

Produção de mudas de acácia colonizadas com micorrizas e rizóbio em diferentes recipientes⁽¹⁾

Jolimar Antonio Schiavo⁽²⁾ e Marco Antonio Martins⁽³⁾

Resumo – Realizou-se um experimento em casa de vegetação, com o objetivo de avaliar diferentes métodos na produção de mudas de *Acacia mangium* Willd, colonizadas com fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) e rizóbio. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado num esquema fatorial 4x2 (controle, FMAs, rizóbio e FMAs + rizóbio x blocos prensados e tubetes de plástico), com seis repetições. Os blocos prensados foram confeccionados com substratos orgânicos (bagaço de cana + torta de filtro de usina açucareira) e vermiculita, colocados em fôrma metálica de 60x40x20 cm e prensados a 10 kgf cm⁻², a fim de proporcionar agregação do material. A inoculação do rizóbio foi realizada com estirpe selecionada para a espécie (Br 3609, Br 6009). A inoculação de FMAs foi feita no momento da confecção dos blocos. Mudas de *Acacia mangium* que receberam inóculo de FMAs + rizóbio e produzidas em blocos prensados apresentaram maior produção de matéria seca e conteúdo de N na parte aérea. O conteúdo de P na parte aérea é significativamente maior somente nas mudas infectadas com os FMAs, independentemente do tipo de recipiente.

Termos para indexação: *Acacia mangium*, micorriza arbuscular, simbiote, tubetes de plástico, bloco prensado, inoculação.

Production of *Acacia* plants colonized with mycorrhizas and rhizobium in different recipients

Abstract – A greenhouse experiment was carried out in order to evaluate different methods to produce *Acacia mangium* Willd plant seedlings, inoculated with arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) and rhizobium. A completely randomized design in a factorial scheme 4x2 (control, AMF, rhizobium and AMF + rhizobium x pressed blocks and plastic tubes), with six repetitions was used. The pressed blocks used to produce *Acacia mangium* plants were made with organic residue from sugarcane (sugarcane bagasse + filter cake) and vermiculite. The inoculation with rhizobium was done with selected strain (Br 3609, Br 6009). The inoculation with AMF was done at the time when pressed blocks were made. *Acacia mangium* plants inoculated with both AMF + rhizobium led to a significant increase in dry matter yield and N content of shoot plants, only in pressed blocks. Phosphorus content of shoot plants is significantly higher in seedlings inoculated only with AMF, and it is independent of the plant production system.

Index terms: *Acacia mangium*, arbuscular mycorrhizae, symbionts, plastic tubes, pressed blocks, inoculation methods.

Introdução

Entre as leguminosas arbóreas, a *Acacia mangium* Willd tem-se destacado pela rusticidade e adaptabi-

lidade às condições adversas de solo e clima, pelo rápido crescimento, elevada produção de biomassa e capacidade de formar simbioses com microrganismos do solo (Colonna et al., 1991). De ocorrência natural na Nova Guiné, Indonésia e algumas regiões da Austrália, esta espécie apresenta grande potencial de uso em programas de reflorestamento e recuperação de áreas com solos pobres ou degradados, tais como as áreas de encostas e de mineração, além de possibilitar a produção de madeira, celulose, carvão e outros produtos (Embrapa, 1992).

⁽¹⁾ Aceito para publicação em 6 de novembro de 2002.

Extraído da tese de mestrado apresentada pelo primeiro autor à Universidade Estadual do Norte Fluminense (Uenf).

⁽²⁾ Uenf, Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias (CCTA), Av. Alberto Lamego, 2000, Parque Califórnia, CEP. 28013-600 Campos dos Goytacazes, RJ. E-mail: schiavo@uenf.br

⁽³⁾ Uenf, CCTA. Bolsista do CNPq. E-mail: marco@uenf.br

A produção de mudas com alta qualidade morfofisiológica é um dos fatores mais importantes para o sucesso de povoamentos florestais. Os programas de recuperação ambiental podem ser prejudicados pela baixa sobrevivência e desenvolvimento das mudas após o plantio, em consequência de seu baixo padrão de qualidade ou de limitações nutricionais do solo. No entanto, a inclusão da inoculação de fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) e rizóbio pode contribuir no aumento da qualidade das mudas, pois esses simbiontes promovem maior tolerância a estresses diversos (Barea & Azcón-Aguilar, 1983), favorecem a absorção de P e, no caso das leguminosas, a fixação biológica do N₂ atmosférico.

