

## Crescimento em campo de mudas clonais de eucalipto inoculadas com fungos ectomicorrízicos<sup>(1)</sup>

**Débora Cíntia dos Santos Avelar<sup>(2)</sup>, Lidiomar Soares da Costa<sup>(3)</sup>, Paulo Henrique Graziotti<sup>(4)</sup>, Arley José Fonseca<sup>(5)</sup>, Márcio José Rossi<sup>(6)</sup>, Danielle Cristina Fonseca Santos Graziotti<sup>(7)</sup>**

<sup>(1)</sup> Trabalho executado com recursos de CNPq, GERDAU e UFVJM

<sup>(2)</sup> Estudante do curso de Agronomia, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri; Rodovia MGT 367, km 583, nº 5000, Alto da Jacuba, CEP 39100-000; Diamantina-MG; [deborasantosavelar@gmail.com](mailto:deborasantosavelar@gmail.com); <sup>(3)</sup> Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, Minas Gerais; <sup>(4)</sup> Professor Associado do Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri; <sup>(5)</sup> Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri; <sup>(6)</sup> Professor Departamento de Microbiologia, Imunologia e Parasitologia da Universidade Federal de Santa Catarina; <sup>(7)</sup> Analista de Desenvolvimento Econômico e Social, Instituto de Desenvolvimento do Norte e Nordeste de Minas Gerais.

**RESUMO:** O cultivo do eucalipto no Brasil ocorre em solos de baixa fertilidade, assim associações ectomicorrízicas são promissoras na promoção do crescimento destas plantas. O objetivo deste trabalho foi avaliar o crescimento e a colonização no campo de mudas clonais inoculadas com fungos ectomicorrízicos. O delineamento experimental foi em blocos casualizados e os tratamentos estabelecidos em esquema fatorial 2 x 5, sendo mudas de dois clones, previamente inoculadas três fungos ectomicorrízicos com redução da adubação fosfatada na produção das mudas, e os controles com mudas não inoculadas com e sem redução da adubação fosfatada, com quatro repetições. No momento do estaqueamento cada tubete recebeu 13 cápsulas do inoculante. Após 120 dias em viveiro, as mudas foram transplantadas para o campo. A sobrevivência foi avaliada dois meses após o plantio, e altura e diâmetro aos dois, quatro, seis e 12 meses. A colonização ectomicorrízica foi avaliada aos seis e 12 meses. Somente as plantas do GG100 foram influenciadas pelos tratamentos fúngicos. A sobrevivência não foi influenciada por clones ou inoculação. Para o GG100, a inoculação do *Pisolithus microcarpus* e *Scleroderma areolatum* nas mudas promoveu a altura das plantas no campo aos dois meses em relação às mudas não inoculadas com redução da adubação fosfatada no viveiro e a inoculação do *P. microcarpus* e *Hysterangium gardneri* promoveu o diâmetro em relação às mesmas mudas. Em ambos os clones a colonização foi maior nas plantas inoculadas com *S. areolatum*. O *P. microcarpus* promove o crescimento das plantas cuja adubação fosfatada é reduzida no viveiro.

**Termos de indexação:** *Eucalyptus*, ectomicorriza, muda clonal.

## INTRODUÇÃO

O sucesso de plantios de eucalipto é resultado da sua adaptabilidade a solos com limitada quantidade de fósforo e nitrogênio. Esta adaptabilidade pode estar relacionada com a capacidade de suas raízes se associarem com fungos do solo e formar associações simbióticas, como as ectomicorrizas (Yinglong et al., 1999).

Diversos trabalhos demonstram um maior crescimento de mudas ou plantas de eucalipto quando inoculadas com fungos micorrízicos (Souza et al. 2004; Chen et al., 2006c; Smith & Read, 1997) e que este efeito é dependente do fungo (Tagu et al., 2002) e da disponibilidade de nutriente no solo, em especial o P (Dighton et al., 1993).

