

*Inoculação com esporos de *Pisolithus microcarpus* e adição de fosfato natural em mudas de *Eucalyptus grandis**

*Inoculation with spores of *Pisolithus microcarpus* and amendment with rock phosphate in seedlings of *Eucalyptus grandis**

Vanessa Pereira de Abreu*

Gustavo Sampaio de Lima Martins**

Ana Catarina Monteiro Carvalho Mori da Cunha***

André Narvaes da Rocha Campos****

O objetivo deste trabalho foi avaliar a utilização dos esporos de *Pisolithus microcarpus* e de fosfato de natural (FN) em programas de inoculação de baixo custo de *Eucalyptus grandis* em viveiros. Embora os tratamentos não tenham provocado maior crescimento da parte aérea das mudas, verificou-se diferença significativa na massa seca do sistema radicular e na partição de carbono na planta. A inoculação promoveu aumento nas taxas de micorrização, embora as doses de FN utilizadas neste trabalho não tenham afetado o estabelecimento da associação. Estudos adicionais estão sendo conduzidos para otimizar o procedimento de inoculação com esporos.

*The objective of this study was to evaluate the use of spores of *Pisolithus microcarpus* and rock phosphate (RP) in low-cost inoculation programs of *Eucalyptus grandis* in nurseries. Although the treatments did not increase plant growth, there was significant difference in dry mass of the root system and partition of carbon in the plant. Inoculation promoted a significant increase in the mycorrhization rates, but the doses of RN used in this study did not affect the establishment of the association. Additional studies are being conducted to optimize the procedure and inoculated with spores.*

Palavras-chave: Fosfato de rocha. Inoculação. Ectomicorrizas.

Key words: Rock phosphate. Inoculation. Ectomycorrhizas.

Introdução

No solo de ecossistemas florestais de importância econômica e para o dia a dia do pequeno produtor, destaca-se a associação ectomicorrízica (READ; PEREZ-MORENO, 2003). Trata-se de uma associação simbiótica mutualística entre as raízes das plantas e fungos especializados do solo que é caracterizada por suas estruturas típicas: a rede de Hartig e o manto fúngico (PETERSON; FARQUHAR, 1994; SMITH; READ, 2008).

A rede de Hartig caracteriza-se pelo crescimento de hifas, nos interstícios das células das

* Aluna do Curso de Agroecologia - IF Sudeste MG *Campus* Rio Pomba - Brasil. Email: nessa-mg@hotmail.com

** Aluno do Curso de Agroecologia - IF Sudeste MG *Campus* Rio Pomba - Brasil. Email: gustavo.sampaio@gmail.com

*** Professora - IF Sudeste MG *Campus* Rio Pomba - Brasil. Email: catarina.mori@ifsudestemg.edu.br;

**** Professor orientador - IF Sudeste MG *Campus* Rio Pomba - Brasil. Email: andre.campos@ifsudestemg.edu.br

raízes finas, sendo responsável pela realização de trocas de metabólitos entre a planta e o fungo (LEI; DEXHEIMER, 1998). O manto fúngico caracteriza-se pela presença de um conjunto de hifas compactas que envolvem completamente as raízes finas (ASHFORD et al., 1989). Além de proteger fisicamente as raízes das plantas, o manto fúngico é o ponto de partida das hifas extrarradiculares, estruturas responsáveis pela exploração do solo em busca de água e nutrientes (LAMHAMEDI; FORTIN, 1991). Também, é a partir das hifas extrarradiculares que são formados os corpos de frutificação, estruturas responsáveis pela formação dos esporos sexuados dos fungos ectomicorrízicos (SMITH; READ, 2008).