Outro fator importante na produção de mudas de alta qualidade é o método de produção. A utilização de recipientes com paredes rígidas tem mostrado que esses recipientes provocam, pelo pequeno volume de substrato que comportam, deformações no sistema radicular, refletindo no crescimento e desenvolvimento da parte aérea das mudas, as quais persistem no campo (Barroso, 1999).

Alguns países escandinavos utilizam com sucesso o sistema de produção de mudas em blocos prensados confeccionados com resíduos orgânicos. No Brasil, alguns trabalhos têm testado a viabilidade técnica de produção de essências florestais em blocos com substratos prensados, com maior espaço para o desenvolvimento do sistema radicular (Carneiro & Parviainen, 1988; Carneiro & Brito, 1992; Morgado, 1998; Novaes, 1998; Barroso, 1999; Leles, 1999).

O objetivo deste trabalho foi avaliar diferentes métodos na produção de mudas de acácia, colonizadas com fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) e rizóbio.

Material e Métodos

O trabalho foi realizado em casa de vegetação, de fevereiro a abril de 2000, na Universidade Estadual do Norte Fluminense, no Município de Campos dos Goytacazes, RJ.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 4x2 (controle, FMAs, rizóbio e FMAs + rizóbio x blocos prensados e tubetes de plástico), com seis repetições.

O substrato usado na produção do inóculo micorrízico consistiu de uma mistura de solo e areia na proporção de 1:2 (v/v). O substrato foi esterilizado em autoclave por três vezes, à temperatura de 121°C, por uma hora, e a seguir colocado em vasos com 5 dm³ de capacidade. Em cada vaso adicionou-se uma amostra de 50 g de solo contendo esporos e raízes colonizadas com os FMAs nativos, a 3 cm da superfície. A seguir, foram semeadas seis sementes de *Brachiaria bryzantha*, que tiveram a superfície esterilizada com solução a 0,5% de hipoclorito de sódio, durante 15 minutos. Após a embebição, as sementes foram lavadas com água esterilizada quatro vezes consecutivas. Os vasos foram mantidos em casa de vegetação por período de quatro a seis meses para a multiplicação dos fungos, os quais foram utilizados como inóculo.

Os FMAs nativos foram isolados de uma área de extração de argila, pertencente à cerâmica Caco Manga Ltda, localizada no Distrito de Ururá, no Município de Campos dos Goytacazes, RJ. Amostras dessa mistura foram enviadas para o Departamento de Biologia da Universidade Estadual de Maringá (PR) para identificação das espécies de FMAs. Foram identificadas as espécies *Glomus macrocarpum*, *G. etunicatum* e *Entrophospora colombiana*.

O substrato na produção de mudas nos dois tipos de recipientes foi constituído por uma mistura de bagaço de cana-de-açúcar, torta de filtro de usina açucareira e vermiculita. Primeiramente, o bagaço de cana e a torta de filtro foram triturados e passados em peneira de 1 cm, misturados na proporção 3:1 (v/v) e, então, colocados para compostar por 35 dias. Após esse período, o material foi misturado com vermiculita na proporção 3:1 (v/v) e tratado com brometo de metila, na dose de 30 cm³ m⁻³ de substrato, por 48 horas, para eliminação de patógenos.

A análise química do substrato revelou os seguintes resultados: pH (H₂O; 1:2,5), 6,6; P (Mehlich-1), 3.540 mg dm⁻³; P (H₂O), 73 mg dm⁻³; K, 742 mg dm⁻³; Ca, 151 mmol_c dm⁻³; Mg, 63 mmol_c dm⁻³; Al, 0,0 mmol_c dm⁻³; H total, 29 mmol_c dm⁻³; Na, 4,9 mmol_c dm⁻³; C, 82,8 g kg⁻¹; N total, 12,8 g kg⁻¹.

