INFLUÊNCIA DOS FUNGOS ECTOMICORRÍZICOS
Thelephora terrestris EHR. EX FR. E
Disolithus tinctorius (PERS.) COKER E COUCH.
NO DESENVOLVIMENTO DE ESPÉCIES TROPICAIS DE *Pinus*.

MARIO TOMAZELLO FILHO

PROFESSOR ASSISTENTE
DEPARTAMENTO DE SILVICULTURA
ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA "LUIZ DE QUEIROZ"
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Orientador: TASSO LEO KRÜGNER

Tese apresentada à Escola
Superior de Agricultura "Luiz de
Queiroz", da Universidade de São
Paulo, para obtenção do título de
Doutor em Fitopatologia.

P I R A C I C A B A
Estado de São Paulo - Brasil
Junho - 1980

À meus pais
À meus irmãos
À Magui

D E D I C O

A G R A D E C I M E N T O S

O autor expressa os seus agradecimentos:

- Ao Prof. Dr. Tasso Leo Krü^gner, pela valiosa colaboração como orientador deste trabalho e pela revisão dos originais;
- Ao Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico (BNDE), pelo apoio financeiro, através do projeto "Pesquisa Tecnolôgica para Melhoria da Qualidade do Pinho", Programa de Desenvolvimento Tecnológico - FUNTEC nº 305/76 ;
- A Empreendimentos Florestais S/A - FLONIBRA, nas pessoas do Eng^o-Agr^o Dr. Jayme Mascarenhas Sobrinho e Engenheiros - Florestais Ubirajara Melato Brasil , Shiguenori Kajiya, e Antonio Sérgio Diniz, pelas facilidades concedidas na instalação dos ensaios em Caravelas, BA,
- A Champion Papel e Celulose S/A, nas pessoas do Eng^o-Ftal. Dr. Manoel de Freitas e Eng^o-Ftal. Adalberto Plínio Silva, pelas facilidades concedidas na instalação dos ensaios de campo em Brotas, SP;
- Ao Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais - IPEF , pelas facilidades concedidas;
- Ao Prof. Dr. Natal Antonio Vello e Eng^o-Ftal. Walter João Diehl, pelo auxílio na análise estatística;
- Ao Prof. Gilberto Diniz de Oliveira e Eng^o-Agr^o Francisco José Krug, pelas análises químicas efetuadas,

Ao Acadêmico Sérgio Gaiad e Auxiliares de Laboratório João Roberto Fernandes , Rosana Maria Mendes Fillet e Maria Aparecida Rizzato, pelo valioso auxílio na instalação e avaliação dos ensaios de viveiro.

Í N D I C E

	Pág.
1 - RESUMO	1
2 - INTRODUÇÃO	4
3 - REVISÃO DA LITERATURA	7
3.1 - Generalidades	7
3.2 - <i>Thelephora terrestris</i> como fungo ectomí- corrízico	12
3.3 - <i>Pisolithus tinctorius</i> como fungo ectomí- corrízico	15
3.3.1 - Ocorrência natural e hospedeiros	15
3.3.2 - Formação de micorrizas através de inoculação artificial	18
3.3.3 - Eficiência simbiótica em condições de viveiro e de campo	20
4 - MATERIAL E MÉTODOS	25
- ENSAIOS CONDUZIDOS EM VIVEIRO	
4.1 - Ensaio 1 - Crescimento de mudas de <i>Pi-</i> nus oocarpa em solo infestado artificial_ mente com <i>Thelephora terrestris</i> e <i>Pisoli</i> thus tinctorius, em Piracicaba, SP	25
4.2 - Ensaio 2 - Formação de micorrizas, cres- cimento e concentração de nutrientes de mudas de <i>Pinus oocarpa</i> , <i>P. caribaea</i> var. hondurensis e <i>P. khasya</i> em solo infesta- do artificialmente com <i>Pisolithus tincto</i> rius, em Piracicaba, SP	30

- 4.3 - Ensaio 3 - Formação de micorrizas, crescimento e concentração de nutrientes de mudas de *Pinus caribaea* var. *bahamensis* em solo infestado artificialmente com *Thelephora terrestris* e *Pisolithus tinctorius*, em Caravelas, BA 32

- ENSAIOS CONDUZIDOS EM CAMPO

- 4.4 - Ensaio 1 - Sobrevivência e crescimento de mudas de *Pinus oocarpa* com micorrizas formadas por *Thelephora terrestris* e *Pisolithus tinctorius*, em Brotas, SP 34

- 4.5 - Ensaio 2 - Sobrevivência e crescimento de mudas de *Pinus oocarpa*, *P. caribaea* var. *hondurensis* e *P. khasya* com micorrizas formadas por *Thelephora terrestris*, *Pisolithus tinctorius* e outros fungos não identificados, em Brotas, SP 36

- 4.6 - Ensaio 3 - Sobrevivência e crescimento de mudas de *Pinus caribaea* var. *bahamensis* com micorrizas formadas por *Thelephora terrestris* e *Pisolithus tinctorius*, em Caravelas, BA 37

5 - RESULTADOS 39

- ENSAIOS CONDUZIDOS EM VIVEIRO

- 5.1 - Ensaio 1 - Crescimento de mudas de *Pinus oocarpa* em solo infestado artificialmente com *Thelephora terrestris* e *Pisolithus tinctorius*, em Piracicaba, SP 39

5.2 -	Ensaio 2 - Formação de micorrizas, crescimento e concentração de nutrientes de mudas de <i>Pinus oocarpa</i> , <i>P. caribaea</i> var. <i>hondurensis</i> e <i>P. khasya</i> em solo infestado artificialmente com <i>Pisolithus tinctorius</i> , em Piracicaba, SP	43
5.3 -	Ensaio 3 - Formação de micorrizas, crescimento e concentração de nutrientes de mudas de <i>Pinus caribaea</i> var. <i>bahamensis</i> em solo infestado artificialmente com <i>Thelephora terrestris</i> e <i>Pisolithus tinctorius</i> , em Caravelas, BA	53
- ENSAIOS CONDUZIDOS EM CAMPO		
5.4 -	Ensaio 1 - Sobrevivência e crescimento de mudas de <i>Pinus oocarpa</i> com micorrizas formadas por <i>Thelephora terrestris</i> e <i>Pisolithus tinctorius</i> , em Brotas, SP	58
5.5 -	Ensaio 2 - Sobrevivência e crescimento de mudas de <i>Pinus oocarpa</i> , <i>P. caribaea</i> var. <i>hondurensis</i> e <i>P. khasya</i> com micorrizas formadas por <i>Thelephora terrestris</i> , <i>Pisolithus tinctorius</i> e outros fungos não identificados, em Brotas, SP	60
5.6 -	Ensaio 3 - Sobrevivência e crescimento de mudas de <i>Pinus caribaea</i> var. <i>bahamensis</i> com micorrizas formadas por <i>Thelephora terrestris</i> e <i>Pisolithus tinctorius</i> , em Caravelas, BA	63

	Pág.
6 - DISCUSSÃO	67
- ENSAIOS CONDUZIDOS EM VIVEIRO	67
- ENSAIOS CONDUZIDOS EM CAMPO	74
7 - CONCLUSÕES	78
8 - SUMMARY	80
9 - LITERATURA CITADA	83
10 - A P Ê N D I C E	95

