

EFICIÊNCIA E DEPENDÊNCIA MICORRÍZICA E ABSORÇÃO DE NITROGÊNIO E FÓSFORO EM MUDAS DE MONJOLEIRO INOCULADAS COM FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES SOB DIFERENTES DOSES DE FÓSFORO¹

**GUSTAVO M. ABREU², BRUNA D. GUIRARDI³, GABRIELLE R. M. BARBOSA⁴,
NATASSYA Z. SOARES³, JOLIMAR A. SCHIAVO⁵**

¹ Trabalho executado com recursos do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

² Acadêmico do curso de Eng. Florestal – Bolsista de Iniciação Científica CNPq, Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul- Unidade Universitária de Aquidauana (UEMS-UUA), Rodovia Aquidauana-UEMS km 12, Aquidauana – MS, Fone: (0xx67) 8150.0187, mattos_florestal@hotmail.com.

³ Acadêmica do curso de Eng. Florestal da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Aquidauana – MS.

⁴ Engenheira florestal; mestranda do programa de pós graduação em Agronomia (Bolsista CAPES), Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Unidade Universitária de Aquidauana.

⁵ Professor Adjunto IV da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul - UEMS, Aquidauana, MS.

Apresentado no

XLIV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2015

13 a 17 de setembro de 2015- São Pedro- SP, Brasil

RESUMO: A utilização de espécies arbóreas para recomposição de áreas degradadas é de grande importância para a redução de impactos ambientais. O presente trabalho objetivou avaliar o efeito da adição de doses de fósforo e a influência de fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) na absorção de N e P, dependência e eficiência micorrízica na fase inicial em plantas de *Acacia polyphylla*. Utilizou-se o delineamento experimental de blocos ao acaso em esquema fatorial 5 x 3, sendo os fatores as doses de fósforo (0, 50, 100, 200 e 400 mg kg⁻¹) e o tratamento microbiológico com presença ou ausência de FMAs (inoculado com *Glomus clarum*, *Gigaspora margarita* e sem inoculação), com quatro repetições. O teor de P nas mudas inoculadas foi superior ao encontrado em plantas sem colonização em todas as doses aplicadas. Mudanças do tratamento controle apresentaram maior teor de N do que em plantas inoculadas nas doses 50 e 200 mg kg⁻¹ de P. Plantas que não receberam aplicação de doses de P apresentaram diferença significativa na eficiência micorrízica em relação às mudas que receberam as demais doses e obtiveram valores satisfatórios, ressaltando a eficiência dos FMAs em baixas doses de P no solo.

PALAVRAS-CHAVE: Áreas degradadas, nutrição de plantas, micorrizas

MYCORRHIZAL EFFICIENCY AND DEPENDENCY, ABSORPTION OF NITROGEN AND PHOSPHORUS IN MONJOLEIRO SEEDLINGS INOCULATED WITH ARBUSCULAR MYCORRHIZAL FUNGI UNDER DIFFERENT DOSES OF PHOSPHORUS

ABSTRACT: The use of tree species for reforestation of degraded areas is of great importance to the reduction of environmental impacts. The present study aimed to evaluate the effect of adding doses of phosphorus and the influence of arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) in the absorption of N and P, mycorrhizal dependence and efficiency in the early stage

in *Acacia polyphylla* plants. The experimental design was of randomized blocks in 5 x 3 factorial scheme, being the factors of phosphorus doses (0, 50, 100, 200 and 400 mg kg⁻¹) and microbiological treatment with presence or absence of AMF (inoculated with *Glomus clarum*, *Gigaspora margarita* and without inoculation), with four replicates. The content of P in inoculated seedlings was superior to that found in plants without colonization in all doses applied. Control treatment seedlings had higher N content than in plants inoculated in doses 50 and 200 mg kg⁻¹ of P. Plants that have not received application doses of P showed significant difference in mycorrhizal efficiency in relation to seedlings that received the remaining doses and obtained satisfactory values, emphasizing the efficiency of FMAs in low doses of P in soil.