Os blocos prensados foram confeccionados com o substrato umedecido, colocados em fôrma metálica com 60x40x20 cm (comprimento, largura e altura). Uma tampa foi colocada sobre a fôrma, tendo em sua face inferior 96 cones com 1 cm de altura, destinados a marcar os orifícios a serem semeados. O material foi levado à prensa (10 kgf cm⁻², por 15 minutos), para agregação do material. Após esta carga, cada bloco ficou com altura de 10 cm. Em seguida, foram colocados em caixas de madeira, de mesmo comprimento e largura, com os fundos telados. A inoculação de FMAs foi feita adicionando-se 10% de inóculo misturados ao substrato, no momento da confecção do bloco.

Os tubetes utilizados foram de modelo cônico, com seção circular, contendo oito frisos internos longitudinais e equidistantes, 19 cm de altura, 5 cm de diâmetro interno superior e volume de 250 cm³.

As sementes de acácia foram colocadas em ácido sulfúrico concentrado durante três minutos para quebra da dormência. A seguir, foram lavadas com água destilada para retirada do excesso do ácido. A inoculação de rizóbio foi realizada com estirpe selecionada para a espécie (Br 3609, Br 6009), proveniente da Embrapa-Centro Nacional de Pesquisa de Agrobiologia.

Foram colocadas duas sementes por tubete e duas em cada orifício do bloco prensado. Quinze dias após a emergência foi realizado o desbaste, deixando-se uma planta por tubete e uma por orifício do bloco prensado. Cada bandeja com dimensões de 60x40 cm continha 54 tubetes, e o bloco com as mesmas dimensões, 96 locais a serem plantados. No entanto, o volume de substrato explorado pelas plantas foi o mesmo (250 cm³).

Aos 70 dias após a semeadura, duas plantas de cada tratamento foram coletadas e o sistema radicular foi separado da parte aérea, para a determinação da colonização micorrízica e rizóbica (número de nódulos). Após lavagem com água de torneira, subamostras de 2 cm de comprimento das raízes foram coletadas e conservadas em etanol 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.

O teor de N e P, na parte aérea, foi determinado após as amostras terem sido secadas em estufa de ventilação forçada, a uma temperatura de aproximadamente 75°C, por 48 horas (Malavolta et al., 1989). A seguir, o material foi pesado para determinação da matéria seca, moído em moinho tipo Willey, passado em peneira de 20 mesh e armazenado em frascos hermeticamente fechados. Após o material ser submetido à oxidação pela digestão sulfúrica, o P foi determinado por colorimetria, pelo método do

molibdato (Malavolta et al., 1989) e o N pelo método de Nessler (Jackson, 1965).

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

Resultados e Discussão

Mudas de *A. mangium* acumularam maior quantidade de matéria seca na parte aérea quando produzidas em blocos prensados e com inóculo de FMAs + rizóbio. O efeito da dupla inoculação proporcionou aumentos de 54,81% e 63,57%, respectivamente, nas mudas produzidas em tubetes e em blocos prensados, em relação ao tratamento controle de cada recipiente (Tabela 1). A altura das mudas não foi influenciada pelos tratamentos microbiológicos, independentemente do tipo de recipiente. No entanto, o crescimento em altura das plantas nos blocos prensados foi significativamente superior às plantas produzidas nos tubetes. Carneiro & Parviainen (1988), em experimento com *Pinus elliotti* Engelm; Novaes (1998), com *Pinus taeda* L.; Morgado (1998), com *Eucalyptus grandis*; e Leles et al. (2000), com *Eucalyptus camaldulensis*, *E. grandis* e *E. pellita*, verificaram que essas espécies produzidas em blocos prensados apresentaram valores de altura da parte aérea, diâmetro de colo e área foliar significativamente superiores aos das plantas produzidas em tubetes. Tais diferenças podem ser atribuídas ao maior volume de substrato explorado pelas mudas produzidas em blocos prensados em relação aos tubetes, por causa do aumento da área de absorção de água e nutrientes.

Tabela 1. Produção de matéria seca da parte aérea e altura das mudas de *A. mangium*, em razão dos tratamentos microbiológicos e de tipos de recipientes, 70 dias após a semeadura⁽¹⁾.

