

Odilson dos Santos Oliveira*

Paulo Lulz Contente de Barros**

SUMMARY

The mentioned research countersign to verify the influence of the micorrhizae on development of Pinus caribaea seedlings, employing as material of inocule, needle-shaped of pine

The experiment was outlined in blocks at random, with four treatment into four repetitions, in forest nursery.

It had as objectives to study the effects of different levels of inocule on the shape nutritive, growth and production of biomass of the plants.

Among the treatments experienced, the greatest percentage of inocule produced betters results, maining height and biomass.

I. INTRODUÇÃO

Na produção de mudas de coníferas, a micorrização em viveiro é um dos pré-requisitos para a obtenção de mudas de boa qualidade.

A inoculação em viveiros com solos de plantios velhos de pináceas ou acículas em estado de decomposição é, atualmente, a técnica mais usada para incorporar micorrizas nos canteiros, pois estes substratos trazem em sua constituição uma grande variedade de fungos micorrízicos. É nestes substratos que estes microrganismos têm seu habitat natural, tornando o solo diferente substancialmente daquele onde estes organismos não estão presentes (KESSELL⁴ e THEODOROU¹⁰).

O desenvolvimento de raízes micorrizadas incrementa consideravelmente suas superfícies de absorção, possibilitando um aumento bastante significativo na área de contato com o solo. Assim, a água e os sais minerais são absorvidos em maior quantidade, assumindo considerável importância no crescimento das mudas e produção de biomassa.

Os processos de micorrização variam de um viveiro para outro, constituindo-se algumas vezes, numa técnica bem dispendiosa.

Face a isto, deve-se levar em consideração a quantidade de inóculo necessário a ser aplicado nos canteiros, com vista a obtenção de maior eficiência do mesmo (MIKOLA⁶).

Assim, no presente trabalho procurou-se testar, sob condições de viveiro, diferentes níveis de inóculo, objetivando verificar a influência dos mesmos no estado nutricional, crescimento e ganho de biomassa nas mudas estudadas, bem como a sobrevivência nos canteiros.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A planta não pode assimilar certos elementos, como N, P, Ca, etc., de detritos orgânicos mal decompostos, obtendo-os, "digerindo" as hifas de fungos relativamente ricas destes (KESSELL⁴).

O melhor desenvolvimento das mudas e a maior capacidade de absorção de nutrientes, está diretamente relacionada com as micorrizas (CLARK¹ e THEODOROU & BOWEN¹⁰).

A manta orgânica de pináceas se constitui numa ótima adubação em virtude de sua riqueza mineral e orgânica, além de conter também grande quantidade de microrganismos importantes para a nutrição das plantas e sobrevivência destas (KESSELL⁴ e HACSKAYLO³).

HACSKAYLO³, trabalhando com mudas de *Pinus caribaea* sob condições de viveiro, com solo micorrizado, após 10 meses, obteve um incremento em altura superior às não inoculadas de 41%. Semelhantes resultados foram obtidos por MIKOLA⁶, usando como fonte de inóculo, humus de plantios de pinheiros.

* Engenheiro Florestal do Departamento de Ciências Florestais, da Universidade Federal de Santa Maria-RS.

** Engenheiro Florestal do D.F., da Faculdade de Ciências Agrárias do Pará-PA.

OLIVEIRA⁷, usando terriço de pinheiros em mudas de *Pinus taeda* e *Pinus patula*, encontrou alta correlação de diferentes níveis de inóculo e o incremento em altura e diamétrico das plantas, bem como um aumento na absorção de nutrientes.

CLARK¹, usando raízes micorrizadas como fonte de inóculo em tulipa, após três meses, obteve um peso de matéria verde em mudas micorrizadas, seis vezes superior às não micorrizadas.

O êxito do crescimento, produção de biomassa e a absorção de nutrientes das mudas está associada às micorrizas (RICHARDS⁸, GRIFFITHS² e THEODOROU¹⁰).

