

NOTA

CONTRIBUIÇÃO DE FUNGOS MICORRÍZICOS VESÍCULO-ARBUSCULARES NO CRESCIMENTO E ABSORÇÃO DE FÓSFORO PELO SORGO, EM SOLO ESTERILIZADO⁽¹⁾

S.M. SANO⁽²⁾ & D.M.G. SOUSA⁽³⁾

RESUMO

Os efeitos da inoculação com fungos micorrízicos vesículo-arbusculares (MVAs) no crescimento de sorgo foram avaliados em Latossolo Vermelho-Amarelo (LV) argiloso, esterilizado e adubado com três doses de superfosfato triplo (6,25, 12,5 e 25,0 mg de P/quilograma de solo). Os fungos utilizados, *Gigaspora gigantea*, *G. margarita*, *Glomus clarum* e mistura dos três, eram nativos de um LV argiloso. A influência desses fungos MVAs sobre a eficiência de utilização de P pelo sorgo foi avaliada através de estimativas da produção de matéria seca da parte aérea e do fósforo (P) absorvido pelas plantas. A inoculação com os fungos MVAs, exceto com *G. gigantea*, aumentou a matéria seca e o acúmulo de P na parte aérea das plantas de sorgo em todos os níveis de adição desse elemento.

Termos de indexação: Endomicorrizas nativas, fósforo

SUMMARY: *CONTRIBUTION OF VESICULAR-ARBUSCULAR MYCORRHIZAL FUNGI ON GROWTH AND P ABSORPTION OF SORGHUM, IN A STERILE SOIL*

*The effect of inoculation with vesicular-arbuscular mycorrhizal (VAM) fungi on sorghum growth was tested in a sterilized clay soil. Yellow Red Latosol, with three levels of phosphates (6.25, 12.5 and 25 mg P/kg). The VAM fungi used, *Gigaspora gigantea*, *G. margarita*, *Glomus clarum* and a mixture of them, were indigenous to this soil. Shoot dry weight and P absorbed by sorghum plants were measured to evaluate the influence of VAM fungi on the efficiency of P absorption. Inoculation with VAM fungi, except *G. gigantea*, increased dry matter weights and P contents of tops of sorghum plants at all levels of phosphate.*

Index terms: Mycorrhizal, phosphorus

INTRODUÇÃO

Os fungos micorrízicos vesículo-arbusculares ocorrem na maioria dos solos, porém a introdução de espécies mais efetivas podem favorecer o desenvolvimento do sorgo (Miranda, 1982). Muitas vezes, a população nativa é considerada ineficiente devido à presença de espécies ineficazes ou à baixa densidade das eficientes (Mosse, 1981; Abbott & Robson, 1982).

Sano (1984) demonstrou que existem espécies de fungos nativos dos solos sob cerrado com eficiências variadas e que a espécie *Glomus clarum* aumentou significativamente a produção de matéria seca de sorgo. Miranda et alii (1984) e Mosse & Sano⁽⁴⁾ indicam que em um Latossolo Vermelho-Escuro com 1,3 ppm de P, a dose de 25 mg P/quilograma

de solo foi a que proporcionou maior benefício (produção de matéria seca e absorção de P) com a inoculação de fungo micorrízico.

Considerando-se que os fungos nativos no solo poderiam estar adaptados às condições de baixa fertilidade, a eficiência de absorção de P pelo sorgo inoculado com três fungos nativos foi avaliada em Latossolo Vermelho-Amarelo com três níveis do nutriente.

MATERIAL E MÉTODOS

Solo e nutrientes – Coletou-se solo utilizado, Latossolo Vermelho-Amarelo textura argilosa, sob vegetação natural de Campo Sujo, na chapada a 1.100 m de altitude, na área do Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados – Planaltina.

⁽¹⁾ Recebido para publicação em junho e aprovado em setembro de 1986.

⁽²⁾ Pesquisadora, Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados (CPAC), EMBRAPA, Caixa Postal 70.0023, CEP 73300 Planaltina (DF).

⁽³⁾ Pesquisador, Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados (CPAC), EMBRAPA, Planaltina (DF).

⁽⁴⁾ B. MOSSE & S.M. SANO. Dados não publicados.

tina (DF). Sua análise granulométrica apresentou os seguintes teores: argila 59%, silte 17%, areia fina 21% e areia grossa 3%.