Recipiente	Controle	Micorriza	Rizóbio	Micorriza + rizóbio
		Matéria seca (g/duas plantas)		
Tubete	1,45Bb	1,73ABb	2,12Ab	2,25Ab
Bloco prensado	2,15Ba	3,03Aa	3,50Aa	3,52Aa
		Altura (cm)		
Tubete	20,42Ab	19,82Ab	18,30Ab	21,39Ab
Bloco prensado	30,32Aa	28,78Aa	29,90Aa	33,14Aa

⁽¹⁾Em relação a cada variável (matéria seca e altura), médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

No presente trabalho, na produção de um bloco prensado foram usados 36 litros de substrato (375 mL por planta), que após ser prensado a uma força de 10 kgf cm⁻², apresentou o volume de 250 cm³. No caso dos tubetes, houve o cuidado de se adicionar 375 mL de substrato em cada tubete de 250 cm³ para que as plantas nos blocos prensados e nos tubetes pudessem explorar o mesmo volume de substrato. Assim, o menor crescimento verificado nas plantas produzidas em tubetes, possivelmente pode ser atribuído a alterações fisiológicas nas mudas, reduzindo a absorção de água e nutrientes, causadas pela parede rígida do recipiente.

Vários fatores físicos ou fisiológicos restringem o crescimento radicular e afetam o crescimento, o desenvolvimento e a produtividade das plantas, como a densidade do solo, o tamanho dos agregados e dos poros, a presença de camada compactada subsuperficial, a aeração, a temperatura, a qualidade da luz, as limitações de nutrientes, a densidade de raízes e o volume, tamanho e forma do recipiente onde a planta se desenvolve. Trabalhos realizados para verificar o efeito do volume do recipiente no crescimento e desenvolvimento de plantas têm mostrado que a restrição radicular pode diminuir o crescimento das raízes e da parte aérea das plantas (Peterson et al., 1991b). Na redução do crescimento podem estar incluídas a inibição da elongação foliar (Peterson et al., 1991a), a fotossíntese (Ismail & Noor, 1996), a mudança na partição da matéria seca da planta e na absorção de nutrientes (Bar-Tal & Pressman, 1996) e o metabolismo hormonal (Peterson et al., 1991a, 1991b).

Independentemente do tipo de recipiente utilizado, mudas de *A. mangium* quando receberam inóculo

de FMAs + rizóbio apresentaram aumentos significativos no conteúdo de N da parte aérea (Tabela 2). No entanto, o maior acúmulo foi verificado quando as mudas foram produzidas em blocos prensados e duplamente infectadas com os microssimbiontes. O acúmulo de P na parte aérea das mudas foi significativamente maior no tratamento com micorriza, independentemente do recipiente. Em todos os tratamentos microbiológicos não foram observadas diferenças significativas em relação ao recipiente, exceto em relação ao tratamento com FMAs + rizóbio, no qual o maior acúmulo ocorreu nas mudas dos blocos prensados.

A nodulação das raízes pelo rizóbio foi estatisticamente maior em plantas produzidas em tubetes e com inóculo de rizóbio (Tabela 3). A constatação de nodulação no tratamento micorriza em blocos prensados indicou a ocorrência de contaminação no substrato, provavelmente por uma ineficiente esterilização ou contaminação durante a realização do experimento. O número de nódulos das mudas infectadas apenas com rizóbio foi superior ao número apresentado pelas mudas com a dupla inoculação.

Houve diferença significativa entre os valores de colonização micorrízica em razão dos tratamentos microbiológicos, porém não se verificou essa diferença em relação ao tipo de recipiente. Independentemente do tipo de recipiente utilizado, a inoculação de rizóbio aumentou significativamente a colonização micorrízica (Tabela 3).

A competição entre microssimbiontes pode ter sido a razão da diminuição do número de nódulos nas mudas com dupla inoculação. De acordo com Ruiz-Lozano & Azcón (1994), a dupla inoculação

Tabela 2. Conteúdo de nitrogênio e de fósforo, na parte aérea das mudas de *A. mangium*, em razão dos tratamentos microbiológicos e de tipos de recipientes, 70 dias após a semeadura⁽¹⁾.