1 - RESUMO

Culturas puras de *Thelephora terrestris* e *Pisoli - thus tinctorius* , obtidas através do cultivo de micélio desses simbiontes em substrato composto de vermiculita, turfa e solução nutritiva, foram utilizadas na infestação de solos fumigados de viveiros florestais, em três ensaios instalados em Piracicaba, SP. e Caravelas, BA. Mudanças de *Pinus oocarpa* , *P. caribaea* var. *bahamensis* , *P. caribaea* var. *hondurensis* e *P. khasya* , obtidas nestes ensaios, após 6 a 7 meses de cultivo em solo infestado com os referidos simbiontes, apresentaram abundante formação de ectomicorrizas de *T. terrestris* e *P. tinctorius*. Nos tratamentos testemunha foram notadas, em função do ensaio, diferentes quantidades de ectomicorrizas de *T. terrestris* e outros fungos, formadas a partir da infestação natural do solo. Através de técnicas de reisolamento foi possível a recuperação de *T. terrestris* e *P. tinctorius* , a partir de ec

tomicorrizas típicas dessas espécies fúngicas, em porcentagens médias de 1,9 a 16,5% , respectivamente. Ectomicorrizas típicas de *T. terrestris* e *P. tinctorius* apresentaram diferenças na coloração e desenvolvimento, sendo notória a formação de uma manta de hifas mais espessa para *P. tinctorius* do que para *T. terrestris*. Quanto à ação de *T. terrestris* e *P. tinctorius* no crescimento das mudas em condições de viveiro, verificou-se que o efeito benéfico de ambos os fungos foi mais pronunciado quando a população natural de simbioses ectomicorrízicas era menor ou ausente no viveiro. Não foram notadas diferenças entre os efeitos de *T. terrestris* e *P. tinctorius* para o crescimento das mudas de *P. oocarpa* , *P. caribaea* var. *hondurensis* e *P. caribaea* var. *bahamensis*. No segundo ensaio conduzido em Piracicabá, ectomicorrizas formadas por inóculo natural de *T. terrestris* e outros fungos, promoveram um maior crescimento de mudas de *P. oocarpa* e *P. khasya* , em comparação com ectomicorrizas formadas por *P. tinctorius*. A análise química para os principais elementos minerais, em diferentes partes vegetais das mudas, apresentou diferenças significativas para alguns elementos, sem contudo, permitir uma generalização dos resultados.

Em condições de campo, foram conduzidos três ensaios, todos em solos arenosos e de baixa fertilidade, sendo dois em Brotas, SP e um em Caravelas, BA. Foram utilizados nesses ensaios mudas obtidas nos ensaios de viveiro. Em Caravelas foi também testado tratamento de fertilização mineral (N, P, K,

B e Zn) associado com os tratamentos micorrízicos. Em Brotas, as mudas de *P. oocarpa* com micorrizas formadas por *P. tinctorius* apresentaram melhor crescimento do que as mudas com micorrizas de *T. terrestris* e mudas testemunha, após 17 meses de cultivo. No caso de *P. caribaea* var. *hondurensis* e *P. khasya* ocorreu uma equivalência no efeito dos dois fungos testados, com ligeira superioridade para *T. terrestris* sobre *P. tinctorius*. No ensaio instalado em Caravelas, houve interação entre o tratamento de fertilização mineral e tratamento micorrízico. Após 12 meses de cultivo o efeito benéfico das ectomicorrizas era maior para as mudas fertilizadas do que para as não fertilizadas, independente do fungo micorrízico. Quanto aos tratamentos micorrízicos, *P. tinctorius* em comparação com *T. terrestris*, proporcionou um maior estímulo no crescimento das mudas de *P. caribaea* var. *bahamensis*, especialmente das adubadas. As mudas testemunha (sem ectomicorrizas e sem fertilização) apresentaram uma menor taxa média de sobrevivência (65%) em relação aos demais tratamentos (92%). Os simbiontes testados, especialmente *P. tinctorius*, produziram abundante número de corpos de frutificação associados às mudas no campo, em Caravelas, indicando a sua adaptação a esta área. Em Brotas, somente *P. tinctorius* produziu quantidades significativas de basidiocarpos.

2 - INTRODUÇÃO

O cultivo de espécies tropicais de *Pinus* no Brasil tem apresentado dificuldades para a obtenção de mudas com adequado desenvolvimento micorrízico. Estas dificuldades estão ligadas à disponibilidade de inóculo de fungos micorrízicos em quantidade e qualidade desejáveis, uma vez que tais organismos não são indígenas nas regiões onde se vem implantando as espécies de pinheiros tropicais. O inóculo micorrízico vem sendo introduzido nos viveiros através da aplicação de acículas e/ou solo de povoamentos adultos nos canteiros de semeadura. No entanto, essa prática, embora a única viável no momento, apresenta algumas limitações, entre as quais:

- i - dificuldades da obtenção e transporte desse inóculo devido às longas distâncias entre as fontes e os viveiros;

- ii - impossibilidade de se conhecer os fungos micorrízicos presentes no substrato, e, por conseguinte, a sua eficiência simbiótica, sua especificidade quanto à planta hospedeira e sua adaptabilidade a diferentes condições ecológicas;
- iii - emprego de fungos de menor rusticidade, não adaptados para condições adversas que ocorrem principalmente na fase de implantação dos povoamentos (altas temperaturas do solo, falta de água, baixos níveis de pH e fertilidade do solo), uma vez que o inóculo é muitas vezes coletado em povoamentos velhos;
- iv - riscos de disseminação de patógenos, pragas e ervas daninhas.

Recentemente, novas técnicas para utilização de fungos micorrízicos em programas de reflorestamento de *Pinus* têm sido desenvolvidas através da incorporação de inóculo de fungos selecionados em solo fumigado nos viveiros de mudas (BOWEN, 1965 ; TAKACS, 1967 ; MIKOLA, 1973 ; TRAPPE, 1977). Entre os fungos empregados destacam-se: *Pisolithus tinctorius* (Pers.) Coker e Couch e *Thelephora terrestris* Ehrh. ex Fr., pela sua adaptação a condições ambientes adversas, facilidade de cultivo e disseminação eficiente (MARX e BRYAN, 1975 ; MARX, 1975b / 1976a).

As observações efetuadas nos viveiros e plantações de *Pinus* spp , indicam que o fungo *T. terrestris* já ocorre no Brasil, enquanto que *P. tinctorius* se associa com espécies de

Eucalyptus, não tendo sido verificado em espécies de pinheiros.

Considerando o potencial destes dois fungos e do cultivo de espécies de pinheiros tropicais no Brasil, o presente trabalho apresenta como objetivos principais:

- a - testar técnicas que possibilitem o uso de fungos micorrízicos específicos, mais eficientes para as condições de implantação de povoamentos, através da infestação artificial do solo.
- b - avaliar a capacidade de formação de micorrizas em pinheiros tropicais pelos fungos *P. tinctorius* e *T. terrestris*.
- c - estudar os efeitos dos referidos fungos no crescimento e desenvolvimento de mudas de pinheiros tropicais em condições de viveiro e de campo.
- d - introduzir no Brasil, a estirpe de *P. tinctorius* que forma micorrizas em espécies de *Pinus*.

3 - REVISÃO DA LITERATURA

3.1 - GENERALIDADES

Em 1885, o botânico A. B. Frank apresentou os trabalhos iniciais referentes a associação de determinados fungos do solo e raízes de árvores, sugerindo o termo micorriza (fungo-raiz) (LEVISHON, 1958 ; BAKSHI e KUMAR, 1968). De acordo com sua teoria, os fungos micorrízicos absorveriam nutrientes e água do solo e os translocariam para a árvore, que em troca supriria os simbiossomas com açúcares simples.

As pesquisas com as associações micorrízicas, após essas primeiras investigações, tiveram um grande impulso e significativas contribuições de renomados pesquisadores foram trazidas ao conhecimento do mundo científico. Cabe salientar os trabalhos básicos de MELIN e NILSSON (1950) , MELIN (1953), HARLEY (1959) , MEYER (1973 , 1974) , BJORKMAN (1960 , 1970 ab),

HACSKAYLO (1973 a, 1971).

Com poucas exceções, todas as plantas na natureza se associam com fungos micorrízicos. Como a associação simbiótica pode ser considerada uma regra, alguns autores (WILHELM, 1966 ; KORMANIK *et alii*, 1977) afirmaram que em condições de campo as plantas não desenvolvem raízes e sim micorrizas. Sabe-se atualmente que somente algumas espécies vegetais, como as crucíferas, ciperáceas, quenopodiáceas e plantas aquáticas não se associam com fungos simbiontes.

As micorrizas são classificadas de acordo com o arranjo das hifas nas células do córtex da raiz. De acordo com a terminologia proposta por PEYRONEL *et alii* (1969) são divididas em *ectomicorrizas* (quando as hifas do fungo se desenvolvem intercelularmente, formando a rede de Hartig), *endomycorrizas* (quando as estruturas do fungo se desenvolvem intracelularmente) e *ectoendomycorrizas* (quando o fungo se desenvolve inter e intracelularmente).