Os benefícios nutricionais são, principalmente, ligados ao fato de que as associações micorrízicas auxiliam as plantas na absorção de água e nutrientes (SMITH; READ, 2008). Para compreender o porquê deste fato, basta comparar o diâmetro de uma raiz com o diâmetro de uma hifa fúngica (SAGGIN-JÚNIOR; SILVA, 2005). As raízes finas, responsáveis pela absorção de nutrientes do solo são muito mais grossas do que as hifas fúngicas. Desta forma, as hifas são as únicas capazes de penetrar em determinados microsítios do solo, como por exemplo, no interior de microagregados (SAGGIN-JÚNIOR; SILVA, 2005). Além disso, as hifas fúngicas apresentam comprimento muitas vezes superior ao apresentado pelas raízes finas ou pelos radiculares, o que permite aos fungos explorar um volume de solo muito superior ao explorado pelas raízes (SMITH; READ, 2008). Estas duas características somadas permitem à planta associada ao fungo micorrízico acessar nutrientes que não estariam disponíveis às plantas não associadas.

Além de aumentar o volume de solo explorado pelas plantas, os fungos micorrízicos são capazes de disponibilizar, para as plantas, nutrientes imobilizados em substratos orgânicos ou minerais (ROSELING et al., 2004). Além disso, os fungos secretam para o solo uma série de ácidos orgânicos (ROSELING et al., 2004). Estes compostos são capazes de solubilizar os nutrientes que se encontram imobilizados na fração mineral do solo, tornando-os disponíveis para as plantas.

Os benefícios não nutricionais advindos das associações micorrízicas são fruto da tolerância de plantas micorrizadas aos diversos estresses aos quais as plantas são submetidas no campo. A tolerância a patógenos é um dos benefícios trazidos pela micorriza (CARDOSO FILHO; MINHONI, 2007). Os fungos micorrízicos competem com organismos patogênicos do solo, tanto pela utilização dos nutrientes, quanto pela produção de substâncias antimicrobianas, evitando que estes colonizem as raízes das plantas (PANDEY, 2000). Este mecanismo explica por que plantas micorrizadas são menos susceptíveis aos fungos do solo que causam marchas e tombamento. Além disso, para o caso das ectomicorrizas, a presença do manto fúngico é uma barreira mecânica ao ataque de organismos causadores de doenças e pragas no sistema radicular (MARTIN, 2007). Outro mecanismo muito importante é a ativação dos mecanismos sistêmicos de defesa da planta aos patógenos. Em plantas associadas aos fungos micorrízicos, ocorrem alterações fisiológicas que levam à pré-ativação do sistema de defesa sistêmico, permitindo que as plantas respondam mais rapidamente aos ataques de patógenos (ELSEN et al., 2008). Uma vez que estas alterações espalham-se por toda a planta, as

respostas rápidas de defesa ocorrem, não só na porção infectada pelo fungo micorrízicos, mas também em outras porções da raiz ou mesmo na parte aérea.

A tolerância das plantas a compostos contaminantes presentes no solo, tais como os metais pesados, também é um importante benefício das associações micorrízicas (NOGUEIRA, 2007). As micorrizas auxiliam as plantas a lidarem com compostos tóxicos reduzindo a toxidez dos mesmos. Um dos mecanismos é a liberação por fungos micorrízicos de compostos que se ligam fortemente aos metais pesados (KHAN et al., 2000). Uma vez ligados a estes compostos, os metais pesados passam a apresentar menor ou nenhuma toxidez para a planta (LEE et al., 2004). Os fungos também alteram o pH do solo que envolve as raízes, o que leva à alteração da forma química do poluente, podendo torná-lo menos tóxico (GOHRE; PASZKOWSKI, 2006). Outro mecanismo é impedir que os metais pesados cheguem até as raízes das plantas pela adsorção dos metais pesados às cargas existentes nas hifas fúngicas, reduzindo a mobilidade destes compostos para as plantas (GOHRE; PASZKOWSKI, 2006). Alternativamente, os fungos podem absorver preferencialmente os metais pesados e imobilizá-los no interior das hifas, impedindo que os mesmos cheguem até as raízes das plantas.

