



Acta Scientiarum. Agronomy

ISSN: 1679-9275

eduem@uem.br

Universidade Estadual de Maringá  
Brasil

Schiavo, Jolimar Antonio; Martins, Marco Antonio; Aparecida Rodrigues, Luciana  
Crescimento de mudas de *Acacia mangium*, *Sesbania virgata* e *Eucalyptus camaldulensis*, inoculadas  
com fungos micorrízicos, em casa-de-vegetação e em cava-de-extração de argila

Acta Scientiarum. Agronomy, vol. 32, núm. 1, 2010, pp. 171-178

Universidade Estadual de Maringá  
Maringá, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=303026590007>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica

Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal

Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

# Crescimento de mudas de *Acacia mangium*, *Sesbania virgata* e *Eucalyptus camaldulensis*, inoculadas com fungos micorrízicos, em casa-de-vegetação e em cava-de-extração de argila

Jolimar Antonio Schiavo<sup>1\*</sup>, Marco Antonio Martins<sup>2</sup> e Luciana Aparecida Rodrigues<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Ciência do Solo, Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Rod. Aquidauana, km 12, 79200-000, Aquidauana, Mato Grosso do Sul, Brasil. <sup>2</sup>Departamento de Ciência do Solo, Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro, Brasil. <sup>3</sup>Instituto Superior de Tecnologia, Fundação de Apoio à Escola Técnica do Estado do Rio de Janeiro, Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro, Brasil. \*Autor para correspondência: E-mail: schiavo@uem.br

**RESUMO.** O presente trabalho objetivou avaliar o efeito de fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) no crescimento de mudas de acácia (*Acacia mangium* Willd.), sesbânia (*Sesbania virgata* (Cav.) Pers.) e eucalipto (*Eucalyptus camaldulensis* Dehnh.) em casa-de-vegetação e o comportamento dessas espécies, inoculadas ou não com FMAs, em monocultivo e/ou consórcio em áreas degradadas pela extração de argila. Aos 75 dias após a semeadura (DAS), mudas de acácia e sesbânia, inoculadas com FMAs, apresentaram incrementos de 21,5 e 6,5% na altura, respectivamente, em relação às não-inoculadas. Semelhantemente o acúmulo de matéria seca na parte aérea de acácia e sesbânia com FMAs foi de 50 e 52%, respectivamente, em relação às não-inoculadas. Na cava-de-extração de argila, as espécies apresentaram elevada taxa de sobrevivência (> 80%) e rápido crescimento, com altura média de 7 m para acácia e eucalipto e de 3,5 m para sesbânia, aos 600 dias após o plantio (DAPC). O efeito da inoculação com FMAs sobre o crescimento das espécies, na área de extração de argila, ocorreu marcadamente para a *A. mangium*, principalmente entre 45 e 220 DAPC. Pelos dados obtidos até a coleta do experimento (600 DAPC), não se observaram efeitos do consórcio entre as espécies.

**Palavras-chave:** qualidade de mudas, micorrizas, leguminosas, rizóbio.

**ABSTRACT.** Growth of *Acacia mangium*, *Sesbania virgata* and *Eucalyptus camaldulensis*, inoculated with mycorrhizal fungi, under green house conditions and in an area of clay extraction. This work aimed to evaluate, under greenhouse conditions, the effects of arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) on the growth of *Acacia mangium*, *Sesbania virgata* and *Eucalyptus camaldulensis*. The behavior of these plant species inoculated or not with AMF, cultivated in single and intercropping systems, in the field in an area of clay extraction, was also evaluated. Under greenhouse conditions, at 75 days of sown, the AMF inoculation increased the height of *A. mangium* and *S. virgata* in 21.5 and 6.5%, respectively. The AMF inoculation also increased the shoot dry mass of *A. mangium* and *S. virgata* by 50 and 52%, respectively. Under field conditions, the plants grown in the clay extraction area presented high survivor rate (> 80%) and fast growth. At 600 days of planting (DAP), *A. mangium* and *E. camaldulensis* reached 7 m in height, while *S. virgata* had 3.5 m. The effects of AMF inoculation on plant growth occurred markedly in *A. mangium*, between 45 and 220 DAP. Until the date that the experiment was harvested (600 DAP), no effect of the intercropping system was observed on plant growth.

**Key words:** seedling quality, mycorrhizae, legume, rhizobium.

## Introdução

A extração de argila para produção de telhas e tijolos tem assumido grande importância no contexto socioeconômico, refletindo na geração de aproximadamente 4.500 empregos diretos e na produção de 3.100.000 peças por dia. Entretanto, essa atividade provoca a degradação do solo. Com uma retirada diária estimada de, aproximadamente, 7.000 m<sup>3</sup> de solo, a área degradada em Campos dos Goytacazes, Estado do Rio de Janeiro, gira em torno de 3.500 m<sup>2</sup>

dia<sup>-1</sup>, considerando-se a profundidade de exploração em média de 2 m.

Um dos processos mais viáveis economicamente para recuperação das cavas é a revegetação com espécies leguminosas que, inoculadas com os microssimbiontes rizóbio e micorrizas, conseguem se estabelecer nessas áreas (FRANCO; FARIA, 1997).

