

# RESPOSTA DO SORGO FORRAGEIRO À INOCULAÇÃO DE FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES

NEWTON DE LUCENA COSTA<sup>1</sup>

**RESUMO** – O efeito da inoculação de fungos micorrízicos arbusculares (FMA) sobre a produção de matéria seca (MS) e a composição química do sorgo forrageiro (*Sorghum bicolor* cv. AG-2003) foi avaliado sob condições de casa de vegetação. Foram utilizadas, neste experimento, oito espécies de FMA: *Glomus mosseae*, *G. fasciculatum*, *G. etunicatum*, *G. macrocarpum*, *Gigaspora margarita*, *Scutellospora heterogama*, *Acaulospora laevis* e *A. muricata*. Os maiores rendimentos de MS foram obtidos com a inoculação de *G. margarita*, *A. muricata* e *S. heterogama*. As maiores concentrações de fósforo foram registradas com a inoculação de *A. laevis* e *G. macrocarpum*, enquanto que as plantas inoculadas com *A. muricata*, *G. margarita* e *S. heterogama* absorveram maiores quantidades de fósforo. As maiores taxas de colonização radicular foram registradas com a inoculação de *A. muricata* e *S. heterogama*. Os maiores teores de nitrogênio foram observados com a inoculação de *A. muricata* e *G. margarita*, os quais não diferiram (P\$0,05) do obtido com *G. fasciculatum*. As plantas micorrizadas por *G. mosseae*, *G. fasciculatum* e *G. etunicatum* apresentaram os maiores teores de cálcio e magnésio, enquanto que a inoculação de *G. fasciculatum* e *G. mosseae* proporcionou os maiores teores de potássio. As maiores quantidades absorvidas de cálcio e potássio foram verificadas com a inoculação de *G. margarita*, enquanto que para o nitrogênio e o magnésio, plantas micorrizadas por *A. muricata* e *G. margarita* apresentaram os maiores valores.

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

## RESPONSE OF FORAGE SORGHUM TO ARBUSCULAR MYCORRHIZAL INOCULATION

**ABSTRACT** – The effects of arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) inoculation - *Glomus mosseae*, *G. fasciculatum*, *G. etunicatum*, *G. macrocarpum*, *Gigaspora margarita*, *Scutellospora heterogama*, *Acaulospora laevis* and *A. muricata* - on dry matter (DM) yield, and chemical composition of forage sorghum (*Sorghum bicolor* cv. AG-2003), were evaluated under greenhouse conditions. The highest DM yields were observed with the inoculation of *G. margarita*, *A. muricata* and *S. heterogama*. The most effective fungi in relation to phosphorus concentration were *A. laevis* and *G. macrocarpum*, while plants colonized by *A. muricata*, *G. margarita* and *S. heterogama* showed higher phosphorus uptake. The highest percentage of root colonization occurred on plants inoculated with *A. muricata* and *S. heterogama*. Higher nitrogen contents were obtained with the inoculation of *A. muricata* and *G. margarita*, which did not differ (P\$0.05) from those presented by *G. fasciculatum*. Plants inoculated with *G. mosseae*, *G. fasciculatum* and *G. etunicatum* showed higher calcium and magnesium contents, while those inoculated with *G. fasciculatum* and *G. mseae* exhibited higher potassium contents. The highest calcium and potassium uptake was provided by plants inoculated with *G. margarita*, while plants colonized by *A. muricata* and *G. margarita* provided the highest nitrogen and magnesium uptake.