Em mudas seminais de *Eucalyptus urophylla* e *E. globulus* inoculadas com *Scleroderma* spp. observou-se uma colonização de até 100 % das raízes finas, aumentos na produção de massa seca total de até 1,6 vezes em mudas de *E. urophylla* e de 2,0 vezes em mudas de *E. globulus* em relação as mudas não inoculadas (Chen et al., 2006c). A inoculação de *Chondrogaster angustisporus* e *Pisolithus microcarpus* em mudas de *E. dunnii* aumentou a colonização, a absorção de P e a produção de massa seca da parte aérea (Souza et al., 2004).

Contudo, estes trabalhos foram desenvolvidos em casa de vegetação e em vasos com solo esterilizado ou desinfestado. Assim, a seleção de fungos ectomicorrízicos para programas de inoculação em viveiro deve ser baseada na capacidade dos fungos colonizarem diferentes clones e, ou espécies de eucalipto e de promover o crescimento das plantas no campo.

Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o crescimento e a colonização no campo de clones de eucalipto previamente inoculados na fase de mudas com fungos ectomicorrízicos.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Produção de mudas

Os fungos ectomicorrízicos utilizados foram *Pisolithus microcarpus* isolado UFSC-Pt116, *Hysterangium gardneri* isolado UFSC-Hg93 e *Scleroderma areolatum* isolado UFSC-Sc129, todos isolados de basidiomas coletados em plantações comerciais de *Eucalyptus dunnii* em Santa Catarina. Os inoculantes de FEM foram produzidos em meio de cultura Melin-Norkrans modificado – MNM (MARX, 1969) líquido em biorreator *airlift* (ROSSI et al., 2007) e posteriormente veiculados em cápsulas de 4 mm de gel de alginato de cálcio e passaram por testes de viabilidade.

O substrato de produção de mudas utilizado foi uma mistura 3:1 (v:v) de vermiculita média e fibra de coco. Para os tratamentos fúngicos e os Controles foi adicionado ao substrato 0,89 g dm<sup>-3</sup> do fertilizante 19N-06P-10K de liberação lenta Osmocote®, fornecendo a cada muda o equivalente a 1,28 mg de P. Para aquelas destinadas aos tratamentos Comerciais (dois clones sem redução da adubação do substrato de produção de mudas e sem inoculação) a quantidade do fertilizante de liberação lenta foi de 1,23 g dm<sup>-3</sup> mais 4,42 g dm<sup>-3</sup> de Superfosfato Simples, fornecendo assim 20,87 mg de P por planta.

Após a mistura de todos os componentes do substrato e umedecimento com 10 % do seu volume em água adicionou-se 13 cápsulas de inoculante por 55 cm<sup>3</sup> de substrato. No substrato para os Controles foram misturados a mesma quantidade de cápsulas de gel alginato de cálcio sem micélio fúngico. Os tratamentos Comerciais, não receberam qualquer tipo de inoculante. O substrato foi acondicionado em tubetes de 55 cm<sup>3</sup>.

Miniestacas, com 6 a 8 cm de comprimento e com dois pares de folhas, dos clones GG100, híbrido de *E. urophylla*, e GG680, híbrido do cruzamento de *E. urophylla* com *E. grandis*, foram coletadas em mini jardim clonal e no mesmo dia estaqueadas nos tubetes preenchidos com os respectivos substratos para cada tratamento.

As mudas permaneceram por 22 dias em casa de vegetação, 12 dias em casa de sombra. A partir do 31º dia, as mudas foram fertirrigadas semanalmente com a 2 L m<sup>-2</sup> da solução nutritiva contendo o equivalente a 0,96 mg de P por planta, sendo que a partir da quarta fertirrigação foi excluído da solução nutritiva o Superfosfato Simples, exceto para o tratamento Comercial, que recebeu sempre fertirrigações com a solução nutritiva completa. Quarenta e quatro dias após o estaqueamento as mudas foram transferidas para canteiro a pleno sol.