3. MATÉRIAS E MÉTODOS

3.1. Material

O presente trabalho foi desenvolvido no Departamento Florestal, da Faculdade de Ciências Agrárias do Pará, Belém-PA.

As sementes foram obtidas no Horto Florestal, em Rio Claro-SP.

O substrato utilizado foi uma mistura de areia lavada e acículas em estado de decomposição, constituindo-se estas na fonte de inóculo, coletadas sob um talhão de *Pinus caribaea*, de 15 anos de idade, localizado na área experimental da EMBRAPA, em Belém-PA.

A técnica usada na coleta foi a retirada das acículas que apresentavam um elevado estado de decomposição, envolvidas por micélios de coloração esbranquiçada, com o auxílio de uma pá.

Como recipientes, utilizou-se sacos de polietileno, com dimensões de 25 cm de altura por 10 cm de diâmetro.

3.2. Métodos

3.2.1. Preparo das embalagens

Coletadas as acículas, estas foram picadas para reduzir seu comprimento e misturadas com areia nas concentrações de 0%, 25%, 50% e 75%. Após verificado uma boa uniformidade das misturas, os recipientes foram preenchidos com as mesmas e dispostos nos canteiros.

3.2.2. Semeadura

As sementes foram selecionadas e submetidas a um tratamento pré-germinativo em água por 24 horas para abreviar a germinação. Em seguida, procedeu-se a semeadura, com duas sementes por embalagem, efetuada no início de maio de 1978.

3.2.3. Experimento

O delineamento foi de blocos casualizados, com quatro tratamentos, em quatro repetições, sendo 20 indivíduos por parcela. Os tratamentos estudados, foram:

- T₁ — areia
- T₂ — areia com 25% de inóculo
- T₃ — areia com 50% de inóculo
- T₄ — areia com 75% de inóculo

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. Altura

Através da figura nº 1, observa-se uma nítida superioridade em altura das mudas inoculadas em relação às não inoculadas, mostrando que o substrato micorrízico de acículas velhas contribuíram significativamente para o melhor desenvolvimento destas, e, conforme quadro nº 1, a análise estatística mostrou alta significância nos resultados.

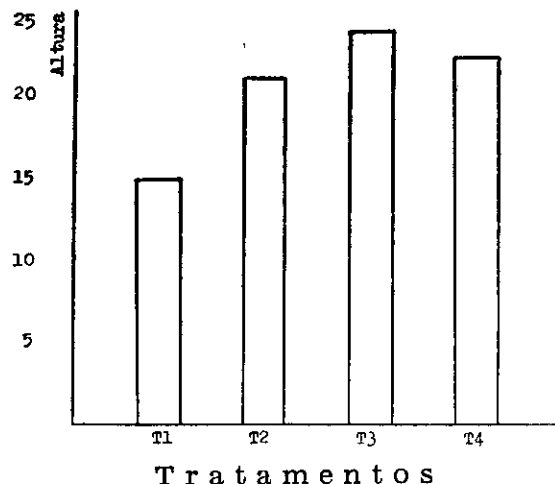


Figura 1: Altura média (cm) das mudas por tratamento, seis meses após germinação.

Quadro 1: Análise de variância das alturas.

| Causas da variação | GL | SQ | MQ | F |
|--------------------|----|--------|-------|---------|
| Tratamento | 3 | 174,42 | 58,14 | 12,02** |
| Blocos | 3 | 19,33 | 6,44 | |
| Resíduo | 9 | 43,52 | 4,83 | |
| Total | 15 | 237,27 | | |

Os canteiros foram cobertos a 70 cm do solo com tela plástica para evitar a insolação direta durante o período de germinação e retirada quando as mudas já se apresentavam suficientemente lignificadas.

A umidade foi fornecida através de regas diárias, com o cuidado de manter as mesmas condições hídricas em todos os tratamentos até o final do ensaio.