Recipiente	Controle	Micorriza	Rizóbio	Micorriza + rizóbio
		Nitrogênio (mg/duas plantas)		
Tubete	20,56Bb	31,28Bb	48,11Ab	58,32Ab
Bloco prensado	26,91Ca	56,20Ba	76,88Aa	82,06Aa
		Fósforo (mg/duas plantas)		
Tubete	10,86Ba	12,91Aa	8,50Ba	10,28ABa
Bloco prensado	9,79ABa	17,59Aa	9,70Ba	12,68ABb

⁽¹⁾Em relação a cada variável (nitrogênio e fósforo), médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 3. Número de nódulos e colonização radicular pelos FMAs das mudas de *A. mangium*, em razão dos tratamentos microbiológicos e de tipos de recipientes, 70 dias após a semeadura⁽¹⁾.

Recipiente	Controle	Micorriza	Rizóbio	Micorriza + Rizóbio
Número de nódulos/duas plantas				
Tubete	0,00Ca	0,00Cb	158,30Aa	82,33Ba
Bloco prensado	0,00Ca	5,00Ba	101,50Ab	79,00Aa
Colonização radicular (%)				
Tubete	0,00Ca	61,00Ba	0,00Ca	77,17Aa
Bloco prensado	0,00Ca	62,00Ba	0,00Ca	79,86Aa

⁽¹⁾Em relação a cada variável (número de nódulos e colonização radicular), médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

de microrganismos numa planta pode provocar a competição por fotoassimilados de três organismos, ou seja, rizóbio, FMAs e as raízes do hospedeiro, principalmente em condições limitantes de nutrientes. A presença dos FMAs no hospedeiro pode consumir quantidades significantes de C (Buwalda & Goh, 1982). Conforme Veen et al. (1989), os FMAs podem consumir até 30% do C fotoassimilado pela planta hospedeira. O custo da fixação simbiótica do N atmosférico pode consumir até 33% do C fotoassimilado pelo hospedeiro (Michin et al., 1981).

A utilização de tubetes de plástico na produção de mudas exige que a frequência de irrigações seja maior, porque o volume de substrato que esse recipiente comporta é muito pequeno; conseqüentemente uma maior quantidade de nutrientes é perdida por lixiviação (Neves et al., 1990). Outro ponto a ser destacado é que o custo de tubetes e de bandejas corresponde a cerca de 30% dos investimentos de instalação de viveiro de uma empresa florestal (Zani Filho, 1998).

Conclusões

1. Os microssimbiontes, FMAs e rizóbio, inoculados juntos ou separadamente, são eficientes em promover a produção de matéria seca de mudas de *Acacia mangium*.

2. Os blocos prensados são eficientes no crescimento das mudas de *A. mangium* e podem ser utilizados em conjunto com a inoculação de FMAs e rizóbio.

3. Os resíduos da indústria açucareira (bagaço e torta de filtro de usina açucareira) podem ser usados como substrato na produção de mudas de *A. mangium*.

Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (Faperj), pelo apoio financeiro; à Dra. Rosilaine Carrenho, do Departamento de Biologia da Universidade de Maringá, PR, pela identificação das espécies de FMAs.

Referências

- BAREA, J. M.; AZCÓN-AGUILAR, C. Mycorrhizas and their significance in nodulating nitrogen-fixing plants. **Advances in Agronomy**, San Diego, v. 36, p. 1-54, 1983.
- BARROSO, D. Q. **Qualidade de mudas de *Eucalyptus camaldulensis* e *E. urophylla* produzidas em tubetes e em blocos prensados com diferentes substratos**. 1999. 79 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes, 1999.
- BAR-TAL, A.; PRESSMAN, E. Root restriction and potassium and calcium solution concentrations affect dry-matter production, cation up-take, and blossom-end rot in greenhouse tomato. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 121, p. 649-655, 1996.
- BUWALDA, J. G.; GOH, K. M. Host-fungus competition for carbon as a cause of growth depression in VA mycorrhizal ryegrass. **Soil Biology & Biochemistry**, Oxford, v. 14, p. 103-106, 1982.
- CARNEIRO, J. G. de A.; BRITO, M. A. R. Nova metodologia para produção mecanizada de mudas de *Pinus taeda* L. em recipientes com raízes laterais podadas. **Floresta**, Curitiba, v. 22, n. 1/2, p. 63-77, 1992.

