

## Influência de inoculante micorrízico *on farm* e níveis de fósforo no crescimento de quatro espécies arbóreas nativas <sup>(1)</sup>

Luís Claudio Goetten<sup>(2)</sup>; Sidney Luiz Stürmer<sup>(3)</sup>

(1) Trabalho executado com recursos do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq); (2) Mestrando em Engenharia Florestal; Universidade Regional de Blumenau; Blumenau, SC; Endereço eletrônico: [goettenamte@yahoo.com.br](mailto:goettenamte@yahoo.com.br); (3) Pesquisador do Departamento de Ciências Naturais; Universidade Regional de Blumenau (FURB), Blumenau, SC.

**RESUMO:** Fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) são uma alternativa economicamente viável para a produção de mudas florestais. O estudo objetivou avaliar os efeitos de inoculante micorrízico produzido *on farm* no crescimento de espécies arbóreas. O experimento foi um fatorial de 3 tratamentos de inoculação e 3 doses de fósforo (0, 40 e 80 mg/kg P) e 10 repetições. Inóculo dos FMAs *Rhizophagus clarus* e *Claroideoglossum etunicatus*, foi adicionado (10%) em substrato de casca de arroz/solo. O inóculo micorrízico demonstrou ser eficaz apresentando efeitos significativos em incremento de biomassa para *Luehea divaricata* e *Centrolobium robustum*, as quais foram dependentes de micorriza. Para *Schinus terebinthifolius* e *Cedrella fissilis* não houve efeito da inoculação na biomassa e altura em nenhuma dose de P. Mudanças de algumas espécies inoculadas com FMAs apresentaram melhor desenvolvimento em níveis baixos de P, o que pode representar uma diminuição da aplicação deste fertilizante na produção de mudas.

**Termos de indexação:** inoculante microbiano, biomassa, micorriza.

### INTRODUÇÃO

Os fungos micorrízicos arbusculares (FMAs), são fungos do solo presentes na maioria dos ecossistemas terrestres, onde estabelecem associação micorrízica arbuscular (MA) com cerca de 95% das plantas vasculares (Miranda, 2008). As micorrizas arbusculares melhoram a capacidade de sobrevivência das mudas ao transplante (Zangaro et al., 2007). As FMAs aumentam a capacidade de absorção de nutrientes, em especial o fósforo, o que resulta em redução na aplicação deste fertilizante (Hooker et al., 1994).

A aplicação dos FMAs requer a produção de um inoculante, para este fim existem diversos métodos, um destes é o *on farm* (Douds, 2009). Este método consiste em produzir o inóculo na propriedade do agricultor ou viveirista. Esta técnica é mais eficiente e economicamente viável se comparada a produção convencional em ambiente controlado (Maiti et al., 2009). Na fase de transplante as mudas sofrem um estresse e pode haver muitas perdas, as FMAs podem oferecer uma maior resistência nesta fase (Zangaro et al., 2002).

Diversos estudos demonstram as vantagens da inoculação de mudas com FMAs. Carneiro et al. (1996) avaliou o crescimento inicial de 31 espécies florestal, inoculadas com FMAs e níveis de fósforo. Pasqualini et al. (2007), avaliaram a influência de FMAs em 8 espécies da Mata Atlântica. Estes trabalhos obtiveram resultados significativos de incremento de biomassa aérea e absorção de nutrientes, mostrando a eficácia das FMAs nas mudas. Neste sentido o objetivo deste trabalho foi testar a eficiência do inoculante micorrízico *on farm* no crescimento de quatro espécies arbóreas nativas em diferentes níveis de fósforo.