As ectomicorrizas ocorrem naturalmente em importantes espécies florestais, em várias regiões do mundo. Entre as gimnospermas todos os representantes da família Pinaceae, ou seja, os gêneros *Pinus*, *Picea*, *Abies*, *Larix*, *Tsuga* e *Pseudotsuga* são ectomicorrízicos (MEYER, 1973). Dentre as angiospermas pode-se citar os gêneros *Salix*, *Populus*, *Carya*, *Eucalyptus*, *Fagus* e *Quercus*. Estima-se que 2.100 espécies de fungos micorrízicos se associam com essências florestais nos EUA, sendo a maioria composta pelos basidiomicetos e alguns

ascomicetos (MARX, 1975b).

Em essências florestais, as associações micorrízicas tiveram sua importância prática notada em função dos inúmeros fracassos na introdução de espécies, especialmente as do gênero *Pinus*, em diversos países do mundo. O exemplo mais consagrado ocorreu em Porto Rico, onde a primeira tentativa de introdução de pinheiros tropicais foi conduzida pelo Serviço Florestal Americano, em 1932. Durante as duas décadas seguintes foram introduzidas 26 espécies de *Pinus* de várias procedências. Apesar das fertilizações e práticas culturais as introduções resultaram em fracasso. As mudas produzidas nos viveiros desenvolviam-se até uma altura de 7 a 30 cm, tornavam-se cloróticas e com sintomas de extrema deficiência de fósforo. Nesse estágio o crescimento era estagnado, ocorrendo a morte das plantas. Com base nos resultados negativos, obtidos durante longo período de tempo, especulou-se que a falta de fungos micorrízicos seria limitante para o crescimento e sobrevivência das mudas. Essa hipótese viria a ser confirmada, com a introdução de espécies de fungos micorrízicos na ilha (BRISCOE, 1959, HACSKAYLO e VOZZO, 1967; VOZZO e HACSKAYLO, 1971).

A literatura relata inúmeros exemplos semelhantes ao descrito, nos quais os programas de introdução de *Pinus* spp tenderam ou resultaram em fracasso, até que os fungos micorrízicos fossem introduzidos. Pode-se destacar os exemplos nas Filipinas (BAKASHI e KUMAR, 1968), Nova Zelândia (RAWLINGS,

1951, 1958) , Costa Rica (CONDORI, 1964) , Austrália (THEODO-ROU e BOWEN, 1970) , África , Ásia e áreas sub-alpinas da Áus^utria (MIKOLA, 1969a,b ; MARX, 1975a), áreas sem florestas dos EUA (WILDE, 1954 ; MARX *et alii*, 1978) e algumas regiões da Argen^utina (TAKACS, 1964). Em certas regiões do Brasil, o baixo de^usenvolvimento de espécies de pinheiros tropicais tem sido as^usociado com pequena porcentagem de raízes micorrízicas no sis^utema radicular. (KRÜGNER, T. L. - Comunicação Pessoal).

A presença de ectomicorrizas em regiões em que os pi^unheiros não ocorrem naturalmente se deve provavelmente à in^utrodução não planejada dos fungos ectomicorrízicos juntamente com as mudas nos recipientes. Segundo os historiadores, os primeiros colonizadores traziam consigo árvores de seus paí^usés de origem, que eram plantadas próximas aos locais recém^u-colonizados. Dessa maneira, de acordo com MIKOLA (1973) há mais de 200 - 300 anos foram plantadas grandes quantidades de árvores micorrizadas no sul da África , Austrália , Nova Zelân^udia e América do Sul. É provável também que os fungos micor^urízicos tenham chegado a muitos países através dos jardins bo^utânicos, com importação de mudas envasadas. Os fungos micor^urízicos podem também ter sido introduzidos na forma de espo^u-ros unidos às sementes importadas.

No Brasil, não foram obtidos relatos sobre a intro^udução de fungos micorrízicos nas inúmeras espécies aqui culti^uvadas. Possivelmente, foram introduzidos através dos caminhos citados anteriormente. Em consequência dessa introdução alea^u

tória, alguns aspectos importantes não foram considerados, tais como: (i) conhecimento sobre a habilidade de certas espécies de fungos ectomicorrízicos de se desenvolverem em diferentes habitats e (ii) introdução do(s) fungo(s) apropriado(s) para a espécie florestal em questão (BOWEN e THEODOROU, 1973 ; MARX, 1976).

Sob os auspícios da F.A.O., MIKOLA (1969a) realizou uma viagem científica em cerca de 20 países, com a finalidade de verificar a importância e técnicas da inoculação micorrízica em essências florestais. Em uma extensa monografia sobre o assunto, o autor fez algumas recomendações, das quais as mais importantes são: (i) condução de estudos comparativos sobre a fisiologia, ecologia e eficiência simbiótica de diferentes espécies de fungos micorrízicos ; (ii) desenvolvimento de uma técnica viável de inoculação de cultivos puros de fungos micorrízicos através de micélio e esporos ; (iii) estudos das associações micorrízicas com simbiontes pouco conhecidos em essências florestais ; (iv) pesquisar as micorizas endotróficas em essências florestais ; (v) determinar a distribuição geográfica e o histórico das migrações de fungos micorrízicos exóticos.

Já nesse período, inúmeros pesquisadores em vários laboratórios do mundo, iniciavam a publicação de artigos científicos dentro das linhas de pesquisa consideradas prioritárias por Mikola .

Nos EUA , apesar das pesquisas com micorrizas se iniciarem nos primeiros anos de 1900 (MARX, 1977b), somente após a Segunda Guerra Mundial foi abordada a utilização prática dos simbiossantes para a melhoria da qualidade e aumento da sobrevivência das mudas no campo (KORMANICK *et alii*, 1977). A partir de 1970, o Instituto para Pesquisas e Desenvolvimento de Micorrizas, sob a direção de D. H. Marx, iniciou uma série de estudos que propiciaram o desenvolvimento de novas técnicas, alterando os rumos das pesquisas de fungos micorrízicos em essências florestais. Os trabalhos foram concentrados principalmente nas associações micorrízicas de *Thelephora terrestris* e *Pisolithus tinctorius* com várias espécies florestais, principalmente as do gênero *Pinus*.

3.2 - *Thelephora terrestris* COMO FUNGO ECTOMICORRÍZICO

Quando as relações micorrízicas não eram totalmente aceitas o fungo ectomicorrízico *T. terrestris* foi descrito como patógeno em viveiros florestais, pois os basidiocarpos se desenvolviam envolvendo a base do caule das mudas, sugerindo seu estrangulamento (HACSKAYLO, 1965). Posteriormente, WEIR (1921) reportou que embora o fungo fosse aparentemente um parasita, os repetidos exames de mudas de *Pinus* sp envolvidas pelas frutificações não evidenciaram a invasão de tecidos vivos.

Mais recentemente, ZAK e MARX (1964) observaram a infecção natural de *T. terrestris* em canteiros de *Pinus elliotii* var. *elliottii*, com quatro meses de idade. Esta constituiu a primeira constatação do simbionte em raízes da espécie.

Estudos sobre a associação entre *T. terrestris* e *P. virginiana* micorrizadas naturalmente, em casa de vegetação, a partir de esporos produzidos em mudas de *Picea abies* foram conduzidos por HACSKAYLO (1965). Foram traçadas rizomorfias dos esporóforos até as ectomicorrizas e pelo exame dos cortes histológicos verificaram-se as características da rede de Hartig e do manto de hifas. Utilizando a técnica de ZAK e MARX (1964) o autor não obteve sucesso nos reisolamentos, após inúmeras tentativas. Com base nos resultados dos experimentos, verificou-se a importância dos metabólitos essenciais produzidos pela raiz, para a formação e desenvolvimento das ectomicorrizas e frutificações. Essa dependência de *T. terrestris* pelos carboidratos exsudados no sistema radicular foi abordada com mais profundidade em trabalho posterior (HACSKAYLO, 1973b).

Na Itália, pelos levantamentos conduzidos em viveiros florestais com o objetivo de determinar a ocorrência de fungos micorrízicos, FASSI e FONTANA (1966) descreveram *T. terrestris* associando-se com *Pinus strobus*.