No caso específico das áreas de extração de argila, existe, por parte dos ceramistas, resistência ao plantio dessas leguminosas por temerem repressão dos

órgãos ambientais no momento em que acharem conveniente o corte das espécies para utilização da madeira. O mesmo não ocorre com o eucalipto e sua madeira é retirada normalmente para que possa ser utilizada como combustível na 'queima' das peças no processo de fabricação das cerâmicas. Porém, seu crescimento e desenvolvimento, nessas áreas, não têm sido satisfatórios quando comparados a plantios comerciais com as mesmas espécies em outros Estados. Como alternativa se sugere o plantio do eucalipto em consórcio com leguminosas arbóreas fixadoras de  $N_2$  atmosférico e fungos micorrízicos arbusculares (FMAs), com o objetivo de se minimizar os possíveis problemas de deficiência e/ou utilização de nutrientes do solo, principalmente N e P.

A obtenção de mudas de espécies florestais com alta qualidade morfofisiológica, produzidas a baixo custo, é um dos fatores mais importante para o sucesso do futuro povoamento florestal. Nesse ponto, os FMAs podem ter efeito positivo, uma vez que apresentam capacidade de aumentar a absorção de nutrientes, principalmente aqueles de baixa mobilidade no solo, como o P (NOGUEIRA; CARDOSO, 2000), e ainda conseguem reter, no micélio, elementos que se encontram em níveis tóxicos (SOARES et al., 2007).

Este trabalho teve como objetivos avaliar os efeitos dos FMAs no crescimento das mudas de acácia (*Acacia mangium* Willd.), sesbânia (*Sesbania virgata* (Cav.) Pers.) e eucalipto (*Eucalyptus camaldulensis* Dehnh.), em casa-de-vegetação, bem como avaliar a taxa de sobrevivência e o comportamento dessas espécies em função do cultivo (monocultivo e/ou consórcio) e da inoculação ou não com os FMAs, em uma área degradada pela extração de argila.

## Material e métodos

### Casa-de-vegetação

O experimento foi realizado em casa-de-vegetação da Universidade Estadual do Norte Fluminense - UENF, em Campos dos Goytacazes, Estado do Rio de Janeiro, em delineamento inteiramente casualizado, com os tratamentos com e sem inoculação com os FMAs.

Foram utilizados FMAs nativos isolados de áreas degradadas pela extração de argila, sendo identificadas as seguintes espécies: *Glomus macrocarpum*, *Glomus etunicatum* e *Entrophospora colombiana*.

Para a produção das mudas de leguminosas e eucalipto foram utilizados tubetes com volume de 250 e 50 mL, respectivamente.

O substrato utilizado nos tubetes foi o Mac Plant florestal, cuja análise química apresentou os seguintes resultados: pH ( $H_2O$ ; 1:2,5), 6,6; P (Mehlich-1), 3540 mg  $dm^{-3}$ ; P ( $H_2O$ ), 73 mg  $dm^{-3}$ ; K, 742 mg  $dm^{-3}$ ; Ca, 151 mmol  $dm^{-3}$ ; Mg, 63 mmol  $dm^{-3}$ ; Al, 0,0 mmol  $dm^{-3}$ ; H total, 29 mmol  $dm^{-3}$ ; Na, 4,9 mmol  $dm^{-3}$ ; C, 82,8 g  $kg^{-1}$ ; N total, 12,8 g  $kg^{-1}$ .

As sementes de acácia (provenientes da Embrapa Agrobiologia, Seropédica, Estado do Rio de Janeiro) e de sesbânia (coletadas de planta matriz localizada em Campos dos Goytacazes, Estado do Rio de Janeiro) foram submetidas à quebra de dormência por intermédio de imersão em ácido sulfúrico concentrado (RODRIGUES et al., 2008) por um período de 20 min, sendo, a seguir, lavadas com água corrente destilada. As sementes de eucalipto foram procedentes do Instituto de Pesquisas Florestais (IPEF), de Piracicaba, Estado de São Paulo.

No tratamento com FMAs a inoculação foi realizada no momento da semeadura nos tubetes, tendo, como inóculo, 5 mL de uma mistura de solo, raízes colonizadas e esporos do fungo (cerca de 120 esporos de *Glomus macrocarpum*, 100 de *Glomus etunicatum* e 80 de *Entrophospora colombiana*). No caso das leguminosas, essas foram também inoculadas com estirpes selecionadas de rizóbio (acácia Br 3609 e Br 6009 e sesbânia Br 5401), da coleção pertencente à Embrapa Agrobiologia.

