

# USO DE *TRICHODERMA* SPP. COMO BIO-PROMOTOR DE CRESCIMENTO EM MUDAS FLORESTAIS

Christian Aleph Teodoro dos Santos<sup>1</sup>; Andrei Caíque Pires Nunes<sup>2</sup>, Givaldo Rocha Niella<sup>3</sup>, João Carlos Meideiros<sup>2</sup>, Gustavo Laporine Baesso e Silva<sup>4</sup>

- (1) Estudante de Bacharelado Interdisciplinar em Ciências, Universidade Federal do Sul da Bahia, Centro de Formação em Ciências Agroflorestais, CEP 45613-204, Itabuna, BA, Brasil
- (2) Professor do curso de Engenharia Florestal, Universidade Federal do Sul da Bahia, Centro de Formação em Ciências Agroflorestais, Ilhéus, BA, Brasil.
- (3) Pesquisador da Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira (CEPLAC), CEP 45604-811, Ilhéus, BA, Brasil.
- (4) Pesquisador do Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Viçosa, CEP 36570-900, Viçosa, Minas Gerais, Brasil.

[christaleph@hotmail.com](mailto:christaleph@hotmail.com); [andreicaiquep@gmail.com](mailto:andreicaiquep@gmail.com); [givaldo.niella@agricultura.gov.br](mailto:givaldo.niella@agricultura.gov.br); [medeiros.jc@gmail.com](mailto:medeiros.jc@gmail.com); [Gbaesso.ufv@gmail.com](mailto:Gbaesso.ufv@gmail.com)

**Identificação do evento:** Apresentado no IV Congresso Brasileiro de Eucalipto – 07 a 08 de Agosto de 2019 – Auditório da Federação das indústrias do Estado da Bahia – Salvador – BA

**RESUMO:** Mudanças florestais saudáveis e com rápido desenvolvimento são fundamentais para o estabelecimento de plantios arbóreos de alta produtividade. O presente trabalho avaliou o desenvolvimento de mudas de *Eucalyptus grandis* × *Eucalyptus urophylla* e *Cordia trichotoma* em 10 diferentes níveis de dosagens do fungo *Trichoderma* spp., em 3 repetições e delineamento de blocos casualizados. O incremento de crescimento das plântulas foi avaliado mensalmente por 4 meses, após uma primeira medição realizada no início do experimento. As características avaliadas em cada muda foram: altura total, diâmetro da base, diâmetro da copa na direção norte-sul e diâmetro da copa na direção leste-oeste. O efeito significativo de dosagens do fungo ocorreu durante os dois primeiros meses para o caráter altura e no primeiro mês para diâmetro da base. No início do desenvolvimento da muda, dosagens mais elevadas (600 g ou 12% do volume do vaso) proporcionaram alto crescimento e as dosagens medianas (400g ou 8% do volume total do vaso) foram mais eficientes para a manutenção do crescimento saudável da muda no mês subsequente. Nesse sentido, além do uso já conhecido do fungo *Trichoderma* spp. como controle natural de certos agentes parasitas, este fungo pode ser utilizado como bio-promotor de crescimento em mudas florestais e proporcionar cerca de duas vezes mais crescimento de mudas nos primeiros 2 meses em viveiro.

**Palavra chave:** Fungos, Silvicultura, Recurso natural

## 1. INTRODUÇÃO

Atualmente com o avanço tecnológico e industrial, bem como a crescente demanda por geração de produtos sólidos provenientes das florestas, a produção de mudas assume importante papel nesse cenário. Nesse sentido, é necessário buscar ferramentas que possibilitem melhor estabelecimento das plantas e métodos para melhorar o crescimento das mudas em viveiro. Esta busca pode ser feita usando recursos naturais e tecnologias limpas como *Trichoderma* spp.

Fungos do gênero *Trichoderma* spp. vivem em regiões tropicais, onde é usado no controle biológico de patógenos fitófagos em diferentes culturas (AZEVEDO et al. 2017). Os fungos do gênero *Trichoderma* spp. são usados como controle biológico ativo no Brasil para inibir o micoparasita dos cacaueiros. O *Trichoderma* spp. atua limitando o crescimento desses patógenos nas folhas e raízes, via antibiose, competição e parasitismo (CASTRO et al. 2001; DRUZHININA et al. 2005; MEDEIROS et al. 2010).

