

FUNGOS ECTOMICORRÍZICOS NO DESENVOLVIMENTO DE MUDAS DE *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden

ECTOMYCORRHIZAL FUNGI IN *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden SEEDLING DEVELOPMENT

Rodrigo Ferreira da SILVA¹; Zaida Inês ANTONIOLLI²; Robson ANDREAZZA³; Solon Jonas LONGHI⁴

RESUMO: Este trabalho teve como objetivo avaliar o comportamento de mudas de eucalipto inoculadas com fungos ectomicorrízicos produzidas em diferentes substratos e de disponibilidade de fósforo. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado num trifatorial (4 x 3 x 2) sendo quatro espécies de fungos ectomicorrízicos, três tipos de substratos, dois níveis de fósforo, com três repetições. Os resultados mostram que as mudas de eucalipto responderam à inoculação com os fungos ectomicorrízicos e ao tipo de substrato. O efeito do substrato sobre as mudas de eucalipto se verificou quando não se adicionou fósforo ao substrato. Sugerindo que níveis mais baixos de disponibilidade de fósforo poderão favorecer a eficiência micorrízica.

UNITERMOS: Ectomicorrizas, *Eucalyptus grandis*, Fósforo, Substrato.

INTRODUÇÃO

O sucesso na recuperação de áreas degradadas pode ser atribuído à espécie vegetal utilizada, bem como a organismos que auxiliam o estabelecimento e desenvolvimento de espécies vegetais. Por exemplo, essências florestais, como pinus, eucalipto e acácia, tem sido utilizadas no reflorestamento de extensas áreas nos trópicos. Estas espécies podem apresentar associações micorrízicas, predominantemente, ectomicorrizas (BELLEI; CARVALHO, 1992), que auxiliam no estabelecimento dessas espécies em solos arenosos. Estes fungos favorecem o estabelecimento e a sobrevivência da planta, pelo aumento na capacidade de absorção de nutrientes, aumento na longevidade de raízes, proteção contra patógenos (MARX, 1970), aumento no rendimento de massa seca e na absorção de fósforo em plantas cultivadas em solo arenoso (PESSOA, 1994). Contudo não há trabalho de pesquisa mostrando a utilização de essências florestais inoculadas com ectomicorrizas em áreas de arenização, no Estado do Rio Grande do Sul. Quando o solo não possui ectomicorrizas, provavelmente o estabelecimento destas espécies vegetais

fique prejudicado. Sem uma associação micorrízica a planta poderá não se estabelecer ou apresentar um desenvolvimento lento, e devido à ação de ventos, secas, temperaturas elevadas, como é o caso das condições climáticas na região central do Rio Grande do Sul, o processo de crescimento das plantas fica prejudicado, podendo apresentar um alto índice de mortalidade.

A associação com fungos ectomicorrízicos é caracterizada por uma alteração no sistema radicular da planta. A hifa do fungo micorrízico serve como uma extensão do sistema radicular e é um órgão fisiologicamente e geometricamente mais eficiente, para a absorção, que as próprias raízes (TRAPPE, 1981). Assim, essa associação poderá contribuir de maneira eficiente na absorção de nutrientes do solo. Contudo, os efeitos benéficos dos fungos micorrízicos podem estar na dependência do nível de fósforo disponível no solo. Nesse sentido, inúmeros trabalhos tem demonstrado uma relação inversa entre a disponibilidade de fósforo e o desenvolvimento de mudas micorrizadas (BOWEN, 1973; MARX, 1977; MARX; et al., 1985; PICHE; FORTIN, 1982; SIQUEIRA; FRANCO, 1988; SOARES, 1986; VIEIRA; PERES, 1988). Dessa forma, deve-se

¹ Mestre, formado pelo curso de Pós-graduação em Agronomia, UFSM, Santa Maria - RS.

² Professora Dr. do Curso de Agronomia, UFSM, Santa Maria - RS.

³ Técnico Agrícola, Acadêmico do Curso de Agronomia, Santa Maria - RS.

⁴ Professor Dr. do Curso de Engenharia Florestal, UFSM, Santa Maria - RS.

Received: 17/09/02

Accept: 07/03/03

dar atenção ao nível de fósforo disponível no solo, para se obter o máximo benefício da inoculação do fungo micorrízico.

