

INFLUÊNCIA DE FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES SOBRE O CRESCIMENTO DE TRÊS LEGUMINOSAS ARBÓREAS

Marcos Vinicius Winckler Caldeira¹
Eliane Maria Ribeiro da Silva²; Avílio A. Franco²
Luciano Farinha Watzlawick³

Resumo

O presente estudo teve como objetivo avaliar o efeito da inoculação de fungos micorrízicos arbusculares (FMA) sobre o crescimento de *Adenanthera pavonina*, *Mimosa guilandena* e *Enterolobium schomburgkii*. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com quatro tratamentos e vinte e cinco repetições. Os tratamentos foram: *Glomus clarum* (Nicolson & Schenk), *Glomus macrocarpum* (Tul. & Tul.), fungos nativos e testemunha (sem inoculação). As mudas foram cultivadas em substratos com composto orgânico, argila, areia e fosfato natural de rocha na proporção de 6:2:1:1. Cento e noventa e oito dias após a germinação, as leguminosas inoculadas ou não com FMA responderam de modo distinto: a inoculação de *G. clarum* e *G. macrocarpum* em mudas de *Enterolobium schomburgkii* e a inoculação de *G. macrocarpum* em mudas de *Adenanthera pavonina* favoreceram a produção de peso de massa seca aérea e de raízes. A inoculação com os fungos *Glomus clarum* e *Glomus macrocarpum* favoreceu a percentagem de colonização micorrízica.

Palavras-chave: Fungos micorrízicos, Leguminosas arbóreas, Crescimento inicial, Crescimento juvenil.

Abstract

The present study aimed at evaluating the effects of arbuscular mycorrhizal fungi inoculation (AMF) effect, in the growth of *Adenanthera pavonina*, *Mimosa guilandena* and *Enterolobium schomburgkii*. A completely randomized design was used, with four treatments and twenty five repetitions per treatment. Treatments consisted of inoculation with *Glomus clarum* (Nicolson & Schenk), *Glomus macrocarpum* (Tul. & Tul.), native fungi and control (without inoculation). The seedlings were cultivated in a mixture of organic compost, clay, sand and a natural phosphate substrate (ratio 6:2:1:1). One hundred and ninety eight days after seed germination, the AMF-inoculated and non-inoculated seedlings responded diversely: inoculation with *G. clarum* and *G. macrocarpum* on *E. schomburgkii* seedlings and the inoculation of *G. macrocarpum* on *A. pavonina* promoted increases in root weight and aerial dry weight. Inoculation with *Glomus clarum* and *Glomus macrocarpum* increased, the level of mycorrhizal colonization.

Keywords: Mycorrhizal fungi, Arboreal legumes, Initial growth, Juvenile seed growth.

¹ Doutorado em Ciências Florestais, Centro de Ciências Florestais e da Madeira/UFPR. Av. Prof. Lothário Meissner, 3400 - Jardim Botânico; 80210-170 - Curitiba, PR. E-MAIL: caildeira@floresta.ufpr.br. Bolsista do CNPq. Autor para correspondência.

² Dr., Pesquisadores do Centro Nacional de Pesquisa de Agrobiologia (CNPAB). Antiga Rodovia Rio/SP. Km 47. CEP: 23850-970. Seropédica, RJ.

³ Doutorando em Ciências Florestais, Prof^o do Centro de Ciências Florestais e da Madeira/UFPR. Av. Prof. Lothário Meissner, 3400 - Jardim Botânico, CEP: 80210-170 - Curitiba, PR.

Introdução

Existem vários tipos de micorrizas, entre elas destacam-se as Micorrizas Arbusculares (MAs), por serem cosmopolitas e predominantes nas espécies vegetais em ecossistemas tropicais.

As MAs aumentam a área explorada pelo sistema radicial, favorecendo a absorção dos nutrientes, principalmente o fósforo. Espécies não micorrizadas, ou mesmo colonizadas por fungos micorrízicos arbusculares ineficientes, crescendo em condições de baixa disponibilidade de fósforo, em geral necessitam de mais fertilizantes fosfatados. De uma maneira geral, em solos com baixa disponibilidade de fósforo, as plantas colonizadas com Fungos Micorrízicos Arbusculares (FMA) apresentam taxas de crescimento mais elevadas do que as não colonizadas (MONTEIRO, 1990).

