

ENSAIO COMPARATIVO PARA DIMENSIONAR AS INFLUÊNCIAS CAUSADAS PELA INOCULAÇÃO DE FUNGOS MICORRIZICOS EM MUDAS DE PINUS TAEDA L. EM RELAÇÃO A QUANTIDADE DE INOCULO PRESENTE NO SOLO.

Mario Takao Inoue *

RESUMO

Efetou-se a inoculação de fungos micorrízicos em mudas de *Pinus taeda* L. através de terra retirada em um plantio de 5 anos de *Pinus elliottii* Engelm. Embora apresentando uma fertilidade menor, a terra que estava inoculada com fungos micorrízicos proporcionou um maior crescimento nas mudas. Além disso, a influência da micorriza atingiu também a coloração das acículas. Este ensaio demonstrou haver uma correlação entre o crescimento e o aspecto salutar das mudas em relação a quantidade de inóculo adicionado na terra dos tratamentos. A capacidade infectiva dos fungos provenientes do solo micorrizado foi capaz de formar micorrizas em menos de 90 dias.

ABSTRACT

Mycorrhizal fungi inoculation is done in seedlings of *Pinus taeda* L. using superficial soil from a 5 years old plantation of *Pinus elliottii* Engelm. Although with a low fertility, the soil inoculated with mycorrhizal fungi increased the growth of the seedlings. The mycorrhizae influence attained also on the needles coloring. The results of this work shows that there is a correlation between the growth and healthy feature of the seedlings in relation with the quantity of mycorrhizal soil used in the soil mixture of the treatments. The capacity of infection of the fungi from mycorrhizal soil was able to produce mycorrhizae in less than 90 days.

Introdução

É por todos conhecido que as micorrizas provocam um efeito positivo no desenvolvimento de certas espécies florestais, sendo que algumas espécies como as pináceas, não apresentam um comportamento satisfatório quando as micorrizas não estão presentes em suas raízes. Além disso, segundo DEICHMANN (3), o efeito benéfico das micorrizas pode-se sentir até em aumento da resistência das mudas contra parasitas. A influência da ação micorrízica pode-se verificar também em maior porcentagem de sobrevivência de mudas, segundo pesquisas efetuadas em viveiros de *Pinus taeda* L., constatando-se uma superioridade de 37% na sobrevivência para mudas micorrizadas que não micorrizadas (12).

Quando da instalação de viveiros florestais em locais onde não hajam plantações velhas de pináceas, sempre haverá a necessidade de fazer a inoculação de

fungos micorrízicos na terra do viveiro. Neste trabalho de inoculação deve-se sempre ter em mente uma distribuição uniforme em toda área de canteiros, pois a má distribuição acarretará numa grande irregularidade entre as mudas tanto no que se refere ao seu tamanho como em seu aspecto (7 e 8).

Procurando verificar o ponto inicial da influência micorrízica, quantificando os seus efeitos no desenvolvimento e qualidade de mudas de *Pinus taeda* L. em viveiros, instalamos um experimento no viveiro florestal da Secretaria de Economia Rural da Prefeitura do Município de Londrina, Estado do Paraná, atualmente denominada Sociedade de Economia Rural.

A maior parte do programa deste viveiro consistia nas espécies *Pinus elliottii* Engelm. e *Pinus taeda* L. O retardado crescimento das mudas em terra nua do local, enriquecida apenas com adubação de esterco curtido, levou-nos a empreen-

* Engenheiro Florestal, Professor da Faculdade de Florestas da Universidade Federal do Paraná, ex-Assistente da Secretaria de Economia Rural de Londrina.

der a inoculação de fungos micorrízicos nos canteiros. Porém, nas vizinhanças de Londrina não existiam plantações velhas de *Pinus spp* onde poder-se-ia coletar material micorrízico. Fomos obrigados a deslocarmo-nos até o Hôto Florestal Geraldo Russi, da Secretaria da Agricultura do Paraná, situado a mais de 200 km.