A utilização de húmus, produzido através da vermicompostagem, na formação de substratos para produção de mudas de essências florestais micorrizadas pode ser uma alternativa para o melhor desenvolvimento da muda. Observa-se que o húmus apresenta maiores teores de macro e micronutrientes (ALEXANDER, 1961; KNAPPER, 1990), maior capacidade de troca de cátions e mineralização mais lenta, liberando os nutrientes de forma mais gradual (AQUINO; ALMEIDA; SILVA, 1991; STEVENSON, 1994a) e contribui na formação de agregados estáveis no solo (COLEMAN, 1989; STEVENSON, 1994b). O uso de vermicompostagem pode contribuir para um aumento na altura de planta, diâmetro do colo, peso seco da parte aérea e radicular em mudas de eucalipto e pinus (BATISTA et al., 1999; CARDOSO; BATISTA; HOPE, 1999; ROSA et al., 1999). Desse modo, essências florestais inoculadas com fungos micorrízicos, produzidas em substrato com presença de vermicomposto, poderiam ter melhores condições de

desenvolvimento, devido a maior disponibilidade de nutrientes e maior capacidade de absorção de nutrientes proporcionada pela presença dos fungos micorrízicos.

Este experimento teve como objetivos: a) avaliar a produção de mudas de eucalipto inoculadas com diferentes espécies de fungos ectomicorrízicos na presença de vermicomposto no substrato; b) determinar a produção de mudas de eucalipto inoculadas com fungos ectomicorrízicos em diferentes níveis de fósforo disponível no substrato.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação do Departamento de Solos, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, UFSM, Santa Maria, RS. O solo utilizado foi um Neossolo Quartzarênico típico (STRECK et al., 2002), com textura arenosa e baixa disponibilidade de fósforo (Tabela 1), coletado em campo nativo na profundidade de 0 – 20cm, no município de São Francisco de Assis, Rio Grande do Sul.

Tabela 1: Características gerais do solo utilizado no experimento em casa de vegetação. Santa Maria – RS, 2001.

pH- água	Ca + Mg	Al	H + Al	P	K	MO	Argila
1:1	Cmol/L			mg/L		%	
5,0	0,7	0,3	2,3	8,0	36,0	0,8	14

O solo utilizado foi fumigado em lona plástica com Brometo de Metila, na dose de 60 ml de fumigante para 100 kg de solo. O solo ficou hermeticamente fechado durante 72 horas e após 4 dias foi armazenado em sacos plásticos e disponibilizado para uso no experimento. A adubação de correção para N e K foi conforme recomendação da Comissão de Fertilidade do Solo – RS/SC (1995), sendo aplicado o equivalente a 50 kg.ha⁻¹ de N e 40 kg.ha⁻¹ de K. O nitrogênio foi aplicado na forma de uréia e o potássio na forma de KCl. Foi aplicado também 1 tonelada de calcário por hectare, cuja finalidade foi elevar o pH acima de 5,5 e proporcionar adubação com cálcio e magnésio.

Os isolados de fungos ectomicorrízicos utilizados no experimento foram oriundos da Universidade Federal de Florianópolis. Os fungos testados foram: *Rhizopogon rubescens* Tull., denominado de Rh 117, *Pisolithus* sp. Alb. & Schwein (PT 24) e o *Pisolithus microcarpum* (Cooke & Masee) Cunn. (Pt 116). Os isolados foram processados em laboratório utilizando-se de técnicas

assépticas para o isolamento e multiplicação das ectomicorrizas (BRUNDRETT et al., 1996). Os fungos foram multiplicados em meio de cultivo MNM (Merlin Norkrans modificado, MARX, 1969).

A essência florestal usada foi o eucalipto, cuja sementes foram obtidas na Estação Experimental de Silvicultura de Santa Maria (FEPAGRO, Santa Maria, RS). As mudas foram inicialmente produzidas em substrato de areia esterilizada e ao apresentarem duas folhas definitivas, foi transplantada uma muda para cada vaso de cultivo. Aplicou-se três vezes por semana, solução nutritiva de Long Ashton (HEWITT, 1966).

