade para 3,0 kg de solo seco. A inoculação das MA foi realizada adicionando-se 10 g de inóculo/vaso (raiz + esporos + solo), contendo aproximadamente 500 esporos/50 g de solo, o qual foi colocado numa camada uniforme cerca de 5 cm abaixo do nível de plantio. Aplicou-se 5 ml de uma suspensão de solo livre de esporos e micélios, a fim de assegurar a presença de outros microrganismos naturais do solo. As doses de fósforo foram aplicadas sob a forma de superfosfato triplo, sendo uniformemente misturadas com o solo. O plantio foi realizado com sementes previamente lavadas com hipoclorito de sódio. Após o desbaste, deixou-se quatro plantas/vaso. O controle hídrico foi feito diariamente através da pesagem dos vasos, mantendo-se o solo em 80% de sua capacidade de campo.

Após dez semanas de cultivo, as plantas foram cortadas rente ao solo, postas para secar em estufa à 65°C, por 72 horas, sendo a seguir pesadas e moídas em peneira de 2,0 mm. As concentrações de fósforo e nitrogênio foram determinadas segundo a metodologia descrita por TEDESCO (1982). As taxas de colonização radicular foram avaliadas através da observação, ao microscópio, de 25 fragmentos de raízes com 2 cm de comprimento, clarificadas com KOH e tingidas por azul de tripano em lactofenol, segundo a técnica de PHILLIPS e HAYMAN (1970).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Experimento I

A análise estatística revelou significância ($P < 0,05$) para a interação MA x doses de fósforo sobre os rendimentos de matéria seca (MS) de *B. humidicola*. Na ausência de adubação fosfatada, a inoculação com *A. muricata* proporcionou o maior rendimento de MS, o

qual não diferiu ($P > 0,05$) daqueles verificados com *S. heterogama* ou com a aplicação de 22 kg de P/ha. Já, na presença de adubação fosfatada, *A. muricata* foi o fungo mais efetivo, fornecendo produções de MS 365% superiores às obtidas no tratamento testemunha (Tabela 1). Do mesmo modo, COSTA et al. (1994), avaliando os efeitos da inoculação de *G. margarita*, *G. etunicatum* e *A. muricata* em *Paspalum coryphaeum*, verificaram diferenças significativas na efetividade das espécies de MA, em função da aplicação ou não de adubação fosfatada (0 e 22 kg de P/ha). Segundo KRUCKELMANN (1975), as plantas apresentam grande variabilidade quanto a susceptibilidade à formação de micorrizas,

a qual parece ser controlada geneticamente, podendo ocorrer especificidade até mesmo a nível de cultivares.

As taxas de colonização radicular registradas com a inoculação de *G. margarita* e *S. heterogama*, independentemente da adubação fosfatada, foram significativamente superiores ($P < 0,05$) às obtidas com os demais fungos micorrízicos (Tabela 1). Resultados semelhantes foram relatados por COSTA et al. (1994) com *P. coryphaeum*. Segundo GREEN et al. (1976), geralmente as espécies dos gêneros *Gigaspora* e *Scutellospora* ocorrem em uma faixa maior de pH, apresentando melhor adaptação a solos ácidos que as de *Glomus*.

TABELA 1 – Rendimento de matéria seca e taxas de colonização radicular de *Brachiaria humidicola*, em função da inoculação de micorrizas arbusculares e doses de fósforo

Tratamentos	Matéria seca (g/vaso)	Colonização radicular (%)
Testemunha	2,3 h	–
<i>G. margarita</i> (M ₁)	4,6 fg	49,3 cd
<i>S. heterogama</i> (M ₂)	5,8 def	52,0 bc
<i>A. muricata</i> (M ₃)	6,3 cde	41,4 e
<i>G. mosseae</i> (M ₄)	3,5 g	43,1 e
M ₁ + Fósforo	7,2 c	57,4 a
M ₂ + Fósforo	8,9 b	55,2 ab
M ₃ + Fósforo	10,7 a	48,3 d
M ₄ + Fósforo	6,8 cd	50,2 cd
Fósforo ¹	5,4 efg	–