Espécies desse gênero têm sido relatadas na literatura como bio-promotores do crescimento vegetal em algumas culturas agrícolas. Eles são encontrados em solo com uma relação simbiótica com raízes de plantas, materiais em decomposição e raramente relacionados com doenças em plantas. Existem poucos trabalhos que avaliam o uso de *Trichoderma* spp. como promotor do crescimento de espécies florestais madeireiras. Assim, é crucial ampliar os estudos sobre a avaliação do *Trichoderma* spp. no crescimento de árvores, visando um aumento de crescimento e qualidade das plantas. Considerando todos esses aspectos, este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de *Trichoderma* spp. como bio-promotor de crescimento em mudas florestais.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

Mudas de *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud. e *Eucalyptus grandis* × *Eucalyptus urophylla* foram manejados em viveiro até atingir um tamanho mínimo de 10 cm em vaso de 5 L. O substrato utilizado em cada vaso foi o solo de cacaueiro, rico em matéria orgânica e húmus de minhoca. As mudas foram conduzidas no laboratório de Heveicultura da Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira (CEPLAC). A CEPLAC situa-se no município de Ilhéus-BA, no ponto geográfico 14°45'28,0 "S e 39°13'49,5" W, com altitude de 58 metros (clima Af de acordo com a classificação de Köppen, ALVARES et al. 2013).

Para preparar o isolado do fungo, selecionou-se a espécie de *Trichoderma* spp. com crescimento mais rápido no Laboratório de Biocontrole da CEPLAC. Este isolado foi cultivado em arroz de acordo com protocolo similar usado para a preparação de Tricovab®. Depois de obter o isolado de *Trichoderma* spp. Ele foi inserido em quatro buracos feitos em cada um dos quatro quadrantes dos vasos de plantas. O isolado foi distribuído em cada uma dessas aberturas, com 10 níveis de dosagem (0g, 100g, 200g, 300g, 400g, 500g, 600g, 700, 800g, 1000g). O híbrido *Eucalyptus grandis* × *Eucalyptus urophylla* recebeu todas as 10 dosagens de *Trichoderma* spp., e *C. trichotoma* apenas três dosagens, devido à disponibilidade de plântulas doadas (Tabela 1).

Tabela 1 - Dosagens isoladas de *Trichoderma* spp. para *Eucalyptus grandis* × *Eucalyptus urophylla* e *Cordia trichotoma* e proporção relativa de *Trichoderma* spp. na quantidade total de substrato (5 Kg).

Dosagens (g)	Espécies	Proporção Relativa
0	<i>Eucalyptus</i> and <i>C. trichotoma</i>	0%
100	<i>Eucalyptus</i>	2%
200	<i>Eucalyptus</i> and <i>C. trichotoma</i>	4%
300	<i>Eucalyptus</i>	6%
400	<i>Eucalyptus</i>	8%
500	<i>Eucalyptus</i>	10%
600	<i>Eucalyptus</i>	12%
700	<i>Eucalyptus</i> and <i>C. trichotoma</i>	14%
800	<i>Eucalyptus</i>	16%
1000	<i>Eucalyptus</i>	20%

O delineamento experimental em blocos completos casualizados foi estabelecido na área externa do Laboratório de Heveicultura da CEPLAC, em arranjo fatorial composto por 2 níveis de espécies, 10 níveis de *Trichoderma* spp. para *Eucalyptus grandis* × *Eucalyptus urophylla* e 3 níveis para *C. trichotoma*, totalizando 13 tratamentos e 3 repetições. O controle local foi estabelecido de acordo com diferentes estratos de luminosidade na área externa do Laboratório de Heveicultura da CEPLAC. O incremento de crescimento das plântulas foi avaliado mensalmente por 4 meses, após uma primeira medição realizada no início do experimento. As características avaliadas em cada plântula foram: altura total, diâmetro da base, diâmetro da copa na direção norte-sul e diâmetro da copa na direção leste-oeste. A altura e diâmetros de copa foram medidos com uma fita métrica e o diâmetro da base com um paquímetro. As análises estatísticas e gráficos foram feitas no software R. Foi feito teste de Shapiro-Wilk (1965) a 5% de significância para atestar a normalidade dos dados. Após este teste, aplicou-se uma análise de variância (ANOVA) para avaliar efeitos das dosagens de *Trichoderma* spp., das espécies e da interação entre espécies e *Trichoderma* spp., seguindo o seguinte modelo estatístico:  $Y_{ijk} = m + B_k + G_i + A_j + GA_{ij} + E_{ijk}$ , em que:  $Y_{ijk}$ ,  $m$ ,  $k$ ,  $i$ ,  $j$ ,  $ij$ ,  $ijk$  = vetor de dados, média geral, efeito de bloco, efeito de espécie, efeito de *Trichoderma* spp., interação entre *Trichoderma* spp. × espécies e erros aleatórios, respectivamente.  $B$ ,  $G$ ,  $A$  e  $GA$  = matrizes de incidência para  $k$ ,  $i$ ,  $j$  e  $ij$ , respectivamente. Após a ANOVA, fez-se um teste de médias de Scott-Knott a 5% de significância para agrupar as médias de dosagens do fungo.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

