

EFEITO DE MICORRIZAS VESÍCULO-ARBUSCULARES SOBRE O CRESCIMENTO E ABSORÇÃO DE FÓSFORO EM *Andropogon gayanus* cv. Planaltina

NEWTON DE LUCENA COSTA*
VALDINEI TADEU PAULINO**

RESUMO

O efeito da inoculação de micorrizas vesículo-arbusculares (MVA) sobre o crescimento, concentração e absorção de fósforo em *Andropogon gayanus* cv. Planaltina foi avaliado em experimento conduzido em casa de vegetação na EMBRAPA/UEPAE de Porto Velho. Utilizou-se um Latossolo Amarelo, esterilizado em autoclave à 110°C e reinoculado com população microbiana isenta de outros fungos endomicorrízicos. Foram avaliadas oito espécies de MVA: *Glomus mosseae*, *G. fasciculatum*, *G. macrocarpum*, *G. etunicatum*, *Gigaspora margarita*, *G. heterogama*, *Acaulospora laevis* e *A. muricata*. A micorrização promoveu acréscimos significativos ($P < 0,05$) nos rendimentos de matéria seca, teores e quantidades absorvidas de fósforo. Houve diferenças significativas ($P < 0,05$) na eficiência dos fungos endomicorrízicos testados em relação ao crescimento e absorção de fósforo pela gramínea. Os maiores rendimentos de matéria seca foram verificados com a inoculação de *G. heterogama*, *G. margarita* e *G. macrocarpum*. Com relação aos teores de fósforo, *G. fasciculatum*, *G. etunicatum*, *G. macrocarpum* e *A. muricata* foram os fungos mais efetivos. Já, as plantas inoculadas com *G. heterogama*, *G. margarita*, *G. macrocarpum* e *G. fasciculatum* apresentaram as maiores quantidades absorvidas de fósforo. As taxas de colonização radicular foram afetadas ($P < 0,05$) pelas diferentes espécies de MVA, sendo os maiores valores registrados com a inoculação de *G. heterogama*, *G. fasciculatum* e *A. muricata*.

* Eng. Agr., EMBRAPA/UEPAE Porto Velho, Caixa Postal 406, Porto Velho - Rondônia.

** Eng. Agr., Instituto de Zootecnia, Nova Odessa - São Paulo.

PALAVRAS-CHAVE: *Andropogon*, Gramínea, Micorrizas Vesículo-Arbusculares, Crescimento e Absorção de Fósforo.

SUMMARY

VESICULAR-ARBUSCULAR MYCORRHIZAE EFFECTS ON THE GROWTH AND PHOSPHORUS ABSORPTION BY *Andropogon gayanus* cv. Planaltina

The effects of inoculation with eight species of vesicular-arbuscular mycorrhizae (VAM) - *Glomus mosseae*, *G. fasciculatum*, *G. macrocarpum*, *G. etunicatum*, *Gigaspora margarita*, *G. heterogama*, *Acaulospora laevis* e *A. muricata* - on dry matter (DM) yields, concentration and P uptake by *Andropogon gayanus* cv. Planaltina were evaluated in a greenhouse trial at UEPAE de Porto Velho, utilizing a Yellow Latosol (Oxisol) sterilized at 110°C and reinoculated with a soil suspension free of mycorrhizal spores. The inoculation of VAM promoted a significant increment ($P < 0,05$) on the DM yields, concentration and P uptake. There were significant differences ($P < 0,05$) on the efficiency by the VAM fungi evaluated in relation to DM yields and P uptake. The highest DM yields were observed with the inoculation of *G. heterogama*, *G. margarita* and *G. macrocarpum*. The fungi more effective in relation to P concentration were *G. fasciculatum*, *G. etunicatum*, *G. macrocarpum* and *A. muricata*. The plants inoculated

with *G. heterogama*, *G. margarita*, *G. macrocarpum* and *G. fasciculatum* exhibited higher P uptake. The degree of root mycorrhizal infection was affected ($P < 0,05$) by the VAM species. The best results were obtained with the inoculation of *G. heterogama*, *G. fasciculatum* and *A. muricata*.

Key-words: *Andropogon*, grass, vesicular-arbuscular mycorrhizae, growth and phosphorus absorption.