Os fungos ectomicorrízicos secretam para o solo ácidos orgânicos capazes de solubilizar os nutrientes que se encontram imobilizados na fração mineral do solo, tornando-os disponíveis para as plantas (ROSELING et al., 2004). Neste contexto, plantas associadas a fungos ectomicorrízicos podem acessar nutrientes contidos no fosfato de rocha, que se encontravam anteriormente indisponíveis para as mesmas.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial de utilização dos esporos de fungos ectomicorrízicos e de fosfato de natural em programas de inoculação de baixo custo de *Eucalyptus grandis* em viveiros.

Material e métodos

Local de realização do experimento

O trabalho foi realizado no Laboratório de Microbiologia do Solo e no Horto Florestal pertencentes ao Câmpus Rio Pomba do Departamento de Agricultura e Ambiente/Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais (IF Sudeste MG) [21° 16' 30" S 43° 10' 44" O, Altitude: 441 m].

Material biológico

Neste experimento, foram utilizadas sementes de *Eucalyptus grandis* obtidas junto ao Setor de Silvicultura da Universidade Federal de Viçosa/MG. Como fonte de inoculo, utilizaram-se esporos obtidos de um único basidiocarpo de maduro *Pisolithus microcarpus* coletado em plantação de *Eucalyptus grandis* no município de Viçosa/MG.

Produção das mudas

Utilizou-se como substrato solo subsuperficial e areia na proporção 1:1. Uma amostra deste substrato foi enviado para análise química no Laboratório de Análise do Solo do IF Sudeste MG – Câmpus Rio Pomba (Tabela 1). A este substrato foram acrescentadas 5 doses de fosfato natural (27% de P_2O_5 total com solubilidade em ácido cítrico de 0,8%), a saber 0, 36, 72, 109 e 145 $g\ dm^{-3}$. Adicionalmente, avaliou-se a inoculação ou não das mudas com 2 % de esporos de *Pisolithus microcarpus* no substrato.

Tabela 1. Análises químicas do solo substrato utilizado para produção das mudas

	Substrato
pH (H ₂ O)	5,77
P ($mg\ dm^{-3}$)	6,5
K ($mg\ dm^{-3}$)	144
Ca ²⁺ ($cmol_c\ dm^{-3}$)	2,0
Mg ²⁺ ($cmol_c\ dm^{-3}$)	1,0
Al ³⁺ ($cmol_c\ dm^{-3}$)	0,0
H + Al ³⁺ ($cmol_c\ dm^{-3}$)	1,2
SB ($cmol_c\ dm^{-3}$)	3,37
CTC (t) ($cmol_c\ dm^{-3}$)	3,37
CTC (T) ($cmol_c\ dm^{-3}$)	4,57
V (%)	73,7
MO (dag/Kg)	0,2
P-rem (mg/L)	20,6

Análises químicas foram realizadas no Laboratório de Análise do Solo do Departamento de Agricultura e Ambiente/ IF Sudeste MG – Câmpus Rio Pomba utilizando a metodologia descrita pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária-Embrapa (1997).

As sementes de *Eucalyptus grandis* foram germinadas em tubetes cilíndricos de 55cm³, sendo realizado o desbaste 30 dias após a semeadura. O experimento foi conduzido em casa de vegetação no período de dezembro de 2010 a julho de 2011.

Variáveis analisadas

Ao término do experimento, foram avaliados o comprimento da parte aérea, o diâmetro do caule e o comprimento do sistema radicular. Adicionalmente, foram avaliadas a matéria seca (MS) da parte aérea e da raiz, utilizando-se estes dados para o cálculo da relação MS da parte aérea/MS da raiz de cada planta. Avaliou-se também a percentagem de micorrização das plantas utilizando a metodologia descrita por Brundrett et al., 1996.