Plantas de *Pinus echinata*, cultivadas em substrato esterilizado tornaram-se micorrizadas naturalmente por *T. terrestris*, após três meses em casa de vegetação, na Geórgia, EUA (MARX e DAVEY, 1969b). Os detalhes da associação, des

de o exame dos cortes histológicos, características da ectomicorriza e das culturas do simbiote até a porcentagem de isolamento foram consideradas no trabalho.

MARX e BRYAN (1969a) cultivaram onze espécies de *Pinus* inoculadas artificialmente com dois isolados de *T. terrestris* sob condições assépticas em uma câmara de crescimento especial e em casa de vegetação. Esses autores verificaram que no interior da câmara de crescimento, todas as espécies formaram ectomicorrizas típicas de *T. terrestris* ampliando o número inicial de 5 para 11 espécies que se associavam com o fungo. As mudas não inoculadas dentro da câmara não se apresentaram micorrizadas, comprovando a eficiência da câmara. Por outro lado, as mudas cultivadas na casa de vegetação desenvolveram abundante quantidade de micorrizas de *T. terrestris* e outro simbiote não identificado, originadas da infestação natural do solo.

O interesse nas relações simbióticas entre *T. terrestris* e espécies florestais levou MARX e BRYAN (1970) a examinarem a capacidade de formação de micorrizas por *T. terrestris* em espécies do gênero *Pinus*, *Picea* e *Pseudotsuga* cultivadas em câmara de crescimento. Pelos resultados da pesquisa estendeu-se o número de 11 (MARX e BRYAN, 1969a) para 21 espécies de *Pinus* que se associavam com *T. terrestris*. Plantas de *Pinus* mantidas fora da câmara de crescimento, com a finalidade de detectar infestação natural, foram micorrizadas por *T. terrestris*, a partir de basidiosporos transportados pelo

vento. Todas as espécies de pinheiros, com exceção de *P. densiflora* e *P. contorta*, foram infectadas naturalmente com variações na porcentagem de micorrização.

Em continuidade aos trabalhos desenvolvidos anteriormente, MARX e BRYAN (1969b) conduziram um completo levantamento dos fungos micorrízicos associados com *P. echinata* e que infestavam naturalmente solos fumigados em condições de viveiro. A caracterização cultural e química dos isolados revelou a existência de cinco grupos distintos, sendo o principal deles constituído por *T. terrestris*. Este fungo foi considerado como o primeiro simbiote colonizador de solos recém fumigados.

Até a presente data, os basidiosporos transportados pelo vento eram tidos como as estruturas de disseminação e inoculação de *T. terrestris*, sem entretanto haver um experimento conclusivo. Comprovando essa evidência, MARX e ROSS (1970) obtiveram abundante formação de ectomicorrizas de *T. terrestris* em *Pinus taeda* a partir de basidiosporos aplicados no solo.

3.3 - *Pisolithus tinctorius* COMO FUNGO ECTOMICORRÍZICO

3.3.1 - Ocorrência natural e hospedeiros

Apesar de descrito por Michelli em 1791 como *Lycoperdoides album tinctorium* e desde então terem sido empregados cerca de 60 diferentes nomes genéricos (MARX, 1977a) o gaste-

romiceto *Pisolithus tinctorius* somente nos últimos anos teve sua importância reconhecida como um simbiote de elevada eficiência quando associado com essências florestais.

TRAPPE (1962) e LAMPKY e PETERSON (1963) relataram os trabalhos conduzidos desde Cooker e Couch em 1928 até Biggellow em 1959, nos quais os autores limitaram-se a citar a ocorrência do fungo, sem a preocupação de associá-lo com raízes de plantas.

No Missouri, LAMPKY e PETERSON (1963) coletaram basidiocarpos de *P. tinctorius*, em habitat extremamente adverso, associados com *P. banksiana*. O fungo foi encontrado em solo degradado por atividades de mineração, apresentando elevada acidez e teores desprezíveis de matéria orgânica. Schramm, citado por MARX (1975b) observou também a ocorrência destes fungos, em condições extremamente adversas de solos de mineração em vários estados americanos.

A área de ocorrência de *P. tinctorius* foi ampliada por LOWY (1964), examinando na Louisiana frutificações do fungo associadas ou próximas de *Quercus virginiana*, *Pinus taeda* e *P. caribaea*. De maneira idêntica aos levantamentos anteriores, *P. tinctorius* foi coletado em solos argilosos estêreis e arenosos com teores de matéria orgânica extremamente baixos.

Posteriormente, LAMPKY e LAMPKY (1973) encontraram basidiocarpos do simbiote na área central do Estado da Flórida. As frutificações foram coletadas próximas de plantas de *P. palustris* cultivadas em solo arenoso, coberto por resí-

duos vegetais.

Pesquisando os hospedeiros de *P. tinctorius*, MARX e BRYAN (1970) cultivaram diversas espécies de coníferas em solo infestado com este fungo. Relatou-se a formação de ectomicorrizas em 14 das 19 espécies de *Pinus*, aumentando-se o número de espécies que se associavam com o fungo. Exames macro e microscópicos indicaram que as ectomicorrizas foram morfolologicamente semelhantes em todas as espécies. Enfatizou-se que a falta de desenvolvimento de ectomicorrizas em algumas espécies não indicava necessariamente que o fungo não se associe naturalmente com essas espécies, pois a capacidade de simbiose é dependente de fatores externos.

GRAND (1976) realizou um levantamento sobre a ocorrência de *P. tinctorius* e as essências florestais que se associam com este simbiote. De acordo com o autor, o fungo é mais disseminado nos EUA do que se acreditava, sendo coletados basidiocarpos em 36 estados americanos. Foram examinados também basidiocarpos provenientes de 14 países, constatando-se que *P. tinctorius* se associava com 11 gêneros florestais. Enfatizou-se que o fungo tem sido observado em uma imensa variedade de tipos de solo, sendo opinião geral que ocorre com maior frequência em solos pobres, incluindo solos de mineração, resíduos de caolin, dunas de areia, pilhas de resíduos de granito, piçarra, argila erodida e solos rochosos.

Completando a revisão de GRAND (1976), MARX (1977a) realizou uma compilação de hospedeiros e ocorrência mundial do simbiote. O fungo foi encontrado em 33 países, representando seis continentes e em 38 dos 50 estados norte-americanos. Sua ocorrência natural em viveiros florestais, segundo o autor é rara, especialmente em solo fumigado. Através de inoculação artificial, verificou-se que *P. tinctorius* forma ectomicorrizas com 46 espécies arbóreas em diversos gêneros como: *Abies*, *Betula*, *Carya*, *Eucalyptus*, *Pinus*, *Pseudotsuga*, *Quercus* e *Tsuga*.

2.3.2 - Formação de micorrizas através de inoculação artificial

A primeira síntese de ectomicorrizas de *P. tinctorius* foi obtida por BRYAN e ZAK (1961) em mudas de *Pinus echinata* cultivadas em condições axênicas. Resultados negativos foram verificados nas inoculações de *P. taeda*, *P. elliotii* var. *elliotii* e *P. palustris*.

Do mesmo modo, MARX e BRYAN (1969a) não obtiveram a síntese de ectomicorrizas de *P. tinctorius* em mudas de *P. taeda* inoculadas artificialmente e MARX e DAVEY (1969a) verificaram um desenvolvimento incompleto do manto de hifas e da rede de Hartig em ectomicorrizas de *P. tinctorius* em *P. taeda* e *P. echinata*. Na tentativa de explicar os resultados desses dois experimentos, os autores discutem que *P. tinctorius* requer al

tas temperaturas para a formação e desenvolvimento de micorrizas, as quais não foram atingidas nos ensaios conduzidos na câmara de crescimento.

Esses resultados e as escassas evidências experimentais levaram MARX *et alii* (1970) a verificarem o efeito da temperatura na síntese de ectomicorrizas em *Pinus taeda*. *Thelephora terrestris* induziu elevada micorrização na faixa de temperatura de 14 - 24°C , diminuindo a 29°C e estando ausente a 34°C . Efeito contrário foi verificado para *P. tinctorius*, o qual induziu maior micorrização às temperaturas de 29 - 34°C , havendo redução em 50% a 14°C .