Trabalhos têm demonstrado que, em solos de baixa fertilidade, a inoculação com rizóbios e fungos micorrízicos em leguminosas aumenta a nodulação, fixação de nitrogênio e, conseqüentemente, o crescimento (SIVAPRASAD et al., 1983; BONETI, 1984; COSTA et al., 1990).

As respostas positivas de crescimento de leguminosas em relação à colonização micorrízica são normalmente interpretadas como efeito da melhora na nutrição mineral das plantas, devido ao aumento na absorção de nutrientes, principalmente o P, pelas raízes micorrizadas (HAYMAN, 1983; MENGE, 1983), melhora na absorção de água, e resistência a doenças da raiz (DAFT & NICOLSON, 1966; GIANINAZI-PEARSON & GIANINAZZI, 1983).

Diante de todos esses fatores, as leguminosas têm sido utilizadas na recuperação de áreas degradadas, por serem mais tolerantes à acidez e à baixa disponibilidade de nutrientes.

A recuperação de solos degradados deve basear-se numa tecnologia que promova não apenas a utilização de espécies de rápido crescimento, mas também que sejam capazes de melhorar o solo por meio da deposição de matéria orgânica e ciclagem de nutrientes (MONTAGNINI & SANCHO, 1990).

No presente estudo, avaliou-se a taxa de crescimento de *Adenanthera pavonina*, *Mimosa guianensis* e *Enterofobium schomburgkii* à inoculação de FMA (*Glomus clarum* Nicolson & Schenk, *Glomus macrocarpum* Tul. & Tul., Fungos Nativos e Testemunha - sem inoculação).

Material e métodos

O presente trabalho foi conduzido em casa de vegetação localizada no Centro Nacional de Pesquisa de Agrobiologia (EMBRAPA/CNPAB) Seropédica, RJ a 22° 46' S e 43° 41' W e altitude de 33 m s.n.m.. De acordo com KOEPPEN, o clima predominante na região é do tipo AW.

As sementes de *Adenanthera pavonina*, *Mimosa guianensis* e *Enterofobium schomburgkii* foram provenientes da região de Porto Trombetas-PA. Inicialmente as sementes passaram por um processo de quebra de dormência em ácido sulfúrico (95 - 97% PA) por período de 45, 30 e 25 minutos, respectivamente para *Adenanthera pavonina*, *Mimosa guianensis* e *Enterofobium schomburgkii*. Em seguida, foram desinfestadas com peróxido de hidrogênio (30% PA) por dois minutos e em seguida lavadas com água estéril (água autoclavada).

Após a quebra de dormência as sementes foram colocadas em placas de petri esterilizadas e levadas ao germinador, a uma temperatura de 34,4°C, por dois a três dias.

O substrato utilizado para a produção de mudas foi uma mistura de composto orgânico: argila: areia: fosfato de rocha natural na proporção de 6:2:1:1, respectivamente. Para a sua esterilização utilizou-se 0,60 ml de brometo de metila/kg de substrato, permanecendo hermeticamente fechado durante 96 horas.

O plantio das sementes pré-germinadas foi feito em bandejas de isopor com 72 células e em cada bandeja foram utilizadas 25 células, sendo que em cada célula foram colocadas 2 sementes. Quando as plântulas obtiveram dois pares de folhas definitivas foi realizado raleamento, deixando uma plântula por célula. No momento do plantio das sementes pré-germinadas foi realizada a inoculação com fungos micorrízicos arbusculares (FMA). Em cada célula foram colocados 30 esporos/planta.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado (STORK & LOPES, 1997), com 4 tratamentos e 25 repetições por leguminosa. Os tratamentos foram: *Glomus clarum* (Nicolson & Schenk), *Glomus macrocarpum* (Tul. & Tul.), Fungos Nativos e Testemunha (sem inoculação). O solo do tratamento testemunha foi desinfestado com brometo de metila (0,60 ml de brometo de metila/kg de solo). Os fungos nativos foram pro-

cedentes da rizosfera de plantas da mata virgem da região de Porto Trombetas-PA.