Análises estatísticas

O experimento foi montado em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 5x2 (Doses de fosfato reativo x inoculação com esporos de *Pisolithus microcarpus*) com 12 repetições. Realizou-se a análise de variância para o efeito dos tratamentos, o teste tukey para a comparação das médias entre os tratamentos de inoculação e a análise de regressão polinomial para o efeito das doses de fosfato.

Resultados e discussão

Observou-se que a inoculação e que as doses de fosfato natural interferem no crescimento de *E. grandis* (Tabela 2). Os tratamentos com fosfato natural apresentaram efeito significativo sobre a altura das plantas e verificou-se aumento linear da altura em resposta às doses de fosfato natural (Figura 2). Para esta variável, o incremento no crescimento, quando comparada à dose 0 e 145 g dm⁻³ de fosfato natural, foi de 11 %. A inoculação e as doses de fosfato não interferiram no diâmetro do caule.

As variáveis altura da planta, comprimento de raiz e micorrização apresentaram diferença significativa entre os tratamentos inoculados e não inoculados (Tabela 3). No tratamento não inoculado, observaram-se aumentos no comprimento da parte aérea e comprimento da raiz de, respectivamente, 10 e 7,5 % (Tabela 3). As plantas inoculadas apresentaram maior percentagem de micorrização quando comparadas a plantas não inoculadas (Tabela 3).

Verificou-se interação entre os tratamentos de inoculação e de adubação com fosfato natural para as variáveis matéria seca da raiz e relação matéria seca da parte aérea/matéria seca da raiz (Tabela 2). Observou-se redução linear da matéria seca de raiz, com o aumento das doses de fosfato natural para o tratamento não inoculado (Figura 3). Para o tratamento inoculado, não se observou efeito do aumento das doses de fosfato natural sobre a matéria seca de raiz (Figura 3). A relação MS de parte aérea/MS de raiz apresentou resposta quadrática com o aumento da dose de fosfato natural, sendo a maior dose de FN aquela que apresentou maior relação (Figura 4).

Tabela 2. Efeito da inoculação e do fosfato reativo no crescimento, na relação matéria seca da parte aérea/matéria seca da raiz e na micorrização de *Eucalyptus grandis*

Fonte de variação	G.L.	Altura de planta	Comp. de raiz	Diâmetro do caule	MS de parte aérea	MS de raiz	Relação Parte aérea/Raiz	% MIC
Dose de FN	4	5,617* 6	,774 ns	0,009ns	0,00008 ns 0	,00015 ** 0	,2883 ** 6	4,757 ns
Inoculação	1	10,708*	36,676 * 0	,021ns 0	.0001 ns 0	,00049 ** 0	,3512 **	902,783 **
FN vs Inoculação	4	0,595ns	11,536 ns	0,011ns	0,00005 ns	0,00009 *	0,1452 *	30,862 ns
CV (%)		25%	17%	19%	40%	41%	39%	43%
Total	119							

* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F; **Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F; ns – não significativo; FR - Fosfato reativo. MS – Matéria Seca.