MARX e BRYAN (1971) observaram que a 40°C plantas de *Pinus taeda* com micorrizas de *P. tinctorius* sobreviveram e tiveram um desenvolvimento superior em comparação com plantas com *T. terrestris* e testemunha não inoculada.

Wingfield citado por MARX (1969) observou que ecto-micorrizas de *P. tinctorius* formadas pela inoculação artificial de micélio do fungo, asseguraram a sobrevivência e vigor de mudas de *Pinus taeda* inoculadas com *Rhizoctonia solani* , quando comparadas com a testemunha sem ectomicorrizas. Este trabalho veio confirmar o decréscimo de podridão de raiz, observado em condições de campo, pela presença de associações micorrízicas. Posteriormente, inúmeros autores verificaram a proteção conferida pelos simbiontes às raízes de essências florestais (MARX, 1972).

Cabe salientar ainda, a contribuição de HILE e HENNEN (1969), com as primeiras pesquisas sobre a fisiologia de *P. tinctorius*, isolando e posteriormente induzindo o crescimento vegetativo do fungo em meio de cultura.

3.3.3 - Eficiência simbiótica em condições de viveiro e de campo

Um dos trabalhos pioneiros sobre infestação do solo de viveiros florestais com *P. tinctorius* foi desenvolvido por MARX e BRYAN (1975). As mudas de *P. taeda* cultivadas em solo infestado artificialmente com micélio de *P. tinctorius* estavam micorrizadas um mês após a emergência das plântulas. No levantamento final, as mudas desse tratamento apresentaram 90% das raízes curtas micorrizadas com *P. tinctorius* e com peso seco duas vezes maior do que as mudas dos demais tratamentos. As mudas cultivadas no solo infestado com basidiosporos de *P. tinctorius* e testemunha apresentaram-se com 50% e 45% das raízes curtas com ectomicorrizas de *T. terrestris*, respectivamente, resultado da infestação natural do solo por este fungo. Não foram verificadas diferenças significativas na análise química das acículas para N, P, K, Ca e Mg. *Pisolithus tinctorius* sobreviveu durante o inverno no solo, na ausência do hospedeiro e conservou a capacidade de induzir micorrizas, quando o solo foi normalmente utilizado.

Em antecipação aos programas de reflorestamento no Peru, MARX (1975a) empreendeu um levantamento nas populações de várias espécies florestais desse país, detectando-se pelo menos seis diferentes fungos micorrízicos, com base na coloração e morfologia das ectomicorrizas, sem contudo, identificá-los. Procedeu-se também a um programa de inoculação artificial de *P. tinctorius*, *T. terrestris* e *C. graniforme*, em *P. michoacana*, *P. teocote*, *P. rudis*, *P. pseudostrobus*, *P. ayacahuite*, *P. leiophylla*, observando no viveiro, um efeito positivo no crescimento das mudas com ectomicorrizas, com destaque para *P. tinctorius*.

A alta disponibilidade de basiocarpos de *P. tinctorius*, levou MARX (1976b) a testar inúmeras técnicas de infestação do solo com basidiosporos. Concluiu-se que a formação de micorrizas é mais intensa misturando-se os esporos a seco no solo ou pulverizando-os sobre as raízes das mudas sem micorrizas. Verificou-se ainda que os esporos podem ser armazenados até 34 meses e que houve uma correlação positiva entre a porcentagem de micorrização e o peso seco da parte aérea.

BERRY e MARX (1976) estudando o efeito de *P. tinctorius* e resíduo seco de esgoto, verificaram um efeito favorável da infestação do solo no crescimento de mudas de *P. taeda* e *P. echinata*. Não foram detectadas diferenças significativas entre os tratamentos para os teores de treze elementos minerais (N, P, K, Ca, Mg, Mn, Fe, B, Cu, Mo, Sr, Ba, Na) nas acículas das duas espécies. Entretanto para *P. taeda*

da com *P. tinctorius* ocorreu uma concentração de Zn significativamente menor do que nas acículas das mudas do tratamento testemunha. Foi detectada a infestação natural do solo com *T. terrestris* e *C. graniforme*, tornando-se possível o isolamento dos fungos. Com base nos resultados, a interação entre o resíduo seco de esgoto com as ectomicorrizas de *P. tinctorius* demonstrou ser potencialmente importante na melhoria da qualidade de solos erodidos.

Com o aumento no interesse na produção de mudas de essências florestais em recipientes nos EUA, MARX e BARNETT (1974) e RHUELE e MARX (1977) desenvolveram um estudo para verificar o melhor substrato e a melhor fertilização na formação de ectomicorrizas de *P. tinctorius* em *P. taeda*. O trabalho mostrou que o meio de cultivo contendo turfa + vermiculita em mistura com solo requereu uma baixa dosagem de fertilizante para induzir uma boa formação de ectomicorrizas no sistema radicular de *P. taeda*. Também casca moída de *Pinus*, em recipientes, quando infestada com micélio de *P. tinctorius*, promoveu o desenvolvimento de raízes secundárias e alta porcentagem de ectomicorrizas. Os autores especularam sobre a disponibilidade de uso dos diferentes materiais na prática rotineira de viveiros florestais.

A influência de *P. tinctorius* no crescimento de cinco espécies de *Pinus*, foi investigada por MARX *et alii* (1976) ao introduzirem micélio e basidiosporos do fungo em três viveiros florestais. Na Carolina do Norte a infestação natural

do solo com micélio de *P. tinctorius* promoveu um estímulo no crescimento das mudas de *P. taeda*, *P. virginiana* e *P. strobus*. Entretanto, não foram verificadas diferenças significativas no crescimento de *P. taeda*, *P. elliottii* var. *elliottii*, *P. clausa*, *P. virginiana* e *P. strobus* na Flórida e Geórgia, devido à eficiente contaminação natural de *T. terrestris* no solo infestado com *P. tinctorius* e testemunha.

A eficiência de *P. tinctorius* e *T. terrestris* foi comprovada posteriormente em ensaios de viveiro, conduzidos na Virginia e em Oklahoma (MARX e ARTMAN, 1978 ; MARX *et alii*, 1978).

Em experimentação de campo, conduzida em cinco locais da Carolina do Norte e da Flórida, MARX *et alii* (1977) verificaram em alguns "sites" sobrevivência e crescimento significativamente superiores para *Pinus taeda*, *P. strobus*, *P. virginiana*, *P. elliottii* var. *elliottii* e *P. clausa* com ectomicorrizas formadas no viveiro pela infestação artificial do solo com micélio de *P. tinctorius*, em comparação com ectomicorrizas formadas naturalmente por *T. terrestris*.

Prosseguindo em sua linha de pesquisas, BERRY e MARX (1978) compararam o crescimento de plantas de *P. taeda* e *P. virginiana* com ectomicorrizas de *P. tinctorius* e ectomicorrizas naturais de *T. terrestris* em dois locais da "Copper Basin" no Tennessee. Os resultados, após dois anos, comprovaram a superioridade do *P. tinctorius*, recomendando-se a sua utilização em condições adversas de solo.

Em trabalho mais recente, MARX e ARTMAN (1979) verificaram em condições de campo, uma melhor sobrevivência e crescimento de mudas de *P. taeda* e *P. echinata* com ectomicorrizas formadas por *P. tinctorius*, do que com *T. terrestris* em solos com resíduos ácidos de carvão mineral. As mudas com ectomicorrizas de *P. tinctorius* tiveram maior teor de N e menor teor de S, Fe, Mn e Al nas acículas. Não houve significância para P, K, Mg, Zn e Ca.

O efeito benéfico de *P. tinctorius* na sobrevivência e vigor das plantas de pinheiros temperados, em condições adversas, tais como em resíduos de caolin e solos de mineração tem sido exhaustivamente discutido por MARX (1975b, 1976a e 1977b).

4 - MATERIAL E METODOS

- ENSAIOS CONDUZIDOS EM VIVEIRO

4.1 - ENSAIO 1 - CRESCIMENTO DE MUDAS DE *Pinus oocarpa* EM SOLO INFESTADO ARTIFICIALMENTE COM *Thelephora terrestris* E *Pisolithus tinctorius*, EM PIRACICABA, SP.