- CARNEIRO, J. G. de A.; PARVIAINEN, J. V. Comparison of production methods for containerized pine (*Pinus elliottii*) seedlings in Southern Brazil. **Metsan-tutkimuslaitoksen Tiedonantoja**, Joensuu, v. 302, p. 6-24, 1988.
- COLONNA, J. P.; THOEN, D.; DUCOUSSO, M.; BRADJI, S. Comparative effects of *Glomus etunicatum* and P fertilizer on foliar mineral composition of *Acacia senegal* seedlings inoculate with *Rhizobium*. **Mycorrhiza**, Berlin, v. 1, p. 35-38, 1991.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Agrobiologia (Seropédica, RJ). **Revegetação de solos degradados**. Seropédica, 1992. 11 p. (Comunicado Técnico, 10).
- GIOVANNETTI, M.; MOSSE, B. An evaluation of techniques for measuring vesicular-arbuscular mycorrhizal infection in roots. **New Phytology**, Cambridge, Inglaterra, v. 84, p. 489-500, 1980.
- ISMAIL, M. R.; NOOR, K. M. Growth, water relations and physiological processes of starfruit (*Averrhoa carambola* L.) plants under root growth restriction. **Scientia Horticultura**, Piracicaba, v. 66, p. 51-58, 1996.
- JACKSON, M. L. **Soil chemical analysis**. New Jersey: Prentice Hall, 1965. 489 p.
- LELES, P. S. S. **Produção de mudas de *Eucalyptus camaldulensis*, *E. grandis* e *E. pellita* em blocos prensados e em tubetes**. 1999. 70 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes, 1999.
- LELES, P. S. S.; CARNEIRO, J. G. de A.; BARROSO, D. Q.; MORGADO, I. F. Qualidade de mudas de *Eucalyptus* spp. produzidas em blocos prensados e em tubetes. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 24, n. 1, p. 13-20, 2000.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1989. 201 p.
- MICHIN, F. R.; SUMMERFIELD, R. J.; HADLEY, P.; ROBERTS, E. H.; RAWSTHORNE, S. Carbon and nitrogen of nodulated roots of grain legumes. **Plant, Cell and Environment**, Oxford, v. 4, p. 5-26, 1981.
- MORGADO, I. F. **Resíduos agroindustriais prensados como substrato para a produção de mudas de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden e *Saccharum* spp.** 1998. 120 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes, 1998.
- NEVES, J. C. L.; GOMES, J. M.; NOVAIS, R. F. Fertilização mineral de mudas de eucalipto. In: BARROS, N. F.; NOVAIS, R. F. (Ed.). **Relação solo-eucalipto**. Viçosa, MG: Folha de Viçosa, 1990. p. 99-126.
- NOVAES, A. B. de. **Avaliação morfofisiológica da qualidade de mudas de *Pinus taeda* L., produzidas em raiz nua e em diferentes tipos de recipientes**. 1998. 118 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1998.
- PETERSON, T. A.; COHEN, J. D.; BUTA, J. G.; KRIZEK, D. T. Influence of root restriction on tomato: changes in leaf cell expansion, abscisic acid and indole-3-acetic acid. **Plant Physiology**, Rockville, v. 96, p. 78, 1991a. Supplement.
- PETERSON, T. A.; REINSEL, M. D.; KRIZEK, D. T. Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill., cv. 'Better Bush') plant response to root restriction. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 42, n. 243, p. 1233-1240, 1991b.
- RUIZ-LOZANO, J. M.; AZCÓN, R. Development and activity of the symbiosis between *Bradyrhizobium* strains, *Glomus* species and *Cicer arietinum*: effect of timing of inoculation and photon irradiance. **Symbiosis**, Rehovot, v. 16, p. 249-265, 1994.
- VEEN, J. A. van; MEROKX, R.; GEIJN, S. C. van de. Plant and soil related controls of the flow of carbon from roots through the soil microbial biomass. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 115, p. 179-188, 1989.
- ZANI FILHO, J. **Fundamentos para estruturação de um viveiro florestal**. Piracicaba: Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais/Esalq, 1998. 12 p. Curso de produção de mudas de espécies florestais exóticas e nativas.