KEYWORDS: Degraded areas; nutrition of plants; mycorrhiza

INTRODUÇÃO

A produção de mudas de espécies arbóreas nativas, para reflorestamento ou recomposição de áreas degradadas, é de grande importância para o uso nos programas de recuperação de áreas devastadas, tendo como finalidade a diminuição do impacto ambiental, a melhoria das condições edafoclimáticas e a conservação da biodiversidade. O conhecimento das relações ecológicas e das exigências nutricionais das espécies pode facilitar o desenvolvimento de tecnologias para a obtenção de mudas saudáveis destinadas aos programas de revegetação do ambiente (GONÇALVES et al., 1992).

Para iniciar o processo de recuperação de áreas degradadas, além das condições químicas e físicas do solo, é importante o retorno da atividade microbiana, especialmente de microrganismos simbiotróficos, os quais contribuem para o desenvolvimento das plantas em estresse ambiental (CARNEIRO et al., 1999). Segundo Cardoso et al. (2010), quando o ambiente é estressante para a planta, com baixo suprimento de água e de nutrientes, particularmente de P, geralmente as micorrizas garantem benefícios para a planta; porém, em altos níveis de P, ocorre diminuição da colonização radicular, causando diminuição no crescimento do vegetal.

Os fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) são do tipo predominante nas espécies vegetais e de maior importância nos ecossistemas tropicais (JANOS, 1983; ALEXANDER *et al.* 1992; HOGBERG, 1982). Formadas por fungos da ordem Glomales (Zigomicotina), seus benefícios à planta hospedeira são a melhoria das condições nutricionais, em especial de P, e a tolerância a estresses diversos; enquanto a planta fornece fotossintatos essenciais para o desenvolvimento do fungo (BRUNDRETT, 1991; SIQUEIRA, 1994).

Segundo Sturmer e Siqueira (2008) a associação entre FMA e raízes está presente na maioria das plantas superiores, como pode ser observado nos vários levantamentos realizados em diferentes ecossistemas do Brasil. A maior parte das plantas da família Fabaceae associadas aos FMAs são importantes ecologicamente e economicamente, pois produzem mais biomassa, melhoram a absorção de nutrientes, conseguem reter no micélio elementos que se encontram em níveis tóxicos (SOARES, 2007) e ainda, podem diminuir a utilização de fertilizantes nitrogenados nas culturas florestais e agroflorestais (BARBERI et al., 1998).

Segundo Lorenzi (2002), a *Acacia polyphylla* ocorre naturalmente desde a região amazônica até o Paraná, na floresta latifoliada semidecídua, sendo ela, uma espécie característica dos estágios iniciais de sucessão, apresentando grande importância em programas de reflorestamento misto, destinados para recuperação de áreas de preservação

permanente, manejo de fragmentos florestais e projetos paisagísticos em função de sua rusticidade e rápido crescimento.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da adição de doses de fósforo e a influência de fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) na absorção de N e P, dependência e eficiência micorrízica na fase inicial em plantas de *Acacia polyphylla*.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado em casa de vegetação, na Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), Unidade de Aquidauana. Geograficamente, a região localiza-se entre as coordenadas 20°27'20'' de latitude S e 55°40'17'' de longitude W, com altitude de 174 metros. O clima da região, segundo classificação de Köppen, pertence ao tipo Aw (tropical úmido), com precipitação média anual de 1200 mm, temperaturas máximas e mínimas de 33°C no verão e 19,6°C no inverno, respectivamente. O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso em esquema fatorial 5 x 3, sendo os fatores doses de fósforo (0, 50, 100, 200 e 400 mg kg⁻¹) e inoculação ou não com FMAs (*Gigaspora margarita*, *Glomus clarum* e sem inoculação), com quatro repetições.

Para o preparo do inóculo de FMAs foi utilizado substrato constituído por uma mistura de solo e vermiculita média na proporção de 2:1 (v/v). Esse substrato foi esterilizado em autoclave, por uma vez, a 121°C, por uma hora. Após a esterilização o substrato foi colocado em vasos de cultivo com capacidade de 5 dm³ e infectado com uma mistura de solo contendo esporos e raízes colonizadas com os FMAs *Gigaspora margarita* e *Glomus clarum*. Como plantas hospedeiras foram semeadas sementes de *Brachiaria brizantha* cv. xaraés. Os vasos foram mantidos em casa de vegetação por um período de quatro meses para a multiplicação do fungo, dos quais foram utilizados como inóculo.