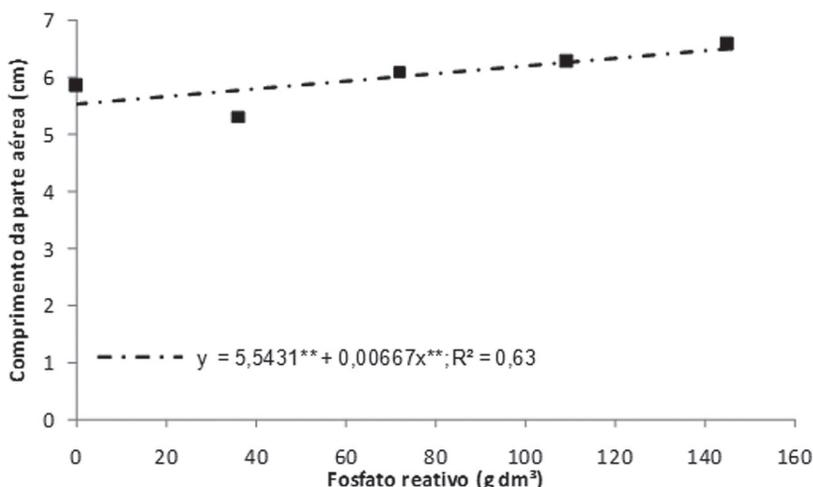


Figura 2. Efeito do fosfato reativo sobre o comprimento da parte aérea (cm) de *E. grandis*. Linha pontilhada: equação ajustada para o efeito da dose de FR sobre o comprimento da parte aérea; ■ valores observados para cada tratamento.

Tabela 3. Efeito da inoculação com 2% de esporos de *Pisolithus microcarpus* no crescimento e na micorrização de mudas de *Eucalyptus grandis* e *E. saligna*

	<i>Eucalyptus grandis</i>	
	Não inoculado	Inoculado
Comprimento de Parte Aérea (cm)	6,325a	5,727b
Comprimento de Raiz (cm)	14,693a	13,587b
Diâmetro do Caule (mm)		
Matéria Seca de Parte Aérea (g)	0,028a	0,026a
Micorrização (%)	19,59b	25,08a

Médias seguidas por uma mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

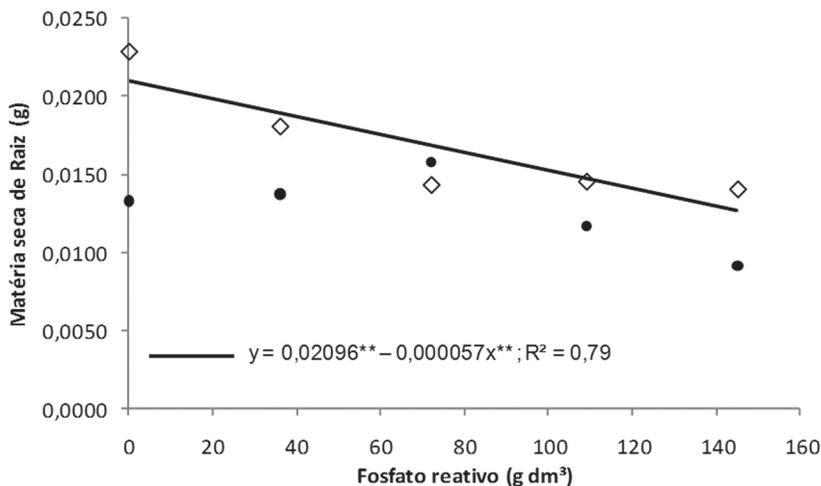


Figura 3. Efeito da inoculação e do fosfato reativo sobre a matéria seca da raiz (g) de mudas de *E. grandis*. Linha contínua: equação ajustada para os tratamentos não inoculados; ● valores observados para o tratamento inoculado; ◇ valores observados para o tratamento não inoculado