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

¹ = 22 kg de P/ha

Os teores e quantidades absorvidas de nitrogênio e fósforo foram significativamente afetados ($P < 0,05$) pela adubação fosfatada e inoculação de MA (Tabela 2). Na ausência de adubação fosfatada, *G. margarita* e *G. mosseae* proporcionaram as maiores concentrações de nitrogênio, enquanto que na presença desta, os maiores valores foram registrados com a inoculação de *A. muricata*. Já, plantas colonizadas por *S. heterogama* e *A. muricata*, independentemente da fertilização fosfatada, apresentaram maiores teores e conteúdos de fósforo. As maiores quantidades absorvidas de nitrogênio foram obtidas com a inoculação de *A. muricata*, na presença de adubação fosfatada, enquanto que na sua ausência, não se detectou efeito significativo ($P > 0,05$) para espécies de MA. Conforme 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. CRESS et al. (1979) verificaram que raízes colonizadas por micorrizas possuem um sistema de absorção de fósforo altamente eficiente, caracterizado por alto valor de V_{máx} (velocidade máxima de absorção), e baixo k_m (constante de Michaelis-Menten = concentração de fósforo na qual se obtém a metade da V_{máx}), para plantas crescendo em baixos níveis de fósforo disponível no solo. Deste modo, as plantas micorrizadas são capazes de diminuir o nível de fósforo na solução do solo para valores inferiores aos do produto de solubilidade de compostos pouco solúveis, estimulando a dissociação química do fosfato para manter o equilíbrio de fósforo na solução do solo (BAREA et al., 1975).

TABELA 2 – Teores e quantidades absorvidas de nitrogênio e fósforo em *Brachiaria humidicola*, em função da inoculação de micorrizas arbusculares e doses de fósforo

Tratamentos	Nitrogênio		Fósforo	
	%	mg/vaso	%	mg/vaso
Testemunha	1,7 cde	39,1 d	0,13 f	2,99 f
<i>G. margarita</i> (M ₁)	2,3 ab	105,8 bc	0,15 ef	6,90 def
<i>S. heterogama</i> (M ₂)	1,5 ef	87,0 c	0,18 cde	10,44 cd
<i>A. muricata</i> (M ₃)	1,2 f	75,6 cd	0,20 bc	7,56 de
<i>G. mosseae</i> (M ₄)	2,1 abc	73,5 cd	0,16 def	5,60 ef
M ₁ + Fósforo	1,9 bcde	136,8 b	0,19 bcd	13,68 c
M ₂ + Fósforo	1,6 def	142,4 b	0,22 ab	19,58 b
M ₃ + Fósforo	2,5 a	267,5 a	0,25 a	26,75 a
M ₄ + Fósforo	2,0 bcd	136,0 b	0,18 cde	12,24 c
Fósforo ¹	1,7 cde	91,8 c	0,16 def	8,64 de

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

1 = 22 kg de P/ha

Experimento II

Os rendimentos de *B. humidicola*, em função dos tratamentos aplicados estão apresentados na Tabela 3. A inoculação de MA proporcionou um incremento de 133% na produção de forragem, em comparação com o tratamento testemunha. A aplicação de fosfato de rocha incrementou significativamente (P < 0,05) os rendimentos de MS, sendo os maiores valores, independentemente da dose utilizada, registrados nas plantas micorrizadas. Resultados semelhantes foram relatados por HOWELER (1983) avaliando o efeito de MA, na presença ou não de adubação fosfatada, em *Andropogon gayanus* cv. Planaltina. Segundo ÁZCON-AGUILAR e BAREA (1978), bactérias solubilizadoras de fosfatos estão presentes na rizosfera micorrízica atuando sinergisticamente com os endófitos. Deste modo, as MA ao incrementarem a absorção de fósforo, favorecem a dissociação química do fosfato insolúvel visando estabilizar a concentração deste na solução do solo (BAREA e ÁZCON-AGUILAR, 1983). JEHNE (1980) observa que as espécies de MA apresentam especificidade em relação às fontes de fósforo aplicadas, o que pode afetar

diretamente a eficiência destas. MIRANDA et al. (1984) verificaram interação significativa entre doses de fósforo e inoculação de MA, a qual foi explicada, em parte, pela melhor eficiência de absorção de fósforo e transformação em rendimento de MS das plantas de sorgo inoculadas, na dose de 25 ppm de fósforo, devido a ausência de diferenças significativas entre as doses de 25 e 50 ppm de fósforo, quando as plantas foram micorrizadas.

As taxas de colonização radicular não foram afetadas (P > 0,05) pela aplicação de fosfato de rocha (Tabela 3). Provavelmente, este fato foi consequência da aplicação de doses relativamente pequenas de fósforo (20 a 30 kg P/ha), já que, geralmente a adubação fosfatada, notadamente com fontes solúveis, diminui a formação de micorrizas, bem como a proliferação de esporos (MOSSE, 1973). Da mesma forma, COSTA et al. (1989) não detectaram efeito depressivo da aplicação de fosfato natural de Patos de Minas (30 kg de P/ha) sobre a colonização de raízes de aveia forrageira inoculadas com *Glomus macrocarpum*. No entanto, a adição de superfosfato triplo (30 kg de P/ha) reduziu significativamente as taxas de colonização radicular.

