

Efeito de micorrizas vesículo-arbusculares e doses de fósforo sobre o crescimento e absorção de fósforo e nitrogênio de *Desmodium ovalifolium* CIAT-350

N. de L. Costa*, V. T. Paulino** y E. A. Schammas**

Introdução

A formação, manejo e persistência de pastagens melhoradas nos Osissolos e Ultissolos da América Latina tropical têm como um dos principais fatores limitantes os níveis extremamente baixos de fósforo (P) total e disponível (Fenster y León, 1979). Ademais, devido a alta capacidade de fixação de P nesses solos, quantidades consideráveis devem ser adicionadas para satisfazer os requerimentos interno e externo 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 micorrízidas é uma alternativa de grande relevância para aumentar a disponibilidade de P e sua absorção pelas plantas.

As micorrizas vesículo-arbusculares (MVA) são associações simbióticas entre as raízes da maioria das espécies vegetais superiores e certos fungos do solo. Essas são caracterizadas pelo contacto

íntimo entre os simbiossitos, pela perfeita integração morfológica e regulação funcional, além da troca simultânea de metabólitos e nutrientes.

Em geral, os efeitos das 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 raízes não colonizadas; alteração na relação água-solo-planta; aumento na nodulação e capacidade de fixação de N atmosférico; alteração na relação planta-patógenos; redução dos efeitos adversos de pH, toxicidade de alumínio, salinidade e aumento da produção de fitohormônios (Lopes et al., 1983; Zambolim y Siqueira, 1955).

Dentre as leguminosas forrageiras introduzidas e avaliadas em Rondônia, destacou-se entre as mais promissoras *Desmodium ovalifolium* CIAT-350. Desse modo, o presente trabalho tem por objetivo avaliar o efeito de fungos endomicorrízicos e doses de P sobre o crescimento e teores de nitrogênio e fósforo dessa leguminosa.

Materiais e métodos

O ensaio foi conduzido em casa-de-vegetação da Unidade de Execução de Pesquisa de Âmbito

* Investigador, Unidade de Execução de Pesquisa de Âmbito Estadual, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, UEPAE/EMBRAPA, Caixa Postal 406, CEP 78.900, Porto Velho, RO, Brasil.

** Investigadores, Instituto de Zootecnia, CEP 13.460, Nova Odessa, SP, Brasil.

Estadual (UEPAE), Porto Velho, utilizando-se um Latossolo Amarelo, textura argilosa, o qual apresentava as seguintes características químicas: pH em água (1:2.5) = 4.2; Al = 2.8 mE%; Ca + Mg = 1.2 mE%; P = 2 ppm e K = 75 ppm.

O solo foi coletado na camada arável (0 a 20 cm), destorroado e passado em peneira com abertura de 6 mm, sendo a seguir esterilizado em autoclave a 110 °C, por uma hora com intervalos de 24 horas, durante três dias, a vapor fluente e pressão de 1.5 atm.

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 200-250 esporos, o qual foi colocado numa camada uniforme a 5 cm abaixo do nível de semeadura. A fim de assegurar a presença de outros microorganismos naturais do solo, aplicou-se 5 ml de uma suspensão do solo livre de esporos e micélios. O fósforo foi aplicado por ocasião do plantio, sob a forma de superfosfato simple, sendo misturado uniformemente com o solo. O plantio foi feito com sementes escarificadas e 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 em 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 1 mm. As concentrações de P na matéria seca (MS) foram determinadas segundo a metodologia descrita por Tedesco (1982), enquanto que para a quantificação dos teores de N utilizou-se o método micro-kjeldhal. A taxa de colonização micorrízica foi avaliada através da observação ao microscópio de 25 fragmentos de raízes de 2 cm de comprimento aproximadamente, clarificadas com KOH e tingidas por azul de tripano em lactofenol, segundo a técnica de Phillips y Hayman (1970).