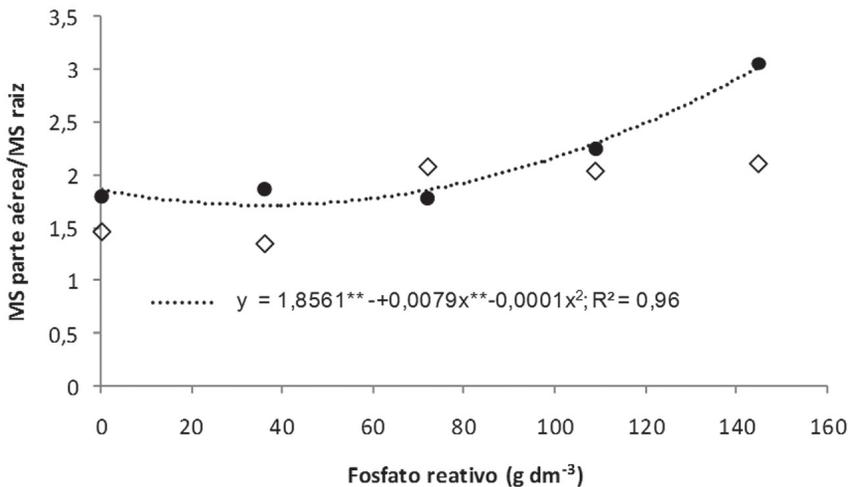


Figura 4. Efeito da dose de fosfato reativo sobre a relação matéria seca da parte aérea/matéria seca da raiz em mudas de *E. grandis*. Linha pontilhada: equação ajustada para os tratamentos inoculados; Linha contínua: equação ajustada para o tratamento não inoculado. • valores observados para o tratamento inoculado; ◇ valores observados para o tratamento não inoculado

A inoculação com esporos do fungo ectomicorrízico aumentou a percentagem de micorrização, porém não apresentou aumento no crescimento das mudas de *E. grandis*. Neste trabalho, objetivou-se avaliar os tratamentos em um sistema de baixa tecnologia, o que implicou a utilização de materiais disponíveis em qualquer propriedade: areia e solo subsuperficial. Constatou-se que estes materiais não forneceram ao substrato as características físicas necessárias para a produção de mudas de alta qualidade. Desta forma, novos experimentos de inoculação serão realizados testando compostos alternativos de baixo custo que possam melhorar as características físicas do substrato.

Na inoculação com esporos, não há controle das características genéticas das estirpes que estabeleceram associações com a planta hospedeira. As estirpes dicarióticas, normalmente associadas à plantas, são provenientes da fusão de hifas monocarióticas oriundas dos esporos, sendo uma das características marcantes das estirpes monocarióticas sua variabilidade morfológica (LAMHAMEDI; FORTIN, 1991). Isso ocorre porque a meiose é uma das etapas centrais da formação destes propágulos (CAMPOS; COSTA, 2010).

As associações ectomicorrízicas apresentam elevada especificidade, desta forma, os isolados fúngicos apresentam eficiência na promoção de crescimento em um número restrito de espécies vegetais (PEREIRA et al., 2005). Também, dentro de uma mesma espécie, é relatado o comportamento contrastante entre os isolados, com estirpes apresentando maior capacidade de promoção do crescimento (PEREIRA et al., 2005). Neste estudo, os esporos utilizados para inoculação foram obtidos de um único basidiocarpo, sendo possível que os propágulos em questão não fossem provenientes de genitor com alta eficiência na promoção do crescimento de *E. grandis*. Neste contexto, novos estudos são necessários para comparar a capacidade de promoção de crescimento

de esporos provenientes de diferentes basidiocarpos e também da mistura de esporos de basidiocarpos diferentes.

Desta forma, a utilização destes esporos não permite o uso de estirpes altamente eficientes para o processo de promoção do crescimento. No entanto, há que se destacar que a inoculação com estirpes superiores implica a utilização de inóculo proveniente de produção do micélio fúngico em condições controladas (COSTA et al., 2002). Este procedimento é caro e, muitas vezes, o inóculo não está indisponível para o pequeno produtor. Neste contexto, a utilização dos esporos, mesmo que não promova o crescimento da muda no viveiro, garantiria fonte de inóculo do fungo micorrízico para mudas transplantadas, trazendo benefícios, como a maior resistência a pragas e patógenos radiculares, maior capacidade de absorção de água, de absorção de nutrientes e redução no estresse oxidativo (SMITH; READ, 2008).