TABELA 3 – Rendimento de matéria seca e taxas de colonização radicular de *Brachiaria humidicola*, em função da micorrização e aplicação de fosfato de rocha

Tratamentos	Matéria seca (g/vaso)	Colonização radicular (%)
Testemunha	4,57 e	–
Micorriza (M)	10,65 d	59,3 a
Fosfato de Rocha (FR ₁) (44 kg de P/ha)	13,71 c	–
Fosfato de Rocha (FR ₂) (88 kg de P/ha)	15,25 b	–
M + FR ₁	16,80 ab	67,2 a
M + FR ₂	17,96 a	60,1 a

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

As maiores concentrações de nitrogênio foram obtidas no tratamento testemunha e com a aplicação de 44 kg de P/ha, os quais não diferiram entre si ($P > 0,05$) (Tabela 4). As plantas micorrizadas, independentemente da adubação fosfatada, apresentaram os menores teores de nitrogênio, como consequência do efeito de diluição deste nutriente, à medida que os rendimentos de MS aumentaram. As maiores quantidades absorvidas de nitrogênio e fósforo foram obtidas com a aplicação de fosfato de rocha, associada à inoculação de MA, não sendo, contudo, constatado efeito significativo ($P > 0,05$) de doses. Já, plantas fertilizadas com 88 kg de P/ha, na presença de MA, forneceram a maior concentração de fósforo (Tabela 4). MOSSE (1977) observou que plantas micorrizadas de milho,

suplementadas com pequenas doses de fósforo, apresentavam melhor crescimento e absorção de nutrientes. O aumento na área de solo explorado parece ser o principal mecanismo responsável pelo aumento da absorção de nutrientes. GERDEMANN e TRAPPE (1974) verificaram que as hifas do fungo que colonizavam o córtex estendem-se no solo adjacente, podendo atingir distâncias consideráveis (16 cm) da superfície da raiz, aumentando, deste modo, a interface raiz-solo, além de fazer a comunicação das raízes absorventes com zonas não esgotadas em nutrientes. Para SIQUEIRA (1983) a micorrização, geralmente, implica em aumento na taxa fotossintética, respiração e transpiração, o que pode exercer efeitos positivos sobre a absorção de nutrientes disponíveis na solução do solo.

TABELA 4 – Teores e quantidades absorvidas de nitrogênio e fósforo em *Brachiaria humidicola*, em função da micorrização e aplicação de fosfato de rocha

Tratamentos	Nitrogênio		Fósforo	
	%	mg/vaso	%	mg/vaso
Testemunha	1,43 a	65,35 e	0,117 e	5,34 e
Micorriza (M)	1,15 c	122,48 d	0,132 d	14,05 d
Fosfato de Rocha (FR ₁) (44 kg de P/ha)	1,37 a	187,82 c	0,144 cd	19,74 c
Fosfato de Rocha (FR ₂) (88 kg de P/ha)	1,29 b	196,72 bc	0,151 bc	23,02 bc
M + FR ₁	1,31 b	220,08 a	0,158 b	26,54 ab
M + FR ₂	1,26 b	226,29 a	0,172 a	30,89 a

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

CONCLUSÕES

Experimento I

1 – A inoculação de MA promoveu acréscimos significativos na produção de matéria seca e teores de nitrogênio e fósforo de *B. humidicola*;

2 – Independentemente da adubação fosfatada, *S. heterogama* e *A. muricata* foram os fungos mais efetivos, em termos de produção de forragem e teores de fósforo;

3 – Os maiores teores de nitrogênio foram obtidos com a inoculação de *G. margarita* e *G. mosseae*, na ausência de adubação fosfatada e com *A. muricata* na presença desta;

4 – A colonização radicular foi favorecida pela

adubação fosfatada, sendo as maiores percentagens verificadas com a inoculação de *G. margarita* e *S. heterogama*.

Experimento II

1 – A inoculação de MA e a aplicação de fosfato de rocha, isoladas ou conjuntamente, promoveram acréscimos significativos no rendimento de matéria seca e absorção de fósforo e nitrogênio de *Brachiaria humidicola*;

2 – A aplicação de fosfato de rocha aumentou a eficiência de resposta à inoculação de MA, não sendo detectado efeito significativo de doses de fósforo;

3 – As taxas de colonização radicular não foram afetadas pela aplicação de fosfato de rocha.