Material e Métodos

Utilizou-se neste experimento, mudas de *Pinus taeda* L. de procedência desconhecida, produzidas com sementes adquiridas na Secretaria da Agricultura do Paraná. As mudas provieram de um canteiro de semeadura, estando com altura média de 18,88 mm acima dos cotilédones. No canteiro de teste foram utilizadas embalagens de plástico para a repicagem das mudas. A terra utilizada nas embalagens tinha a seguinte composição: três partes de terra nua do local e uma parte de esterco curtido. O inóculo micorrízico (terra micorrizada) proveio da terra superficial e de acículas de um talhão de *Pinus elliottii* Engelm. com idade de aproximadamente 5 anos, situado no Hôto Florestal Geraldo Russi — Rodovia do Café Km. 196. Foi constatada a existência de micorrizas neste solo pelo simples exame das raízes.

Foram testados 4 (quatro) tratamentos, a saber:

- A — terra esterçada sem inoculação.
- B — terra esterçada com 10% de terra micorrizada.
- C — terra esterçada com 50% de terra micorrizada.
- D — terra micorrizada com 1/4 de esterco curtido.

O número de indivíduos por parcela foi de 16 mudas, havendo 15 repetições de cada parcela em cada um dos tratamentos, num total de 60 parcelas distribuídas inteiramente ao acaso. No contorno do canteiro em teste, foram colocadas embalagens com mudas sem tratamento, para evitar a ação de bordadura, muito comum em viveiros.

As mudas foram repicadas no dia 12 de setembro de 1970. Após dois dias, as poucas mudas que não suportaram a repicagem foram substituídas e efetuou-se a medição das alturas de todas as mudas, baseando-se na dimensão acima dos cotilédones.

O experimento sofreu a mesma rotina de viveiro no que concerne a repicagem, irrigação, sombreamento, etc., não sendo aplicado nenhum produto químico posteriormente.

Após três meses, foram efetuadas novas medições nas alturas acima dos cotilédones das mudas. Segue abaixo um quadro com as medidas das alturas no início e no fim do ensaio, com o respectivo incremento.

QUADRO I — MÉDIA DAS ALTURAS (MM) ACIMA DOS COTILÉDONES DAS MUDAS NO INÍCIO E NO FIM DO ENSAIO, COM OS RESPECTIVOS INCREMENTOS SOFRIDOS

MEDIDAS EM MILÍMETROS	TRATAMENTOS			
	A	B	C	D
INÍCIO DO ENSAIO	19,02	19,00	18,72	18,81
APÓS TRÊS MESES	55,89	72,81	86,64	115,19
INCREMENTO	36,87	53,81	67,92	96,38

Para a análise estatística, utilizamos a diferença de altura entre as duas medições, ou seja, o incremento em altura sofrido pela muda durante o período de três meses.

Segue abaixo o resultado estatístico destes incrementos:

QUADRO II
ANÁLISE DA VARIÂNCIA DOS INCREMENTOS EM ALTURA (MM)

CAUSA DA VARIAÇÃO	SQ	GL	MQ	F
TRATAMENTOS	28.556,68	3	9.518,89	157,7 **
ERRO	3.380,33	56	60,36	
TOTAIS	31.937,01	59		

Na aplicação do teste Tukey concluiu-se que havia diferença significativa na comparação de todas as médias, como pode ser verificado no quadro que segue abaixo:

QUADRO III
APLICAÇÃO DO TESTE TUKEY PARA AS MÉDIAS DOS INCREMENTOS

MÉDIAS A COMPARAR	VALORES EM MILÍMETROS	DIFERENÇAS
D — C	96,38 — 67,92	28,46 **
D — B	96,38 — 53,81	42,57 **
D — A	96,38 — 36,87	59,51 **
C — B	67,92 — 53,81	14,11 **
C — A	67,92 — 36,87	31,05 **
B — A	53,81 — 36,87	16,94 **

Valor calculado da diferença honesta de significância para o nível de 1% = 9,22

Ao mesmo tempo em que eram medidas as alturas das mudas na segunda medição, era efetuado o levantamento da coloração de suas acículas pelo método de simples comparação, baseados numa escala própria de valores de 1 a 10. Para os padrões de cor em nossa escala, utili-

zamos o Munsell Color Charts for Plants Tissues, porém não encontramos um padrão para o nível 1 de nossa escala. O padrão mais claro do Manual era o 2,5 GY 8/10 que correspondia ao nível 3 de nossa escala; e o nível 10 da escala correspondia ao 7,5 GY 6/8 do Manual.