O substrato utilizado no experimento foi constituído por uma mistura 1:2 (v/v) de vermiculita média com o horizonte sub-superficial de um Argissolo Vermelho Amarelo Distrófico (EMBRAPA, 2006). Esse substrato foi esterilizado em autoclave, por uma vez, a 121°C, por uma hora. Após a esterilização o substrato foi colocado em vasos de cultivo com capacidade de 5 dm³ e no momento da semeadura procedeu-se a inoculação com os FMAs por meio de uma mistura de solo contendo esporos dos FMAs e raízes colonizadas.

Em função da análise do solo, realizou-se a calagem objetivando a elevação da saturação por bases para 60%. Após a calagem, de acordo com cada tratamento, as doses de P foram aplicadas tendo como fonte o KH₂PO₄. Em função das doses crescentes de P, fez-se necessário equilibrar as doses de potássio, utilizando-se como fonte o KCl.

As sementes de *Acacia polyphylla* foram coletadas de plantas matrizes localizadas no campus da UEMS, em Aquidauana. As sementes tiveram sua superfície esterilizada, emergindo-as em hipoclorito de sódio 2% por um período de 5 minutos. Decorrido este período, as mesmas foram lavadas em água corrente e depois em água destilada e deionizada e posteriormente seguindo para a germinação, sendo as mesmas dispostas em placas de petri com algodão embebido e água deionizada e mantidas em câmara de crescimento tipo BOD à temperatura de 30°C até emissão das radículas e, posteriormente, seguindo para a semeadura.

Aos 120 dias após a semeadura, as plantas foram retiradas dos vasos e separou-se a parte aérea das raízes para a quantificação da massa das mesmas. A massa seca da parte aérea (MSPA) foi moída em moinho tipo Willey, passado em peneira de 20 mesh e armazenado em sacos hermeticamente fechados. Após o material ser moído, o mesmo foi submetido à digestão sulfúrica (para determinação de N) e nitricoperclórica (para determinação de P). O N foi determinado pelo método de Nessler (JACKSON, 1965) e o P determinado por

colorimetria pelo método do molibdato (MALAVOLTA et al., 1997). A partir da matéria seca total, de acordo com Plenchette et al. (1983), determinou-se a dependência micorrízica (DM), eficiência micorrízica (EM) e a eficiência de utilização de N e P (EUN e EUP, respectivamente) de acordo com os seguintes cálculos:

Equação 1: $DM = [(matéria\ seca\ de\ mudas\ micorrizadas - matéria\ seca\ de\ mudas\ não\ micorrizadas) / matéria\ seca\ de\ mudas\ micorrizadas] \times 100$, sendo expressa em porcentagem.

Equação 2: $EM = [(matéria\ seca\ de\ mudas\ micorrizadas - matéria\ seca\ de\ mudas\ não\ micorrizadas) / matéria\ seca\ de\ mudas\ não\ micorrizadas] \times 100$, sendo expressa em porcentagem.

Equação 3: $EU = MSPA^2 / \text{conteúdo do nutriente (N e P)}$, sendo expressa em $g^2\ mg^{-1}$.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias dos tratamentos de inoculação e as doses de P à comparação de médias pelo teste de Tukey a 5% e análise de regressão, respectivamente, utilizando-se o software SAEG®.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teor de nitrogênio na parte aérea das mudas de monjoleiro não se diferiu entre inoculações, exceto na dose $50\ mg\ kg^{-1}$ de P, onde o incremento nas mudas do tratamento controle foi de aproximadamente 33,6% e 27,7% maior do que o das mudas do tratamento *G. clarum* e *G. margarita*, respectivamente (Tabela 1). Siqueira e Franco (1988) verificaram diminuição na porcentagem de N nas plantas micorrizadas, devido à diluição deste nutriente nos fungos, ocorrendo aumento da biomassa micorrízica e diminuição da concentração de N na massa seca da planta.