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

## INTRODUÇÃO

A maioria das pastagens estabelecidas em Rondônia encontram-se em solos de baixa fertilidade natural, sendo o fósforo (P) um dos nutrientes em menor disponibilidade, pois além do fator capacidade, o fator intensidade é afetado pelo elevado poder de adsorção de P nos colóides do solo desta região (COSTA et al., 1997a,b). Estas características fazem com que sejam necessários grandes aportes de fertilizantes fosfatados para atender satisfatoriamente aos requerimentos nutricionais das plantas forrageiras. Entretanto, deve ser considerada, nesta prática, a possibilidade de utilização de métodos alternativos, uma vez que os custos com a adubação são elevados, considerando-se o fato da limitada capacidade das reservas minerais de P. Deste modo, deve-se buscar um manejo econômico e racional do meio, a partir dos recursos existentes, como é o caso dos benefícios decorrentes das associações micorrízicas, que é 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, e são caracterizadas pelo íntimo contacto entre os simbioss, 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 das relações de peso seco da raiz e parte aérea (SANDERS, 1975; SMITH e 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 (MIRANDA, 1982; SAIF 1987; SALINAS e SAIF, 1989; COSTA et al., 1995; MIRANDA e MIRANDA, 1996; IBIBIJEN et al., 1996). Desta forma, procurou-se, no presente trabalho, avaliar o efeito da inoculação de MA sobre a produção de forragem e composição química do sorgo forrageiro.

1. Eng. Agr., M.Sc. – Embrapa Amapá. Rodov. Jucelino Kubitschek, km 5, Macapá Fazendinha, 68902- 280 Macapá. AP. Recebido para publicação em 01/10/1996.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, utilizando-se amostras de um Latossolo Amarelo, textura argilosa, coletado da camada arável (0 a 20 cm), destorroado e peneirado em malha de 6 mm, sendo, a seguir, esterilizado em autoclave a 110°C, por uma hora, a vapor fluente e pressão de 1,5 atm. Posteriormente, a acidez do solo foi corrigida através da aplicação de 2 t/ha de calcário dolomítico (PRNT = 100%), apresentando as seguintes características químicas: pH = 5,3; P = 2 mg/dm<sup>3</sup>; Ca + Mg = 1,9 cmol/dm<sup>3</sup>; Al = 0,3 cmol/dm<sup>3</sup> e K = 76 mg/dm<sup>3</sup>.

O delineamento experimental foi de blocos casualizados com três repetições, sendo os tratamentos constituídos por oito espécies de FMA (*Glomus mosseae*, *G. fasciculatum*, *G. etunicatum*, *G. macrocarpum*, *Gigaspora margarita*, *Scutellospora heterogama*, *Acaulospora laevis* e *A. muricata*). As unidades experimentais constaram de um vaso com capacidade para 3,0 kg de solo seco e a inoculação dos FMA foi feita adicionando-se 10 g de inóculo/vaso (solo + esporos + raízes), contendo, aproximadamente, 300 esporos/50 g de solo, o qual foi colocado numa camada uniforme, cerca de 5 cm abaixo do nível de plantio. Após o desbaste, deixou-se três plantas/vaso. O controle hídrico foi realizado diariamente 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, colocadas para secar em estufa a 65°C, por 72 horas, sendo a seguir pesadas e moídas em peneira de 2 mm. As concentrações de fósforo, nitrogênio, cálcio, magnésio e potássio 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 o método de PHILLIPS e HAYMAN (1970).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise estatística detectou significância ( $P \leq 0,05$ ) para o efeito da micorrização sobre os rendimentos de matéria seca do sorgo forrageiro (Tabela 1). Entre os fungos avaliados, os mais eficientes foram *G. margarita*, *A. muricata* e *S. heterogama*, pois proporcionaram incrementos de 213, 199 e 178%, respectivamente, em relação ao tratamento testemunha. KRISHNA e DART (1984) constataram diferenças significativas de seis espécies de FMA sobre o rendimento de forragem de milheto (*Pennisetum americanum*), sendo registrados os maiores valores 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*, forneciam produções de matéria seca 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*, *G. etunicatum* e *G. margarita*. Segundo KRUCKELMANN (1975) as plan-

tas apresentam grande variabilidade na resposta à inoculação de FMA, 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. Em geral, as espécies de *Gigaspora*, *Acaulospora* e *Scutellospora* ocorrem em uma faixa maior de pH, apresentando melhor adaptação e maior efetividade em solos ácidos do que as de *Glomus* (GREEN et al., 1976; SIQUEIRA e HUBBELL, 1985).