Após 198 dias, foram avaliados os parâmetros: altura, diâmetro à altura do colo, peso de matéria seca da parte aérea e raiz, e porcentagem do comprimento de raízes colonizadas.

Do volume de solo coletado em cada célula, foram separadas raízes finas (< 1,0 mm de diâmetro) para avaliação da colonização micorrízica. Posteriormente, o sistema radicial foi lavado e colocado em papel absorvente para eliminar o excesso de umidade. Em seguida, foi retirado 0,5 g de raízes finas e lavadas com água destilada e conservadas em etanol 50%. O clareamento e coloração das raízes foi feito de acordo com a metodologia propostas por Koske & Gemma (1989).

As raízes foram lavadas com água e deixadas por 6 horas, a 28 0C, em KOH 10%, aquecidas a 80 0C durante 1 hora e lavadas com água. Em seguida foram imersas em H2O2 10 volumes por 5 minutos, lavadas com água e colocadas em HCl 2% por 5 minutos. Posteriormente, removeu-se o HCl, ou seja, as raízes foram lavadas e depois coradas com azul de tripano 0,05% em lactoglicerol (ácido láctico, glicerol e água na proporção 1:1:1) a 650C, durante 7 minutos e após colocadas em lactoglicerol.

A porcentagem do comprimento de raízes finas colonizadas foi avaliado pelo método da placa quadriculada (GIOVANNETTI & MOSSE, 1980)

No final do trabalho, aos 198 dias após a germinação, obteve-se a média por planta para cada variável medida (25 plantas), e com esses valores comparou-se os tratamentos através do teste de Tukey, em nível de 5% probabilidade.

Resultados e discussão

Para o crescimento em altura e diâmetro, as três leguminosas responderam de maneira similar à inoculação com FMA, ou seja, não houve diferença significativa entre os tratamentos (Tabela 1). Resultados semelhantes foram observados por Caldeira et al. (1997), com *Copaifera martii* e *Dimorphandra macrostachya*; por CALDEIRA et al. (1999a), com *Peltogyne venosa* e *Sclerolobium paniculatum*; por Caldeira et al. (1999b), com *Chamaecrista desvauxii* e *Cassia leiandra*.

No que se refere ao peso de matéria seca

da parte aérea das leguminosas, houve diferenças em relação aos tratamentos (Tabela 1). Mudanças de *Adenantha pavonina* inoculadas com *G. macrocarpum* apresentaram maior acúmulo de peso de matéria seca da parte aérea e de raiz, entretanto, a maior produção de peso de matéria seca aérea e de raiz em mudas de *Mimosa guilandena* foi respectivamente com *G. clarum* e fungos nativos. Em mudas de *Enterolobium schomburgkii*, a maior produção de peso de matéria seca da parte aérea e de raízes ocorreu nos tratamentos com *G. clarum* e *G. macrocarpum*. Tanto para mudas de *Adenantha pavonina*, como para *Enterolobium schomburgkii* a inoculação com fungos nativos não favoreceu de maneira positiva no acúmulo de peso de matéria seca da parte aérea e de raiz.

Os efeitos positivos ou não da inoculação com FMA nas diversas espécies depende de fatores como: espécie florestal a ser estudada, tipo de FMA, substrato, disponibilidade de nutrientes, pH do solo. Levando em consideração esse fato, Caldeira et al. (1997, 1999a;b) observaram que mudas de *Dimorphandra macrostachya*, *Sclerolobium paniculatum* e *Chamaecrista desvauxii* inoculadas com *G. Clarum*, *Gigaspora margarita* e fungos nativos e testemunha não mostraram diferença significativa entre os tratamentos, no que se refere ao crescimento em altura, diâmetro e produção do peso de matéria seca da parte aérea e raiz. Mendes Filho (1985) verificou que o *G. macrocarpum* foi eficiente na associação simbiótica em *Mimosa caesalpinifolia*, aumentando significativamente o peso seco da parte aérea e a altura.