O solo foi esterilizado a vapor a 105°C e 1 atm durante uma hora, por duas vezes, com intervalo de 24 horas. A análise química apresentou pH (água) = 4,7; Al = 0,50 meq/100 ml e Ca + Mg = 0,35 meq/100 ml, extraídos com KCl; P = 0,5 ppm e K = 51 ppm extraídos com HCl 0,05 N + H₂SO₄ 0,025N. Após quinze dias da esterilização, adicionaram-se 3,92 g de CaCO₃ e 0,826 g de MgCO₃ para cada 3 kg de solo seco, e incubou-se durante catorze dias com umidade equivalente a 80% da capacidade de campo. O pH em água elevou-se para 5,6.

Para cada quilograma de solo seco, adicionaram-se os seguintes sais: 335 mg de K₂SO₄; 57 mg de NH₄NO₃; 13 mg de ZnSO₄.7H₂O; 2,8 mg de H₃BO₃; 0,37 mg de (NH₄)₆Mo₇O₂₄.4H₂O. Estabeleceram-se os níveis de P com a adição de 25, 50,8 e 101,6 mg de Ca(H₂PO₄)₂.H₂O (reagente p.a.). Após trinta dias de cultivo, acrescentaram-se 95 mg de KCl e 57 mg de NH₄NO₃ para cada vaso.

Manteve-se a umidade do solo na base de 80% da capacidade de campo, controlando-a através da pesagem dos vasos.

Fungo — Multiplicaram-se esporos de *Gigaspora margarita* Becher & Hall, *G. gigantea* (Nicol & Gerd) Gerd & Trappe e *Glomus clarum* Nicol & Schenck, isolados de um LV argiloso sob vegetação natural de campo sujo, em vasos de 3 kg contendo mistura de solo e areia, tendo sorgo como planta hospedeira. Para testemunha, cultivou-se sorgo sem inoculação de fungo micorrízico. Após quatro meses, verificou-se a pureza do inóculo através da constatação da multiplicação dos respectivos esporos, tomando-se partes iguais de cada solo infestado e homogeneizados para formar uma mistura das três espécies.

Em cada vaso, utilizaram-se 2 g de inóculo, contendo solo, raízes micorrizadas, micélios e esporos de cada espécie de fungo, colocando-os em contato com a raiz da planta, a 4 cm da superfície do solo.

Planta — Cultivaram-se três sementes pré-germinadas de sorgo granífero (*Sorghum bicolor* L.) var. BR 300 para cada vaso, com 3 kg de solo seco durante sessenta dias em casa de vegetação. A parte aérea, cortada e seca em estufa a 65°C por 72 horas, foi pesada e moída, determinando-se o teor de P pelo método de Murphy & Riley (1962), após digestão via úmida com H₂SO₄ e H₂O₂.

Clarificaram-se as raízes com KOH 10%, corando-as com azul-de-tripano pelo método de Phillips & Hayman (1970), e avaliou-se o grau de micorrização pelo método de contagem de intersecção das linhas, descrito por Giovannetti & Mosse (1980).

RESULTADOS

A matéria seca produzida pelo sorgo inoculado com *G. margarita*, *G. clarum* e com mistura de MVA foi superior à produzida pelo sorgo inoculado com *G. gigantea* e pelo sorgo sem inoculação, em todos os níveis de P, como mostra o quadro 1.

As plantas responderam às doses de P com aumento da produção de matéria seca, sem alterar sua concentração no tecido, porém os teores de P no tecido das plantas inoculadas com *G. margarita* e no das plantas inoculadas com mis-

tura de MVA foram superiores aos dos tecidos das plantas inoculadas com *G. clarum*, *G. gigantea* e aos da testemunha: 0,079; 0,078; 0,069; 0,054 e 0,045% respectivamente. As doses adicionadas de P também não afetaram o grau de micorrização (Quadro 2).

Quadro 1. Produção de matéria seca da parte aérea de sorgo inoculado com fungos micorrízicos nativos, cultivado em solo LV argiloso esterilizado e com diferentes níveis de P (Médias de quatro repetições)

| Fungos | Doses de fósforo (mg/kg de solo) | | | |
|---------------------------|----------------------------------|------|-------|-----------|
| | 6,25 | 12,5 | 25,0 | \bar{X} |
| g/vaso | | | | |
| Testemunha ⁽¹⁾ | 0,27 | 0,39 | 1,55 | 0,74B |
| <i>G. gigantea</i> | 0,27 | 0,80 | 1,40 | 0,83b |
| <i>G. margarita</i> | 2,02 | 3,72 | 5,83 | 3,86a |
| <i>Glomus clarum</i> | 1,59 | 4,74 | 7,13 | 4,49a |
| Mistura de MVA | 1,85 | 3,34 | 8,03 | 4,41a |
| DMS (5%) ⁽²⁾ | | 1,11 | | |
| \bar{X} | 1,2c | 2,6b | 4,69a | |

⁽¹⁾ Sem inoculação de fungo micorrízico. ⁽²⁾ DMS da interação inoculação x doses de fósforo. As médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste t, ao nível de 5%.