### MATERIAL E MÉTODOS

O experimento constou de 3 tratamentos de inoculação e 3 níveis de fósforo com 10 repetições. Foram utilizadas as seguintes espécies arbóreas nativas: *Schinus terebinthifolius* (Aroeira, Anacardiaceae), *Luehea divaricata* (Açoita cavalo, Malvaceae), *Cedrella fissilis* (Cedro, Meliaceae) e *Centrolobium robustum* (Araribá, Fabaceae). Para o fósforo foi aplicada uma solução de sal de  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  em duas concentrações, 40 e 80 mg de fósforo. Estas doses foram aplicadas diretamente nos tubetes, que já estavam com o substrato padrão e as mudas transplantadas. Foi aplicada uma solução de KCl, nos tratamentos controle sem fósforo e no tratamento com dose de 40 mg de fósforo, com o objetivo de balancear o potássio em todos os tratamentos.

O substrato padrão que foi usado nos tubetes, foi uma mistura na proporção de 1:1 (v/v) de solo siltoso e casca de arroz carbonizada, ambos não esterilizados. Neste substrato adicionou-se a porcentagem de 10%, do volume total, de inóculo micorrízico, produzido no método *on farm*. Sendo o controle apenas com o substrato padrão e a porcentagem do inóculo micorrízico, esterilizado, e as doses de fósforo. Os FMAs utilizados foram *Rhizophagus clarus* RJN102A (Rc) e *Claroideoglossum etunicatus* RJN101A (Ce), pertencentes a Coleção Internacional de Cultura de Glomeromycota (CICG [www.furb.br/cicg](http://www.furb.br/cicg), FURB, Blumenau, SC).

As mudas utilizadas estavam com três meses, quando transplantadas para tubetes de 270 ml com o substrato padrão e inóculo e onde foi adicionado

os tratamentos de P na proporção estipulada e deixados em viveiro por 90 dias.

Após foram feitas as mensurações do diâmetro do caule e altura da planta. A parte aérea foi seca em estufa a 70 °C, até peso constante, para determinar a biomassa seca.

A resposta das plantas à inoculação pelos fungos micorrízicos foi calculada de acordo com a diferença da produção de biomassa seca de plantas inoculadas e não inoculadas. Também foi calculada a dependência micorrízica (DM) das espécies de acordo com Habte & Manjunath (1991). Diferenças entre os tratamentos de inoculação dentro da mesma dose de fósforo foram analisadas para os parâmetros de biomassa seca da parte aérea e altura, através da ANOVA e separação das médias pelo teste *t* de Student, utilizando-se o software JMP 10.0.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para as espécies *L. divaricata* e *C. robustum* a inoculação com Rc e Ce aumentaram significativamente a altura das plantas nas doses de 40 e 80 mg de fósforo (**Tabela 1**). Para ambas as espécies, a produção de biomassa seca da parte aérea praticamente dobrou quando comparada ao controle sem inoculação (**Figuras 1 e 2**). Para *L. divaricata* e *C. robustum*, não houve diferença significativa na produção de biomassa aérea entre os tratamentos de inoculação, no entanto, ambos diferiram estatisticamente do controle sem inoculação (**Figuras 1 e 2**). Para ambas as espécies, a dependência micorrízica variou de 47% a 52% e foram consideradas como sendo dependentes (**Figura 5**). Carneiro et al. (1996), trabalhando com espécies nativas e exóticas, obteve respostas parecidas para a espécie *L. divaricata* quanto ao incremento de biomassa aérea e resposta a DM, demonstrando que a espécie responde bem a inoculação com FMAs. Este resultado sugere que, para estas espécies, a inoculação na fase de produção de mudas é importante para garantir o bom desenvolvimento da mesma e reduzir o uso de fertilizante fosfatado.