O crescimento das leguminosas e o do eucalipto foram avaliados com medições periódicas de altura e diâmetro do colo e, aos 120 (leguminosas) e 150 (eucalipto) dias após a semeadura (DAS), as plantas de cada tratamento foram coletadas e o sistema radicular foi separado da parte aérea para determinação da colonização micorrízica e nodulação por rizóbio (número de nódulos). Após lavagem com água de torneira, amostras de 2 cm de comprimento das raízes foram coletadas e conservadas em álcool a 50 % para posterior determinação da colonização pelo método da interseção em placa de Petri reticulada (GIOVANNETTI; MOSSE, 1980), após a coloração das raízes com azul de metila (KOSKE; GEMMA, 1989; GRACE; STRIBLEY, 1991). A parte aérea e o restante do sistema radicular foram colocados para secar em estufa de circulação forçada de ar a 65°C, até peso constante.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

### Plantio na cava-de-extração de argila

Aos 120 e 150 DAS, em casa-de-vegetação, as mudas das leguminosas e do eucalipto,

respectivamente, foram plantadas em cava-de-extração de argila no delineamento experimental blocos casualizados em esquema fatorial 6 x 2, sendo os fatores: 6 (*A. mangium*, *S. virgata*, *E. camaldulensis*, *A. mangium* x *S. virgata*, *A. mangium* x *E. camaldulensis* e *S. virgata* x *E. camaldulensis*) e 2 (com e sem FMAs), totalizando 12 tratamentos, com quatro repetições.

Antes do plantio e preparo da área foram coletadas amostras do substrato da cava na profundidade de 0,00-0,20 m, cuja análise química apresentou os seguintes resultados: pH (H<sub>2</sub>O; 1:2,5), 5,7; P (Mehlich-1), 7,7 mg dm<sup>-3</sup>; K, 81,2 mg dm<sup>-3</sup>; Ca, 3,65 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Mg, 2,87 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Al, 0,18 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; H+Al, 3,4 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Na, 0,87 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; C, 11,4 g kg<sup>-1</sup>; M.O, 19,65 g kg<sup>-1</sup>; S.B, 7,6 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; T, 11,0 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; t, 7,78 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; m, 2,75%; V, 68,25%; Fe, 103,75 mg dm<sup>-3</sup>; Cu, 2,30 mg dm<sup>-3</sup>; Zn, 2,30 mg dm<sup>-3</sup> e Mn, 26,68 mg dm<sup>-3</sup>.

No preparo da área foram realizadas uma aração e duas gradagens para posterior abertura dos sulcos espaçados por 3 m. A seguir, nos sulcos, foram abertas as covas com dimensões de 0,30 x 0,30 x 0,30 m e espaçamento de 2 m.

Em cada bloco, cada tratamento foi constituído por 16 plantas, plantadas no espaçamento de 3x2 m. Nos tratamentos consorciados, as linhas foram alternadas com o plantio das espécies. Dentro de cada bloco, cada tratamento foi isolado dos demais pelo plantio de bordadura, constituída por duas linhas de plantas de eucalipto sem nenhum tratamento microbiológico ou adubação.

Aos 30 dias após o plantio no campo (DAPC), foi realizada a avaliação da determinação do percentual de sobrevivência, aos 45, 80, 120, 220 e 600 DAPC, foram realizadas medições de altura e, aos 45, 80, 120 e 220 DAPC, foram realizadas medições de diâmetro do colo das plantas.

Para cada época de avaliação, os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

## Resultados e discussão

### Casa-de-vegetação

A altura e o diâmetro à altura do colo das mudas de acácia, sesbânia e eucalipto encontram-se no

Tabela 1. Mudanças de acácia, inoculadas com FMAs, apresentaram incrementos na altura de 48,2; 21,5 e 6,2% aos 35, 75 e 98 DAS, respectivamente, em relação às não-inoculadas. De forma semelhante, porém em menor magnitude, mudas de sesbânia, inoculadas com FMAs, apresentaram maior altura em relação às não-inoculadas, com incrementos de 11,1 e 6,2% aos 35 e 75 DAS, respectivamente. Para ambas as espécies de leguminosas, o efeito dos FMAs ocorreu nos primeiros 75 DAS, igualando-se aos das mudas não-inoculadas aos 98 DAS. Por outro lado, o efeito da inoculação com FMAs sobre a altura das mudas de eucalipto persistiu durante toda a fase de produção de mudas, sendo os incrementos de 40,2; 13,2 e 16,5% aos 70, 110 e 133 DAS, respectivamente, em relação às não-inoculadas. Quanto ao diâmetro à altura do colo, apenas mudas de acácia, aos 75 DAS, e eucalipto, aos 133 DAS, inoculadas com FMAs, foram superiores em relação às não-inoculadas.

A produção de matéria seca da parte aérea, matéria seca das raízes, matéria seca de toda a planta, o número de nódulos e a colonização micorrízica são apresentados na Tabela 2. Para mudas de acácia o efeito dos FMAs ocorreu acentuadamente no acúmulo de matéria seca da parte aérea, com incrementos de 49,6% em relação às não-inoculadas. Por outro lado, para sesbânia, além do incremento de 51,8% de matéria seca da parte aérea, a inoculação com FMAs também proporcionou incrementos de 83,2% na matéria seca acumulada nas raízes. Por conseguinte, a inoculação com FMAs refletiu sobre a matéria seca acumulada em toda a planta (incrementos de 58,5%). Ao contrário das espécies leguminosas, mudas de eucalipto, inoculadas com FMAs, apresentaram menor acúmulo de matéria seca da parte aérea, raízes e em toda a planta.

As raízes das mudas de acácia, sesbânia e eucalipto apresentaram elevada porcentagem de colonização micorrízica, sendo de 79, 85 e 80%, respectivamente. Essa elevada porcentagem de colonização proporcionou, especificamente para as mudas de sesbânia, aumento no número de nódulos, incremento de 120%.