BIBLIOGRAFIA CITADA

- ÁZCON-AGUILAR, G.; BAREA, J.M. Effects of interaction between different culture fractions of "phosphobacteria" and *Rhizobium* on mycorrhizas infection growth and nodulation of *Medicago sativa*. *Canadian Journal of Microbiology*, Ottawa, v. 24, p. 520-524, 1978.
- BAREA, J.M.; ÁZCON-AGUILAR, G. Mycorrhizas and their significance in nodulating nitrogen-fixing plants. *Advances in Agronomy*, New York, v. 36, p. 1-54, 1983.
- BAREA, J.M.; ÁZCON, R.; HAYMAN, D.S. Possible synergistic interactions between *Endogone* and phosphate-solubilizing bacteria in low phosphate soils. In: SANDERS, F.E.; MOSSE, B.; TINKER, P.B. (Eds.) *Endomycorrhizas*. London: Academic Press, 1975. p. 373-389.
- COSTA, N. de L.; DIONÍSIO, J.A.; ANGHINONI, I. Influência de fungos micorrízicos vesículo-arbusculares, fontes e doses de fósforo sobre o crescimento da aveia forrageira. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 24, n. 6, p. 979-986, 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: KELLER-GREIN, G. (Ed.) REUNIÓN DE LA RED INTERNACIONAL DE EVALUACIÓN DE PASTOS TROPICALES - 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. Eficiência de micorrizas vesículo-arbusculares e da adubação fosfatada em *Paspalum coryphaeum* FCAP-08. In: REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 5., Florianópolis, 1994. *Anais...*, Florianópolis: UFSC, 1994. p. 82.
- CRESS, W.A.; THRONEBERRY, G.O.; LINDSY, D.L. Kinetics of phosphorus absorption by mycorrhizal and non-mycorrhizal tomato roots. *Plant Physiology*, Lancaster, v. 64, p. 484-487, 1979.
- GERDEMANN, J.W.; TRAPPE, J.M. The endogonaceae in the Pacific Northwest. *Mycologia Memoir*, Paris, v. 5, n. 1, p. 1-76, 1974.
- GREEN, N.E.; GRAHAM, S.O.; SCHENCK, N.C. The influence of pH on the germination of vesicular-arbuscular mycorrhiza spores. *Mycologia*, New York, v. 68, p. 929-934, 1976.
- HOWELER, R.H. La función de las micorrizas vesículo-arbusculares en la nutrición fosforica de yuca. *Suelos Ecuatoriales*, Bogotá, v. 13, n. 2, p. 51-61, 1983.
- HOWELER, R.H.; CADAVID, L.F.; BURCKHARDT, E. Response of cassava to VA mycorrhizal inoculation and phosphorus application in greenhouse and field experiments. *Plant and Soil*, The Hague, v. 69, p. 327-339, 1982.
- JEHNE, W. Endomycorrhizas and the productivity of tropical pastures: the potential for improvement and its practical realization. *Tropical Grasslands*, Melbourne, v. 14, p. 202-209, 1980.
- 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; SOUZA, D.M.G. de; MIRANDA, L. N. de. Influência de fungos endomicorrízicos vesículo-arbusculares na absorção de fósforo e no rendimento de matéria seca de plantas de sorgo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Piracicaba, v. 6, n. 1, p. 19-23, 1984.
- MOSSE, B. Advances in the study of vesicular-arbuscular mycorrhiza. *Annual Review of Phytopathology*, Palo Alto, v. 11, p. 171-196, 1973.
- MOSSE, B. Plant growth responses to vesicular-arbuscular mycorrhiza. X. Response of *Stylosanthes* and maize to inoculation in unsterile soil. *New Phytologist*, London, v. 78, p. 277-288, 1977.
- LOPES, E.S.; SIQUEIRA, J.O.; ZAMBOLIM, L. Caracterização das micorrizas vesicular-arbuscular (MVA) e seus efeitos no crescimento das plantas. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Piracicaba, v. 7, n. 1, p. 1-19, 1983.
- PHILLIPS, J.M.; HAYMAN, D.S. Improved procedure for clearing roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment for infection. *Transactions of the British Mycological Society*, Cambridge, v. 55, p. 158-161, 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.
- RHODES, L.H.; GERDEMANN, J.W. Phosphate uptake zones of mycorrhizal and non-mycorrhizal onions. *New Phytologist*, London, v. 75, p. 755-761, 1975.
- SAIF, S.R. Growth response of tropical forage plant species to vesicular-arbuscular mycorrhizal. I. Growth, mineral uptake and mycorrhizal dependency. *Plant and Soil*, The Hague, v. 97, p. 25-35, 1987.
- SALINAS, J.G.; SANZ, J.I.; SIEVERDING, E. Importance of VA mycorrhizal for phosphorus supply to pasture plants in tropical oxisols. *Plant and Soil*, The Hague, v. 84, p. 347-360, 1985.
- 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.
- 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. Thesis Ph.D. - Soil Microbiology. 124 p.
- TEDESCO, J.M. **Extração simultânea de N, P, K, Ca e Mg em tecido de plantas por digestão com H₂O H₂SO₄**. Porto Alegre, UFRGS, 1982. 23 p. (Informativo Interno, 1).
- ZAMBOLIM, L.; SIQUEIRA, J.O. **Importância e potencial das associações micorrízicas para a agricultura**. Belo Horizonte: EPAMIG, 1985. 36 p. (Documentos, 26).