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado num trifatorial (4 x 3 x 2), sendo quatro tratamentos de inoculação de diferente isolados de fungos ectomicorrízicos, três tipos de substrato, dois níveis de fósforo, com três repetições. A unidade experimental utilizada foram vasos brancos de plástico com capacidade de 1 kg de solo. O solo utilizado em cada unidade experimental foi acondicionado em saco plástico de 1 kg

para evitar a perda de umidade e nutrientes. Os parâmetros analisados foram: altura da planta, diâmetro do colo, massa verde da parte aérea e radicular, massa seca da parte aérea, comprimento e área superficial específica radicular, colonização micorrízica, teores de nitrogênio, fósforo e potássio. A altura de planta foi medida utilizando-se uma régua graduada de 50 cm de comprimento. Para a medida de diâmetro de colo, foi utilizado um Paquímetro digital, marca Mitutoyo. O comprimento e área superficial específica do sistema radicular foi estimado seguindo-se a metodologia de Tennant (1975). Na análise química, empregou-se a digestão por via úmida com água oxigenada e ácido sulfúrico, segundo metodologia descrita por Tedesco e Gianello. (1996). As concentrações de N foram determinadas pelo método de Bremner e Keeney (1965); a de P conforme o método de Murphy e Riley (1962) e a de K por fotometria de chama.

A análise estatística foi efetuada através da análise de variância, comparando-se as médias pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro, utilizando o programa estatístico SOC, desenvolvido pelo Núcleo Tecnológico para Informática NTIA/EMBRAPA

(EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, 1997).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados mostram que a interação entre fungos e substrato não proporcionou efeito benéfico para as mudas de eucalipto quanto ao teor de fósforo, massa verde e seca da parte aérea (Tabela 2). Contudo, no substrato com 100% de solo houve um efeito positivo da micorrização sob a área superficial específica. A área superficial específica radicular é um parâmetro de grande importância para obtenção de sistemas radiculares com maior capacidade de absorção de nutrientes. Isso significa dizer, que para um mesmo peso de raízes, aquela que apresentar maior área superficial específica, irá possuir uma maior quantidade de raízes finas (TENNANT, 1975) e por consequência maior capacidade de absorção de nutrientes. Entretanto, nesse trabalho, não se observou um maior acúmulo de fósforo na massa seca da parte aérea das plantas nos tratamentos que obtiveram maior área superficial específica radicular.

Tabela 2: Teor de fósforo no tecido, área superficial específica radicular (ASE) massa verde e massa seca da parte aérea de mudas de eucalipto inoculadas com diferentes espécies de fungos ectomicorrízicos produzidas em três tipos de substrato. Santa Maria, RS, UFSM, 2002.

Tratamento	Fósforo ----- mg/planta -----			ASE ----- cm ² -----		
	100% **	75%	50%	100%	75%	50%
Testemunha	2.4 aB*	6.18 aA	3.55 aB	510.2 bB	838.9 aA	888.5 abA
Pt 24	2.75 aA	3.52 bA	3.66 aA	789.3 abA	696.5 aA	868.2 abA
Pt 116	3.15 aA	4.64 abA	3.69 aA	838.4 aA	830.9 aA	1075.9 aA
Rh 117	2.49 aA	3.57 bA	3.24 aA	696.4 abA	625.0 aA	728.1 bA
CV %		29.18			19.63	
	----- Massa verde parte aérea -----			----- Massa seca parte aérea -----		
	----- g -----					
	100% ***	75%	50%	100%	75%	50%
Testemunha	4.46 aB*	9.47 aA	9.68 aA	1.26 aB	2.28 aA	2.51 aA
Pt 24**	6.88 aA	6.83 aA	8.89 aA	2.01 aA	1.69 aA	2.12 aA
Pt 116	6.97 aA	8.91 aA	9.74 aA	2.13 aA	2.07 aA	2.60 aA
Rh 117	5.95 aA	7.40 aA	8.26 aA	1.79 aA	1.83 aA	2.10 aA
CV %		19.64			24.88	

* Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha dentro de cada variável, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

**Pt 24, *Pisolithus* sp.; Pt 116, *Pisolithus microcarpus*; Rh 117, *Rhizopogon rubescens*.

***100% solo; 75% solo+25% húmus; 50% solo+50% húmus.

Os fungos ectomicorrízicos podem apresentar efeito positivo ou não quanto à produção vegetal. Os fungos micorrízicos têm apresentado efeitos distintos com relação ao aumento na absorção de nutrientes e ao crescimento da planta (SANDERS et al., 1977). Embora tenha se registrado na bibliografia uma maior eficiência da inoculação de fungos ectomicorrízicos na absorção de fósforo (SANTOS, 1995). Trabalhando com mudas de *Eucalyptus grandis* inoculadas com fungos ectomicorrízicos, em Latossolo Vermelho álico (AMORIM, 1988), não observou diferença de crescimento da planta entre as mudas inoculadas e as não inoculadas.