**Tabela 1.** Altura e diâmetro do colo de mudas de *Acacia mangium*, *Sesbania virgata* e *Eucalyptus camaldulensis*, inoculadas ou não com FMAs, produzidas em casa-de-vegetação. DAS – dias após a semeadura.

Variáveis	DAS	Acácia		Sesbânia		DAS	Eucalipto	
		+FMAs	-FMAs	+FMAs	-FMAs		+FMAs	-FMAs
Altura (cm)	35	5,96 a	4,02 b	23,10 a	20,80 b	70	15,00 a	10,70 b
	75	24,30 a	20,00 b	34,00 a	32,00 b	110	18,10 a	16,00 b
	98	29,90 a	28,15 a	37,20 a	37,00 a	133	31,75 a	27,25 b
Diâmetro (mm)	75	3,05 a	2,59 b	3,73 a	3,54 a	110	2,65 a	2,30 a
	95	3,35 a	3,06 a	3,80 a	3,44 a	133	3,35 a	3,01 b

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

**Tabela 2.** Peso da matéria seca da parte aérea (MSA), das raízes (MSR), da planta toda (MST), número de nódulos e colonização micorrízica de mudas de *Acacia mangium*, *Sesbania virgata* e *Eucalyptus camaldulensis*, inoculadas ou não com FMAs, produzidas em casa-de-vegetação.

Variáveis	Acácia		Sesbânia		Eucalipto	
	+ FMAs	- FMAs	+ FMAs	- FMAs	+ FMAs	- FMAs
MSA (g)	5,88 a	3,93 b	6,47 a	4,26 b	2,74 b	3,90 a
MSR (g)	1,79 a	1,52 a	1,94 a	1,06 b	0,80 b	1,40 a
MST (g)	7,67 a	5,45 a	8,41 a	5,32 b	3,55 b	5,30 a
Nº de nódulos	69,40 a	78,60 a	104,20 a	47,40 b	-	-
Colonização (%)	79,20 a	11,60 b	85,60 a	9,36 b	80,60 a	12,60 b

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

No tratamento sem inoculação com FMAs, foi observada presença de estruturas desses simbiossantes nas raízes das mudas. Essa pequena percentagem de colonização (< 13%) pode ser explicada pelo fato de o substrato utilizado não ter sido esterilizado ou pela presença de propágulos na água de irrigação utilizada durante o período de condução do experimento.

Neste estudo, as mudas das leguminosas apresentaram boa nodulação. Porém, apenas para a sesbânia, verificou-se aumento do número de nódulos em função da inoculação com os FMAs (em torno de 120%). Possivelmente, a acácia, ao contrário da sesbânia, apresente menor exigência em relação a P, ou o teor de P (3540 mg dm<sup>-3</sup>) encontrado no substrato utilizado para produção das mudas tenha sido suficiente para promover eficaz nodulação da acácia, não sendo verificado efeito dos FMAs.

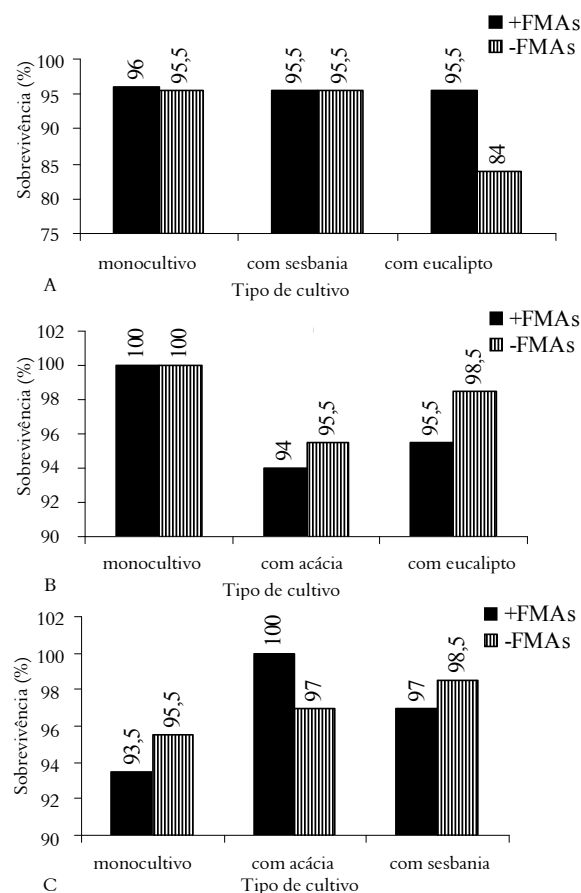
O fator mais importante na simbiose micorrízica é a disponibilidade de P no solo. Andrade et al. (2005) observaram que o incremento de P proporcionou redução do micélio extracelular, podendo gerar menores benefícios ao hospedeiro. Por outro lado, Neumann e George (2005) verificaram comportamento oposto. Tais contradições podem estar relacionadas com a planta hospedeira, com o endófito ou as devidas condições ambientais. Schiavo e Martins (2003), em trabalho com produção de mudas de *Acacia mangium* Willd, em substrato proveniente da indústria açucareira (torta de filtro), com elevado teor de P, observaram efeito positivo da inoculação dos FMAs sobre a nodulação e o crescimento das plantas.