Em fins de maio de 1978, todas as sementes haviam germinadas.

Ao final do ensaio (novembro/1978), foi feito o levantamento de sobrevivência e medição de altura, do colo ao broto terminal das mudas. Em seguida, estas foram retiradas das embalagens e suas raízes lavadas em água corrente para a avaliação de biomassa e conteúdo de nutrientes nas acículas.

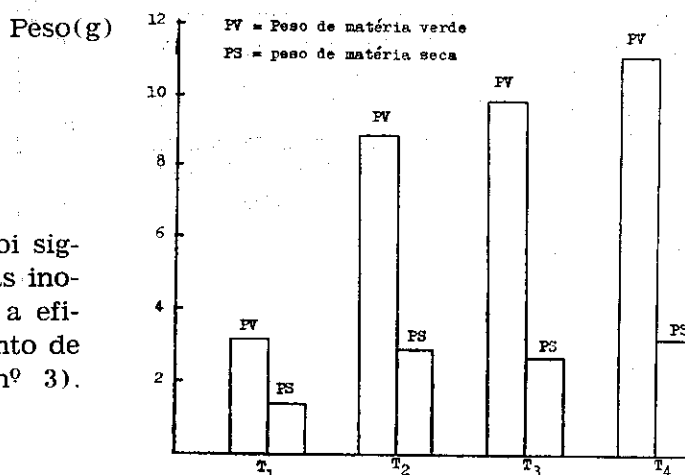
Dentre os tratamentos, o que melhor resultado apresentou, foi o T₃, seguido do T₁ e T₂ respectivamente, mostrando assim que para as condições estudadas, a melhor concentração de inóculo para o desenvolvimento em altura está em torno de 50% (quadro nº 2).

Quadro 2: Comparação entre as médias de altura das mudas pelo teste Tukey.

| Médias | T ₃ | T ₁ | T ₂ | T ₄ |
|--------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | 23,65 | 21,94 | 20,83 | 14,88 |
| 14,88 | 8,77* | 7,06* | 5,95* | — |
| 20,83 | 2,82 NS | 1,11 NS | — | — |
| 21,94 | 1,71 NS | — | — | — |
| 23,65 | — | — | — | — |

4.2. Biomassa

A produção de matéria seca foi significativamente superior nas mudas inoculadas, comprovando novamente a eficiência das micorrizas no incremento de biomassa (fig. nº 2 e quadro nº 3).
Peso (g)

**Figura 2:** Peso médio (g), por tratamento, seis meses após germinação.

Quadro 3: Análise de variância do peso de matéria seca.

| Causas da variação | GL | SQ | MQ | F |
|--------------------|-----------|--------------|------|---------|
| Tratamento | 3 | 7,75 | 2,58 | 13,58** |
| Bloco | 3 | 0,94 | 0,31 | |
| Resíduo | 9 | 1,73 | 0,19 | |
| Total | 15 | 10,42 | | |

É possível que este ganho de biomassa tenha sido um dos fatores importantes para a melhor sobrevivência das mudas, pois a mortalidade por condições adversas foi de 1,3% nestas, enquanto que nas mudas não inoculadas ficou em torno de 6,2%, com aspecto subdesenvolvido e clorótico.

Comparando-se as médias dos tratamentos T₂, T₃ e T₁ (quadro nº 4), se observa diferenças significativas entre si. Isto mostra que, para as condições em que foi desenvolvido o anseio, os tratamentos foram semelhantes, o que já não aconteceu em relação ao parâmetro altura (quadros nºs 2 e 4).

Para este parâmetro, o melhor tratamento foi o T₁, seguido do T₂ e T₃, respectivamente, indicando que as mudas tratadas com maior percentual de inóculo tiveram uma produção superior de biomassa.