O conteúdo de N na parte aérea das plantas de monjoleiro nas doses 0 e $200\ mg\ kg^{-1}$ de P inoculadas com *G. clarum* e *G. margarita* diferiram das plantas controle. De acordo com Souza e Silva (1996), os FMAs, aumentam a absorção desses nutrientes contribuindo para a melhoria da fertilidade do solo e do ambiente edáfico para o estabelecimento de novas espécies no local que está sendo recuperado.

O teor de P na parte aérea das plantas inoculadas com *G. margarita* na dose 100 e $400\ mg\ kg^{-1}$ de P foram maiores em relação ao controle, enquanto nas doses 200 e $400\ mg\ kg^{-1}$ de P o maior conteúdo ocorreu nas inoculadas com o FMA *G. clarum*, o que demonstra a grande influência dos FMAs na absorção de P no solo.

Plantas que receberam os FMAs *G. clarum* e *G. margarita* na dose $200\ mg\ kg^{-1}$ de P apresentaram maiores conteúdos de N e P e se diferiram das plantas controle, o que pode ser explicado por Barea (1991), o qual afirma que as simbioses garantem benefícios para a planta. Comparando-se as doses pode-se observar que as plantas inoculadas com FMAs na dose $200\ mg\ kg^{-1}$ de P apresentaram os maiores conteúdos de N e P e se diferiram das demais doses. Porém, deve-se ressaltar que altas doses de P provocam prejuízos as plantas, o que é explicado por Siqueira e Saggin Júnior (1995), que afirmam que em altos níveis de P, ocorre diminuição da colonização, causando diminuição do crescimento e, conseqüentemente, menor conteúdo de P.

Tabela 1. Teores e conteúdos de N e P de plantas de *Acacia polyphylla* em função das doses de fósforo e da inoculação com fungos micorrízicos arbusculares.

Inoculação	Doses de fósforo mg kg ⁻¹				
	0	50	100	200	400
	Teor de N (g kg ⁻¹)				
Controle	41,19Ba	64,40Aa	52,36ABa	52,85ABa	40,91Ba
<i>G. Clarum</i>	52,1Aa	48,21Ab	58,75Aa	49,60Aa	45,3Aa
<i>G. Margarita</i>	51,75Aa	50,43Ab	48,83Aa	47,37Aa	47,24Aa
	Teor de P (g kg ⁻¹)				
Controle	1,48Ca	15,01BCa	18,53ABCb	27,00ABa	34,71Ab
<i>G. Clarum</i>	2,45Ca	18,71BCa	26,70Bab	34,85ABa	44,83Aab
<i>G. Margarita</i>	4,05Ca	24,16Ba	41,71ABa	35,59ABa	50,60Aa
	Conteúdo de N (mg vaso ⁻¹)				
Controle	13,50Bb	149,08Aa	143,92Aa	192,07Ac	97,07Aba
<i>G. Clarum</i>	139,14Ba	157,80Ba	206,28Ba	426,72Aa	162,40Ba
<i>G. Margarita</i>	170,03Ba	157,43Ba	142,58Ba	306,14Ab	122,54Ba
	Conteúdo de P (mg vaso ⁻¹)				
Controle	0,50Ba	35,39ABa	49,36ABb	91,75Ac	81,41Ab
<i>G. Clarum</i>	6,50Ca	56,65Ca	81,42BCab	300,79Aa	156,39Ba
<i>G. Margarita</i>	13,33Ca	76,48BCa	125,64Ba	220,62Ab	125,96Bab

Médias seguidas da mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, para cada variável, não diferem entre si em tratamentos de inoculação e doses de P pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A eficiência de utilização de N nas plantas de monjoleiro dos tratamentos *G. margarita* e controle adubadas com a dose 400 mg kg⁻¹ de P foi maior em plantas que receberam as demais doses. Nas doses 50 e 200 mg kg⁻¹ de P os valores das plantas micorrizadas foram superiores aos das mudas do tratamento controle (Tabela 2). Estes resultados da EUN podem ser explicados devido o conteúdo de N estar representado como denominador da fórmula de EUN, sendo assim, as plantas micorrizadas apresentaram os maiores conteúdos de N e consequentemente resultaram em menores valores de EUN (KRIEDEMANN; CROMER, 1996). Na dose 400 mg kg⁻¹ de P a EUN das plantas do tratamento *G. margarita* se diferenciaram das mudas do tratamento *G. clarum*, obtendo valor 74,3% superior em relação à EUN.