### Experimento

O estudo foi realizado em área de campo da Fazenda Cabana Santa Bárbara pertencente a Gerdau no município de Três Marias – MG. A temperatura média anual do município é de 22,5 °C e precipitação média anual de 1.442 mm e tem classificação climática Aw: Clima tropical com estação seca de inverno (Köppen).

O delineamento experimental foi em blocos casualizados em esquema fatorial 2 x 5, sendo mudas dos clones GG100 e GG680 produzidas com inoculação com *Pisolithus microcarpus*, *Hysterangium gardneri* e *Scleroderma areolatum*, com redução da adubação de fosfatada na fase de produção das mudas, e os controles com mudas não inoculadas com (Não-inoculado) e sem (Comercial) redução da adubação fosfatada na produção das mudas. Foram utilizadas quatro repetições e a parcela experimental foi composta por três fileiras com nove plantas, sendo úteis as sete plantas centrais.

O solo da área onde foi conduzido o experimento foi classificado como Neossolo Quartzarênico Órtico Típico, sendo que esta a área já foi anteriormente já cultivada com eucalipto. Foram aplicados 300 kg ha<sup>-1</sup> do fertilizante 06N-26P-05K sobre a linha de plantio 10 dias antes da realização do mesmo. As mudas com 120 dias foram transplantadas em espaçamento 3x3 m. A adubação de cobertura foi realizada três meses após o plantio aplicando-se 150 kg ha<sup>-1</sup> do fertilizante 20N-00P-20K com 1 % de Boro. A aplicação de calcário e gesso foi realizada cinco meses após o plantio aplicando-se 900 kg ha<sup>-1</sup> de calcário e 300 kg ha<sup>-1</sup> de gesso. Aos 11 meses após o plantio aplicou-se 200 kg ha<sup>-1</sup> de Cloreto de Potássio com 1 % de Boro.

Os dados de sobrevivência, altura, diâmetro do coleto e porcentagem de pontas colonizadas foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A sobrevivência das mudas no campo não foi influenciada por clones ou inoculação, e foi em média de 98,2 %. No entanto, a sobrevivência foi de 100 % apenas para as plantas inoculadas com *P. microcarpus* e para as plantas do Comercial.

Para as demais variáveis, altura, diâmetro e porcentagem de pontas de raízes colonizadas, e em algumas avaliações, somente as plantas do GG100 foram influenciadas pelos fungos ectomicorrízicos (figura 1). Para este clone, aos dois meses, a altura

das plantas inoculadas com *P. microcarpus* e *S. areolatum* e o diâmetro das inoculadas com *P. microcarpus* e *H. gardneri* foram maiores que os das mudas do Não-inoculado (Figura 1). Efeito diferente entre fungos ectomicorrízicos sobre a altura também foi observado em mudas de *E. Dunnii* inoculadas com *C. angustisporus* e *Paxillus involutus*. A inoculação de *P. microcarpus* proporcionou diâmetro 13,2 % maior do que em mudas inoculadas com *H. gardneri*, cultivadas em mistura de turfa/vermiculita em casa de vegetação também em (Souza et al., 2004).

O maior crescimento das plantas inoculadas com alguns fungos desapareceu após quatro meses do plantio no campo em que todas as plantas, inoculadas ou não, apresentaram altura e diâmetro iguais (Figuras 1).

A colonização ectomicorrízica ocorreu tanto nas plantas inoculadas como não inoculadas e foi influenciada pelos fungos aos seis meses. Em ambos os clones a colonização foi maior nas plantas inoculadas com *S. areolatum*. A porcentagem de pontas de raízes colonizadas média aos 12 meses (31,9 %) foi 24,6 % maior do que aos seis meses (7,3 %) (Figura 2). Essa colonização foi semelhante a colonização natural observada em plantas de diferentes clones de eucalipto em campo (Campos, et al., 2011).

## CONCLUSÕES

Os benefícios da inoculação de FEM foram observados nos primeiros meses após o plantio no campo.