No substrato composto de 100% solo, observa-se que o fungo Pt 116 proporcionou maior área superficial específica. Proporcionou também maior absorção de fósforo, massa verde e massa seca da parte aérea, embora não significativa. Isto evidencia que o isolado de fungo ectomicorrízico pode beneficiar ou não o crescimento vegetal. Esse comportamento do fungo Pt 116 também é observado no substrato 50% solo + 50% húmus, no qual ele contribui para maior área superficial específica nas mudas de eucalipto. Observa-se que não apenas o isolado de fungo ectomicorrízico mas também o tipo de substrato

exercem uma ação sobre o crescimento vegetal. Estudos relacionando essas variáveis são recomendados, a fim de se obter isolados eficientes para multiplicação de mudas e com bom estabelecimento da planta e fungo a nível de campo.

A adição de fósforo ao substrato parece não beneficiar as mudas de eucalipto, quando inoculadas com fungos ectomicorrízicos (Tabela 3). A partir de determinado nível de disponibilidade de fósforo no solo, ocorre uma redução nos efeitos da associação micorrízica (MARX, 1977; MARX et al., 1985; SIQUEIRA; FRANCO, 1988). Essa redução pode ser acentuada a ponto de não ocorrer diferença entre as mudas que receberam inóculos de fungos micorrízicos e as que não receberam (MARX et al., 1985). A presença dos fungos ectomicorrízicos pode ainda, não ser benéfica para a planta, como observado para o teor de fósforo na massa seca da parte aérea (Tabela 3). Nesse caso, esse comportamento pode ser atribuído ao solo possuir fósforo suficiente para a planta, de forma que os fungos ectomicorrízicos atuam apenas como um dreno de fotossintatos (HARLEY, 1978).

Tabela 3: Teor de fósforo no tecido e massa verde radicular de mudas de eucalipto inoculadas com diferentes espécies de fungos ectomicorrízicos em dois níveis de fósforo. Santa Maria, RS, UFSM, 2002.

Tratamento	Fósforo		Massa verde radicular	
	-----mg/planta-----		-----g-----	
	Sem P ₂ O ₅	Com P ₂ O ₅	Sem P ₂ O ₅	Com P ₂ O ₅
Testemunha	3.21 aB*	4.88 aA	3.03 aB	6.63 aA
Pt 24**	3.39 aA	3.23 bA	4.33 aA	5.03 aA
Pt 116	3.94 aA	3.71 abA	5.32 aA	5.57 aA
Rh 117	3.13 aA	3.08 bA	4.04 aA	5.82 aA
CV %	29.18		31.15	

* Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha dentro de cada variável, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

**Pt 24, *Pisolithus* sp.; Pt 116, *Pisolithus microcarpus*; Rh 117, *Rhizopogon rubescens*.

A melhor resposta das mudas de eucalipto inoculadas com fungos ectomicorrízicos, quanto a massa verde e massa seca da parte aérea, massa verde radicular, diâmetro do colo (Tabela 4), comprimento e área superficial específica radicular e teor de nitrogênio (Tabela 5), foram obtidos quando não se adicionou fósforo aos substratos. No nível mais baixo de fósforo, os substratos com 25 e 50% de vermicomposto proporcionaram maiores rendimentos nas variáveis de planta que o tratamento composto apenas por solo.

Resultados semelhantes foram obtidos com o uso de vermicomposto de lodo de esgoto urbano na produção de mudas de *Eucalyptus grandis* (CARDOSO et al., 1999), *Pinus taeda* (BATISTA et al., 1999) e também com vermicomposto de esterco bovino em mudas de *Pinus taeda* (ROSA et al., 1999). Dessa forma, observa-se que a adição de vermicomposto em solo com baixa disponibilidade de fósforo pode auxiliar no desenvolvimento de mudas de eucalipto.

Tabela 4: Efeito de três tipos de substrato e dois níveis de fósforo sobre a massa verde e massa seca da parte aérea, massa verde radicular e diâmetro do colo de mudas de eucalipto. Santa Maria, RS, UFSM, 2002.