No caso do eucalipto, os FMAs proporcionaram maior altura e diâmetro do colo, porém o mesmo não foi verificado para a matéria seca das mudas. Rodrigues et al. (2003), trabalhando com *E. grandis*, observaram efeito positivo da inoculação com os FMAs. Essa divergência de resposta em função da inoculação com FMAs reforça a hipótese sobre a existência de variação na dependência micorrízica entre espécies (PLENCHETTE et al., 1983). Outra hipótese é que pode ter ocorrido competição por fotoassimilados entre os FMAs e a planta hospedeira de eucalipto, ou seja, o micélio fúngico extracelular funciona como dreno consumindo quantidades significativas de carbono (BUWALDA; GOH,

1982), que, segundo Van Veen et al. (1989), pode chegar a 30% do carbono fotoassimilado pela planta hospedeira.

#### Plantio na cava-de-extração de argila

Independente da inoculação com os FMAs e do cultivo, as três espécies apresentaram elevada percentagem de sobrevivência (> 80%), 30 dias após plantio no campo (DAPC), na área degradada pela extração de argila (Figura 1), sendo que a sobrevivência das plantas de acácia em monocultivo e em consórcio com sesbânia foram semelhantes (> 90%) e maiores, quando comparadas à da acácia em consórcio com eucalipto (Figura 1A).



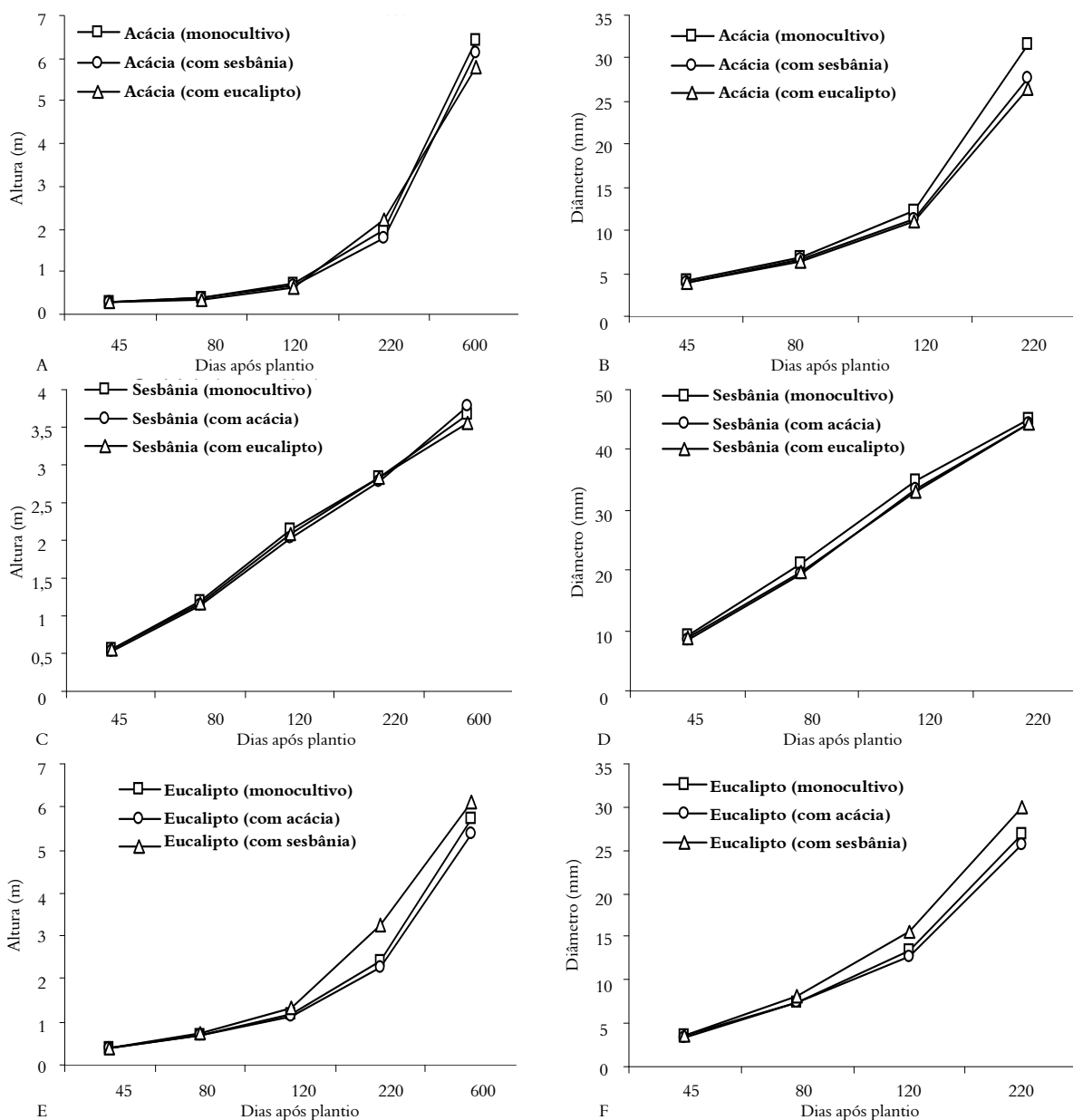
**Figura 1.** Taxa de sobrevivência de mudas de *Acacia mangium* (A), *Sesbania virgata* (B) e *Eucalyptus camaldulensis* (C), em monocultivo ou em consórcio, inoculadas ou não com FMAs, 30 dias após plantio em cavas-de-extração de argila.