INTRODUÇÃO

A formação, manejo e persistência de pastagens melhoradas nos Oxissolos e Ultissolos da América Latina Tropical têm como um dos principais fatores limitantes os níveis extremamente baixos de fósforo (P) total e disponível (FEINSTER & LEON¹). Ademais, devido a alta capacidade de fixação de P nesses solos, quantidades consideráveis devem ser adicionadas para satisfazer os requerimentos internos e externos das plantas forrageiras. Face ao alto custo dos adubos fosfatados, métodos alternativos de fertilização são desejáveis 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 P e sua absorção pelas plantas.

Em geral, os efeitos das micorrizas vesículo-arbusculares (MVA) 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; alterações na relação planta-patógenos; redução dos efeitos adversos do pH, toxidez de alumínio, salinidade e aumento da produção de fitohormônios (LOPES et alii⁶; ZAMBOLIM & SIQUEIRA⁹).

Os efeitos positivos da micorrização sobre o crescimento e absorção de P em gramíneas forrageiras dos gêneros *Brachiaria*, *Andropogon*, *Panicum* e *Sorghum* foram relatados em diversos trabalhos (SANO¹⁵; SALINAS et alii¹⁴; SAIF¹²; HOWELER et alii³ e SAIF¹³). No entanto, essas respostas são condicionadas às inter-relações entre características do solo, espécies de gramíneas e de fungos micorrízicos (POWELL¹⁰).

Dentre as gramíneas forrageiras introduzidas e avaliadas em Rondônia, destacou-se entre as mais promissoras *Andropogon gayanus* cv. Planaltina. Deste modo, o presente trabalho teve por objetivo avaliar os efeitos da inoculação de fungos MVA sobre o crescimento e absorção de P dessa planta forrageira.

MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi conduzido em casa de vegetação da UEPAE Porto Velho, utilizando-se um Latossolo Amarelo, textura argilosa, o qual apresentava as seguintes características químicas: pH em água (1: 2,5) = 4,4; Al = 2,7 mE%; Ca + Mg = 1,4 mE%; P = 2ppm e K = 82ppm.

O solo foi coletado na camada arável (0 a 20 cm), destorroado e passado em peneira com abertura de 6,0 mm, sendo, a seguir, esterilizado em autoclave a 110°C, por uma hora com intervalo de 24 horas, durante três dias, a vapor fluente e pressão de 1,5 atm.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados com quatro repetições, sendo os tratamentos constituídos por oito espécies de MVA: *Glomus mossaea*, *G. fasciculatum*, *G. macrocarpum*, *G. etunicatum*, *Gigaspora margarita*, *G. heterogama*, *Acaulospora laevis* e *A. muricata*.

Cada unidade experimental consistiu de um vaso com capacidade para 2 kg de solo seco. A inoculação das MVA foi feita adicionando-se 5 g de inóculo/vaso (raiz + solo + esporos), contendo cerca de 200 a 250 esporos, o qual foi colocado numa camada uniforme a 5 cm abaixo do nível de semeadura. A fim de assegurar a presença de outros microrganismos naturais do solo, aplicou-se 5 ml de uma suspensão do solo livre de esporos e micélio de fungos MVA. A adubação básica de plantio constou de 20 ppm de N e 30 ppm de K. O plantio foi realizado com sementes tratadas com hipoclorito de sódio por 10 minutos. Após o desbaste, deixou-se três plantas/vaso. O controle hídrico foi feito diariamente através da pesagem dos vasos, mantendo-se o solo com 80% de sua capacidade de campo.

Após 12 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 mm. A concentração de fósforo na matéria seca foi determinada segundo a metodologia descrita por TEDESCO¹⁸. O percentual de coloni-

zação radicular foi avaliado através da observação, ao microscópio, de 25 fragmentos de raízes com 2 cm de comprimento, clarificados com KOH e tingidos por azul de tripano em lactofenol, segundo a técnica de PHILLIPS & HAYMAN⁹, utilizando-se o método das intersecções descrito por GIOVANNETTI & MOSSE².

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 estão apresentados os rendimentos de MS, teores e quantidades absorvidas de P e os percentuais de colonização radicular de *A. gayanus*, em função da inoculação dos fungos MVA.