Substrato	Massa verde parte aérea		Massa seca parte aérea	
	g		g	
	Sem P ₂ O ₅	Com P ₂ O ₅	Sem P ₂ O ₅	Com P ₂ O ₅
100%**	3.16 bB	8.96 aA	0.84 bB	2.76 aA
75%	7.79 aA	8.52 aA	1.91 aA	2.03 bA
50%	9.09 aA	9.20 aA	2.32 aA	2.34 abA
CV%	19.64		24.88	
	Massa verde radicular		Diâmetro do colo	
	g		mm	
	Sem P ₂ O ₅	Com P ₂ O ₅	Sem P ₂ O ₅	Com P ₂ O ₅
100%	4.64 aB	8.44 aA	0.18 cB	0.30 aA
75%	3.99 aA	4.98 bA	0.22 bA	0.24 bA
50%	3.91 aA	3.86 bA	0.28 aA	0.26 abA
CV%	31.15		14.14	

* Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha dentro de cada variável, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

**100% solo; 75% solo+25% húmus; 50% solo+50% húmus.

Os substratos composto por 75% solo + 25% de húmus e 50% solo + 50% húmus foram benéficos para as mudas de eucalipto, em relação à massa verde e massa seca da parte aérea, diâmetro do colo (Tabela 4), comprimento radicular e área superficial específica (Tabela 5), no menor nível de fósforo. Para o teor de nitrogênio o melhor substrato foi o 75% solo + 25% húmus (Tabela 5). Esses resultados indicam que a presença de vermicomposto na forma humificada, pode contribuir para

o desenvolvimento das mudas de eucalipto, produzidas em solo arenoso. O efeito do húmus pode estar relacionado a maior disponibilidade de nutrientes e a solubilização de nutrientes insolúveis a partir dos ácidos provenientes da oxidação da matéria orgânica (ALEXANDER, 1961). Desse modo, devido as condições adversas enfrentadas pelas mudas quando levadas para o campo, esse comportamento é bastante importante, pois poderá auxiliar o estabelecimento das espécies vegetais.

Tabela 5: Efeito de três tipos de substrato e dois níveis de fósforo sobre o comprimento radicular, área superficial específica (ASE), e teor de nitrogênio de mudas de eucalipto. Santa Maria, RS, UFSM, 2002.

Substrato	Comprimento radicular		ASE		Nitrogênio	
	cm		cm ²		mg/planta	
	Sem P ₂ O ₅	Com P ₂ O ₅	Sem P ₂ O ₅	Com P ₂ O ₅	Sem P ₂ O ₅	Com P ₂ O ₅
100%**	3590.5 bB*	9905.5 aA	364.3 bB	1052.9 aA	29.25 bB	83.05 aA
75%	5359.2 abA	5612.4 bA	719.4 aA	776.3 bA	86.88 aA	63.95 aA
50%	6257.8 aA	7844.4 aA	834.6 aA	943.3 abA	46.89 bA	57.00 aA
CV%	26.97		19.63		37.61	

* Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha dentro de cada variável, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

**100% solo; 75% solo+25% húmus; 50% solo+50% húmus.

A adição de fósforo nos substratos com vermicomposto não alterou o efeito benéfico apresentado no nível mais baixo, nas mudas de eucalipto, e isso pode

ser devido ao vermicomposto proporcionar nutrientes suficiente para o desenvolvimento da muda. O efeito do fósforo sob as mudas de eucalipto foi verificado apenas

no substrato composto de 100% solo. Nesse substrato, observa-se que a adição de fósforo, proporcionou um aumento de 283% na massa verde da parte aérea, 328% na massa seca da parte aérea, 181% na massa verde radicular, 166% no diâmetro do colo (Tabela 4), 275% no comprimento radicular, 289% na área superficial específica e 283% no teor de nitrogênio (Tabela 5), em relação a este mesmo substrato sem a adição de fósforo. Essa melhora pode estar relacionada ao fósforo ser um elemento essencial para as plantas, participando da fotossíntese, da respiração, do armazenamento e transferência de energia e vários outros processos (LOPES, 1995; MELLO et al., 1983)

Não houve diferença na colonização micorrízica entre os fungos testados em função da presença de

fósforo e do tipo de substrato (Tabela 6). As espécies e os isolados de fungos micorrízicos tem apresentado efeitos distintos com relação a capacidade de colonização (SCHUBERT; HAYMAN, 1986). De um modo geral, o teor de fósforo no solo é tido como fator limitante para o estabelecimento da colonização micorrízica. Para o eucalipto o teor de fósforo que impede a colonização das mudas, pode estar bem abaixo daqueles registrados para as outras culturas (MARX et al., 1976). Soares (1986) obteve alta taxa de colonização em *Eucalyptus grandis* quando teve 4,5 ppm de fósforo extraível (Mehlich 1) num solo com 42 % de argila. Desse modo, o nível de disponibilidade de fósforo nos substratos do experimento pode estar em um nível que não favoreça uma alta taxa de colonização micorrízica.