TABELA 1: Altura (h), diâmetro à altura do colo (d), peso de matéria seca da parte aérea (PSPA), peso de matéria seca de raízes grossas (PSRG) (> que 1,0 mm de diâmetro) e peso de matéria seca de raízes finas (PSRF) (< que 1,0 mm de diâmetro) em leguminosas arbóreas inoculadas ou não com FMA.

Tratamento	<i>Adenantha pavonina</i>				
	h	D	PSPA	PSRG	PSRF
	g planta ⁻¹				
<i>G. clarum</i>	18,2 a*	0,35 a*	1,63 b*	0,60 b*	0,14 b*
<i>G. macrocarpum</i>	20,7	0,37	2,47 a	0,84 a	0,34 a
Fungos nativos	17,4	0,37	1,62 b	0,72 ab	0,15 b
Testemunha	18,7	0,33	1,72 b	0,69 ab	0,17 b
<i>Mimosa guilandena</i>					
<i>G. clarum</i>	15,5 a*	0,22 a*	1,60 a*	0,17 b*	0,12 b*
<i>G. macrocarpum</i>	14,6	0,22	1,05 ab	0,15 b	0,13 b
Fungos nativos	17,4	0,24	0,74 b	0,33 a	0,21 a
Testemunha	16,4	0,22	1,10 ab	0,14 b	0,10 b
<i>Enterolobium schomburgkii</i>					
<i>G. clarum</i>	17,3 a*	0,25 a*	1,77 a*	0,23 a*	0,19 a*
<i>G. macrocarpum</i>	16,9	0,23	1,72 a	0,25 a	0,17 a
Fungos nativos	15,6	0,22	0,64 b	0,16 b	0,11 b
Testemunha	15,4	0,22	0,62 b	0,14 b	0,09 b

*Médias seguidas com mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey, em 5% de probabilidade.

A percentagem de colonização micorrízica em mudas de *Adenantha pavonina* foi semelhante estatisticamente em todos tratamentos com FMA. Mudas de *Mimosa guilandenae* e *Enterolobium schomburgkii* tiveram as maiores percentagens de colonização micorrízica quando inoculadas com *G. clarum* e *G. macrocarpum* (Tabela 2). Caldeira et al. (1997; 1999a) observaram as maiores percentagens de colonização micorrízica em mudas de *Copaifera martii* e *Peltogyne venosa* quando ocorre a inoculação com *G. clarum*. A baixa percentagem de colonização micorrízica em mudas de *Mimosa guilandenae* e *Enterolobium schomburgkii*, quando inoculadas com fungos nativos (Tabela 2), também foram observadas em outras espécies como *Copaifera martii* (CALDEIRA et al., 1997) e *Chamaecrista desvauxii* (CALDEIRA et al., 1999b).

TABELA 2: Porcentagem do comprimento de raízes finas (< que 1,0 mm de diâmetro) colonizadas com FMA.

	Raízes colonizadas (%)		
	<i>Adenantha pavonina</i>	<i>Mimosa guilandenae</i>	<i>Enterolobium schomburgkii</i>
<i>G. Clarum</i>	7,6 a*	20,7 a*	19,4 a*
<i>G. macrocarpum</i>	6,2	21,4 a	18,1 a
Fungos nativos	6,9	14,8 b	12,3 b*

*Médias seguidas com mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey, em 5% de probabilidade.

A comparação de valores absolutos de percentagem de colonização, segundo Lopes (1980), em diferentes trabalhos deve ser feita com cuidado porque alguns métodos superestimam esses valores.