A eficiência de utilização de P (EUP) não se diferenciou entre os tratamentos microbiológicos em todas as doses de fósforo aplicadas no solo, porém plantas inoculadas com o endófito *G. clarum* apresentaram valores superiores aos obtidos no tratamento controle nas doses 0, 100 e 200 mg kg⁻¹ de P, o que evidencia a importância das micorrizas para a absorção de P por mudas da maioria das espécies de árvores tropicais estudadas (SIQUEIRA et al., 1998). Não houve diferença na EUP em plantas dos tratamentos controle e *G. margarita* em relação às doses de P aplicadas no solo, porém os melhores resultados nos dois tratamentos foram observados na dose 0 mg kg⁻¹ de P (Tabela 2). No tratamento *G. clarum* a EUP das mudas da dose 0 mg kg⁻¹ de P se diferenciou dos obtidos nas doses 50, 200 e 400 mg kg⁻¹ de P.

Os maiores valores de eficiência micorrízica (EM) e dependência micorrízica (DM) foram observados nas menores doses de P no solo, demonstrando a importância da associação planta-FMA em solos com baixa disponibilidade desse nutriente.

Tabela 2. Eficiência de utilização de N e P; eficiência e dependência micorrízica em plantas de *Acacia polyphylla* em função das doses de fósforo e da inoculação com fungos micorrízicos arbusculares.

Inoculação	Doses de fósforo mg kg ⁻¹				
	0	50	100	200	400
	Eficiência da utilização de N (g ² mg ⁻¹)				
Controle	0,09Ba	0,27Ba	0,42Ba	0,37Ba	1,05Aab
<i>G. Clarum</i>	0,20Aa	0,36Aa	0,35Aa	0,54Aa	0,70Ab
<i>G. Margarita</i>	0,19Ba	0,42Ba	0,42Ba	0,50Ba	1,22Aa
	Eficiência de utilização de P (g ² mg ⁻¹)				
Controle	2,47Aa	1,12Aa	2,38Aa	0,72Aa	1,27Aa
<i>G. Clarum</i>	4,46Aa	1,03Ba	2,63Aba	0,75Ba	0,79Ba
<i>G. Margarita</i>	3,14Aa	0,91Aa	0,52Aa	0,67Aa	1,07Aa
	Eficiência micorrízica (%)				
Controle	-	-	-	-	-
<i>G. Clarum</i>	485,38	32,16	10,43	92,36	7,38
<i>G. Margarita</i>	586,47	45,92	1,13	62,53	13,48
	Dependência micorrízica (%)				
Controle	-	-	-	-	-
<i>G. Clarum</i>	80,61	3,88	4,06	46,68	5,16
<i>G. Margarita</i>	82,23	4,61	-0,52	32,03	6,18

Médias seguidas da mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, para cada variável, não diferem entre si em tratamentos de inoculação e doses de P pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A eficiência micorrízica (EM) não se diferenciou entre os tratamentos com os fungos micorrízicos arbusculares *G. clarum* e *G. margarita*, sendo que os resultados nas doses 100 e 200 mg kg⁻¹ de P foram mais satisfatórios com o FMA *G. clarum* e os melhores resultados de EM nas doses 0, 50 e 400 mg kg⁻¹ de P foram percebidos na presença do FMA *G. margarita*. Plantas de monjoleiro que não receberam aplicação de doses de P no solo (0 mg kg⁻¹ de P) se diferenciaram na EM das mudas que receberam doses e obtiveram valores de EM satisfatórios, ressaltando a elevada eficiência dos FMAs em baixas doses de fósforo no solo. A diminuição na colonização micorrízica devido ao aumento da adição de P é considerada normal, podendo, em muitos casos, ser relacionada também com o estado nutricional das plantas. Plantas bem nutridas teriam mecanismos para reduzir o desenvolvimento ou a atividade de FMA nas raízes, objetivando reduzir o custo energético que a manutenção do fungo representa para a planta (SMITH; READ, 1997). Espécies de FMAs que mantêm altos níveis de colonização radicular, mesmo sob condições de altos níveis de P no solo poderiam, em determinadas condições, tornar-se parasitas, devido à grande demanda por carboidratos da planta (MOREIRA; SIQUEIRA, 2002).