As diferenças entre dosagens do *Trichoderma* spp. ocorreram basicamente para os caracteres incremento de diâmetro da base (I<sub>dbase</sub>, cm) e incremento de altura da muda (I<sub>alt</sub>, cm) pelo teste F em nível de 5% de significância, constatado pela ANOVA (Tabela 2). Para I<sub>dbase</sub> as diferenças entre as dosagens do fungo ocorreram apenas no primeiro mês de medição e para I<sub>alt</sub> nos dois primeiros meses. Para os demais caracteres relacionados a diâmetro de copa, não houve diferença estatística entre as dosagens.

Tabela 2 - Análise de variância dos efeitos das dosagens de *Trichoderma* spp., das espécies e da interação entre espécies e *Trichoderma* spp. em cada incremento medido para as variáveis incremento de diâmetro da base (I<sub>dbase</sub>, cm), incremento de altura da muda (I<sub>alt</sub>, cm), incremento de tamanho de copa no sentido norte-sul (ICPNS) e incremento de tamanho de copa no sentido leste-oeste (ICPLO).

Inc.	I <sub>dbase</sub>							I <sub>alt</sub>					
	F,V,	Gl	Sq	Qm	F	p-valor	Significância	Gl	Sq	Qm	F	p-valor	Sig
1	Bloco	3	3,44	1,15	1,076	0,378	n,s	3	288,8	96,3	2,513	0,0825	n,s
	Espécies	1	55,32	55,32	51,95	~0	*	1	1216,3	1216,3	31,753	~0	*
	Fungo	9	28,44	3,16	2,968	0,016	*	9	936,9	104,1	2,718	0,0244	*
	Int E×F	3	0,42	0,14	0,131	0,941	n,s	3	48,8	16,3	0,425	0,7369	n,s
	Resíduo	24	25,55	1,06				24	919,3	38,3			
2	Bloco	3	1,535	0,512	1,272	0,30635	n,s	3	25,59	8,53	0,697	0,5631	n,s
	Espécies	1	4,332	4,332	10,775	0,00314	*	1	34,92	34,92	2,853	0,1042	n,s
	Fungo	9	2,513	0,279	0,694	0,70734	n,s	9	262,78	29,2	2,385	0,0431	*
	Int E×F	3	0,383	0,128	0,317	0,81266	n,s	3	41,89	13,96	1,141	0,3527	n,s