Ainda, verificou-se que plantas de acácia em consórcio com eucalipto e inoculadas com FMAs apresentaram maior sobrevivência (13,7%) em relação às não-inoculadas. Plantas de sesbânia em monocultivo apresentaram 100% de sobrevivência tanto com como sem os FMAs (Figura 1B). Porém, quando em consórcio com acácia e eucalipto, foram observados decréscimos que variaram de 6,4 a 4,7%, respectivamente. Plantas de eucalipto em monocultivo, ao contrário da acácia e sesbânia, apresentaram os menores percentuais de sobrevivência, quando comparados aos dos consórcios (Figura 1C). Os aumentos de percentuais de sobrevivência, em consórcio com acácia e

sesbânia, variaram de 7 a 3%, respectivamente.

Para as variáveis analisadas, altura e diâmetro do colo, apenas foram observados efeitos significativos para o fator isolado inoculação com os FMAs.

Os valores médios de altura e diâmetro do colo das três espécies, em função do cultivo (monocultivo e/ou consórcio), são apresentados na Figura 2. As plantas de acácia apresentaram crescimento inicial reduzido, não ultrapassando 2 m de altura e 10 mm de diâmetro do colo, aos 220 e 120 DAPC, respectivamente (Figuras 2A e B). No entanto, após esse período de avaliação, o crescimento foi acelerado, e as plantas atingiram 6 m de altura e 25 mm de diâmetro do colo aos 600 e 220 DAPC, respectivamente. As plantas de sesbânia, em



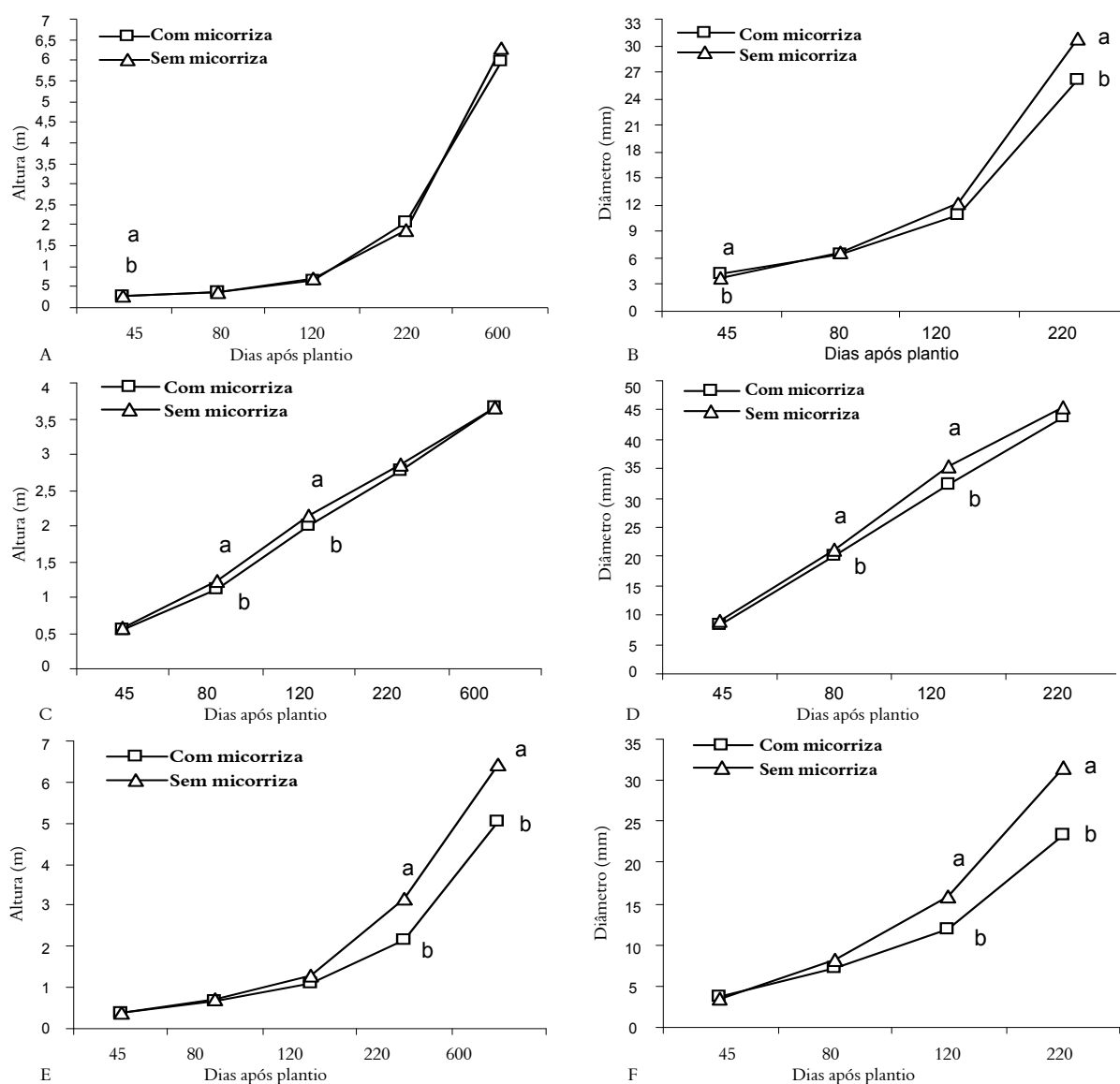
**Figura 2.** Altura e diâmetro à altura do colo das plantas de *Acacia mangium* (A e B), *Sesbania virgata* (C e D) e *Eucalyptus camaldulensis* (E e F), respectivamente, em função do cultivo, em áreas degradadas pela extração de argila.