O delineamento experimental foi em blocos casualizados com três repetições, sendo os tratamentos constituídos por três espécies de MVA (*Glomus macrocarpum*, *G. etunicatum* e *Gigaspora margarita*) e duas doses de P (0 e 22 kg/ha de P).

Resultados e discussão

Na Tabela 1 estão apresentados os rendimentos de MS, teores e quantidades absorvidas de N e P, taxa de colonização radicular e dependência relativa à micorrização de *D. ovalifolium* CIAT-350, em função da micorrização e doses de P.

A análise estatística revelou significância ($P < 0.05$) para a interação MVA x doses de P sobre os rendimentos de MS. Com a aplicação de P não detectou-se diferenças significativas ($P > 0.05$) entre os fungos micorrízicos. Fato idêntico foi

Tabela 1. Rendimento de matéria seca (MS), teores e quantidades totais de nitrogênio e fósforo, taxa de colonização radicular e dependência relativa à micorrização (DRM) de *Desmodium ovalifolium* CIAT-350, em função da micorrização e adubação fosfatada.

Tratamentos	Rendimento de MS (g/vaso)	N (%)	N total (mg/vaso)	P (%)	P total (mg/vaso)	Colonização (%)	DRM* (%)
Testemunha	0.64 e**	3.58 a	22.7 d	0.11 e	0.70 d	—	—
<i>Glomus macrocarpum</i> (M ₁)	1.22 de	3.51 a	42.9 cd	0.14 cd	1.71 cd	54.7 b	47.5
<i>Glomus etunicatum</i> (M ₂)	1.54 cde	3.26 b	50.2 cd	0.14 cd	2.16 cd	53.7 b	58.4
<i>Gigaspora margarita</i> (M ₃)	3.28 ab	2.81 c	92.1 ab	0.13 d	4.26 ab	65.7 a	80.5
M ₃ + 22 kg de P/ha	2.95 ab	2.47 d	72.8 bc	0.16 ab	4.72 ab	53.7 b	78.0
M ₂ + 22 kg de P/ha	2.71 abc	2.28 e	61.7 bc	0.14 cd	3.79 ab	49.3 b	76.4
M ₃ + 22 kg de P/ha	4.00 a	2.64 c	105.1 a	0.15 bc	5.20 a	62.0 a	84.0
22 kg de P/ha	2.47 bcd	2.45 d	60.6 bc	0.17 a	4.20 ab	—	—

* $DRM = \frac{PSM - PSNM}{PSM} \times 100$, onde PSM é o peso seco da planta micorrizada e PSNM o peso seco da planta não micorrizada.

** Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Duncan 5% de probabilidade.

observado por Paulino et al. (1986) avaliando os efeitos de *G. mossae* e *G. fasciculatum* em *Centrosema pubescens* fertilizada com 170 kg/ha de P. Já, na ausência de adubação fosfatada, o maior rendimento de MS foi obtido com a inoculação de *G. margarita*, o qual não diferiu ($P > 0.05$) do verificado com a aplicação de 22 kg/ha de P. Resultados semelhantes foram relatados por Manjunath y Bagyaraj (1984) com *Cajanus cajan* e *Vigna unguiculata* e por Howeler et al. (1987) com *Stylosanthes guianensis*.

Independentemente da adubação fosfatada, os acréscimos proporcionados pelos três fungos micorrízicos nos rendimentos de MS, em relação ao tratamento testemunha, foram superiores aos estimados por CIAT (1985) e Saif (1987) com a inoculação de *G. manihotis*, *Entrophospora colombiana* e *Acaulospora longula* em *D. ovalifolium* CIAT-350.

As plantas não micorrizadas e as inoculadas com *G. macrocarpum* apresentaram os maiores teores de N, o que pode ser atribuído a um efeito de concentração desse nutriente no tecido, pois esses tratamentos foram os de menor produção de MS. Resultado semelhante foi verificado por Paulino et al. (1986) em *Galactia striata* inoculada com *G. mossaea* ou *G. fasciculatum*.