- Preparo do Inóculo

Foram empregados nos estudos, um isolado de *T. terrestris* e um isolado de *P. tinctorius*, ambos obtidos a partir de mudas de *P. taeda*, cedidos pelo Dr. Donald H. Marx, do Instituto para Pesquisas e Desenvolvimento de Micorrizas. A produção de inóculo dos fungos ectomicorrízicos foi realizada de acordo com a metodologia preconizada por MARX e BRYAN (1975). Frascos de vidro, com capacidade de 1.500 ml, foram preenchidos com 700 ml de vermiculita peneirada, 25 ml de tur

fa e 350 ml de solução nutritiva de Melin Norkrans modificado por Marx (MMN), sendo em seguida autoclavados (60 minutos, 1 atmosfera de pressão, 120°C de temperatura). Nas tampas metálicas dos frascos foram adaptados tubos de vidro para possibilitar trocas gasosas. Para impedir a contaminação dos frascos, os tubos de vidro foram tampados com algodão hidrôfobo. Para cada um dos frascos foram transferidos quatro cilindros de micélio dos fungos ectomicorrízicos, retirados da periferia de culturas com 30 dias de idade, utilizando um furador de rolha, com 1,0 cm de diâmetro. Os frascos foram mantidos por 70 - 80 dias em condições normais de laboratório, recobertos com sacos de papel.

Para seu emprego os frascos de cultivo tiveram seu conteúdo transferido para uma peça de tecido poroso e sob água corrente foi feita a lavagem do inóculo durante um minuto. Idêntico procedimento foi conduzido para os frascos testemunha. Aliquotas de cada inóculo foram colocadas em sacos plásticos separados e armazenadas em refrigerador na temperatura de $6 - 8^{\circ}\text{C}$, durante 12 - 15 horas, antes de sua aplicação no viveiro.

- Estabelecimento do ensaio

O ensaio foi instalado no viveiro do Departamento de Silvicultura da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" da Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP, em 14 - 15

de janeiro de 1977. O solo utilizado no ensaio foi fumigado com a formulação comercial de brometo de metila (98%) + cloropirrina (2%) à base de $40 \text{ cm}^3/\text{m}^2$. O fumigante foi aplicado sob cobertura de lençol plástico que foi mantida durante 48 horas. Decorrido igual período, a cobertura plástica foi retirada, revolvendo-se o solo para facilitar a aeração e após 48 horas utilizado para a instalação do ensaio. O valor de pH do solo foi de 5,9, a porcentagem de C 0,40 e os teores de P, K, Ca, Mg, Al e H foram 0,06, 0,05, 1,00, 0,30, 0,20, 1,70, respectivamente (1).

O inóculo dos fungos micorrízicos e testemunha foi misturado com o solo esterilizado na proporção de 1/10 (v/v), procedendo-se em seguida ao preenchimento dos laminados. Distribuídas as parcelas no viveiro, fez-se a semeadura, empregando-se sementes prodecentes de um pomar de sementes instalado em Mogi-Guaçu, SP. As sementes foram recobertas com solo peneirado e acículas de *Pinus* previamente picadas e fumigadas com brometo de metila. A umidade do solo foi mantida através de regas, durante todo o período do ensaio. Após o 25º dia iniciou-se a adubação do solo à base de 2,0 g de NPK, diluídos em cinco litros de água por parcela, em períodos de 15

(1) A análise do solo foi feita no Centro de Estudos de Solos do Departamento de Solos, Geologia e Fertilizantes, da ESALQ/USP.

dias, através de rega.

O experimento foi instalado num delineamento inteiramente casualizado com três tratamentos de infestação do solo e quatro repetições por tratamento. As parcelas consistiram originalmente de 45 recipientes cada. Os tratamentos micorrízicos foram: (i) infestação artificial do solo com micélio de *T. terrestris* ; (ii) infestação artificial do solo com micélio de *P. tinctorius* e (iii) infestação artificial do solo com inóculo autoclavado (testemunha).

- Avaliações conduzidas

Desde a semeadura até o término do ensaio foram conduzidas avaliações periódicas visando verificar o efeito dos tratamentos micorrízicos. Cerca de 6 a 7 semanas, após a semeadura, foram coletadas três plantas de cada parcela para exame do sistema radicular e do desenvolvimento das ectomicorizas.

Após seis meses de cultivo as mudas foram retiradas dos recipientes. As raízes laterais com ectomicorizas foram coletadas para o reisolamento dos fungos simbioses, feito de acordo com a técnica sugerida por MARX *et alii* (1970). As ectomicorizas identificadas macroscopicamente como formadas por *T. terrestris* e *P. tinctorius* foram lavadas em água corrente, e transferidas para frascos de plástico de paredes perfuradas. Estes frascos foram colocados em "erlenmeyers" de 3 litros, con

tendo uma solução de detergente (2 - 3 gotas / 100 ml de água), e agitados vigorosamente. Em seguida os frascos foram transferidos para "erlenmeyers" contendo uma solução de 1.000 ml de HgCl_2 (100 ppm) durante três minutos, sendo posteriormente lavados por seis vezes consecutivas em água destilada esterilizada, durante dez minutos em cada lavagem. Removeu-se asepticamente as ectomicorrizas dos frascos para placas de petri esterilizadas, transferindo-se as ectomicorrizas para tubos de ensaio contendo meio de MMN agar. Os tubos foram mantidos em estufa, no escuro, a 27° - 30°C durante 25 - 35 dias, quando fez-se a avaliação do reisolamento.

Para a avaliação quantitativa da micorrização todas as mudas de *P. oocarpa* foram examinadas. As ectomicorrizas foram agrupadas em três tipos (*T. terrestris*, *P. tinctorius* e não determinadas) e a porcentagem de raízes laterais curtas que apresentaram-se micorrizadas foi estimada visualmente (MARX *et alii*, 1976).

As mudas foram medidas individualmente para a determinação da altura do caule e comprimento do sistema radicular. As melhores mudas de cada tratamento foram selecionadas com base na ausência e presença de ectomicorrizas e re-plantadas nos laminados. As mudas repicadas foram mantidas sob cobertura de sombrite por 15 dias, sendo então transferidas para as condições normais de viveiro.

4.2 - ENSAIO 2 - FORMAÇÃO DE MICORRIZAS, CRESCIMENTO E CONCENTRAÇÃO DE NUTRIENTES DE MUDAS DE *Pinus oocarpa*, *P. caribaea* VAR. *hondurensis* E *P. khasya* EM SOLO INFESTADO ARTIFICIALMENTE COM *Pisolithus tinctorius*, EM PIRACICABA, SP.

- Preparo do inóculo

A produção de inóculo de *P. tinctorius* foi conduzida conforme descrito em 4.1.

- Estabelecimento do ensaio

O ensaio foi também instalado no viveiro do Departamento de Silvicultura da ESALQ, em Piracicaba, SP, em 3 e 4 de maio de 1977. A mistura do solo empregada, sua fumigação e infestação com o fungo micorrízico foram feitas de modo semelhante ao ensaio 1 (item 4.1).

A cobertura das sementes, manutenção da umidade do solo e fertilização do experimento foram também conduzidas de maneira idêntica ao ensaio anterior.

O experimento compreendeu um delineamento fatorial 2 x 3, combinando dois tratamentos de infestação de solo com as três espécies de *Pinus*, com três repetições. Os tratamentos micorrízicos foram: (i) infestação artificial do solo com micélio de *P. tinctorius* e (ii) infestação artificial do solo com inóculo autoclavado. Cada repetição consistiu de uma parcela retangular com 45 sacos plásticos.

- Avaliações conduzidas

Após sete meses de cultivo, as mudas foram retiradas dos sacos plásticos para a avaliação final. A formação de ectomicorrizas foi avaliada visualmente conforme o ensaio 1. Para exames histológicos as micorrizas de *T. terrestris* e *P. tinctorius* foram coletadas, fixadas em ácido acético-formol-álcool (AFA), desidratadas, infiltradas com parafina, seccionadas em micrôtomato rotativo (na espessura de 12 μ m) coloridas em safranina-verde rápido e montadas em lâminas de vidro (JOHANSEN, 1940). As raízes laterais com os principais tipos de ectomicorrizas foram coletadas para o reisolamento dos fungos simbiotes, de acordo com a descrição no item 4.1.