relação às de acácia e eucalipto, apresentaram crescimento inicial acelerado, até aos 220 e 120 DAPC para altura e diâmetro do colo, respectivamente (Figuras 2C e D).

Após esse período, ao contrário da acácia e do eucalipto, poucos incrementos de altura e diâmetro do colo foram observados. O comportamento do eucalipto foi semelhante ao da acácia, com altura de 6m e diâmetro do colo de 25 mm, aos 600 e 220 DAPC, respectivamente (Figuras 2E e F).

Na Figura 3 são apresentados os valores de altura e diâmetro do colo em função da inoculação com os FMAs, na fase de produção das mudas. Plantas de acácia, inoculadas com os FMAs, aos 45 DAPC, para

altura e diâmetro colo, e, aos 220 DAPC para diâmetro do colo, foram estatisticamente maiores, comparadas às não-inoculadas (Figuras 3A e B). Nas demais medições não se observaram diferenças entre os tratamentos de inoculação com os FMAs. As plantas de sesbânia e eucalipto, em relação à inoculação com os FMAs, apresentaram comportamento semelhante (Figuras 3C, D, E e F). Em relação às plantas não-inoculadas, sesbânia inoculada com FMAs apresentou menor altura e diâmetro do colo aos 80 e 120 DAPC (Figuras 3C e D), e o eucalipto inoculado com FMAs menores, altura aos 220 e 600 DAPC e diâmetro do colo aos 120 e 220 DAPC (Figuras 3E e F).



**Figura 3.** Altura e diâmetro à altura do colo das plantas de *Acacia mangium* (A e B), *Sesbania virgata* (C e D) e *Eucalyptus camaldulensis* (E e F), respectivamente, em função da inoculação com FMAs, em áreas degradadas pela extração de argila.

Alguns trabalhos têm indicado o potencial de uso de leguminosas arbóreas fixadoras de N em consórcio com espécies não-fixadoras. Bauhus et al. (2000) verificaram que, aos 6,5 anos após o plantio em consórcio de *Acacia mangium* com *Eucalyptus globulus* na proporção 1:1, as espécies produziram 48 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> de madeira, 28 e 10 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> a mais, comparados aos produzidos pelo monocultivo do eucalipto e acácia, respectivamente. Ainda, os mesmos autores verificaram que as raízes de eucalipto em consórcio com acácia (1:1) apresentaram maiores teores de N, sendo provavelmente oriundos da FBN, por meio da senescência dos nódulos e das raízes da leguminosa, posteriormente absorvidos pelo eucalipto, ou pela transferência direta entre as espécies via hifas dos FMAs como observado por Rodrigues et al. (2003) em plantas de sesbânia e eucalipto.

No plantio em consórcio, pode ocorrer competição entre as espécies, sendo essa avaliada por meio da relação entre a altura e o diâmetro do peito (H/DAP), refletindo na alocação de carbono para o crescimento do dossel (altura), para maior absorção de luz a ser utilizada na fotossíntese. Bauhus et al. (2000) verificaram maior competitividade do *E. globulus* em relação à *A. mearnsii*, quando consorciadas. Baixos teores nutricionais, principalmente de P, encontrados nos substratos de áreas degradadas, podem tornar essa competição ainda mais acentuada. Normalmente em plantios de leguminosas para revegetação de áreas degradadas tem sido utilizada a aplicação de fosfatos naturais, com solubilidade e absorção facilitada pela presença dos FMAs, proporcionando aumento da FBN como observado por Pralon e Martins (2001).

Outro fator que pode afetar o crescimento e a competição entre as espécies é a presença de propágulos de FMAs nativos mais adaptados presentes na área que tendem a se associarem mais facilmente com as plantas não-inoculadas, proporcionando maiores benefícios, como observado no presente trabalho em plantas de eucalipto e sesbânia em alguns períodos de avaliação. Pralon e Martins (2001) observaram que a inoculação com FMAs nativos da cava-de-extração de argila proporcionou maior colonização e crescimento nas plantas de sabiá cultivadas em estéril de argila, em comparação com o FMA *Glomus clarum*. Pouyú-Rojas e Siqueira (2000), em trabalho com amplo número de espécies arbóreas (açoita-cavalo, cássia-verrugosa, colvilea, embaúba, fedegoso, sesbânia e tamboril), verificaram benefícios da inoculação com FMAs nos crescimentos das plantas após transplantio em solo degradado.