	Resíduo	24	9,65	0,402				24	293,79	12,24			
3	Bloco	3	4,53	1,511	0,547	0,655	n,s	3	131,3	43,8	0,477	0,70101	n,s
	Espécies	1	0,58	0,575	0,208	0,652	n,s	1	968,9	968,9	10,569	0,00339	*
	Fungo	9	21,4	2,378	0,861	0,571	n,s	9	897,7	99,7	1,088	0,40691	n,s
	Int E×F	3	12,25	4,084	1,478	0,246	n,s	3	681,2	227,1	2,477	0,08567	n,s
	Resíduo	24	66,32	2,763				24	2200,2	91,7			
4	Bloco	3	16,77	5,589	2,385	0,0942	n,s	3	183	60,9	0,332	0,8025	n,s
	Espécies	1	9,21	9,206	3,928	0,0591	n,s	1	1103	1103,4	6,01	0,0219	*
	Fungo	9	22,23	2,47	1,054	0,4294	n,s	9	407	45,2	0,246	0,9831	n,s
	Int E×F	3	1,51	0,503	0,215	0,8853	n,s	3	105	34,9	0,19	0,9022	n,s
	Resíduo	24	56,25	2,344				24	4406	183,6			
<b>Inc.</b>			<b>ICPNS</b>					<b>ICPLO</b>					
	F,V,	Gl	Sq	Qm	F	p-valor	Significância	Gl	Sq	Qm	F	p-valor	Sig
1	Bloco	3	274,1	91,4	1,941	0,1499	n,s	3	201,9	67,3	1,338	0,286	n,s
	Espécies	1	332,9	332,9	7,074	0,0137	*	1	1526,8	1526,8	30,351	~0	*
	Fungo	9	633,5	70,4	1,496	0,2057	n,s	9	522,4	58	1,154	0,366	n,s
	Int E×F	3	412,2	137,4	2,92	0,0546	n,s	3	43,3	14,4	0,287	0,834	n,s
	Resíduo	24	1129,3	47,1				24	1207,3	50,3			
2	Bloco	3	194	64,67	2,242	0,10926	n,s	3	107,4	35,8	1,356	0,28	n,s
	Espécies	1	281,5	281,55	9,762	0,00461	*	1	147,8	147,78	5,597	0,0264	*
	Fungo	9	477,5	53,06	1,84	0,11248	n,s	9	135,6	15,06	0,57	0,8076	n,s
	Int E×F	3	23,7	7,89	0,274	0,84388	n,s	3	19,1	6,38	0,242	0,8664	n,s
	Resíduo	24	692,2	28,84				24	633,6	26,4			
3	Bloco	3	32,8	10,94	0,121	0,947	n,s	3	88,1	29,38	0,373	0,773	n,s
	Espécies	1	75,9	75,89	0,837	0,369	n,s	1	191,8	191,79	2,437	0,132	n,s
	Fungo	9	1465,8	162,86	1,797	0,121	n,s	9	865,9	96,21	1,223	0,327	n,s
	Int E×F	3	329	109,67	1,21	0,327	n,s	3	474	158,01	2,008	0,14	n,s
	Resíduo	24	2174,7	90,61				24	1888,5	78,69			
4	Bloco	3	48,3	16,11	0,131	0,941	n,s	3	223,1	74,36	0,987	0,4153	n,s
	Espécies	1	7,3	7,25	0,059	0,81	n,s	1	24,8	24,81	0,329	0,5713	n,s
	Fungo	9	493,5	54,84	0,447	0,895	n,s	9	637,1	70,79	0,94	0,5099	n,s
	Int E×F	3	183,6	61,19	0,499	0,687	n,s	3	561,5	187,18	2,486	0,0849	n,s
	Resíduo	24	2945,5	122,73				24	1807,2	75,3			

Inc.: incremento; Sig.: \*Significância em nível de 5% de probabilidade; n,s: não significante; F.V.: fonte de variação; Gl: grau de liberdade; Sq: soma de quadrados; Qm: quadrado médio; F: teste F.

Diferenças entre espécies ocorreram em nível de 5% de probabilidade (Tabela 2). Este resultado pode ser explicado uma vez que eucalipto apresenta um crescimento mais acentuado do que a *Cordia trichotoma* ou louro pardo. Para a interação espécie × fungo não houve efeito estatisticamente significativo. Analisando os caracteres e as medições nas quais o efeito do *Trichoderma* spp. foi evidenciado (diâmetro e altura), o teste de agrupamento de médias de Scott-Knott em nível de 5% de probabilidade auxiliou na detecção das dosagens mais eficientes para crescimento de muda (Tabela 3).

Tabela 3 - Teste de médias de Scott-Knott a 5% de significância para agrupar as médias de dosagens do fungo nos dois primeiros incrementos para as variáveis incremento de diâmetro da base (I1dbase, cm), incremento de altura da muda (I1alt, cm).

Dose	I1dbase	SK(5%)	Dose	I2dbase	SK(5%)	Dose	I1alt	SK(5%)	Dose	I2dalt	SK(5%)
600	4,65	a	400	1,57	a	600	26,00	a	400	11,67	a
500	4,64	a	500	1,49	a	500	24,67	a	300	10,33	a
300	4,62	a	600	1,49	a	400	23,00	a	100	10,00	a
400	4,53	a	200	1,29	a	300	22,00	a	700	9,71	a
100	3,84	a	800	1,28	a	100	21,17	a	200	9,33	a
0	2,47	b	100	1,18	a	700	14,11	b	500	8,33	a
200	2,40	b	700	0,97	a	0	13,50	b	600	7,33	b
700	2,35	b	300	0,93	a	200	13,17	b	800	6,00	b
800	2,16	b	0	0,82	a	800	10,50	b	1000	5,50	b
1000	1,39	b	1000	0,80	a	1000	7,25	b	0	3,67	b

Dose: dosagem (g) do fungo; I1dbase: média de incremento 1 em diâmetro da base; SK(5%): as médias seguidas pela mesma letra pertencem a um mesmo grupo de médias; I2dbase: média de incremento 2 em diâmetro da base; I1alt: média de incremento 1 em altura da muda; I2alt: média de incremento 2 em altura da muda.