As mudas foram medidas individualmente para a determinação da altura do caule, diâmetro do colo e peso seco da raiz e caule. Após a determinação do peso seco, a parte aérea e sistema radicular das mudas das três espécies de *Pinus*, selecionadas com base na abundante formação de ectomicorrizas de *T. terrestris* (infestação natural do solo) e de *P. tinctorius* (infestação artificial do solo) foram analisadas para concentração de N, P, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Mn e Zn. As análises foram conduzidas no Setor de Nutrição Mineral de Plantas, do Departamento de Química - ESALQ/USP.

4.3 - ENSAIO 3 - FORMAÇÃO DE MICORRIZAS, CRESCIMENTO E CONCENTRAÇÃO DE NUTRIENTES DE MUDAS DE *Pinus caribaea* VAR. *bahamensis* EM SOLO INFESTADO ARTIFICIALMENTE COM *Thelephora terrestris* E *Pisolithus tinctorius*, EM CARAVELAS, BA.

- Preparo do inóculo

A produção de inóculo de *T. terrestris* foi conduzida conforme descrita no ensaio 1 (item 4.1).

- Estabelecimento do ensaio

O ensaio foi instalado em um viveiro de eucalipto, localizado no município de Caravelas, BA, em 24 de janeiro de 1978. Os canteiros foram confeccionados com solo de textura arenosa, do próprio local. O valor do pH do solo foi de 5,2; a porcentagem de C 0,60, e os teores de P, K, Ca, Mg, Al e H foram 0,03, 0,04, 0,50, 0,48, 0,80, 3,91, respectivamente. A fumigação do solo com brometo de metila foi feita na dosagem e metodologia empregadas nos ensaios anteriores. O inóculo dos fungos micorrízicos e testemunha foi misturado na camada superficial do canteiro, até a profundidade de 10,0 cm na proporção de 2,5 litros de inóculo/m². Após a infestação do solo com os tratamentos micorrízicos procedeu-se a semeadura de *P. caribaea* var. *bahamensis* de procedência Abaco Island (Bahamas). A cobertura das sementes foi feita com o mesmo tipo de solo dos canteiros e com casca de arroz previamente fumigada com brometo de metila. Não foi feita a aplicação de

fertilizante químico ou orgânico. O ensaio compreendeu três canteiros com 4 m² cada, separados de 1,50 m entre si, cujos tratamentos micorrízicos foram: (i) infestação artificial do solo com micélio de *T. terrestris* ; (ii) infestação artificial do solo com micélio de *P. tinctorius* e (iii) testemunha (inóculo autoclavado). Para a avaliação dos tratamentos, os canteiros foram divididos a cada 1,0 m em seu comprimento, constituindo cinco parcelas por tratamento (canteiro).

- Avaliações conduzidas

Em 20 de julho de 1978 as mudas foram removidas dos canteiros procedendo-se à avaliação final do ensaio, sendo anotado o número total de mudas por parcela. Tomou-se em seguida, ao acaso 20 mudas por parcela para a avaliação da porcentagem de raízes laterais curtas que se apresentavam micorizadas. As ectomicorrizas típicas de *T. terrestris* e *P. tinctorius* foram coletadas das mudas selecionadas, fixadas em ácido acético-formol-álcool (AFA), desidratadas, infiltradas com parafina, seccionadas em micrótomo rotativo (12 µm de espessura), coloridas em safranina verde rápido e montadas em lâminas para exames histológicos (JOHANSEN, 1970).

As mudas, separadas de cada parcela, foram medidas individualmente para determinação da altura do caule e diâmetro do colo. O material, por parcela, foi levado para estufa para secagem até peso constante, obtendo-se o peso seco de alicula, caule e raiz. Após a determinação do peso seco, as

partes vegetais foram moídas e analisadas para os teores de N , P , K , Ca , Mg , S , Fe , Cu , Mn , Zn e Na. As análises foram conduzidas na Secção de Radioquímica e Química Analítica do Centro de Energia Nuclear na Agricultura - CENA/USP.

ENSAIOS CONDUZIDOS EM CAMPO

4.4 - ENSAIO 1 - SOBREVIVÊNCIA E CRESCIMENTO DE MUDAS DE *Pinus oocarpa* COM MICORRIZAS FORMADAS POR *Thelephora terrestris* E *Pisolithus tinctorius*, EM BROTAS, SP.

- Estabelecimento do ensaio

O ensaio foi instalado no Horto Santa Fê, no município de Brotas, SP. O solo do local caracteriza-se por possuir textura arenosa, com baixa fertilidade, típico das áreas de cerrado da região. A vegetação original era constituída por espécies comumente existentes no tipo campo cerrado. Para a instalação do ensaio utilizou-se um delineamento experimental de blocos ao acaso, com quatro blocos. Cada repetição consistiu de uma parcela linear com doze plantas de *P. oocarpa*, provenientes do ensaio conduzido em condições de viveiro (ensaio 1, item 4.1). As mudas foram plantadas manualmente em um espaçamento de 2,0 m entre plantas na linha (parcela) e 3,0 m entre as linhas, não sendo feita fertilização mineral. Os tratamentos micorrízicos foram: (i) mudas com ectomicor-

rizas formadas predominantemente por *T. terrestris* , (ii) mudas com ectomicorrizas formadas predominantemente por *P. tinctorius* , (iii) testemunha e (iv) testemunha comercial. Como tratamento testemunha empregou-se as mudas selecionadas no ensaio 1 de viveiro com menos de 20% das raízes laterais curtas com ectomicorrizas formadas por inóculo natural. Como tratamento testemunha comercial, utilizou-se de mudas produzidas de forma rotineira no viveiro que apresentaram 35 - 40% das raízes laterais curtas com micorrizas formadas por inóculo natural de fungos não identificados.

- Avaliações conduzidas

A primeira avaliação foi realizada imediatamente após a instalação do ensaio, pela medição do diâmetro do colo e altura do caule. Avaliações periódicas foram conduzidas para observações referentes ao efeito dos fungos micorrízicos no desenvolvimento e sobrevivência das plantas e presença de frutificações de fungos micorrízicos.

Em 10/07/79 , após 17 meses de cultivo no campo, foi realizada a segunda medição das plantas e contagem das frutificações. Foram também coletadas raízes das mudas de *P. oocarpa* para análise do desenvolvimento das ectomicorrizas. Os dados de crescimento foram transformados em índice de volume por planta e por parcela, para uma melhor visualização do efeito dos tratamentos, de acordo com MARX *et alii* (1977).

4.5 - ENSAIO 2 - SOBREVIVÊNCIA E CRESCIMENTO DE MUDAS DE *P. oocarpa*, *P. caribaea* VAR. *hondurensis* E *P. khasya* COM MICORRIZAS FORMADAS POR *Thelephora terrestris*, *Pisolithus tinctorius* E OUTROS FUNGOS NÃO IDENTIFICADOS, EM BRO-TAS, SP.

- Estabelecimento do ensaio

O ensaio foi também instalado no Horto de Santa Fê, no município de Brotas, SP, sob as mesmas condições de solo do ensaio 1. Para a instalação do ensaio foi utilizado um delineamento experimental de blocos ao acaso, com cinco repetições. Cada repetição consistiu de uma parcela retangular com quinze plantas, provenientes do ensaio 2 conduzido em condições de viveiro (item 4.2). As mudas foram plantadas manualmente em um espaçamento de 2,0 m entre plantas na linha e 3,0 m entre linhas. Não foi realizada fertilização mineral do experimento. Os tratamentos micorrízicos para *Pinus oocarpa*, *P. caribaea* var. *hondurensis* e *P. khasya* foram: (i) mudas com ectomicorrizas formadas predominantemente por *P. tinctorius*, obtidas através da infestação artificial do solo dos recipientes com o fungo, (ii) mudas com ectomicorrizas formadas predominantemente por *T. terrestris* através da infestação natural do solo dos recipientes e (iii) mudas produzidas de forma rotineira no viveiro, apresentando 35 - 40% das raízes laterais curtas com micorrizas formadas por inóculo natural de fungos não identificados.