O *P. microcarpus* promove o crescimento das plantas cuja adubação fosfatada foi reduzida no viveiro.

A colonização ectomicorrízica nas plantas de eucalipto ocorre naturalmente e aumenta na medida do estabelecimento da planta no campo.

## AGRADECIMENTOS

À GERDAU pelo suporte e pela cessão da estrutura para montagem do experimento, ao CNPq pelo financiamento do projeto e à FAPEMIG pela concessão de bolsa de iniciação científica, à CAPES pela concessão de bolsa de mestrado e à UFVJM pela estrutura fornecida para realização das análises.

## REFERÊNCIAS

CAMPOS, D.T.S.; SILVA, M.C.S.; LUZ, J.M.R. TELESFORA, R.J.; KASUYA, M.C.M. Colonização

micorrízica em plantios de eucalipto. Revista Árvore, 35:965-974, 2011.

CHEN, Y.L.; KANG, L.H.; MALAJCZUK, N.; DELL, B. Selecting ectomycorrhizal fungi for inoculating plantations in South China: effect of *Scleroderma* on colonization and growth of exotic *Eucalyptus globulus*, *E urophylla*, *Pinus elliotii*, and *P. radiata*. Mycorrhiza, Berlin, 16:251-259, 2006c.

DIGHTON, J.; POSKITT, J.M.; BROWN, T.K. Phosphate influx into ectomycorrhizal and saprotrophic fungal hyphae in relation to phosphate supply: a potential method for selection of efficient mycorrhizal species. Mycological Research, Cambridge, 97:355-358, 1993.

MARX, D.H. The influence of ectotrophic mycorrhizal fungi on the resistance of pine roots to pathogenic fungi and soil bacteria. I. Antagonism of mycorrhizal fungi to root pathogenic fungi and soil bacteria. Phytopathology, St. Paul, 59:153-163, 1969.

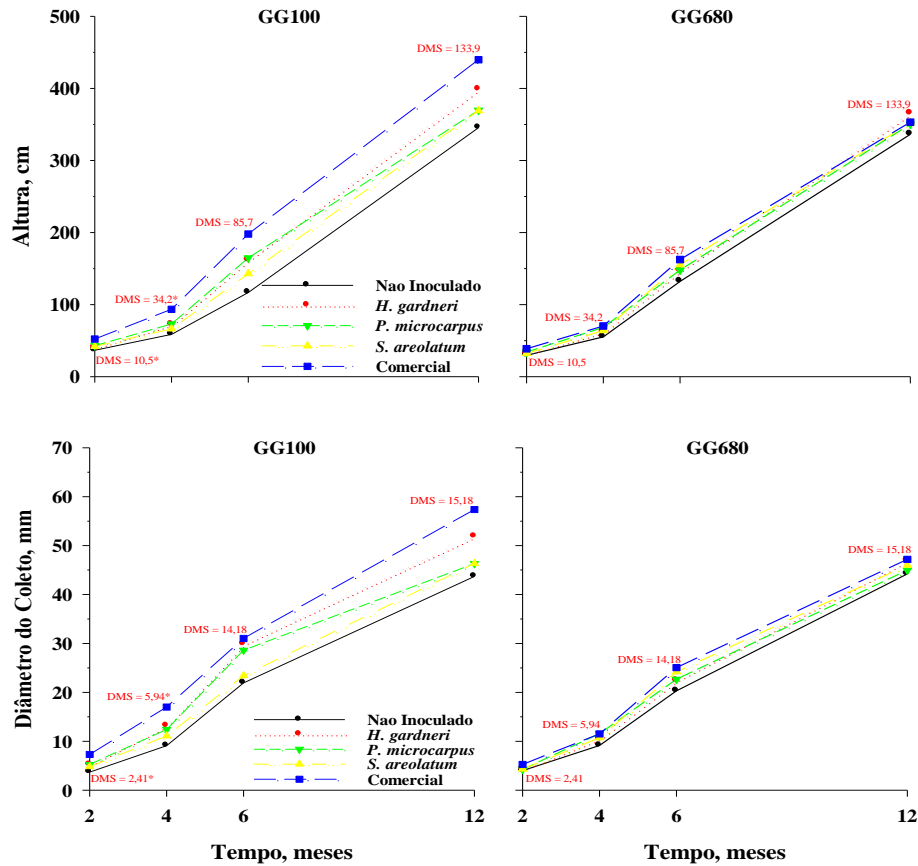
ROSSI, M.J.; FURIGO, A.J.; OLIVEIRA, V.L.; Inoculant Production of Ectomycorrhizal Fungi by Solid and Submerged Fermentations. Food Technology Biotechnology, Zagreb, 45:277-286, 2007.