A inoculação com esporos apresentou uma percentagem de micorrização média de 25 %. Esta percentagem foi similar à apresentada por Brundrett et al. (2005) em experimentos de inoculação por esporos na China e Austrália. O nível de colonização intermediário, observado para experimentos de inoculação baseada em esporos, deve-se possivelmente às baixas taxas de germinação dos esporos do fungo *P. microcarpus* (NARA, 2009). Vários fatores ambientais interferem no processo de germinação, sendo a presença de ácidos orgânicos de origem radicular uma das mais importantes (PEREIRA, 2004). Uma alternativa para aumentar as percentagens de micorrização em estudos futuros seria o pré-tratamento dos esporos com tais ácidos.

Os tratamentos de inoculação e a adubação com fosfato natural provocaram redução no sistema radicular das mudas de eucalipto. Desta forma, a inoculação **causou** aumento da relação MS da parte aérea/MS da raiz em maiores concentrações de FN, indicando que houve aumento na eficiência de absorção de nutrientes da raiz inoculada. Hipotetiza-se que as plantas inoculadas reduziram sua massa radicular, pois a absorção de nutrientes passou a ser realizada pelas hifas fúngicas.

Conclusões

A inoculação com esporos acrescida de FN não levou ao maior crescimento da parte aérea das mudas. No entanto, houve diferenças significativas no que diz respeito à massa do sistema radicular, indicando que a associação estabelecida entre o fungo e a planta é efetiva. No que tange à micorrização, as doses de FN utilizadas neste trabalho não afetaram o estabelecimento da associação. Mesmo havendo inóculo naturalmente presente no substrato utilizado, a inoculação promoveu aumento significativo nas taxas de micorrização. Estudos adicionais estão sendo conduzidos para otimizar o procedimento e inoculação com esporos.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro da FAPEMIG, CNPq, MEC-SETEC e do IF Sudeste MG, Câmpus Rio Pomba.

Referências

ASHFORD, A.E., ALLAWAY, W.G., PETERSON, C.A., CAIRNEY, J.W.G. Nutrient transfer and the fungus-root interface. *Australian Journal of Plant Physiology*, v. 16, p. 85-97, 1989.

BRUNDRETT M., BOUGHER, N., DELL, B., GROVE, T., MALAJCZUK, N. *Working with mycorrhizas in forestry and agriculture - ACIAR Monograph 32*. Canberra: Pirie Printers, 1996. 374p.

BRUNDRETT, M., MALAJCZUK, N. MINGQIN, G., DAPING, X., SNELLING, S., DELL, B. Nursery inoculation of *Eucalyptus* seedlings in western Australia and Southern China using spores and mycelium inoculum of diverse ectomycorrhizal fungi from different climatic regions. *Forest Ecology and Management.*, v. 209, p. 193-205, 2005.

CAMPOS, A.N.R.; COSTA, M.D. Basidiosporogenesis, meiosis, and post-meiotic mitosis in the ectomycorrhizal fungus *Pisolithus microcarpus*. *Fungal Genetics and Biology*, v. 47, p. 477-483, 2010.

CARDOSO FILHO, J.A.; MINHONI, M.T.A. Interações microbianas e controle de fitopatogenos na rizosfera. In: SILVEIRA, A.P.D.; FREITAS, S.S. (Eds). *Microbiologia dos solos e qualidade ambiental*. Campinas: Instituto Agrônômico de Campinas, 2007. p.239-258.

COSTA, M.D., BORGES, A.C., KASUYA, M.C.M., QUEIROZ, M.V. Physiology and genetics of ectomycorrhiza formation in the *Pisolithus-Eucalyptus* Symbiosis. In: ALVAREZ V., V. H., SCHAEFER, C. E. G. R., BARROS, N. F., MELLO, J. W. V., COSTA, L. M. *Tópicos em ciência do sol*. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. 2002. p.143-193. v.2.

ELSEN, A.; GERVACIO, D.; SWENNEN, R.; DE WAELE, D. AMF-induced biocontrol against plant parasitic nematodes in *Musa* sp.: a systemic effect. *Mycorrhiza*, v. 18, p.1432-1890, 2008.