A análise de variância revelou significância ($P < 0,05$) para o efeito da micorrização sobre os rendimentos de MS. Entre os fungos testados, os mais eficientes foram *G. heterogama*, *G. margarita* e *G. macrocarpum*, os quais proporcionaram acréscimos de 201, 164 e 155%, respectivamente, em relação ao tratamento testemunha. Do mesmo modo, KRISHNA & DART⁴ verificaram diferenças significativas na efetividade de seis espécies de MVA sobre os rendimentos de MS do milho (*Pennisetum americanum*), sendo os maiores valores registrados com a inoculação de *Gigaspora calospora*, *G. margarita* e *Glomus fasciculatum*. Segundo KRUCKELMANN⁵ as plantas apresentam grande variabilidade quanto à susceptibilidade à formação de MVA, 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 (SCHENCK et al)¹⁶.

Com relação aos teores de fósforo, o maior valor foi verificado com a inoculação de *G. fasciculatum*, o qual não diferiu estatisticamente ($P < 0,05$) dos obtidos com *G. etunicatum*, *G. macrocarpum* e *A. muricata*. Já, as maiores quantidades de fósforo foram absorvidas pelas plantas inoculadas com *G. heterogama*, *G. macrocarpum*, *G. margarita* e *G. fasciculatum*. Conforme ZAMBOLIM & SIQUEIRA¹⁹ as plantas micorrizadas, por apresentarem menores valores de K_m , maior fluxo de entrada de fósforo e absorção fora da zona de esgotamento, tornam-se mais eficientes na absorção e utilização de nutrientes, notadamente o fósforo. SIQUEIRA¹⁷ observa que a micorrização, geralmente, implica em aumento na taxa fotossintética, respiração e transpiração, o que pode causar efeitos positivos sobre a absorção de nutrientes da solução do solo.

As taxas de colonização radicular foram significativamente afetadas ($P < 0,05$) pelas diferentes espécies de MVA. O maior valor foi registrado com a inoculação de *G. heterogama*, o qual não diferiu ($P < 0,05$) apenas dos observados com *A. muricata* e *G. fasciculatum*. Segundo MENGE et alii⁷, o mecanismo que regula a relação entre a infecção das raízes por MVA não é ainda bem conhecido, porém deve estar associado ao nível crítico interno de fósforo da planta hospedeira. Na opinião de RATNAYAKE et alii¹¹ altos teores de fósforo no tecido favorecem a biossíntese de fosfolípidos que, por serem constituintes das membranas, reduzem sua permeabilidade e,

TABELA 1

Rendimento de Matéria Seca (MS), Teores e Quantidades Absorvidas de Fósforo e Taxa de Colonização Radicular de *Andropogon gayanus* cv. Planaltina, em Função da Inoculação de Fungos MVA.

Tratamentos	Rendimento de MS (g/vaso)	% P	P Total (mg/vaso)	Colonização Radicular (%)
Testemunha	2,76 f	0,096 e	2,65 e	
<i>Glomus mossae</i>	4,69 e	0,111 d	5,21 d	42,1 cd
<i>G. macrocarpum</i>	7,03 abc	0,123 abc	8,64 ab	39,7 cd
<i>G. fasciculatum</i>	5,95 cde	0,131 a	7,79 abc	53,8 ab
<i>G. etunicatum</i>	6,10 bcd	0,127 ab	7,75 bc	38,0 d
<i>Gigaspora margarita</i>	7,28 ab	0,118 bcd	8,59 ab	47,6 bc
<i>G. heterogama</i>	8,33 a	0,116 cd	9,66 a	59,2 a
<i>Acaulospora laevis</i>	6,24 bcd	0,120 bcd	7,49 bc	44,7 cd
<i>A. muricata</i>	5,13 de	0,122 abc	6,25 cd	51,5 ab

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si ($P < 0,05$) pelo teste de Duncan

conseqüentemente a exsudação de açúcares e aminoácidos na rizosfera, diminuindo a atividade dos porpágulos (germinação e crescimento micelial), a penetração e colonização das raízes. Isto foi observado no presente trabalho, onde o menor teor de fósforo no tecido das plantas inoculadas com *G. heterogama* refletiu-se em maior taxa de colonização radicular. No entanto, MIRANDA⁸ observa que o grau de infecção radicular deve ser considerado mais como um parâmetro do estabelecimento do fungo, do que da eficiência da associação endomicorrízica.