Quadro 2. Grau de colonização de raízes de sorgo inoculado com fungos micorrízicos nativos, cultivado em solo LV argiloso esterilizado, com três níveis de fósforo (Médias de quatro repetições)

| Fungos | Doses de fósforo (mg/kg de solo) | | |
|---------------------------|----------------------------------|-------|-------|
| | 6,25 | 12,5 | 25,0 |
| % | | | |
| Testemunha ⁽¹⁾ | 1,2c | 0c | 0,5c |
| <i>G. gigantea</i> | 13,0b | 14,2c | 10,3b |
| <i>G. margarita</i> | 79,0a | 82,7a | 80,7a |
| <i>Glomus clarum</i> | 90,5a | 92,5a | 88,5a |
| Mistura de MVA | 85,5a | 87,3a | 89,5a |
| CV % | 8,3 | 7,6 | 11,4 |

⁽¹⁾ Sem inoculação de fungo micorrízico. ⁽²⁾ As médias seguidas da mesma letra na coluna vertical não diferem estatisticamente pelo teste t, ao nível de 5%.

A quantidade total de P acumulado na parte aérea das plantas aumentou com a dose aplicada ao solo e com a inoculação dos fungos *G. margarita*, *G. clarum* e mistura de MVA, sendo que o tratamento com *G. gigantea* não apresentou diferença significativa em relação à testemunha.

Houve interação entre a inoculação e as doses de P sobre a produção de matéria seca e o P total acumulado pela parte aérea das plantas, principalmente devido a *G. gigantea* (Quadros 1 e 3).

Após a colheita, a análise do solo demonstrou a presença de 0,5 ppm de P, independente da sua quantidade adicionada e do total acumulado na parte aérea do sorgo, apresentando ainda as seguintes características: pH = 5,5 a 5,7, Al = 0,02 meq/100 ml; Ca + Mg = 2,82 a 3,2 meq/100 ml e K = 128 a 418 ppm.

Quadro 3. Fósforo acumulado na parte aérea das plantas de sorgo inoculadas com fungos micorrízicos nativos e cultivadas em solo LV argiloso esterilizado com diferentes níveis de P (Médias de quatro repetições)

| Fungos | Doses de fósforo (mg P/kg de solo) | | | |
|-------------------------|------------------------------------|-------|-------|-----------|
| | 6,25 | 12,5 | 25,0 | \bar{X} |
| | mg/vaso | | | |
| Testemunha | 0,12 | 0,18 | 0,69 | 0,38b |
| <i>G. gigantea</i> | 0,16 | 0,47 | 0,80 | 0,54b |
| <i>G. margarita</i> | 1,52 | 2,97 | 4,70 | 3,06a |
| <i>Glomus clarum</i> | 1,03 | 2,96 | 5,39 | 3,26a |
| Mistura de MVA | 1,53 | 2,87 | 5,49 | 3,16a |
| DMS (5%) ⁽¹⁾ | | 0,86 | | |
| \bar{X} | 1,05c | 1,98b | 3,42a | |

⁽¹⁾ DMS da interação inoculação x doses de fósforo. As médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste t ao nível de 5%.

DISCUSSÃO

As plantas responderam às doses de fósforo e à inoculação dos fungos micorrízicos, apresentando diferenças na produção de matéria seca. A inoculação mostrou principalmente que *G. margarita*, *G. clarum* e a mistura de MVA foram superiores à *G. gigantea* e testemunha (Quadro 1) em todos os níveis de P. Houve interação entre as plantas com diferentes doses de P e as espécies de fungo, apresentando uma variação no acréscimo de matéria seca de 276 a 1.215%, quando comparadas com plantas não inoculadas. O maior acréscimo de matéria seca foi obtido na dose de 12,5 mg de P/quilograma de solo, sendo que *G. gigantea* não apresentou diferença significativa em relação à testemunha, em todos os tratamentos.

A inoculação de *G. gigantea* também não afetou a absorção de P pelo sorgo, e o grau de infecção das raízes apresentou-se baixo (10-14%) em comparação com as outras espécies. Resultados semelhantes foram obtidos por Sano (1984) e Warner⁽⁵⁾; o que sugere que esse isolado talvez não seja eficiente para sorgo. No entanto, os esporos desse fungo têm sido multiplicados em vasos com sorgo como planta hospedeira e, segundo Lambert et alii (1979), esta espécie aumentou a produção de matéria seca de soja e milho. É possível que a quantidade de inóculo utilizada (2 g/planta) não tenha sido adequada, uma vez que sua infectividade não foi previamente avaliada. A população microbiana entre os inoculantes também não foi uniformizada.