Quadro 4: Comparação entre as médias do peso de matéria seca, pelo teste Tukey.

| Médias | T ₁ | T ₂ | T ₃ | T ₁ |
|--------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | 3,25 | 2,87 | 2,68 | 1,39 |
| 1,39 | 1,86* | 1,48* | 1,29* | — |
| 2,68 | 0,57 NS | 0,19 NS | — | |
| 2,87 | 0,38 NS | — | | |
| 3,25 | — | | | |

4.3. Absorção de água e nutrientes

As mudas micorrizadas apresentaram uma maior capacidade de absorção de água em relação às não inoculadas, verificado através do peso de matéria verde (fig. nº 2), mostrando, assim, a influência hídrica desta simbiose nos tecidos da planta, com resultados altamente significativos (quadro nº 5). Dentre os tratamentos, o que melhor produção apresentou foi o T₁, seguido do T₃, T₂ e T₁, respectivamente (quadro nº 6).

Quadro 5: Análise de variância do peso de matéria verde.

| Causas da variação | GL | SQ | MQ | F |
|--------------------|-----------|---------------|-------|---------|
| Tratamento | 3 | 143,31 | 47,77 | 20,34** |
| Bloco | 3 | 69,57 | 23,19 | |
| Resíduo | 9 | 21,14 | 2,35 | |
| Total | 15 | 234,02 | | |

Quadro 6: Comparação entre as médias do peso de matéria verde pelo teste Tukey.

| Médias | T ₄ | T ₃ | T ₂ | T ₁ |
|--------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | 11,07 | 9,77 | 8,77 | 3,22 |
| 3,22 | 7,85* | 6,55* | 5,55* | — |
| 8,77 | 2,30 NS | 1,00 NS | — | |
| 9,77 | 1,30 NS | — | | |
| 11,07 | — | | | |

Analisando os teores de nutrientes verificados nas acículas (quadro nº 7), observa-se que a absorção destes foi influenciada pelos diferentes níveis de inóculos, onde os percentuais de N, P e Mg, nos tratamentos T₂, T₃ e T₄ foram superiores ao tratamento T₁, com ligeira superioridade do T₃ sobre os demais.

Para o caso do K, os teores foram semelhantes em todos os tratamentos, com ligeiro aumento nos tratamentos T₂ e T₃. Tal fato pode ser explicado pela existência de antagonismo entre os íons, onde segundo KRAMER⁵, a diminuição na concentração de determinados elementos na planta, possibilita a absorção do K.

No caso do Ca, o tratamento T₁ apresentou um percentual superior aos demais, possivelmente influenciado pelo pH, bem como pela própria constituição do substrato.

Quadro 7: Conteúdo de nutrientes (%) nas acículas.

| Tratamento | Elementos | | | | |
|------------|-----------|-------|------|------|------|
| | N | P | K | Ca | Mg |
| 1 | 0,96 | 0,108 | 0,95 | 7,23 | 1,18 |
| 2 | 1,61 | 0,174 | 1,15 | 3,74 | 1,50 |
| 3 | 2,08 | 0,182 | 1,06 | 4,68 | 1,81 |
| 4 | 1,91 | 0,161 | 0,89 | 3,59 | 1,56 |

Conforme se observa, existe certa diversificação nos teores de nutrientes analisados nas acículas e os níveis de inóculo, comparados com os parâmetros altura e peso de matéria seca e verde. Resultados semelhantes foram encontrados por OLIVEIRA⁷.

O simples análise foliar não dá a real situação dos nutrientes na planta e seus efeitos no desenvolvimento desta, pois a concentração dos elementos minerais e orgânicos varia nos diferentes tecidos do vegetal e épocas do ano. Entretanto, não foi feita a análise química de toda a parte aérea e radicular, tornando-se difícil uma melhor avaliação e conclusão dos resultados.

Segundo KRAMER⁵, quando plantas em simbiose com fungos micorrízicos, elevados teores de nutrientes são localizados nas raízes e fornecidos gradualmente às partes aéreas.