Para *S. terebinthifolius* e *C. fissilis* não houve efeitos significativos da inoculação com ambos os fungos na altura das plantas, independente do nível de fósforo (**Tabela 1**). Quanto a biomassa seca da parte aérea, não houve diferenças significativas entre os tratamentos de inoculação e controle não inoculados, embora há uma tendência da espécie responder a adição de fósforo no solo (**Figura 3**). Analisando a DM de *S. terebinthifolius* a mesma pode ser classificada como marginalmente

dependente para ambos os FMAs (**Figura 5**). Estes resultados não condizem com os encontrados por Pasqualini et al. (2007), que observaram incremento de altura e biomassa para esta espécie. Os resultados diferentes deste estudo para outros com esta espécie vegetal pode ser tentativamente explicada pela preferência de hospedeiros que pode ocorrer com os isolados de FMAs, podendo ser algumas combinações de fungos e hospedeiros mais eficientes que outras (Kiers et al., 2000).

A altura (**Tabela 1**) e biomassa (**Figura 4**) de *C. fissilis* não foram influenciadas significativamente pelos tratamentos de inoculação. A DM de *C. fissilis* foi negativa quando inoculada com ambos os fungos e esta espécie é considerada como independente (**Figura 5**). Carneiro et al. (1996) obtiveram resultados semelhantes com esta espécie no incremento da biomassa e na DM com valores quase nulos no tratamento com fósforo. No entanto, Rocha et al. (2006) verificaram ganhos significativos em altura nas mudas de cedro inoculadas com FMAs, após 180 dias da inoculação. Neste estudo as análises foram feitas aos 90 dias, o que pode explicar a ausência do efeito da inoculação sobre esta espécie.

Inóculo micorrízico produzido pelo método *on farm* tem se mostrado viável em condições de campo somente para algumas culturas olerícolas (Douds et al. 2009). Os resultados deste estudo demonstram a viabilidade de utilizar um inoculante *on farm*, produzido com baixa tecnologia, para aumentar o crescimento de espécies arbóreas que são dependentes de micorrizas.

## CONCLUSÕES

O inóculo micorrízico *on farm* se mostrou eficiente em promover o crescimento em altura e acúmulo de biomassa para algumas espécies em doses baixas de fósforo. O uso deste inoculante representa uma alternativa de manejo para produtores de mudas como uma forma de diminuir a aplicação de fósforo durante o crescimento da muda e garantir que as mudas estejam micorrizadas no momento do transplante.

## AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo financiamento do projeto REPENSA. A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior-CAPES pela concessão da bolsa de mestrado ao primeiro autor. SLS agradece ao CNPq pela bolsa

de produtividade em pesquisa. A Bunge Alimentos S.A. pela doação das mudas.

## REFERÊNCIAS

CARNEIRO, M. A. C.; SIQUEIRA, J. O.; DAVIDE, A. C.; GOMES, L. J.; CURTI, N.; VALE, F. R. Fungo micorrízico e superfosfato no crescimento de espécies arbóreas tropicais. *Scientia Forestalis*, 50:21-36, 1996.

DOUDS, D. D. Utilization of inoculum produced on-farm for production of AM Fungus colonized pepper and tomato seedlings under conventional management. *Biological Agriculture and Horticulture*, 26:353-364, 2009.

HABTE, M.; MANJUNATH, A. Categories of vesicular-arbuscular mycorrhizal dependency of host species. *Mycorrhiza*, 1:3-12, 1991.

HOKER, J. E.; GIANINAZZI, S.; VESTBERG, M.; BAREA, J. M.; ATKINSON, D. The application of arbuscular mycorrhizal fungi to micropropagation systems – an opportunity to reduce chemical inputs. *Agricultural Science in Finland*, 3:227-232, 1994.

KIERS, E. T.; LOVELOCK, C. E.; KRUEGER, E. L.; HERRE, E. A. Differential effects of tropical arbuscular mycorrhizal fungal inocula on root colonization and tree seedling growth: implications for tropical forest diversity. *Ecology Letters*, 3:106-113, 2000.

MAITI, D.; BARNWAL, M.K.; SINGH, R.K.; VARIAR, M. A new protocol for on-farm production of arbuscular mycorrhizal mass inoculum of rainfed upland rice. *Indian Phytopathology*, 62:31–36, 2009.