SMITH, S. E. & READ, D. J. Mycorrhizal symbiosis. London: Academic Press, 1997. 605p.

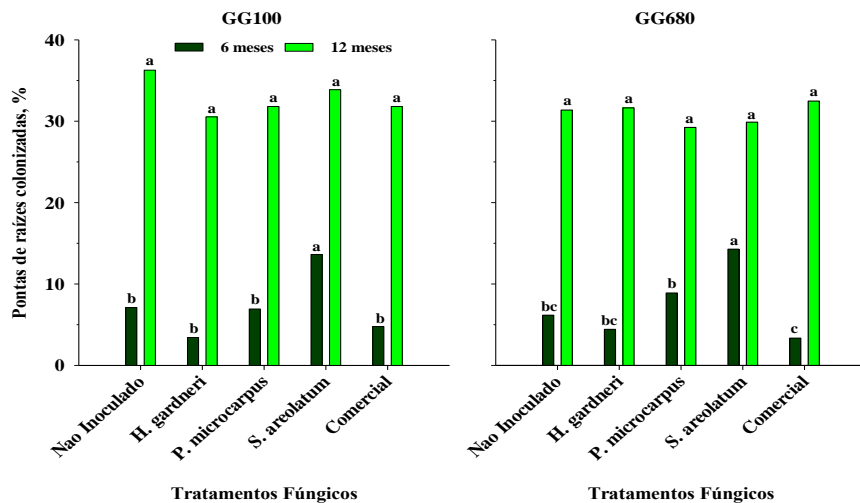
SOUZA, L.A.B.; SILVA FILHO, G.N.; OLIVEIRA, V.L. Eficiência de fungos ectomicorrízicos na absorção de fósforo e na promoção do crescimento de eucalipto. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, 39:349-355, 2004.

TAGU, D.; LAPEYRIE, F.; MARTIN, F. The ectomycorrhizal symbiosis: genetics and development. Plant and Soil, 244:97-105, 2002.

YINGLONG, C.; MINGQIN, G.; FENGZHEN, W.; DELL, B. Mycorrhizal succession and inoculant efficiency of dual inoculation on *Eucalyptus urophylla*. Forestry Studies in China, 1:16-21, 1999.



**Figura 1.** Altura e diâmetro do coleto das plantas dos clones de eucalipto GG100, híbrido de *Eucalyptus urophylla*, e GG680, híbrido do cruzamento de *E. urophylla* com *Eucalyptus grandis* inoculados com fungos ectomicorrízicos e não inoculados com (Não Inoculado) e sem redução da adubação fosfatada (Comercial), em campo.



**Figura 2.** Pontas de raízes colonizadas das mudas dos clones de eucalipto GG100, híbrido de *Eucalyptus urophylla*, e GG680, híbrido do cruzamento de *E. urophylla* com *E. grandis* inoculados com fungos ectomicorrízicos e não inoculados com (Controle) e sem redução da adubação fosfatada do substrato de produção de mudas (Comercial), aos 180 dias após o plantio. *P. microcarpus* = *Pisolithus microcarpus*, *H. gardneri* = *Hysterangium gardneri*, *S. areolatum* = *Scleroderma areolatum*. Tratamentos seguidos das mesmas letras, em barras de mesmas cores, não diferenciam entre si.