Tabela 6: Percentual de colonização micorrízica nas raízes de mudas de eucalipto inoculadas com diferentes espécies de fungos ectomicorrízicos em três tipos de substrato e dois níveis de fósforo. Santa Maria, RS, UFSM, 2002.

Fungos	Sem P ₂ O ₅			Com P ₂ O ₅		
	100%***	75%	50%	100%	75%	50%
	cm					
Testemunha	0.00 b*	0.00 b	0.00 b	0.00 b	0.00 b	0.00 b
Pt 24**	43.96 a	51.64 a	41.29 a	34.41 a	53.28 a	45.97 a
Pt 116	34.31 a	46.50 a	46.23 a	46.48 a	42.26 a	45.08 a
Rh 117	26.81 ab	47.54 a	54.53 a	38.30 a	51.42 a	35.21 a
CV%	25.75					

* Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**Pt 24, *Pisolithus* sp.; Pt 116, *Pisolithus microcarpus*; Rh 117, *Rhizopogon rubescens*.

*** 100% solo; 75% solo + 25% húmus; 50% solo + 50% húmus.

Os resultados obtidos mostram que a adição de vermicomposto no substrato para produção de mudas micorrizadas proporcionou efeito benéficos para as mudas de eucalipto. A adição de 25% de vermicomposto mostrou-se suficiente para obtenção de melhores resultados no desenvolvimento das mudas de eucalipto. Este resultado provavelmente está relacionado ao nível disponibilidade de fósforo apresentado no substrato, pois no nível mais alto de fósforo o efeito dos substratos com vermicompostagem não foi evidente. É bem conhecido que a partir de determinado nível de disponibilidade de fósforo as micorrizas passam a não beneficiar as plantas, outros trabalhos com esse enfoque deverão ser desenvolvidos.

CONCLUSÕES

A produção de mudas de eucalipto é sensível à inoculação com fungos ectomicorrízicos.

Há uma resposta positiva quanto à adição de vermicomposto em substrato, na produção de mudas de *Eucalyptus grandis*.

No nível mais baixo de fósforo, ocorreu um maior desenvolvimento dos fungos ectomicorrízicos.

A adição de fósforo foi benéfica para as mudas de eucalipto no substrato composto por 100% de solo.

ABSTRACT: The experiment was done with the objective of evaluating inoculated *Eucalyptus* seedlings with ectomycorrhizal fungi produced in different substrata. The experimental design was completely randomized in a trifactorial (4 x 3 x 2) with four species of ectomycorrhizal fungi, three types of substratum, two levels of phosphorus, with three repetitions. The results showed that the eucalyptus seedlings responded positively to the inoculation with

the ectomycorrhizal fungi and two substratum types. The mycorrhizae effect of on the eucalyptus seedlings was observed when phosphorus was not added to the substratum, suggesting that lower levels of phosphorus could be favorable to the efficiency of mycorrhizal association.

UNITERMS: Ectomycorrhiza, *Eucalyptus grandis*, Phosphorus, Substratum

AGRADECIMENTOS

A FAPERGS (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul), pelo financiamento do trabalho e pela bolsa de iniciação científica ao acadêmico Robson Andreazza; à FEPAGRO (Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária) de Santa Maria – RS, pelas sementes doadas e auxílio técnico; ao Sr. Nelsí Salbego, pela disponibilização de sua propriedade, em São Francisco de Assis – RS.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALEXANDER, M. **Soil microbiology**. New York: John Wiley & Sons, 1961.

AMORIM, E. F. C. **Comportamento de mudas de *Eucalyptus grandis* na presença de fungos endo e ectomicorrízicos**. 1988. 95 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Curso de Pós Graduação em Ciência do Solo, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

AQUINO, A. M.; ALMEIDA, D. L.; SILVA, V. F. **Utilização de minhocas na estabilização de resíduos orgânicos e vermicompostagem**. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 1991. 11 p.