As maiores concentrações de fósforo foram obtidas com a inoculação de *A. laevis* e *G. macrocarpum*, enquanto que as plantas inoculadas com *A. muricata*, *G. margarita* e *S. heterogama* apresentaram as maiores quantidades absorvidas de fósforo (Tabela 1). ZAMBOLIM e SIQUEIRA (1985) observam que as plantas micorrizadas tornam-se mais eficientes na absorção e utilização de nutrientes, notadamente o fósforo, por apresentarem menores valores de  $K_m$ , maior influxo de entrada de fósforo e absorção fora da zona de esgotamento. RHODES e GERDEMANN (1975) verificaram que plantas colonizadas absorviam P<sup>32</sup> colocados até 8cm 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). 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 (SIQUEIRA, 1983). Em plantas de trigo (*Triticum aestivum* L.), BRYLA e DUNIWAY (1997) verificaram que as raízes infectadas por MA apresentavam maior volume de água absorvida que as não micorrizadas, em consequência da maior demanda transpiratória das plantas e a maior condutividade hidráulica das raízes micorrizadas.

As taxas de colonização radicular foram significativamente afetadas ( $P \leq 0,05$ ) pelas diferentes espécies de MA (Tabela 1). Os maiores valores foram registrados com a inoculação de *A. muricata* e *S. heterogama*. 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 essa tendência, pois maiores taxas de colonização radicular não refletiram, necessariamente, em maiores teores de fósforo no tecido das plantas. Resultados semelhantes foram relatados por IBUJIEN et al. (1996) para plantas de sorgo forrageiro inoculadas com *Glomus clarum*. No entanto, a possibilidade de o 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.

TABELA 1 – Rendimento de matéria seca, teores e quantidades absorvidas de fósforo e taxas de colonização radicular do sorgo forrageiro, em função da inoculação de fungos micorrízicos arbusculares

| Tratamentos            | Matéria Seca | Fósforo  |          | Colonização radicular |
|------------------------|--------------|----------|----------|-----------------------|
|                        | (g/vaso)     | g/kg     | mg/vaso  | (%) <sup>1</sup>      |
| Testemunha             | 4,12 e       | 1,23 e   | 5,06 d   | ----                  |
| <i>G. mosseae</i>      | 5,71 d       | 1,51 bcd | 8,62 c   | 50,7 b                |
| <i>G. fasciculatum</i> | 6,24 cd      | 1,62 b   | 10,11 c  | 48,2 bc               |
| <i>G. etunicatum</i>   | 7,38 bc      | 1,41 d   | 10,40 c  | 43,9 cd               |
| <i>G. macrocarpum</i>  | 8,04 b       | 1,86 a   | 14,95 b  | 51,8 b                |
| <i>G. margarita</i>    | 12,93 a      | 1,50 bcd | 19,40 a  | 40,8 d                |
| <i>S. heterogama</i>   | 11,46 a      | 1,47 cd  | 16,84 ab | 59,6 a                |
| <i>A. laevis</i>       | 7,55 bc      | 1,93 a   | 14,57 b  | 43,1 d                |
| <i>A. muricata</i>     | 12,32 a      | 1,58 bc  | 19,46 a  | 63,5 a                |

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si (Tukey 5%)

<sup>1</sup> Valores analisados após transformação em arc seno  $\sqrt{\%}$

Os maiores teores de nitrogênio foram observados com a inoculação de *A. muricata* e *G. margarita*, os quais não diferiram ( $P \geq 0,05$ ) do fornecido por *G. fasciculatum* (Tabela 2). Plantas micorrizadas por *G. mosseae*, *G. fasciculatum* e *G. etunicatum* apresentaram os maiores teores de cálcio e magnésio, enquanto que a inoculação de *G. fasciculatum* e *G. mosseae* proporcionou os maiores teores de potássio. Em geral, para todos os nutrientes avaliados, observou-se um efeito de diluição de suas concentrações, em função do maior acúmulo de matéria seca. Do mesmo modo, SALINAS e SAIF (1989), com *Andropogon gayanus*, verificaram que a inoculação de *G. fasciculatum* resultava em maiores teores de ni-

