

Eficiência de fungos micorrízicos vesículo-arbusculares e da adubação fosfatada em *Centrosema brasilianum* (L.) Benth.

V. T. Paulino*, N. de L. Costa**, M. A. Cardelli*, A. N. Rodrigues** e F. de Chagas**

Introdução

A deficiência de fósforo é um dos fatores mais limitantes ao cultivo das forragens na América tropical. Cerca de 95% dos solos brasileiros são deficientes em fósforo. O custo unitário relativamente alto dos fertilizantes fosfatados, aliado a elevada capacidade de fixação da maior parte do fósforo aplicado, torna fundamental o desenvolvimento de tecnologias que melhorem o aproveitamento do fósforo nestes solos. Nesse sentido têm sido reconhecidos, há mais de quinze anos (Crush, 1974), os efeitos benéficos das micorrizas vesículo-arbusculares (MVA) para a nutrição vegetal.

Revisando a literatura, Barea and Azcon-Aguilar (1984) e Lopes et al. (1983) deixaram claro que os efeitos das MVA são mais acentuados em condições sub-ótimas de disponibilidade de P, e que as plantas não-micorrizadas porém exploram mais eficientemente em tempo e espaço a reserva de P lábil do solo.

O sucesso no estabelecimento, nodulação e fixação de N₂ das leguminosas forrageiras nas pastagens depende de uma nutrição fosfatada adequada (Gibson, 1976). As MVA incrementam a absorção de fósforo, melhoram a fixação de N₂ e subsequentemente o crescimento das plantas.

A magnitude de respostas à inoculação dos solos com MVA é condicionada às interações solo-planta-fungo (Munns and Mosse, 1980).

Dentre as leguminosas forrageiras mais promissoras destaca-se a *Centrosema brasilianum*. Há uma carência de estudos dos efeitos dos fungos MVA sobre o crescimento e multiplicação dessa espécie forrageira.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a eficiência de diferentes fungos MVA em *C. brasilianum* na ausência ou na presença de adubação fosfatada.

Materiais e métodos

Localização e solos. O ensaio foi conduzido em casa de vegetação num Latossolo Vermelho amarelo distrófico, coletado na camada arável (0 a 20 cm) com as seguintes características químicas: pH em água (1:2.5) = 4.5; P = 2.0 ppm (Melich I); Ca + Mg = 1.2 meq/100 g; Al = 2.6 meq/100 g; e K = 0.17 meq/100 g.

Metodologia. Os tratamentos, dispostos em blocos completos casualizados com três repetições, constaram de quatro espécies de endófitos: *Glomus etunicatum*, *Acaulospora muricata*, *Gigaspora margarita* e *Gigaspora heterogama*, na ausência ou na presença de 22 kg/ha de P. As doses de fósforo foram aplicadas na semeadura, sob a forma de superfosfato simple e misturadas uniformemente com o solo. Cada unidade experimental constituiu-se de um vaso com capacidade de 2.5 kg de solo seco. Os tratamentos com

* Pesquisadores, Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq/ EMBRAPA), Instituto de Zootecnia, Caixa Postal 60, 13.460 Nova Odessa, SP, Brasil.

** Pesquisadores, Centro de Pesquisa Agroflorestal de Rondônia (CPAF-RO/EMBRAPA), Porto Velho, RO, Brasil.

inoculação receberam 5 g de inóculo por vaso (raízes + solo + esporos).

A semeadura foi realizada em novembro de 1988 utilizando-se sementes de *Centrosema brasilianum* CIAT 5234, inoculadas com turfa contendo o *Rhizobium* específico. Dez dias após a emergência das plântulas executou-se o desbaste deixando-se três plantas por vaso. O controle hídrico foi diário, mantendo-se o solo em 80% de sua capacidade de campo.

Cinquenta dias após o desbaste cortaram-se as plantas rente ao solo, sendo a parte aérea seca em estufa a 65 °C por 48 horas e moída em moinho tipo Whiley em peneira de 2 mm. O teor de nitrogênio total foi determinado pelo método micro-Kjeldahl descrito por Bremner (1965). As concentrações de fósforo foram quantificadas segundo o método descrito por Tedesco (1982).