BATISTA, J.; ROSA, A. S.; GRAZZIOTIN, A.; CARDOSO, A. R.; ISOTTON, F. I.; HOPPE, J. M.; ZEPPENFELD, R. B. Uso de doses de vermicomposto de lodo de urbano na composição de sbstrato para a produção de mudas de *Pinus taeda* L. In: ENCONTRO BRASILEIRO SOBRE SUBSTÂNCIAS HÚMICAS, 3., 1999, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: UFSM, 1999. p.254-156.

BELLEI, M.; CARVALHO, M. S. Ectomicorrizas. In: CARDOSO, E. I. B. N.; TSAI, S. M.; NEVES, M. C. P. **Microbiologia do solo**. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1992. p.297-318.

BOWEN, G. D. Mineral nutrition of ectomicorrhizae. In: MARKS, G. C; KOZLOWSKY, T. T., **Ectomycorrhizas**, New York: Academic ,1973. p. 151-251.

BREMNER, J. M.; KEENEY, D. R. Steam distillation methods for determination of ammonia, nitrate and nitrite. **Anal. Chem. Acta**, Amsterdam, v. 32, p. 485-495, 1965.

BRUNDRETT, M., BOUGHER, N.; DELL, B.; GROVE, T.; MALAJCZUK, N. **Working with mycorrhizas in forestry and agriculture**. Canberra: ACIAR, 1996. 400 p.

CARDOSO, Antônio Jr. BATISTA, José.; HOPPE, Juarez. Uso de diferentes concentrações de vermicomposto de lodo de esgoto urbano na composição de substrato para a produção de mudas de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden. In: ENCONTRO BRASILEIRO SOBRE SUBSTÂNCIAS HÚMICAS, 3., 1999, Santa Maria. **Anais...**Santa Maria: UFSM, 1999. p.175-177.

COLEMAN, D. C. **Dynamics of soil organic matter in tropical ecosystems**. Athens: University of Hawaii at Manoa, 1989. 320 p.

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO – RS/SC. **Recomendação de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 3.ed.: Passo Fundo, SBCS – Núcleo Regional Sul/EMBRAPA/CNPT, 1995. 223 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa Tecnológica em Informática para Agricultura. Ambiente software NTIA, versão 4.2.2: **Manual do usuário** - ferramental estatístico. Campinas, 1997.

HARLEY, J. L. Ectomycorrhizas as nutrient absorbing organs. **Proc. R. Soc.**, London, v. 203, p. 1-21, 1978.

HEWITT, E. Sand and water culture methods used in the study of plant nutrition. **Commonwealth Agricultural Bureaux**. Faruham Royal, 1966. 245 p.

KNAPPER, C. F. U. Vermicompostagem: uma nova proposta de discussão. **Estudos Leopoldenses**, São Leopoldo, v. 26, n. 115, p. 35-50, jan./fev. 1990.

LOPES, A. S. **International soil fertility manual**. [s.l.]: Potash e Phosphate Institute (PPI), 1995. 95 p.

MARX, D. H.; HEDIN, A.; TOEIV, S. F. P. Field performance of *Pinus caribaea* var. *hondurensis* seedlings with specific ectomicorrhizae and fertilizer after three years on a savanna site in Liberia. **For. Ecol. Mang.**, Amsterdam, v. 13, n. 1, p. 1-25, 1985.

MARX, D. H. Tree host range and world distribution of the ectomycorrhizal fungus *Pisolithus tinctorius*. **Can. J. Microb.**, v. 23, n. 1, p. 217-223, 1977.

MARX, D. H.; BRYAN, W. C.; CORDELL, C. E. Growth and ectomycorrhizal development of pine seedlings in nursery soils infested with the fungal symbiont *Pisolithus tinctorius*. **Forest Sci.**, Washington, v. 1, p. 32-41, 1976.

MARX, D. H. The influence of ectotrophic mycorrhizal fungi on the resistance of pine roots to pathogenic infections. V. Resistance of mycorrhizae to infections mycelium of *Phytophthora cinnamomi*. **Phytopathology**, Saint. Paul, v. 61, n. 12; p. 1472-1473, 1970.