No incremento 1 para diâmetro da base, a dosagem que possibilitou maior média desta variável foi 600g (12% do volume total do vaso, Tabela 1). Esta dosagem foi estatisticamente igual a dosagem de 500, 300, 400 e 100g e diferente do controle (0 g). Para altura, o efeito diferencial de crescimento da dosagem de 600g em relação ao controle (0 g) foi observado no incremento 1 e no incremento 2. No incremento 1, portanto, a média de altura proporcionada por 600g de fungo foi estatisticamente igual às

dosagens de 500, 400, 300 e 100g. Entretanto, no incremento 2, a maior média de altura foi proporcionada pela dosagem 400 g, enquanto 600 g foi estatisticamente igual ao controle (0 g). Isto indica um efeito mais pronunciado de dosagens menores do que 600 g com o tempo. Portanto, no início do desenvolvimento da muda, dosagens mais elevadas podem proporcionar alto crescimento, porém podem se tornar tóxicas com o tempo, sendo as dosagens medianas (400g ou 8% do volume total do vaso) mais indicadas (Tabela 3).

Dessa maneira, foi constatada a eficácia do uso do *Trichoderma* spp. como agente estimulante de crescimento, proporcionando o dobro de diâmetro e altura em relação às plantas não tratadas com este fungo (Tabela 3). Fungos do gênero *Trichoderma* spp. podem colonizar superfícies de raízes inteiras e podem ser definidas como oportunistas simbiotes de plantas. A penetração do tecido radicular é geralmente limitada a primeira ou segunda camadas de células e apenas para os espaços intercelulares (BROTMAN et al. 2013). Cepas de *Trichoderma* spp. são capazes de estabelecer tais interações e induzirem acúmulo de compostos antimicrobianos que oferecem resistência à planta a uma ampla gama de microorganismos patogênicos, além de proporcionar maior eficiência na absorção de nutrientes do solo (JUNIOR et al. 2014).

## CONCLUSÕES

Fungos do gênero *Trichoderma* spp. podem ser utilizados como bio-promotores de crescimento em mudas florestais e proporcionar cerca de duas vezes mais crescimento de mudas nos primeiros 2 meses em viveiro. No início do desenvolvimento da muda, dosagens mais elevadas (600 g ou 12% do volume do vaso) podem proporcionar alto crescimento, porém se tornam tóxicas com o tempo, sendo as dosagens medianas (400g ou 8% do volume total do vaso) mais indicadas para a manutenção do crescimento saudável da muda.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARES, C. A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil, **Meteorologische zeitschrift**. Piracicaba, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

AZEVEDO, G.B. et al. Efeito de *Trichoderma* spp. no crescimento de mudas clonais de *Eucalyptus camaldulensis*. **Sientia Florestalis**, Piracicaba, v.45, n.144, p. 343-352, 2017.

BROTMAN, Y. et al. *Trichoderma*-plant root colonization: escaping early plant defense responses and activation of the antioxidant machinery for saline stress tolerance. **Plos Pathogens**, Melbourne, v.9, n. 3, p. 5-6,2013

CASTRO, V. L. S. et al. Avaliação de risco ecotoxicológico de *trichoderma stromaticum* usado como biopesticida. **Ecotoxicology and Environmental Restoration**, Coimbra, v. 4, n. 1, p. 8-24, 2001.

DRUZHININA, I. S. et al. An oligonucleotide barcode for species identification. **Fungal Genetics and Biology**, Vienna p.813-828,2005

JÚNIOR, A. F. C. et al. Promoção de crescimento em feijão-caupi inoculado com rizóbio e *trichoderma* spp. no cerrado. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 27, n. 3, p. 190 – 199, 2014

MEDEIROS, F. H. V. et al. A novel, integrated method for management of witches' broom disease in Cacao in Bahia, Brazil. **Crop Protection**, Itajúipe v.29, p.704-711, 2010

SHAPIRO, S. , WILK, M. . An Analysis of Variance Test for Normality (Complete Samples). **Biometrika**, grã-bretanha, v.52 n.3/4, p.591-611, 1965