A coloração das raízes foi realizada pelo método de Phillips and Hayman (1970) e a taxa de colonização foi estimada pelo método das intersecções (Giovanetti and Mosse, 1980).

Resultados e discussão

Na Tabela 1 são mostrados os efeitos da micorrização e do fornecimento de fósforo sobre o crescimento, teores e quantidades de N

acumuladas na parte aérea da *C. brasilianum*, bem como as taxas de colonização radicular devido à inoculação dos fungos micorrízicos.

O crescimento da parte aérea da leguminosa foi positivamente influenciado pela inoculação dos fungos, com exceção da inoculação com *G. etunicatum* que foi similar ao controle. A resposta à inoculação micorrízica variou com as espécies de endófitos testadas. Verificou-se desde respostas inexpressivas à inoculação com *G. etunicatum*, até incrementos em 154% com o emprego de *A. muricata* sem adição de fosfato. A adição de adubação fosfatada incrementou expressivamente os efeitos da micorrização. Paulino e Azcon (1987) constataram que a *Centrosema* é uma planta altamente dependente da micorriza. Tendências similares sobre os efeitos benéficos das MVA em plantas forrageiras também foram relatados por Crush (1974) e Barea and Azcon-Aguilar (1984).

Nas condições do presente experimento, solo ácido com pH 4.5 e Al = 2.6 meq/100 g, o fungo *A. muricata* foi o mais eficiente na presença ou na ausência de adubação fosfatada. As espécies *G. margarita* e *G. heterogama* tiveram efeitos semelhantes entre si e inferiores aos da *Acaulospora*. Possivelmente o Al livre e a acidez afetaram diferentemente os fungos MVA. Yawney et al. (1982) sugeriram que o efeito da

Tabela 1. Rendimento de matéria seca (MS), teores e quantidades absorvidas de nitrogênio e taxa de colonização radicular de *Centrosema brasilianum* CIAT-5234, em função da micorrização e da adubação fosfatada.

Tratamentos	Rendimento de MS (g/vaso)	Nitrogênio absorvido		Colonização radicular (%)
		%	mg/vaso	
Testemunha	2.15f*	3.17b	68f	—
<i>Glomus etunicatum</i> -M ₁	3.64ef	3.70a	134e	47
<i>Acaulospora muricata</i> -M ₂	5.47cd	2.81bc	154cde	42
<i>Gigaspora margarita</i> -M ₃	3.80e	3.05bc	116e	54
<i>Gigaspora heterogama</i> -M ₄	4.10de	2.85bc	117e	45
M ₁ + 22 kg/ha de P	5.77c	2.77c	160cd	56
M ₂ + 22 kg/ha de P	9.23a	2.34d	216a	49
M ₃ + 22 kg/ha de P	7.39b	2.98bc	220a	61
M ₄ + 22 kg/ha de P	6.84bc	3.04bc	208ab	52
22 kg/ha de P	6.21bc	2.86bc	178bc	—

* Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

acidez do solo na simbiose micorrízica é muito complexo, afetando mais comumente o fungo que a planta hospedeira. Siqueira et al. (1984) também relataram que a acidez do solo e o Al livre apresentaram um efeito fungistático, prejudicando a formação de *G. margarita* e *G. mosseae*.

A calagem não é empregada comumente na região onde o trabalho foi executado; provavelmente beneficiaria a planta alterando concomitantemente o comportamento dos fungos.

Parece haver alguma especificidade do hospedeiro com relação à espécie de fungo utilizada, pois *Acaulospora* promoveu absorção e acúmulo de P na parte aérea. Tais variações são atribuídas às diferenças fisiológicas entre os endófitos, interações entre fatores do solo e do endófito ou ao próprio mecanismo de infecção, os quais irão influir diretamente na eficiência do sistema (Munns and Mosse, 1980).