trogênio e potássio, comparativamente aos fornecidos por oito espécies de FMA pertencentes aos gêneros *Gigaspora*, *Acaulospora* e *Entrophospora*. Resultados semelhantes foram reportados por MIRANDA (1982) com sorgo forrageiro e por COSTA et al. (1997b) com *Brachiaria brizantha*. As maiores quantidades absorvidas de cálcio e potássio foram verificadas com a inoculação de *G. margarita*, enquanto que para o nitrogênio e o magnésio, plantas micorrizadas por *A. muricata* e *G. margarita* apresentaram os maiores valores, os quais não diferiram entre si ( $P \geq 0,05$ ) (Tabela 3). Tendências semelhantes foram relatadas por COSTA et al. (1995) para plantas de *P. coryphaeum* inoculadas com diversas espécies de FMA.

TABELA 2 – Teores de nitrogênio, cálcio, magnésio e potássio (g/kg) do sorgo forrageiro, em função da inoculação de fungos micorrízicos arbusculares

| Tratamentos            | Nitrogênio | Cálcio  | Magnésio | Potássio |
|------------------------|------------|---------|----------|----------|
| Testemunha             | 13,11 d    | 6,35 bc | 4,39 c   | 15,29 c  |
| <i>G. mosseae</i>      | 14,77 c    | 7,87 a  | 5,22 a   | 16,84 ab |
| <i>G. fasciculatum</i> | 16,80 ab   | 7,64 a  | 5,43 a   | 17,38 a  |
| <i>G. etunicatum</i>   | 15,94 b    | 7,55 a  | 5,39 a   | 16,33 b  |
| <i>G. macrocarpum</i>  | 14,43 c    | 6,90 ab | 4,71 b   | 14,45 d  |
| <i>G. margarita</i>    | 17,15 a    | 6,74 ab | 4,11 d   | 13,97 de |
| <i>S. heterogama</i>   | 13,97 cd   | 6,10 bc | 4,06 d   | 13,81 de |
| <i>A. laevis</i>       | 14,82 c    | 5,95 bc | 4,25 cd  | 14,08 de |
| <i>A. muricata</i>     | 17,64 a    | 5,45 c  | 4,80 b   | 13,34 e  |

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si (Tukey 5%)

**TABELA 3 – Quantidades absorvidas de nitrogênio, cálcio, magnésio e potássio (mg/vaso) do sorgo forrageiro, em função da inoculação de fungos micorrízicos arbusculares**

| Tratamentos            | Nitrogênio | Cálcio  | Magnésio  | Potássio  |
|------------------------|------------|---------|-----------|-----------|
| Testemunha             | 54,06 d    | 26,16 d | 18,08 g   | 62,99 f   |
| <i>G. mosseae</i>      | 84,32 cd   | 44,94 c | 29,80 f   | 96,16 e   |
| <i>G. fasciculatum</i> | 104,83 c   | 47,67 c | 33,88 def | 108,45 d  |
| <i>G. etunicatum</i>   | 117,64 c   | 55,72 c | 39,78 cd  | 120,52 c  |
| <i>G. macrocarpum</i>  | 116,02 c   | 55,47 c | 37,87 de  | 116,18 cd |
| <i>G. margarita</i>    | 221,75 a   | 87,15 a | 53,14 ab  | 180,63 a  |
| <i>S. heterogama</i>   | 160,09 b   | 69,91 b | 46,53 bc  | 158,26 b  |
| <i>A. laevis</i>       | 111,89 c   | 44,92 c | 32,09 def | 106,30 de |
| <i>A. muricata</i>     | 217,32 a   | 72,59 b | 59,14 a   | 164,35 b  |

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si (Tukey 5%)