Apresentamos abaixo um quadro que demonstra claramente as diferenças na coloração das mudas entre os tratamentos.

QUADRO IV

VALORES MÉDIOS DA COLORAÇÃO DAS MUDAS ENTRE OS TRATAMENTOS

Tratamento	Valor da Coloração
A	5,13
B	6,37
C	8,10
D	9,44

Discussão dos Resultados

Tendo em vista os resultados obtidos na análise estatística do parâmetro medido (incremento em altura) acima dos cotilédones), demonstrando existir diferenças altamente significativas entre todos os tratamentos utilizados, iniciamos os estudos para verificar qual ou quais foram as causas que influenciaram o comportamento diferente das mudas entre os tratamentos.

A análise das terras utilizadas no ensaio (foram analisadas somente as terras dos tratamentos A e D, visto tratarem-se dos extremos com relação a presença de micorrizas) deu um resultado surpreendente em relação a fertilidade, como pode ser visto na tabela que segue abaixo:

TABELA I

RESULTADO DAS ANÁLISES QUÍMICAS DA TERRA DOS TRATAMENTOS A e D EFETUADAS PELO INSTITUTO DE BIOLOGIA E PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO PARANÁ

Elementos Analisados	Tratamento A	Tratamento D
pH (H ₂ O)	6,9	6,2
pH (KCl)	6,3	5,4
C	3,80	2,86

N	0,31	0,21
P ₂ O ₅	0,48	0,14
SiO ₂	14,7	11,2
Al ₂ O ₃	15,8	7,9
Fe ₂ O ₃	31,5	7,4
TiO ₂	3,74	1,15
Ca	13,2	6,0
Mg	3,6	2,4
K	4,80	2,25
H	3,3	5,6
P _{ppm}	38	33

Observando o resultado destas análises, ficamos surpreendidos que o solo mais pobre em fertilizante, porém com o maior índice de inóculo micorrízico, provocou o maior crescimento das mudas. De acordo com MIROV (9), sabemos que as espécies de *Pinus* spp podem se desenvolver em diversos tipos diferentes de solo, desde o latossolo até os solos podzólicos, sejam arenosos ou argilosos e que as micorrizas são sempre encontradas nestas espécies em seu ambiente natural, quaisquer que sejam as condições ambientais.

No exame visual das raízes das mudas nos dois tratamentos, A e D, verificamos que no tratamento A, as raízes não denunciaram a presença de micorriza, sendo que as raízes secundárias eram em menor número e alongavam-se para as partes inferiores da embalagem. No tratamento D, as raízes secundárias eram em maior número e mais curtas, apresentando as raízes dicotômicas, características da presença da micorriza, como as descritas em DEICHMANN (3) e SABATKE (10).

Embora os fungos micorrízicos preferam solos ácidos, encontrando o ótimo em pH de 5,0 a 6,0 (6), segundo BOUL-LARD (1) algumas espécies desenvolvem-se em condições naturais, em solos neutros ou mesmo de pH mais elevado.

Visto que as diferenças verificadas não foram causadas pela fertilidade, pH ou textura das terras dos tratamentos, resta-nos aceitar a hipótese de que houve uma ação micorrízica muito significativa. Procuramos examinar os resultados para verificar se havia correlação entre a quantidade de terra micorrizada dos tratamentos e sua influência no incremento em altura e coloração das mudas.

Considerando as porcentagens de inóculo acrescentado a terra das embalagens e analisando-as com as médias dos incrementos e coloração, utilizando a fórmula

$$r = \frac{\sum xy}{\sqrt{(\sum x^2) (\sum y^2)}}$$

chegamos ao seguinte resultado:

Associação solo/incremento $r_1 = 0,98 *$
 Associação solo/coloração $r_2 = 0,98 *$
 Associação color/incremento $r_3 = 1,00 **$

sendo * = significância para 5%

** = significância para 1%

Mostra-nos este resultado, existir uma perfeita correlação entre a quantidade de inóculo micorrízico presente na terra da embalagem e o crescimento e aspecto salutar das mudas em viveiro.