A dependência micorrízica (DM) não se diferenciou entre os tratamentos *G. clarum* e *G. margarita* entre as doses aplicadas de P no experimento, porém a DM mais elevada ocorreu na dose 0 mg kg⁻¹ de P. A DM na dose 0 mg kg⁻¹ de P nos dois tratamentos com FMAs se diferenciou das observadas nas doses 50, 100 e 400 mg kg⁻¹ de P. Plantas do tratamento *G. margarita* presentes na dose 100 mg kg⁻¹ de P apresentaram DM negativa. A dependência micorrízica de uma planta pode variar com a espécie de fungo inoculada. Para uma mesma planta, pode variar também desde negativa (quando não ocorre dependência da planta a micorrização) até altamente positiva (JANOS, 2007). Quando a dependência e eficiência micorrízica apresentam valores negativos, as plantas inoculadas com FMAs apresentam menor acúmulo de matéria seca, em relação ao tratamento controle, podendo caracterizar a interação entre FMA e plantas como uma relação parasítica (SCHIAVO et al., 2010).

Deve-se ressaltar que a dependência micorrízica varia de acordo com a espécie de planta, a qual pode variar de muito baixa até a altos níveis, o que é reforçado por Carvalho (2008), o qual em levantamento de FMAs em diferentes áreas com cultivo de pinhão manso, no Estado de Minas Gerais, observou elevada colonização micorrízica (75,7% a 97,4%) e densidade de esporos. O mesmo autor verificou que a elevada fertilidade natural do solo de algumas áreas estudadas não inibiu a colonização micorrízica das plantas, sugerindo alta dependência micorrízica da espécie.

CONCLUSÕES

O teor de N não se diferenciou em relação às doses de P nas plantas micorrizadas, porém os maiores incrementos de N ocorreram na dose 50 mg kg⁻¹ de P.

O teor de P na parte aérea das plantas inoculadas com *G. margarita* na dose 100 e 400 mg kg⁻¹ de P foram superiores em relação as plantas do tratamento controle.

A dependência e eficiência micorrízica foram maiores na ausência de adubação com fósforo.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS) e Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio prestado durante a realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS

ALEXANDER, I.; AHMAD, N.; SEE, L. S. The role of mycorrhizas in the regeneration of some Malaysian forest trees. **Phil. Trans. R. Soc. Lond.**, v. 335, p. 379-388, 1992.

BARBERI, A.; CARNEIRO, M. A. C.; MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. Nodulação em leguminosas florestais em viveiros no sul de Minas Gerais. **Cerne**, Lavras-MG, v. 4, n. 1, p. 145-153, 1998.

BAREA, J. M. Vesicular-arbuscular mycorrhizae as modifiers of soil fertility. **Advances in Soil Science**, p. 2-39, 1991.

BRUNDRETT, M. **Mycorrhizas in natural ecosystems**. Advances on Ecological Research. London, p. 12-23, 1991.

CARDOSO, E. J. B. N.; CARDOSO, I. M.; NOGUEIRA, M. A.; BARRETA, C. R. D. M.; DE PAULA, A. M. Micorrizas arbusculares na aquisição de nutrientes pelas plantas. In: SIQUEIRA, J. O.; SOUZA, F. A.; CARDOSO, E. J. B. N.; TSAI, S. M. **Micorrizas: 30 anos de pesquisa no Brasil**. Lavras-MG: UFLA, p. 153-214, 2010.

CARNEIRO, M. A. C.; SIQUEIRA, J. O.; CURI, N.; MOREIRA, F. M. S. Efeitos da inoculação de fungos micorrízicos arbusculares e da aplicação de fósforo no estabelecimento de forrageiras em solo degradado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília-DF, v. 34, n. 9, p.1669-1677, 1999.

CARVALHO, A. M. X. **Fungos micorrízicos arbusculares no crescimento de mudas de pinhão manso (*Jatropha curcas L.*)**. 2008. 76 f. Dissertação (Mestrado em Microbiologia Agrícola)–Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2008.

EMPRESA BRASIEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro, 306 p. 2006.