O baixo grau de colonização de *G. gigantea* (Quadro 2) refletiu sua ineficiência sobre a planta hospedeira. As inoculações com *G. margarita*, *G. clarum* e a mistura de MVA não apresentaram diferenças entre si no grau de micorrização, mas foram superiores aos tratamentos sem inoculação e com *G. gigantea*. As doses de P adicionadas não afetaram o grau de micorrização, provavelmente devido à presença no solo de quantidade suficiente para o bom desenvolvimento do fungo (Bolan et alii, 1984; Miranda, 1985). Além disso, este solo possui alta capacidade de retenção de P em que parte do P adicionado fica adsorvida, como mostra o trabalho de Goedert et alii (1985), cujos resultados de análise indicaram teores de P extraível em torno de 0,5 ppm, independentemente da dose de P adicionada.

A presença de fungos, com exceção de *G. gigantea*, proporcionou uma recuperação de P relativamente acen-

⁽⁵⁾ A. WARNER. Dados não publicados.

tuada no período de cultivo de 60 dias em casa de vegetação (Quadro 3): na dose de 12,5 mg P/quilograma de solo, por exemplo, foram adicionados 37,5 mg de P para os 3 kg de solo, dos quais as plantas sem associações micorrízicas acumularam na sua parte aérea cerca de 0,5% e as micorrizadas, 8%. Em condições de campo, essas espécies estão presentes, além de outras, o que sugere que provavelmente a contribuição na absorção de P estaria ocorrendo. Há necessidade, porém de estudar os fatores que otimizam o desenvolvimento desses fungos no solo, principalmente em níveis mais adequados de disponibilidade de P para melhor utilizar esse recurso.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem as sugestões aos pesquisadores José Roberto R. Peres e Wenceslau J. Goedert; Amabílio José A. Camargo, a coleta e preparo dos solos; Valter Lopes, a colaboração na avaliação da infecção radicular, e Antonio Carlos Gomes o suporte na análise estatística dos dados. Agradecem também a todos os outros funcionários do CPAC que, indiretamente, contribuíram para o bom funcionamento e execução do trabalho.

LITERATURA CITADA

- 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, 33:380-408, 1982.
- BOLAN, N.S.; ROBSON, A.D. & BARROW, N.J. Increasing phosphorus supply can increase the infection of plant roots by vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. *Soil Biol. Biochem.*, Oxford, 16:419-420, 1984.
- GIOVANNETTI, M. & MOSSE, B. An evaluation of techniques for measuring vesicular-arbuscular mycorrhizal infection in roots. *New Phytol.*, Oxford, 84:489-500, 1980.
- GOEDERT, W.J.; SOUSA, D.M.G. de & LOBATO, E. Fósforo. In: GOEDERT, W.J., ed. *Solos dos cerrados: tecnologia e estratégias de manejo*. 1. ed. São Paulo, Nobel; Brasília, EMBRAPA, Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados, 1985. p.129-166.
- LAMBERT, D.H.; BAKER, D.E. & COLE JR., H. The role of mycorrhizae in the interactions of phosphorus with zinc, copper and other elements. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, Madison, 43:976-980, 1979.
- MIRANDA, J.C.C. de. Effects of soil phosphorus on vesicular-arbuscular mycorrhiza in Brazilian Oxisol. *University of Reading*, Reading, England, 1985. 227p. (PhD. Thesis)
- MIRANDA, J.C.C. de. Influência de fungos endomicorrízicos inoculados a campo, na cultura de sorgo e soja em um solo sob cerrado. *R. bras. Ci. Solo*, Campinas, 6:19-23, 1982.
- MIRANDA, J.C.C. de; SOUSA, D.M.G. de & 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*, Campinas, 8:31-36, 1984.
- MOSSE, B. Vesicular-arbuscular mycorrhiza research of tropical agriculture. (Hawaii Institute of tropical agriculture and Human Resources), 1981. 82p. (Res. Bull., 194)
- MURPHY, J. & RILEY, J.P. A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. *Anal. Chim. Acta*, Amsterdam, 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.
- SANO, S.M. Influência de endomicorrizas nativas do Cerrado no crescimento de plantas. *R. bras. Ci. Solo*, Campinas, 8:25-29, 1984.