Neste estudo não foi observado efeito do tipo de cultivo (monocultivo e/ou consórcio), no crescimento das plantas, muito provavelmente pelo fato de o experimento encontrar-se em fase inicial, não se exaltando as competições e/ou benefícios entre as espécies. Mesmo assim, deve-se ressaltar a importância da continuidade do trabalho, objetivando verificar a influência das leguminosas sobre o desempenho do eucalipto, bem como sobre as propriedades químicas, físicas e microbiológicas do solo.

## Conclusão

Na fase de casa-de-vegetação, os FMAs proporcionaram maior crescimento das mudas, contribuindo para sua qualidade e podendo ser incorporados ao processo de produção das mesmas.

Na cava-de-extração de argila, as espécies apresentaram elevada sobrevivência e rápido crescimento, principalmente acácia e eucalipto.

Até a data de avaliação do experimento não foi observada influência das leguminosas sobre o crescimento das plantas de eucalipto.

## Referências

- ANDRADE, S. A. L.; JORGE, S. A.; SILVEIRA, A. P. D. Cadmium effect on the association of jackbean (*Canavalia ensiformis*) and arbuscular mycorrhizal fungi. **Scientia Agricola**, v. 62, n. 4, p. 389-394, 2005.
- BAUHUS, J.; KHANNA, P. K.; MENDEN, N. Aboveground and belowground interactions in mixed plantations of *Eucalyptus globulus* and *Acacia mearnsii*. **Canadian Journal of Forest Research**, v. 30, n. 12, p. 1886-1894, 2000.
- BUWALDA, J. G.; GOH, K. M. Host-fungus competition for carbon as a cause of growth depression in VA mycorrhizal ryegrass. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 14, n. 1, p. 103-106, 1982.
- FRANCO, A. A.; FARIA, S. M. The contribution of N<sub>2</sub>-fixing tree legumes to land reclamation and sustainability in the tropics. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 29, n. 516, p. 897-903, 1997.
- GIOVANNETTI, M.; MOSSE, B. An evaluation of techniques for measuring vesicular-arbuscular mycorrhizal infection in roots. **New Phytologist**, v. 84, n. 3, p. 489-500, 1980.
- GRACE, C.; STRIBLEY, D. P. A safer procedure for routine staining of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. **Mycological Research**, v. 95, n. 9, p. 1160-1162, 1991.
- KOSKE, R. E.; GEMMA, J. N. A modified procedure for staining roots to detect VA mycorrhizas. **Mycological Research**, v. 92, n. 4, p. 488-505, 1989.

- NEUMANN, K.; GEORGE, E. Extraction of extraradical arbuscular mycorrhizal mycelium from compartments filled with soil and lass beads. **Mycorrhiza**, v. 15, n. 7, p. 533-537, 2005.
- NOGUEIRA, M. A.; CARDOSO, E. J. B. N. Produção de micélio externo de fungos micorrízicos arbusculares e crescimento da soja em função de doses de fósforo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 24, n. 2, p. 329-338, 2000.
- PLENCHETTE, C.; FORTIN, J. A.; FURLAN, V. Growth responses of several species to mycorrhizae in a soil of moderate P-fertility. **Plant and Soil**, v. 70, n. 2, p. 199-209, 1983.
- POUYÚ-ROJAS, E.; SIQUEIRA, J. O. Micorriza arbuscular e fertilização do solo no desenvolvimento pós-transplante de mudas de sete espécies florestais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 1, p. 103-114, 2000.
- PRALON, A. Z.; MARTINS, M. A. Utilização do resíduo industrial ferkal na produção de mudas de Mimosa caesalpiniaefolia, em estéril de extração de argila, inoculadas com fungos micorrízicos arbusculares e rizóbio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 25, n. 1, p. 55-63, 2001.
- RODRIGUES, A. P. D. C.; KOHL, M. C.; PEDRINHO, D. R.; ARIAS, E. R. A.; FAVERO, S. Tratamentos para superar a dormência de sementes de *Acacia mangium* Willd. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 30, n. 2, p. 279-283, 2008.
- RODRIGUES, L. A.; MARTINS, M. A.; SALOMÃO, M. S. M. B. Uso de micorrizas e rizóbio em cultivo consorciado de eucalipto e sesbânia. I. Crescimento, absorção e transferência de nitrogênio entre plantas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, n. 4, p. 583-591, 2003.
- SCHIAVO, J. A.; MARTINS, M. A. Produção de mudas de acácia colonizadas com micorrizas e rizóbio em diferentes recipientes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n. 2, p. 173-178, 2003.
- SOARES, C. R. F. S.; SIQUEIRA, J. O.; CARVALHO, J. G.; GUILHERME, L. R. G. Nutrição fosfática e micorriza arbuscular na redução da toxicidade de cádmio em trema [*Trema micrantha* (L.) blum.]. **Revista Árvore**, v. 31, n. 5, p. 783-792, 2007.
- VAN VEEN, J. A.; MERCKX, R.; VAN DE GEIJN, S. C. Plant and soil related controls of the flow of carbon from roots through the soil microbial biomass. **Plant and Soil**, v. 115, n. 2, p. 179-188, 1989.

*Received on July 5, 2007.*

*Accepted on March 24, 2008.*

License information: This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.