MIRANDA, J.C.C. de. Cerrado: micorriza arbuscular: ocorrência e manejo. 1.ed. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2008. 169p.

PASQUALINI, D.; UHLMANN, A.; STÜRMER, S. L. Arbuscular mycorrhizal fungal communities influence growth and phosphorus concentration of woody plants species from the Atlantic rain forest in South Brazil. *Forest Ecology and Management*, 245:148-145, 2007.

ROCHA, F.S.; SAGGIN-JUNIOR, O.J.; SILVA, E.M.R. da., LIMA, W.L. de. Dependência e resposta de mudas de cedro a fungos micorrízicos arbusculares. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 41:77-84, 2006.

ZANGARO, W.; NISIZAKI, S. M. A; DOMINGOS, J. C. B.; NAKANO, E. M. Micorriza arbuscular em espécies arbóreas nativas da bacia do rio Tibagi, Paraná. *Cerne*, 8:77-87, 2002.

ZANGARO, W.; VANDRESEN, J; NISHIDATE, R. F.; TOREZAN, J. M. D. Inoculação de fungos micorrízicos arbusculares e adubação na formação e pós-transplante de mudas de cinco espécies arbóreas nativas do sul do Brasil. *Acta Botanica Brasílica*, 21:753-765, 2007.

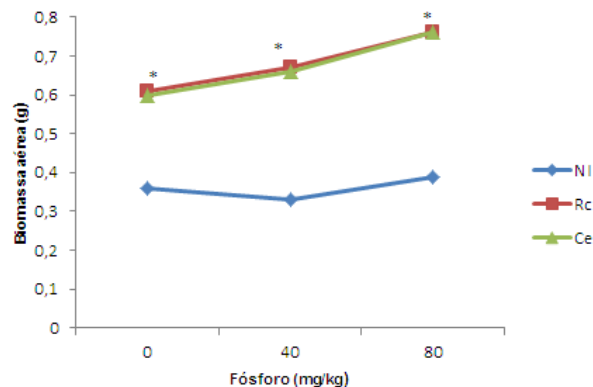


Figura 1. Biomassa aérea da *Luehea divaricata* nos diferentes níveis de fósforo inoculadas com (Rc) *Rhizophagus clarus*, (Ce) *Claroideoglossum etunicatus* e (NI) não inoculada. (\*) indicam que houve diferenças significativas entre os tratamentos dentro do mesmo nível de P.

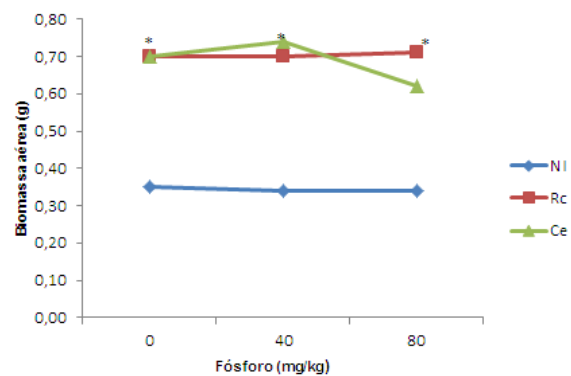


Figura 2. Biomassa aérea da *Centrolobium robustum* nos diferentes níveis de fósforo inoculadas com (Rc) *Rhizophagus clarus*, (Ce) *Claroideoglossum etunicatus* e (NI) não inoculada. (\*) indica que houve diferenças significativas entre os tratamentos dentro do mesmo nível de P.