Já o teor de N foi significativamente incrementado ($P < 0.05$) pela micorrização, sendo os maiores valores obtidos com *G. margarita*, independentemente da adubação fosfatada. Do mesmo modo, Guzmán-Plazola et al. (1988) não detectaram diferenças significativas entre as quantidades acumuladas de N por *Leucaena leucocephala* inoculada por *G. intraradices*, associada ou não à aplicação de P (0 a 33 kg/ha de P). Resultado semelhante foi relatado por Manjunath y Bagyaraj (1984) com *C. cajan*. Segundo Bagyaraj et al. (1979) as MVA desempenham importante papel na fixação de N, já que asseguram um melhor suprimento de P à planta colonizada, além de aumentar os teores de leghemoglobina dos nódulos. Ademais, ao estimularem o crescimento da parte aérea e das raízes, promovem a formação de uma maior área foliar fotossinteticamente ativa, aumentando os teores de carboidratos disponíveis e, conseqüentemente a eficiência nodular (Vidor et al., 1983).

Com relação aos teores de P, na presença de adubação fosfatada, os maiores valores foram observados nas plantas não micorrizadas e nas

inoculadas com *G. macrocarpum*, enquanto que sem a adição de P não observou-se efeito significativo ($P > 0.05$) dos fungos testados. Tendências semelhantes foram verificadas por Crush (1974) com *S. guianensis*; Mosquera (1985) com *Phaseolus vulgaris* e Paulino et al. (1986) com *C. pubescens*.

O teor de P foi significativamente afetado ($P < 0.05$) pela interação MVA x doses de P. Na ausência de adubação fosfatada, a inoculação com *G. margarita* resultou em maior conteúdo de P, enquanto que na presença desta não detectou-se diferenças significativas ($P > 0.05$) entre as três espécies de micorrizas e a aplicação de 22 kg/ha de P. Diversos trabalhos (Crush, 1974; Powell et al., 1980; Salinas et al., 1985; Paulino et al., 1986; Saif, 1987; Howeler et al., 1987) têm reportado que plantas infectadas com MVA absorvem mais eficientemente o P da fração solúvel que as não colonizadas, o que proporciona maior conteúdo de P. Segundo Zambolim y Siqueira (1985) este fato é consequência da maior área de solo explorada pelas hifas do fungo que, além de aumentarem a área de absorção, podem absorver nutrientes fora de zona de esgotamento que normalmente se desenvolve em torno das raízes, bem como de modificações fisiológicas na planta que podem alterar as características relacionadas com a cinética de absorção, translocação e utilização de P.

As taxas de colonização radicular registradas com a inoculação de *G. margarita*, independentemente da adubação fosfatada, foram significativamente superiores ($P < 0.05$) às obtidas com *G. macrocarpum* e *G. etunicatum*. Resultados similares foram relatados por Powell et al. (1980) em *Trifolium repens* e Silveira y Cardoso (1987) em *P. vulgaris*. Conforme Green et al. (1976) as espécies do gênero *Gigaspora* ocorrem em uma faixa mais ampla de pH, apresentando melhor adaptação a solo ácidos que as de *Glomus*.

Considerando-se os critérios de Plenchette et al. (1983), que apresenta uma fórmula para expressar a dependência relativa à micorrização (DRM), em função do peso seco total, observou-se uma maior DRM de *D. ovalifolium* CIAT-350 à *G. margarita*, em relação a *G. macrocarpum* e *G. etunicatum*. A adição de P ao solo aumentou a DRM, sendo este efeito mais acentuado com a inoculação de *G. margarita*. Do mesmo modo, Paulino et al. (1986) verificaram que em plantas

de *C. pubescens* e *G. striata*, inoculadas com *G. mossaea* ou *G. fasciculatum*, a DRM foi incrementada com a aplicação de fosfato solúvel, porém diminuída com o fosfato de rocha. Resultados semelhantes foram encontrados por Mosquera (1985) com *P. vulgaris*; Salinas et al. (1985) com *P. phaseoloides* e Manjunath y Bagyaraj (1986) com *V. unguiculata*. Segundo Manjunath y Bagyaraj (1984) a suplementação de pequenas doses de P em solos ácidos e com alta capacidade de fixação desse nutriente, em geral, estimula o crescimento, nodulação e absorção de P e, como consequência, implica em maior DRM.