A acumulação de N e de P pela planta pode ser observada nas Tabelas 1 e 2. A inoculação das plantas com fungos MVA elevou expressivamente a acumulação de N e a absorção de P. O estímulo no crescimento da planta atribuído aos fungos micorrízicos estão fortemente correlacionado com a maior acumulação de nutrientes, especialmente o P. A difusão do P até a superfície das raízes é uma das etapas limitantes a absorção do mesmo. As plantas micorrizadas levam vantagem sobre as não micorrizadas, pois as hifas do fungo podem beneficiar-se do P distante da rizosfera que permanece inacessível às plantas não micorrizadas.

Trabalhos realizados por Gibson (1976) e por Munns and Mosse (1980) reforçam a idéia da importância da MVA em satisfazer a alta demanda por fósforo apresentada pelo *Rhizobium* durante o processo de nodulação e fixação de nitrogênio. O incremento na absorção de N provocado pela inoculação dos fungos micorrízicos corroboram com essa idéia, uma vez que na ausência de inoculação as quantidades de N acumuladas foram bastantes baixas.

Uma boa colonização das raízes pelos fungos MVA melhorou a nutrição da *Centrosema*, especialmente com relação ao P, refletindo sobre o crescimento da planta. A adição de fosfato (22 kg/ha de P) favoreceu a colonização das raízes de *Centrosema* por todos os fungos

Tabela 2. Teores e quantidades absorvidas de fósforo em *Centrosema brasilianum* CIAT-5234, em função da micorrização e da adubação fosfatada.

Tratamentos	Teor (%)	Absorção (mg/vaso)
Testemunha	0.12 [*]	2.67 ^e
<i>Glomus etunicatum</i> -M ₁	0.14 ^e	5.39 ^{de}
<i>Acaulospora muricata</i> -M ₂	0.16 ^{cde}	8.75 ^{cd}
<i>Gigaspora margarita</i> -M ₃	0.15 ^{de}	5.78 ^{de}
<i>Gigaspora heterogama</i> -M ₄	0.17 ^{bc}	7.01 ^d
M ₁ + 22 kg/ha de P	0.18 ^{ab}	10.67 ^{bc}
M ₂ + 22 kg/ha de P	0.17 ^{bcd}	15.41 ^a
M ₃ + 22 kg/ha de P	0.18 ^{ab}	13.29 ^{ab}
M ₄ + 22 kg/ha de P	0.20 ^a	13.41 ^{ab}
22 kg/ha de P	0.17 ^{bc}	10.69 ^{bc}

* Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

introduzidos. A adubação fosfatada relativamente baixa, além de ser econômica, foi benéfica à micorrização. Embora para essa leguminosa forrageira, trabalhos realizados com níveis de adubação fosfatada indiquem que valores de 87 kg/ha de P são necessários para promover uma ótima produção de forragem (Costa e Paulino, 1990).

Preconizando a filosofia da utilização de um mínimo de insumos para o manejo de pastagens em solos ácidos e de baixa fertilidade, os resultados do presente trabalho evidenciam que a aplicação de uma dose baixa de fósforo juntamente com a micorrização foram capazes de incrementar a produção de forragem de *Centrosema*.

A elevação da eficiência de absorção de P dessa leguminosa através da micorrização, representa um fator muito importante para o desenvolvimento da pecuária nos trópicos, melhorando o aproveitamento dos fertilizantes fosfatados, que além de limitante pode ser muito custoso.

Conclusões

A *Centrosema brasilianum* CIAT 5234 crescendo em solo deficiente em fósforo mostrou alto grau de micorrização e elevada dependência micorrízica.

A efetividade simbiótica dessas espécies do fungus foi diferente, sendo *A. muricata* a mais efetiva. Os benefícios da inoculação resultaram da maior absorção de fósforo, elevando o crescimento da *Centrosema*.

Resumen

En el invernadero del Instituto de Zootecnia de Nova Odessa, SP, Brasil, se evaluó la eficiencia de los hongos vesículo-arbusculares (MVA): *Glomus etunicatum*, *Acaulospora muricata*, *Gigaspora margarita* y *Gigaspora heterogama*, con y sin la aplicación de 22 kg/ha de P, cuando se inocularon a la leguminosa *Centrosema brasilianum* CIAT 5234. Se utilizó un Oxisol, recolectado en Porto Velho, RO (pH = 4.5, P = 2 ppm, Ca + Mg = 1.2 meq/100g, Al = 2.6 meq/100 g y K = 0.17 meq/100 g).