GONÇALVES, J.L.M.; FREIXÊDAS, V.M.; KAGEYAMA, P.Y.; GONÇALVES, J.C.; DIAS, J.H. Produção de biomassa e sistema radicular de espécies de diferentes estágios sucessionais. **Revista do Instituto Florestal**. São Paulo, v.4, Parte 2, p.363-367, 1992.

HÖGBERG, P. Mycorrhizal associations in some woodland and shrubs in Tanzania. **New Phytol.**, v. 92, p. 407-415, 1982.

JACKSON, M. L. **Soil chemical analysis**. New Jersey-USA: Prentice Hall, 498p, 1965.

JANOS, D. P. Plant responsiveness to mycorrhizas differs from dependence upon mycorrhizas. **Mycorrhiza**, v. 17, n. 02, p. 75-91, 2007.

JANOS, D. P. Tropical mycorrhizae, nutrients cycles and plant growth . In: SUTTON, S. L.; WHITMORE, T. C.; CHADWICK, A. C., ed. **Tropical Rain Forest**. Oxford: Blackwell Scientific Publications, p. 327-345, 1983.

KRIEDEMANN, P. E.; CROMER, R. N. The nutritional physiology of the eucalypts Nutrition and growth. In: ATTIWILL, P.M. e ADAMS, M.A. **Nutrition of Eucalypts, CSIRO**. Australia, p. 109-122, 1996.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 4. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, p. 185, 2002.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba-SP: Potafós, p. 319, 1997.

MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. Lavras: Editora UFLA, 626 p., 2002.

PLENCHETTE, C.; FORTIN, J. A.; FURLAN, V. Growth responses of several plant species to mycorrhizae in a soil of moderate P-fertility. **Plant and Soil**, London, v. 70, n. 2, p. 199-209, 1983.

SCHIAVO, J. A.; SILVA, C. A.; ROSSET, J. S.; SECRETTI, M. L.; SOUZA, R. A. C.; CAPPI, N. Composto orgânico e inoculação micorrízica na produção de mudas de pinhão manso. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia-GO, v. 40, n. 3, p. 322-329, 2010.

SIQUEIRA, J.O.; CARNEIRO, M.A.C.; CURTI, N.; SILVA, S.C. da; DAVIDE, A.C. Mycorrhizal colonization and mycotrophic growth of native woody species as related to sucessional groups in Southeastern Brasil. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 107, p.241-252, 1998.

SIQUEIRA, J.O.; SAGGIN-JUNIOR, O.J. The importance of mycorrhizae association in natural low-fertility soils. In: MACHADO, A.T.; MAGNAVACA, R.; PANDEY, S.; SILVA, A.F. (Eds.). **International symposium on environmental stress: maize in perspective**. México: CIMMVT/UNDP, 449p. 1995.

SIQUEIRA, J. O. Micorrizas arbusculares. In: ARAUJO, R.S.; HUNGRIA, M. (Eds.). **Microrganismos de importância agrícola**. Brasília: Embrapa, p.151-194, 1994.

SIQUEIRA, J. O.; FRANCO, A. A. **Biotechnologia do solo: fundamentos e perspectivas**. Brasília-DF: MEC, Ministerio da Educação; ABEAS; Lavras: ESAL, FAEPE, 236p., 1988.

SMITH, S. E.; READ, D. J. **Mycorrhizal Symbiosis**. California: Academic Press, 506p., 1997.

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 micrantha*. Viçosa-MG: **Revista Árvore**. v. 31, n. 5, p. 783-792, 2007.

SOUZA, F. A.; SILVA, E. M. R. Micorrizas arbusculares na revegetação de áreas degradadas. In: SIQUEIRA, J.O. ed. **Avanços em Fundamentos e Aplicação de Micorrizas**. Lavras, UFLA/DCS e DCF, p.255-290, 1996.

STURMER, S. L.; SIQUEIRA, J. O. Diversidade de fungos micorrízicos arbusculares em ecossistemas brasileiros. In: MOREIRA, F.M.S.; SIQUEIRA, J.O.; BRUSSAARD, L. eds. **Biodiversidade do Solo em Ecossistemas Brasileiros**. Lavras, Editora UFLA. p.537-583, 2008.