Conclusões

Os resultados obtidos mostram: 1) A inoculação de MVA promoveu acréscimos significativos na produção de MS, teores e quantidades totais de P e N de *D. ovalifolium*. 2) Na ausência de adubação fosfatada, *G. margarita* foi o fungo mais eficiente em termos de produção de MS e absorção de P e N, enquanto que na presença desta não observaram-se diferenças significativas entre as três espécies de MVA. 3) Independentemente da adubação fosfatada, as maiores taxas de colonização radicular foram verificadas com a inoculação de *G. margarita*. 4) A dependência relativa à micorrização foi incrementada com a aplicação de P, sendo os efeitos mais acentuados com a inoculação de *G. margarita*.

Resumen

En Porto Velho, Brasil, se evaluó el efecto de las micorrizas vesículo-arbusculares (MVA) *Glomus macrocarpum*, *G. etunicatum* y *Gigaspora margarita* solas y asociadas con fósforo (P) (22 kg/ha), en el rendimiento de MS y fijación de N de *Desmodium ovalifolium* CIAT-350. El suelo experimental es Latosol (pH = 4.2, P = 2 ppm, K = 75 ppm, Al = 2.8 mE% y Ca + Mg = 1.2 mE%).

Los resultados mostraron un efecto significativo de la interacción MVA x P en los rendimientos de MS y en la concentración de P en *D. ovalifolium*. Los mayores rendimientos de MS y de N se alcanzaron con *G. margarita*; sin embargo, la mayor concentración de N y P en el tejido de *D. ovalifolium* se encontró con la inoculación con *G. macrocarpum*. Los resultados

mostraron que *D. ovalifolium* CIAT-350 tiene mayor dependencia relativa de la micorriza *G. margarita* que de *G. macrocarpum* y *G. etunicatum*.

Summary

A trial was carried out at Porto Velho, Brazil, to evaluate the effect of the vesicular-arbuscular mycorrhizae (VAM) *Glomus macrocarpum*, *G. etunicatum*, and *Gigaspora margarita* alone and associated with phosphorus (P) (22 kg/ha) on DM yield and N fixation of *Desmodium ovalifolium* CIAT-350. The experimental soil is a Latosol (pH = 4.2, P = 2 ppm, K = 75 ppm, Al = 2.8 mE%, and Ca + Mg = 1.2 mE%).

Results showed a significant effect of VAM x P interaction on DM yields and on the concentration of P by *D. ovalifolium*. The greater DM and N yields were achieved with *G. margarita*; however, the greater concentration of N and P in the tissue of *D. ovalifolium* was found under inoculation with *G. macrocarpum*. Results showed that *D. ovalifolium* CIAT-350 has a greater relative dependency on the mycorrhiza *G. margarita* than on *G. macrocarpum* and *G. etunicatum*.

Referências

- Bagyaraj, D.; Manjunath, A. y Patil, R. B. 1979. Interaction between a vesicular-arbuscular mycorrhiza and *Rhizobium* and their effects on soybean in the field. *New Phytol.* 84:141-145.
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1985. Programa de Pastos Tropicales. Informe anual 1984. Cali, Colombia. p. 153-176.
- Crush, J. R. 1974. Plant growth responses to vesicular-arbuscular mycorrhiza. VII-Growth and nodulation of some herbage legumes. *New Phytol.* 73:743-752.
- Fenster, W. E. y León, L. A. 1979. Manejo de la fertilización con fósforo para el establecimiento y mantenimiento de pastos mejorados en suelos ácidos e infértiles de América Tropical. En: Tergas, L. E. y Sánchez, P. A. (eds.). Producción de pastos en suelos ácidos de los trópicos. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. p. 119-133.
- Green, N. E.; Graham, S. O. y Schenck, N. C. 1976. The influence of pH on the germination of vesicular-arbuscular mycorrhiza spores. *Mycologia* 68(14):929-934.