### CONCLUSÕES

1. A inoculação de FMA incrementou, significativamente, os rendimentos de matéria seca, teores e quantidades absorvidas de fósforo, nitrogênio, cálcio, magnésio e potássio do sorgo forrageiro;

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

3. os maiores teores de fósforo foram obtidos com a inoculação de *A. laevis* e *G. macrocarpum*, enquanto que as plantas inoculadas com *A. muricata*, *G. margarita* e *S. heterogama* foram mais eficientes na absorção de fósforo;

4. a inoculação de *G. margarita* e *A. muricata* resultou em maiores teores de nitrogênio e quantidades absorvidas de cálcio, magnésio, potássio e nitrogênio;

5. as espécies do gênero *Glomus* proporcionaram as maiores concentrações de cálcio, magnésio e potássio;

6. as plantas inoculadas com *A. muricata* e *S. heterogama* apresentaram as maiores taxas de colonização radicular.

### BIBLIOGRAFIA CITADA

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.

BRYLA, D.R.; DUNIWAY, J.M. Water uptake by sunflower and wheat roots infected with arbuscular mycorrhizal fungi. *New Phytologist*, London, v.136, n.4, p.591-602, 1997.

COSTA, N. de L.; GONÇALVES, C.A.; RODRIGUES, A.N.A. Nutrientes limitantes ao crescimento de *Brachiaria decumbens* em Rondônia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 27, 1997, Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro: SBCS, 1997a, 3p. (CD-ROM).

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* cv. Marandu. Porto Velho: EMBRAPA-CPAF Rondônia, 1997b, 13p. (Boletim de Pesquisa, 15)

COSTA, N. de L.; PAULINO, V.T.; COSTA, R.S.C. da; LEÔNIDAS, F. das C. Efeito da micorriza arbuscular sobre o crescimento e nutrição mineral de *Paspalum coryphaeum* FCAP-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*, New York, v.68, p.929-934, 1976.

IBIJBUNEN, J.; URQUIAGA, S.; ISMAILI, M.; ALVES, J.R.; BODDEY, R.M. Effect of arbuscular mycorrhizas on uptake of nitrogen by *Brachiaria arrecta* and *Sorghum vulgare* from soils labelled for several years with <sup>15</sup>N. *New Phytologist*, London, v.133, n.3, p.487-494, 1996.

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*, The Hague, 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. Influência de fungos endomicorrízicos inoculados a campo na cultura de sorgo e soja em um solo sob cerrado. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Piracicaba, v.6, n.1, p.19-23, 1982.

MIRANDA, J.C.C.; MIRANDA, L.N. Contribuição da micorriza arbuscular na resposta do sorgo à calagem, em solo Glei Pouco Húmico da região do cerrado. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DE SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 22., 1996, Manaus. *Anais...* Manaus: SBCS, 1997, p.8-9.

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*, London, 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*, Piracicaba, v.10, 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 British Mycological Society*, Cambridge, v.55, p.158-170, 1970.
- 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*, The Hague, 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*, London, 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*, The Hague, v.97, n.1, p.23-35, 1987.
- SALINAS, J.G.; SAIF, S.R. Requerimientos nutricionales de *Andropogon gayanus*. In: TOLEDO, J.M.; VERA, R.; LASCANO, C.; LENNÉ, J.M., (Eds.), *Andropogon gayanus Kunth.: un pasto para los suelos ácidos del trópico*. Cali: Colombia, CIAT, 1989, p.105-165.
- 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.; 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*, Piracicaba, 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. Thesis Ph.D - Soil Microbiology. 124p.
- SIQUEIRA, J.O.; HUBBELL, D.H. Efeito diferenciado da acidez do solo sobre fungos formadores de micorriza vesicular-arbusculares (MVA). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 20, 1985, Belém. *Anais...* Belém: SBCS, 1985, p.57-58.
- 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-Verlag, 1978. p.312-319.
- TEDESCO, M.J. Extração simultânea de N, P, K, Ca e Mg em tecido de plantas por digestão com H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> - H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. 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)