5. CONCLUSÕES

Após análises dos resultados, chegou-se às seguintes conclusões:

a) As acículas de pinheiros constituem-se numa excelente fonte de inóculo micorrízico;

b) As micorrizas possibilitaram às mudas um melhor crescimento em altura, aumentando a absorção de água e nutrientes, bem como uma maior produção de biomassa;

c) A espécie em estudo comportou-se diferentemente nos parâmetros analisados dentre os vários níveis de inóculos testados;

d) As mudas, quando na ausência das micorrizas, se apresentam subdesenvolvidas, com aspecto clorótico e altamente sensíveis aos microrganismos do solo e condições ambientais adversas;

e) A produção de biomassa teve melhor resposta no Tratamento 4, enquanto que a altura e absorção de nutrientes, no Tratamento 3. Isto indica que, para a espécie nas condições estudadas, o teor ideal de inóculo para o melhor desenvolvimento desta está entre 50% e 75%;

f) Com exceção do Ca, os vários níveis de inóculos estimularam a absorção dos demais nutrientes, com os maiores teores obtidos com 50% do substrato micorrízico.

6. RESUMO

A referida pesquisa visou verificar a influência das micorrizas no desenvolvimento de mudas de *Pinus caribaea*, usando como material de inóculo, acículas velhas de pinos.

O experimento foi delineado em blocos casualizados, com quatrotatamentos em quatro repetições.

Teve como objetivos, estudar os efeitos de diferentes níveis de inóculo micorrízico sobre o estado nutritivo, crescimento e produção de biomassa das plantas.

Dentre os tratamentos testados, os de maiores percentuais de inóculo apresentaram melhores resultados, principalmente altura e biomassa.

7. LITERATURA CONSULTADA

1. CLARK, F. B. Effects VA mycorrhizae on plant growth. In: HACSKAYLO, E. *Mycorrhizae*, USDA Forest Serv. Misc. Publ. Nº 1189, US. Govt. Printing Office, Washington, D. C. pp: 146-150. 1971.
2. GRIFFITHS, D. A. The mycorrhiza of some conifers grown in Malaya. *Malay Forester*, 28 (2) : 119-121. 1965.
3. HACSKAYLO, E. Inoculation of *Pinus caribaea* with ectomicorrhizae fungi in Puerto Rico. Reprinted from *Forest Science*, 17 (2) : 239-245. 1971.
4. KESSELL, S. L. Soil Organisms: the dependence of certain pine species on a biological soil factor. In: HACSKAYLO, E. *Mycorrhizae*, USDA Forest Serv. Misc. Publ. Nº 1189. pp: 187-189. US. Govt. Printing Office, Washington, D. C. 1971.
5. KRAMER, P. J. & KOZLOWSKI, T. Raízes micorrizadas. *Fisiologia das Árvores*. Lisboa. pp: 316-320. 1972.
6. MIKOLA, P. Application of mycorrhizal symbiosis in Forestry Practice. In: MARKS, G. C. and KOZLOWSKI, T. T. ed. *Ectomy corrhizae*. New York. 1973.
7. OLIVEIRA, O. S. Efeitos da terra micorrizada sobre o desenvolvimento de mudas de *Pinus taeda* L. e *Pinus patula* Sch. & Cham Universidade Federal do Paraná. p : 1-53. Tese de Mestrado. 1978.
8. RICHARDS, B. N. & WILSON, G. L. Nutrient supply and mycorrhizal development in Caribbean pine. *For. Sci.*, 9(4) : 405-412. 1963.
9. ROSS, J. P. & HAPPER, J. A. Effect of endogome mycorrhiza on pines. Reprinted from *Phytopathology*, 60 (11). 1970. *rest*, 34. 183 p. 1970.
10. THEODOROU, C. & BOWEN, G. D. Mycorrhizal responses of radiata pine in experiments with different fungi. *Aust Forest*, 34. 183 p. 1970.