As diferenças consistentes altas e significativas entre as mudas micorrizadas e não micorrizadas levam em consideração dois fatores: a disponibilidade de nutrientes no solo e o nível de colonização micorrízica da raiz (DAFT & NICOLSON 1966). Os efeitos da associação micorrízica sobre o crescimento das mudas dependem, segundo os autores acima, de alguma forma, do balanço entre esses dois fatores. Além desses fatores, deve-se levar em consideração também espécie, tipos de fungos micorrízicos, adubação e tipo de substrato, tipo de solo (CALDEIRA et al., 1999a).

Mudas de *Adenantha pavonina* inoculadas com *G. macrocarpum*, mesmo apresentando uma baixa percentagem do comprimento de raízes finas colonizadas, foi superior ao tratamento sem FMA em produção de matéria seca da parte aérea e raiz (Tabelas 1 e 2), concordando

do com os resultados da literatura que mostram não existir correlação entre a colonização micorrízica e a resposta da planta. Resultados similares foram observados por Loureiro & Silva (1993) em *Aeschynomene fluminenses* inoculadas com *Glomus occultum*; por Caldeira et al. (1999a) em *Peltogyne venosa* inoculadas com *Gigaspora margarita*; por Caldeira et al. (1999b) em *Chamaecrista desvauxii* inoculadas com *G. clarum* e *Gigaspora margarita*.

Para mudas de *Enterolobium schomburgkii*, houve uma correlação entre a percentagem do comprimento de raízes finas colonizadas e a resposta da planta (Tabelas 1 e 2). Esta correlação também foi observada por Rocha et al. (1994) em *Citrus resbni* inoculadas com *Acaulospora morrowae*, *G. clarum* e *G. etunicatum*.

Por mais que, nos parâmetros avaliados nas três leguminosas, a inoculação com FMA não tiver um aumento significativo na produção de mudas (Tabelas 1 e 2), a literatura mostra os efeitos positivos da inoculação quanto ao ganho de crescimento em altura, diâmetro, peso de matéria seca da parte aérea e raiz, percentagem de sobrevivência (DIEDERICHS, 1982; POPE et al., 1988; BORGES & CHANEY, 1980), provavelmente alcançados pela melhora na absorção de nutrientes (ABBOTT & ROBSON, 1984).

Conclusões

A inoculação de *G. clarum* e *G. macrocarpum* em mudas de *Enterolobium schomburgkii* e a inoculação de *G. macrocarpum* em mudas de *Adenantha pavonina* favoreceu a produção de peso de massa seca aérea e radicial.

As maiores taxas de colonização micorrízica em mudas de *Mimosa guilandenae* e *Enterolobium schomburgkii* foram obtidas com *G. clarum* e *G. macrocarpum*.

Referências

ABBOTT, L. K.; ROBSON, A. D. The effect of VA mycorrhizae on plant growth. In: POWELL, C.L.; BAGYARAJ, D.J. (eds). **VA Mycorrhizal**. [S.l.]: CRC, 1984. p.l 13-130