Acaulospora muricata favoreció la mayor fijación de P y de N, y una mayor producción de MS de *C. brasilianum*. *Gigaspora margarita* y *Gigaspora heterogama* presentaron efectos similares entre sí, pero inferiores a los alcanzados con *A. muricata*. *Glomus etunicatum* no fue eficiente para la inoculación de la leguminosa. Los resultados mostraron una alta dependencia de *C. brasilianum* por micorriza.

Summary

This study was carried out to evaluate under greenhouse conditions the effect of four species of vesicular-arbuscular mycorrhiza and phosphate fertilization (rates: 0 and 22 kg/ha of P) on growth and nitrogen and phosphorus content of centro (*Centrosema brasilianum* (L.) Benth). The plants were inoculated with *Glomus etunicatum*, *Acaulospora muricata*, *Gigaspora margarita*, and *Gigaspora heterogama*. The experiment was conducted in a Yellow Latosol from Porto Velho, Rondônia, Brazil. Vesicular-arbuscular mycorrhizal (VAM) plants presented more efficient nutrient assimilation and growth. The *Acaulospora* fungus was the most efficient. Response to VAM inoculation was enhanced in the presence of phosphate fertilization.

Referências

- Barea, J. M. and Azcon-Aguilar, C. 1984. Mycorrhizas and their significance in nodulating nitrogen-fixing plants. *Adv. Agron.* 36:1-56.
- Bremner, J. M. 1965. Total nitrogen. In: Black, C.A. (ed.). *Methods of soil analysis*. American Society of Agronomy, Madison. p. 1149-1178.
- Costa, N. L. e Paulino, V. T. 1990. Efeito da adubação fosfatada sobre o crescimento, nodulação e composição química de *Centrosema*. *Pasturas Tropicales* 12(3):16-21.
- Crush, J. R. 1974. Plant growth response to vesicular-arbuscular mycorrhiza. *New Phytol.* 73:743-752.
- Gibson, A. H. 1976. Limitation to dinitrogen fixation in legumes. In: Newton, W. E. and Nyman, O. J. (eds.). *Proceedings of the International Symposium of Nitrogen Fixation*. University Press, Washington. v. 2, p. 400-428.
- Giovanetti, M. and Mosse, B. 1980. An evaluation of techniques for measuring vesicular-arbuscular mycorrhizal infection on roots. *New Phytol.* 84:489-500.
- Lopes, E. S.; Siqueira, J. O. e Zambolim, L. 1983. Caracterização das micorrizas vesicular-arbusculares (MVA) e seus efeitos no crescimento das plantas. *Rev. Bras. Ci. Solo* 7:1-19.
- Munns, D. N. and Mosse, B. 1980. Mineral nutrition of legume crops. In: Summerfield, R. J. and Bunting, A. H. (eds.). *H. M. Stationery Office*, London. p. 115-125.
- Paulino, V. T. e Azcon, R. 1987. Respostas de *Centrosema pubescens* Benth. à inoculação de micorriza vesículo-arbuscular e microrganismos solubilizadores de fosfato em meio com fosfatos de rocha. *Rev. Bras. Ci. Solo* 11:263-267.
- Phillips, J. M. e Hayman, D. S. 1970. Improved procedure for clearing roots and staining parasite and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. *Trans. Br. Mycol. Soc.* 55:158-161.
- Siqueira, J. O.; Hubbell, D. H. and Mahmud, A. W. 1984. Effect of liming on spore germination, germ tube growth and root colonization by vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. *Plant Soil* 76:115-124.
- Tedesco, M. J. 1982. Extração simultânea de N, P, K, Ca, e Mg em tecidos de plantas por digestão com H₂O₂-H₂SO₄. *Fac. Agronomia, Univ. Fed. Rio Grande do Sul, Porto Alegre*. Informativo Interno no. 1. 23 p.
- Yawney, W. I.; Schultz, R. C. and Kormanik, P. P. 1982. Soil phosphorus and pH influence the growth of mycorrhizal sweetgum. *Soil Sci. Am. J.* 46:1315-1320.