CONCLUSÕES

- a) a inoculação de MVA promoveu acréscimos significativos no rendimento de matéria seca, concentração e absorção de fósforo de *A. gayanus* cv. Planaltina;
- b) os fungos mais efetivos, em termos de rendimento de matéria seca e absorção de fósforo foram *G. macrocarpum*, *G. margarita* e *G. heterogama*, e
- c) as plantas inoculadas com *G. fasciculatum*, *G. etunicatum*, *G. macrocarpum* apresentaram as maiores concentrações de fósforo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. FENSTER, W. E. & LEÓN, L. A. Manejo de la fertilización con fosforo para el establecimiento y mantenimiento de pastos mejorados en suelos acidos y infértiles de America Tropical. In: TERGAS, L. E.; SANCHEZ, P. A. & SALCEDO, S. S., eds. *Producción de pastos en suelos acidos de los tropicos*. Cali, CIAT, p. 119-33. 1979.
2. GIOVANETTI, M & MOSSE, B. An evaluation of techniques for measuring vesicular-arbuscular mycorrhizal infection in roots. *New Phytol.*, **84**: 489-500, 1980.
3. HOWELWER, R. H.; SIEVERDING, E. & SAIF, S. Practical aspects of mycorrhizal technology in some tropical crops and pastures. *Plant and Soil*, **100**: 249-83, 1987.
4. 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*, **81**: 247-56, 1984.
5. 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. 511-26.
6. LOPES, E. S.; SIQUEIRA, J. O. & ZAMBOLIM, L. Caracterização das micorrizas vesicular-arbusculares (MVA) e seus efeitos no crescimento das plantas. *Rev. Bras. Ci. Solo*, **7**: 1-9, 1983.
7. MENGE, J. A.; STEIRLE, D.; BAGYARAJ, D. J.; JONHSON, E. L. V. & LEONARD, R. T. Phosphorus concentrations in plants responsible for inhibition of mycorrhizal infection. *New Phytol.*, **80**: 575-8, 1978.
8. MIRANDA, J. C. C. de. Influência de fungos endomicorrízicos inoculados a campo na cultura de sorgo e soja em um solo sob cerrado. *Rev. Bras. Ci. Solo*, **6**: 19-23, 1982.
9. PHILLIPS, J. M. & HAYMAN, D. S. Improved procedure for clearing roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assesment for infection. *Tr. Br. Mycol. Soc.*, **55**: 158-61, 1970.
10. POWELL, C. L. Mycorrhizas in hill-country soils. II. Effect of several mycorrhizal fungi on clover growth in sterilized soils. *N. Z. J. Agric. Res.*, **20**: 59-62, 1977.
11. RATNAYAKE, M.; LEONARD, R. T. & MENGE, J. A. Root exudation in relation to supply of phosphorus and its possible relevance to mycorrhizal formation. *New Phytol.*, **81**: 543-52, 1978.
12. SAIF, S. R. Vesicular-arbuscular mycorrhizae in tropical forage species as influenced by season, soil texture, fertilizers, host species and ecotypes. *Angew. Bot.*, **60**: 125-39, 1986.
13. SAIF, S. R. Growth responses of tropical forage plant species to vesicular-arbuscular mycorrhizae. *Plant and Soil*, **97**: 25-35, 1987.
14. SALINAS, J. G.; SANZ, J. I. & SIEVERDING, E. Importance of VA mycorrhizae for phosphorus supply to pasture plants in tropical oxisols. *Plant and Soil*, **84**: 347-60, 1985.
15. SANO, S. M. Influência de endomicorrizas nativas do cerrado no crescimento de plantas. *Rev. Bras. Ci. Solo*, **8**: 25-9, 1984.
16. SCHENK, N. C.; KINLOCK, R. A. & DICKSON, D. H. Interactions of endomycorrhizal fungi and root-knot nematode on soybean. In: SANDERS, F. E.; MOSSE, B. & TINKER, P. B., eds., *Endomycorrhizas*. London, Academic Press, 1975. p. 607-17.
17. 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. Tese Ph.D.
18. TEDESCO, J. M. **Extração simultânea de N, P, K, Ca e Mg em tecido de plantas por digestão com H₂O₂ - H₂SO₄**. Porto Alegre, Fac. de Agronomia - UFRGS, 1982. 23p. (Informativo Interno, 2).
19. ZAMBOLIM, L. & SIQUEIRA, J. O. **Importância e potencial das associações micorrízicas para a agricultura**. Belo Horizonte, EPAMIG, 1985. 36p. (EPAMIG. Documentos. 26).