- BONETTI, R. Efeito de micorrizas vesicular-arbusculares na nodulação, crescimento e absorção de fósforo e nitrogênio em siratro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.8, p.189-192, 1984.
- BORGES, R. C. G.; CHANEY, W. R. The response of *Acacia scleroxyla* Tuss. to mycorrhizal inoculation. **The International Tree Crops Journal**, v.5, p.191-201, 1988.
- CALDEIRA, M. V. W.; SILVA, E. M. R.; FRANCO, A. A.; ZANON, M. L. B. Comportamento de mudas de leguminosas arbóreas inoculadas com fungos micorrízicos arbusculares. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.9, n.1, p.135-142, 1999b.
- CALDEIRA, M. V. W.; SILVA, E. M. R.; FRANCO, A. A.; ZANON, M. L. B. Crescimento de leguminosas arbóreas em resposta a inoculação com fungos micorrízicos arbusculares. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.7, n.1, p. 1-10, 1997.
- CALDEIRA, M. V. W.; SILVA, E. M. R.; FRANCO, A. A.; ZANON, M. L. B. Efeito de fungos micorrízicos arbusculares no desenvolvimento de duas leguminosas arbóreas. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.9, n.1, p.63-70, 1999a.
- COSTA, N. L.; PAULINO, V. T.; RODRIGUES, A. N. A. Effect of vesicular-arbuscular mycorrhizal and phosphate fertilization on growth, nodulation and nitrogen and phosphorus uptake of pigeonpea. **Nitrogen Fixing Tree Res. Reports**, v.8, p.123-125, 1990.
- DAFT, M. J.; NICOLSON, T. H. Effect of *Endogone mycorrhiza* on plant growth. **The New Phytologist**, Cambridge, v.56, n.3, p.343-350, 1966.
- KOSKE, R. E.; GEMMA, J. N. A modified procedure of staining roots to detect VA mycorrhizas. **Micol. Res.**, v.92 p. 488-505, 1989.
- LOPES, E. S. **Eficiência e especificidade das associações micorrízicas do tipo vesicular-arbusculares em gramíneas e leguminosas forrageiras e no cafeeiro (*Coffea arabica* L.)**. Piracicaba, 1980. 111f. Tese (Doutorado):- ESALQ/USP.
- LOUREIRO, M. F.; SILVA, E. M. R. Fungos micorrízicos vesículo-arbusculares e *Bradyrhizobium* sp. em *Aeschynomene fluminenses* In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, Goiânia, 1993. **Anais...** Goiânia: SBCS, 1993. v.1 p.333-334.
- MENDES FILHO, P. F. **Efeito da interação *Rhizobium* micorrizas VA e fosfatos no desenvolvimento de mudas de sabiá: *Mimosa caesalpinifolia* Benth.** 1985. 51f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Ceará.
- MENGE, J. A. Utilization of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi in agriculture. **Canadian Journal of Botany**, Ottawa, v.61, p.1015-1024, 1983.
- MONTAGNINI, E. M.; SANCHO, F. Impacts of native trees on tropical soils: a study in the Atlantic lowlands of Costa Rica, Central America. **Ambio**, v.19, p.386-390, 1990.
- MONTEIRO, E. M. **Resposta de leguminosas arbóreas à inoculação com rizóbio e fungos micorrízicos vesículo-arbusculares em solo ácido**. Itaguaí, 1990. 221f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) - UFRRJ
- POPE, P. E.; CHANEY, W. R.; RHODERS, J. D.; WOODHEAD, S. H. The mycorrhizal dependency of four hardwood tree species. **Canadian Journal of Botany**, Ottawa, v.61, n.2, p.421-417, 1983.
- ROCHA, M. R.; CORREA, G. C.; OLIVEIRA, E. Efeito de micorrizas e da adubação fosfatada sobre a tangerineira “cleopatra” (*Citrus reshni* Hort ex Tan.). In: REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, Florianópolis, 1994. **Anais.....** Florianópolis: REBRAM, 1994. p.62.
- SIVAPRASAD, P.; HEDGE, S.V.; RAI, P.V. Effect of *Rhizobium* and mycorrhiza inoculation on growth of *Leucaena*. **Leucaena Res. Rep.**, Taipei, v.42, n.4, 1983.
- STORK, L.; LOPES, S.J. **Experimentação II**. Santa Maria: UFSM: Departamento de Fitotecnia, 1997.
- DIEDERICHS, C. Influence of light in the efficacy of vesicular-arbuscular mycorrhiza in tropical

subtropical plants. 1. Effect of light intensity under greenhouse conditions. **Angew Botanik**, Berlin, v. 56, p.325-333, 1982.

GIANINAZZI-PEARSON, V.; GIANINAZZI, S. The physiology of vesicular-arbuscular mycorrhizal infection in roots. **Plant and Soil**, The Hague, v.71, p.197-209, 1983.

GIOVANNETTI, M.; MOSSE, B. An evaluation of techniques for measuring VA mycorrhizal

infection in roots. **New Phytol.**, v.84 p.489-500, 1980.

HAYMAN, D. S. The physiology of vesicular-arbuscular endomycorrhizal symbiosis. **Canadian Journal of Botany**, Ottawa, v.61, p.944-963, 1983

Recebido 10/12/2000;
Aprovado 10/2/2001