MARX, D. H. The influence of ectotrophic mycorrhizal fungi on the resistance of pine roots to pathogenic infections. I. Antagonism of mycorrhizal fungi to root pathogenic fungi and soil bacteria. **Phytopathology**, Saint. Paul, v. 59, n.11, p.153-163, 1969.

MELLO F. A . F.; SOBRINHO, M. O. C. B.; ARZOLLA, S.; SILVEIRA, R. I. ;NETTO, A . C.; KIELH, J. C. **Fertilidade do solo**. São Paulo: Nobel, 1983. 430 p.

MURPHY, J.; RILEY, J. P. A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. **Anal. Chem. Acta.**, Amsterdam, v. 27, p. 31-36, 1962.

PESSOA, A. C. S. **Recuperação de fósforo de termofosfato em solo arenoso por pensacola e sorgo forrageiro associados com micorrizas**. UFSM, 1994. 81 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia)- Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

PICHÉ, Y.; FORTIN, J. A. Development of mycorrhizal extramatrical mycelium and sclerotia on *Pinus strobus* seedlings. **New Phytologist**, London, v. 91, n.1 , p. 211-220, 1982.

ROSA, A.; GRAZZIOTIN, A.; CARDOSO, A.JR.; ISOTTON, F.; BAPTISTA, J.; HOPPE, J.; BORGES, R. Uso de vermicomposto de esterco bovino e casca de *Pinus* sp. na composição de substrato para produção de mudas de *Pinus taeda* L. In: ENCONTRO BRASILEIRO SOBRE SUBSTÂNCIAS HÚMICAS, 3., Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: UFSM, 1999; p.170-171.

SANDERS, F. E.; TINKER, P. B.; BLACK, R. L. B.; PALMERLEY, S. M. The development of endomycorrhizal roots system. I. Spread of infection and growth-promoting effects with four species of vesicular-arbuscular endophyte. **New Phytologist**, Cambridge, v. 78, n. 2, p. 257 - 268, 1977.

SANTOS, O. M. Observações preliminares sobre fungos micorrízicos vesículo-arbusculares em plantas crescendo em dunas na Bahia. **Revista Ceres**, v. 42, p. 191-202, 1995.

SIQUEIRA, J. O.; FRANCO, A. A., **Biotecnologia do solo, fundamentos e perspectivas**. Brasília: ABEAS, 1988. 330 p.

SOARES, I. **Níveis de fósforo no desenvolvimento de ectomicorrizas por *Pisolithus tinctorius* (Pers.) Coker & Couch e no crescimento de mudas de eucalipto**. 1986. 51 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1986.

SCHUBERT, A.; HAYMAN, D. S. Plant growth responses to vesicular-arbuscular mycorrhiza. XVI: Effectiveness of different endophytes at different levels of soil phosphate. **New Phytologist**, Cambridge, v. 103, n. 1, p. 79-90, 1986.

STEVENSON, F. J. Organic Matter reactions involving metal ions in soil. In: _____. **Humus-Chemistry genesis, composition, reactions**. 2. ed. [s.l.: s.n.], 1994a. p. 378-403.

STEVENSON, F. J. Clay-organic complexes and formation of stable aggregates. In: _____. **Humus-Chemistry genesis, composition, reactions**. 2. ed. [s.l.: s.n.], 1994b. p.429-451.

STRECK, E. V.; KAMPF, N.; DALMOLIN, R. S. D.; KLAMT, E.; NASCIMENTO, P. C.; SCHNEIDER, P. **Solos do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: UFRS, 2002, 107 p.

TEDESCO, M.; GIANELLO, C. **Análise de solo, planta e outros materiais**. Porto Alegre: Faculdade de Agronomia, Departamento de Solos. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1996. 188 p.

TENNANT, D. A test of a modified liwe intersect method of estimating root lengh. **J. Ecol.**, v. 63, p. 995-1001, 1975.

TRAPPE, J. M. Mycorrhizae and productivity of arid and semi-arid rangelands. In: MANASSAH, J. T.; BRISHEY, E. J. **Advances in food producing systens for arid and semi-arid lands**. New York: Academic, 1981. p. 581-599.

VIEIRA, R. F.; PERES, J. R. Determinação do teor de fósforo no solo para máxima eficiência da associação ectomicorrízica em *Eucaliptus grandis*. **Rev. Bras. Ci. Solo**, n. 12, p. 237-241, 1988.