- Guzmán-Plazola, R. A.; Cerrato, R. F. y Etchevers, J. O. 1988. *Leucaena leucocephala*, a plant of high mycorrhizal dependency in acid soils. *Leuc. Res. Rep.* 9:69-73.
- Howeler, R. H.; Sieverding, E. y Saif, S. 1987. Practical aspects of mycorrhizal technology in some tropical crops and pastures. *Plant and Soil* 100:249-283.
- Lopes, E. S.; Siqueira, J. O. y Zambolim, L. 1983. Caracterização das micorrizas vesicular-arbusculares (MVA) e seus efeitos no crescimento das plantas. *Rev. Bras. Ciência do Solo* 7(1):1-19.
- Manjunath, A. y Bagyaraj, D. 1984. Response of pigeon pea and cowpea to phosphate and dual inoculation with vesicular-arbuscular mycorrhiza and *Rhizobium*. *Trop. Agric.* 61(1):48-52.
- y ———. 1986. Response of blackgram, chickpea and mungbean to vesicular-arbuscular mycorrhizal inoculation in an unsterile soil. *Trop. Agric.* 63(1):33-35.
- Mosquera, O. 1985. Influencia de la inoculación con micorriza sobre la respuesta del frijol carioca a la fertilización fosfórica. En: Sieverding, E.; Prager, M. S. de y Otero, N. B. (eds.). *Investigaciones sobre micorrizas en Colombia*. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Colombia, Palmira. p. 154-160.
- Paulino, V. T.; Piccini, D. F. y Barea, J. M. 1986. Influência de fungos micorrízicos vesículo-arbusculares e fosfatos em leguminosas forrageiras tropicais. *Rev. Bras. Ciência do Solo* 10(1):103-108.
- Phillips, J. M. y Hayman, D. S. 1970. Improved procedure for clearing roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment for infection. *Trans. Br. Mycol. Sol.* 55:158-161.
- Plenchette, C.; Fortin, J. A. y Furlan, V. 1983. Growth response of several plants species to mycorrhizas in a soil of moderate P-fertility; 1: Mycorrhizal dependency under field conditions. *Plant and Soil* 70(1):199-209.
- Powell, C. L.; Groters, M. y Metcalf, D. 1980. Mycorrhizal inoculation of a barley crop in the field. *N. Z. J. Agric.* 23:107-109.
- Saif, S. R. 1987. Growth responses of tropical forage plant species to vesicular-arbuscular mycorrhizal; 1: Growth, mineral uptake and mycorrhizal dependency. *Plant and Soil* 97:25-35.
- Salinas, J. G.; Sanz, J. I. y Sieverding, E. 1985. Importance of VA mycorrhizae for phosphorus supply to pasture plants in tropical Oxisols. *Plant and Soil* 84:347-360.
- Silveira, A. P. de y Cardoso, E. J. 1987. Efeito do fósforo e da micorriza vesículo-arbuscular na simbiose *Rhizobium*-feijoeiro. *Rev. Bras. Ciência do Solo* 11:31-36.
- Tedesco, J. M. 1982. Extração simultânea de N, P, K, Ca e Mg em tecido de plantas por digestão com H_2O_2 - H_2SO_4 . Faculdade de Agronomia, Universidade Federal Rio Grande do Sul, Porto Alegre. Inf. no. 1.
- Vidor, C.; Kolling, J.; Freire, J. R.; Scholles, D. y Pedroso, M. H. 1983. Fixação biológica do nitrogênio pela simbiose entre *Rhizobium* e leguminosas. Instituto de Pesquisas Agronômicas, Porto Alegre. Bol. Téc. no. 11. 52 p.
- Zambolim, L. y Siqueira, J. O. 1985. Importância e potencial das associações micorrízicas para a agricultura. Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG). 36 p.