Neste ensaio fizemos a inoculação de fungos micorrízicos através da adição de terra micorrizada na terra das embalagens, constatando-se a formação de raízes micorrízicas nas mudas num prazo de 90 dias. No entanto, devido a certos aspectos, principalmente econômicos, pensa-se na atualidade, em se produzir material inoculante de culturas puras de certos fungos micorrízicos (10). Entretanto, a inoculação de culturas puras de fungos micorrízicos não foi até hoje suficientemente experimentada, sendo prematura a sua indicação para programas de reflorestamento, visto que o método tradicional de se adicionar terra micorrizada à terra do viveiro tem proporcionado bons resultados (11).

Conclusões e Recomendações

1. No presente ensaio, verificamos que a inoculação de fungos micorrízicos através de terra superficial de plantações de *Pinus spp* provocou o desenvolvimento de raízes micorrízicas em mudas de *Pinus spp* num período dentro de 90 dias.
2. A influência micorrizada se fez sentir não somente no crescimento da muda, mas também em seu aspecto geral, principalmente na coloração das acículas.
3. Existe uma correlação entre o crescimento e a coloração da muda em relação a maior ou menor quantidade de inóculo micorrízico adicionado na terra da embalagem.
4. Foi constatado neste experimento que a infecção micorrízica do inóculo ocorreu independentemente da fertilidade natural do solo, demonstrando também ser proporcional à quantidade de inóculo presente.
5. Merecem ser levadas a efeito, pesquisas em campo com respeito a inoculação de culturas puras de fungos micorrízicos, principalmente no que concerne a determinação de sua capacidade infectiva, sobrevivência no solo e determinação de sua ação benéfica no desenvolvimento de mudas de coníferas.
6. Devem ser estabelecidos experimentos comparativos de métodos de inoculação por adição e por culturas puras, com vista a atingir melhores resultados econômicos e técnicos.
7. Na aplicação de inoculantes micorrízicos deve-se ter o cuidado de uniformizar a distribuição para evitar que em certos locais dos canteiros a infecção ocorra mais tardiamente ou com menor intensidade, ocasionando mudas de tamanhos e aspectos desiguais.

LITERATURA CONSULTADA

1. BOULARD, B. *Les Mycorrhizes*. Paris, Masson, 1968. 135 p.
2. BRAGA, G. R. & MYERS, C. C. Efeitos de micorrizas sobre o desenvolvimento de *Pinus elliotii* Engelm. *Silv. S. Paulo*, 6 (único): 261-271, 1967.
3. DEICHMANN, V. von. *Noções sobre sementes e viveiros florestais*. Curitiba, 1967. 196 p.
4. EGLITE, A. K. Experimental mycorrhization of Pine. In: IMSHENETSKII, A. A. (ed.) *Mycotrophy in plants*. Jerusalém, Israel Program for Scientific Translations, 1967. p. 200-210.
5. FREESE, F. *Elementary statistical methods for foresters*. Washington, Forest Service, 1967. 87 p. (Agriculture Handbook, 317).
6. HARLEY, J. L. *The biology of mycorrhiza*. London, L. Hill, 1959. 233 p. (Plant Science monographs).
7. KRUG, H. P. Alguns problemas em *Pinus* spp. *Silv. S. Paulo*, 1 (2): 47-57, 1963.
8. MIKOLA, P. *The importance and technique of mycorrhizal inoculation at the afforestation of treeless areas*. Final report to FAO. Helsinki, University, 1968. 111 f.
9. MIROV, N. T. *The genus Pinus*. New York, Ronald Press, 1967. 602 p.
10. SABATKE, E., Neto. O setor de inoculantes e as micorrizas de árvores florestais. *R. IBPT*, Curitiba, 16: 46-48, 1971.
11. SHEMAKHANOVA, N. M. *Mycotrophy of woody plants*. Transl. from Russian. Jerusalém, Israel Program for Scientific Translations, 1967. 329 p.
12. SHOULDERS, E. & JORGENSEN, J. R. Mycorrhizae increase field survival of planted Loblolly Pine. *Tree Planters'Notes*, 20(1): 1-4, 1969.

Agradecimentos

O autor agradece de forma geral a todos que colaboraram na conclusão deste trabalho, principalmente nas pessoas de Hugo Genser, PhD.; Sylvio Péllico Netto, M. Sc.; Fred Rittershofer, PhD. e Evaldo Sabatke, Eng.º Agr.º; pelas correções e orientações dadas por ocasião de sua revisão.

Em 27-7-1972

Mário Takao Inoue