GOHRE, V.; PASZKOWSKI, U. Contribution of the arbuscular mycorrhizal symbiosis to heavy metal phytoremediation. *Planta*, v. 223, p.1115-1122, 2006.

KHAN, A.G.; KUEK, C.; CHAUDHRY, T.M.; KHOO, C.S.; HAYES, W.J. Role of plants, mycorrhizae and phytochelatins in heavy metal contaminated land remediation. *Chemosphere*, v. 41, p. 197-207, 2000.

LAMHAMEDI, M.S.; FORTIN, J.A. Genetic variations of ectomycorrhizal fungi: extramatrical phase of *Pisolithus* sp. *Canadian Journal of Botany*, v.69, p.1927-1934, 1991.

LAMHAMEDI, M.S.; FORTIN, J.A. Genetic variations of ectomycorrhizal fungi: extramatrical phase of *Pisolithus* sp. *Canadian Journal of Botany*, v. 69, p. 1927-1934, 1991.

- LEE, J.; SHIM, D.; SONG, W.Y.; HWANG, I.; LEE, Y. Arabidopsis metallothioneins 2 and 3 enhance resistance to cadmium when expressed in *Vicia faba* guard cells. *Plant Molecular Biology*, v. 54, p. 805-815, 2004.
- LEI, J.; DEXHEIMER, J. Ultrastructural localization of ATPase activity in the *Pinus sylvestris/Laccaria laccata* ectomycorrhizal association. *New Phytologist*, v.108, p. 329-334, 1998.
- MARTIN, F. Fair trade in the underworld: the ectomycorrhizal symbiosis. In: HOWARD, R.J.; GOW, N.A.R. (Eds). *Biology of the Fungal Cell*, The Mycota VIII. 2nd ed. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 2007. p.237-293.
- NARA, K. Spores of ectomycorrhizal fungi: ecological strategies for germination and dormancy. *New Phytologist*, v. 181, p. 245-248, 2009.
- NOGUEIRA, M. A. Micorrizas arbusculares e metais pesados. In: SILVEIRA, A.P.D, FREITAS, S.S. (Eds). *Microbiologia dos solos e qualidade ambiental*. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, 2007. p.219-238.
- PANDEY, R. Management of phytonematodes through fungal antagonists. *Journal of Medicinal and Aromatic Plant Science*, v. 22, p. 293-305. 2000.
- PEREIRA, G.M.D. *Germinação "in vitro" de esporos de Pisolithus sp.* 2004. 65p.:il. Dissertação (Mestrado) - UFV, 2004.
- PETERSON, R.L.; FARQUHAR, M.L. Mycorrhizas – Integrated development between roots and fungi. *Mycologia*, v.86, p.311-326, 1994
- READ, D.J.; PEREZ-MORENO, J. Mycorrhizas and nutrient cycling in ecosystems: a journey towards relevance? *New Phytologist*, v. 157, p. 475-482, 2003.
- ROSLING, A.; LINDAHL, B.D.; TAYLOR, A.F.S.; FINALY, R.D. Mycelial growth and substrate acidification of ectomycorrhizal fungi in response to different minerals. *FEMS Microbiology Ecology*, v.47, p.31-37. 2004
- SAGGIN-JÚNIOR, O.J.; SILVA, E.M.R. Micorriza Arbuscular: Papel, funcionamento e aplicação da simbiose. In: AQUINO, A. M.; ASSIS, R. L. (Eds). *Processos biológicos no sistema solo-planta: Ferramentas para uma agricultura sustentável*. Brasília: Embrapa Informação e Tecnológica, 2005. p.101-149.
- SMITH, S.E., READ, D.J. *Mycorrhizal symbiosis*. 3 ed. Londres: Academic Press, 2008. p.787.

Artigo recebido em: 31 jul. 2012
Aceito para publicação em: 28 ago. 2012