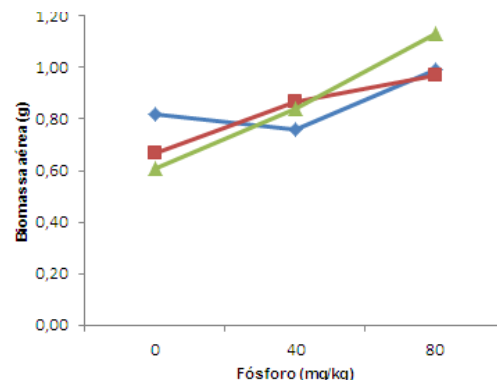
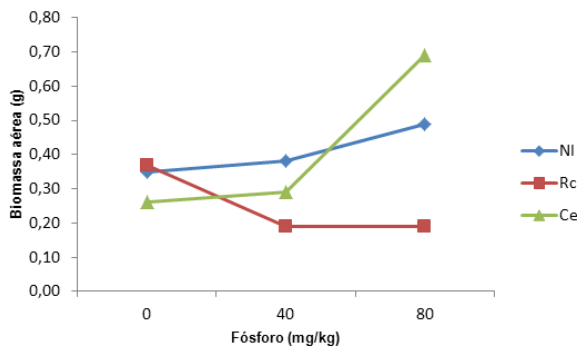
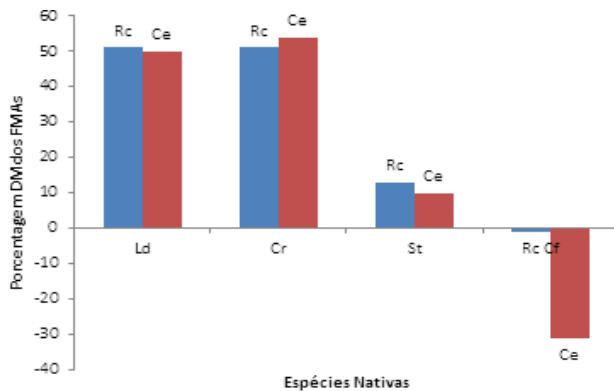


Figura 3. Biomassa aérea da *Centrolobium robustum* nos diferentes níveis de fósforo inoculadas com (Rc) *Rhizophagus clarus*, (Ce) *Claroideoglossum etunicatus* e (NI) não inoculada. (\*) indica que houve diferenças significativas entre os tratamentos dentro do mesmo nível de P.



**Figura 4.** Biomassa aérea da *Luehea divaricata* nos diferentes níveis de fósforo inoculadas com (Rc) *Rhizophagus clarus*, (Ce) *Claroideoglossum etunicatus* e (NI) não inoculada. (\*) indicam que houve diferenças significativas entre os tratamentos dentro do mesmo nível de P.



**Figura 5.** Dependência micorrízica de *Luehea divaricata* (Ld), *Centrolobim robustum* (Cr), *Schinus terebinthifolius* (St) e *Cedrela fissilis* (Cf) inoculadas com *Rhizophagus clarus* (Rc) e *Claroideoglossum etunicatus* (Ce) com 40mg/kg P no solo.

**Tabela 1-** Altura (cm) das espécies arbóreas em diferentes níveis de fósforo não inoculadas (NI) e inoculadas com (Rc) *Rhizophagus clarus* e (Ce) *Claroideoglossum etunicatus*. Médias seguidas pela mesma letra na coluna para cada espécie arbórea não diferem significativamente.

Tratamento	Doses de fósforo (mg/Kg)		
	0	40	80
<i>L. divaricata</i>			
NI	10,8 b	11,7 b	12,9 b
Rc	15,2 a	15,7 a	17,3 a
Ce	12,5 b	14,6 a	15,7 ab
<i>C. robustum</i>			
NI	10,9 ab	9,3 b	9,2 b
Rc	10,0 b	9,5 b	10,7 ab
Ce	12,7 a	12,9 a	11,6 a
<i>S. terebinthifolius</i>			
NI	14,5 a	13,2 a	17,5 a
Rc	14,5 a	12,7 a	15,8 a
Ce	12,8 a	14,5 a	15,9 a
<i>C. fissilis</i>			
NI	7,8 a	7,6 a	8,2 ab
Rc	6,9 a	6,2 b	7,0 b
Ce	6,9 a	7,4 ab	8,7 a