- Avaliações conduzidas

As avaliações foram também realizadas em 10/07/79 , após 17 meses de cultivo no campo, analisando os parâmetros relacionados no ensaio 1 - item 4.4.

4.6 - ENSAIO 3 - SOBREVIVÊNCIA E CRESCIMENTO DE MUDAS DE *P. caribaea* VAR. *bahamensis* COM MICORRIZAS FORMADAS POR *Thelephora terrestris* E *Pisolithus tinctorius* , EM CARAVELAS, BA.

- Estabelecimento do ensaio

O ensaio foi instalado em área localizada no município de Caravelas, BA, em 31 de julho de 1978. O solo caracteriza-se por uma fertilidade baixa, com camada superficial arenosa, seguida de um horizonte impermeável, comum na região litorânea da Bahia. Para a instalação do ensaio utilizou-se de um delineamento fatorial (três tratamentos micorrízicos e dois níveis de fertilização) com quatro blocos. Cada repetição consistiu de uma parcela quadrada com 25 plantas de *P. caribaea* var. *bahamensis* , provenientes do ensaio de viveiro (ensaio 3). As mudas de raiz nua foram plantadas manualmente em um espaçamento de 3,0 x 3,0 m entre plantas. Os tratamentos micorrízicos empregados foram: (i) mudas com abundante formação com ectomicorrizas de *T. terrestris* , (ii) mudas com abundante formação de ectomicorrizas de *P. tinctorius* , (iii) mudas sem ectomicorrizas - testemunha sem infestação artificial.

Em combinação com os três tratamentos micorrízicos foi incluído um tratamento com fertilização mineral para comparação com tratamento sem fertilização. O tratamento de fertilização consistiu na aplicação em cobertura, 40 dias após o plantio, de 170 g de NPK (5 : 33 : 6) por planta, incluindo 2,2 g de Borax comercial e 3,4 g de sulfato de zinco, adicionados previamente a formulação.

- Avaliações conduzidas

As avaliações foram conduzidas no 3º e 12º mês de cultivo para verificar o efeito dos tratamentos no desenvolvimento das plantas, presença de frutificações e sobrevivência. Através desses dados foram obtidos os incrementos em diâmetro do colo e altura do caule nesse período, bem como os índices de volume de planta e parcela (MARX *et alii*, 1977).

5 - RESULTADOS

ENSAIOS CONDUZIDOS EM VIVEIRO

5.1 - ENSAIO 1 - CRESCIMENTO DE MUDAS DE *Pinus oocarpa* EM SOLO INFESTADO ARTIFICIALMENTE COM *Thelephora terrestris* E *Pisolithus tinctorius*, EM PIRACICABA, SP.

Em um exame inicial, 6 a 7 semanas após a semeadura verificou-se a formação das primeiras ectomicorrizas de *T. terrestris* e *P. tinctorius* no sistema radicular das plantas cultivadas nos solos infestados com esses fungos. Até esse período, não foi observado efeito da associação fungo micorrizico-raiz no crescimento das plantas.

Posteriormente, nas mudas cultivadas no solo não infestado artificialmente foram constatados dois tipos de ectomicorrizas, sendo: (i) ectomicorriza de aspecto esbranquiçado e ramificação predominantemente coralóide produzida por fun

go não identificado e (ii) ectomicorriza típica de *T. terrestris*.

Doze a quatorze semanas após a semeadura, observou-se no tratamento com *T. terrestris*, o desenvolvimento de frutificações típicas do fungo envolvendo o colo das mudas e também, aderentes aos laminados. No solo infestado artificialmente com *P. tinctorius* ocorreu formação abundante de basídicarpos deste fungo próximos a base das mudas. No solo testemunha, onde houve a infestação natural de *T. terrestris* verificou-se também, embora em menor número, frutificações deste fungo.

Aos seis meses após a semeadura, as mudas de *P. ocarpa* cultivadas no solo infestado com os fungos ectomicorrízicos apresentaram maior crescimento em altura e acículas com coloração mais escura, quando comparadas com as mudas do tratamento testemunha.

As mudas foram retiradas dos recipientes após sete meses de cultivo para avaliação final do ensaio. O método de infestação artificial do solo mostrou-se efetivo, sendo que 50,8% e 56,5% das mudas apresentaram abundante formação de ectomicorrizas formadas por *T. terrestris* e *P. tinctorius*, respectivamente. No entanto, 35,0% das plantas cultivadas no solo não infestado apresentaram-se também com abundante número de ectomicorrizas, evidenciando uma razoável eficiência na disseminação natural dos fungos micorrízicos, principalmente *T. terrestris*.

No reisolamento, de um total de 229 ectomicorrizas típicas de *P. tinctorius*, 55 originaram culturas com as características do fungo. Outros microorganismos isolados com frequência foram principalmente fungos saprôfitas (*Penicillium* sp, *Aspergillus* sp e *Trichoderma* sp) e bactérias. Micorrizas que não apresentaram nenhum crescimento de microorganismos ocorreram em significativo número (42,1%). *Thelephora terrestris* foi reisolado em 2,1% das ectomicorrizas típicas da espécie. Os organismos saprôfitas foram, de um modo geral, os mesmos observados para *P. tinctorius*, sendo que as micorrizas que não originaram nenhum crescimento constituíram 56,5 % do total colocado em meio de cultura.

A infestação do solo com *T. terrestris* e *P. tinctorius* afetou significativamente o crescimento das plantas. Os tratamentos micorrízicos resultaram em maior acúmulo de biomassa, caracterizado pelo acréscimo em altura do caule e no comprimento da raiz principal (Tabela 1). Não foram verificadas diferenças significativas para a relação caule/raiz.

TABELA 1 - Crescimento de mudas de *Pinus oocarpa*, após seis meses de cultivo em laminados com solo infestado artificialmente com os fungos micorrízicos *Thelephora terrestris* e *Pisolithus tinctorius*, em Piracicaba, SP. Os valores são médias de quatro repetições (Ver Apêndice 1) (+)

Tratamentos micorrízicos	Altura do caule (cm)	Comprimento da raiz principal (cm)	Relação altura do caule/comprimento da raiz
<i>Thelephora terrestris</i>	17,4 a	19,5 a	0,89 a
<i>Pisolithus tinctorius</i>	17,0 a	19,7 a	0,87 a
Testemunha (sem infestação artificial)	15,9 b	17,9 b	0,89 a

(+) Em cada coluna, médias seguidas de uma mesma letra não diferem estatisticamente, pelo teste de Tukey (ver Apêndice 2).

5.2 - ENSAIO 2 - FORMAÇÃO DE MICORRIZAS, CRESCIMENTO E CONCENTRAÇÃO DE NUTRIENTES DE MUDAS DE *Pinus oocarpa*, *P. caribaea* VAR. *hondurensis* E *P. khasya* CULTIVADAS EM SOLO INFESTADO ARTIFICIALMENTE COM *Pisolithus tinctorius*, EM PIRACICABA, SP.

Nos primeiros exames do sistema radicular das mudas, após 7 a 9 semanas de cultivo, no solo sem infestação artificial, verificou-se a presença de ectomicorrizas típicas de *T. terrestris*. Nesse período foram também detectadas ectomicorrizas típicas de *P. tinctorius*, no solo infestado artificialmente com este fungo. Detectou-se posteriormente, no solo infestado com *P. tinctorius* e testemunha, um terceiro tipo de micorriza, formada por fungo não identificado, de características semelhantes às do tipo (i), verificada no ensaio 1 (item 5.1).

A formação de micorrizas foi confirmada pela presença de frutificações de *P. tinctorius* na superfície do solo (Figura 1.A) e de *T. terrestris* envolvendo o caule das mudas na região do colo e também no solo dos recipientes. A porcentagem de mudas de *P. oocarpa*, *P. caribaea* var. *hondurensis* e *P. khasya*, com basidiocarpos de *P. tinctorius* foi de 40, 25 e 35%, respectivamente, no solo infestado artificialmente com este fungo. Para *T. terrestris*, verificaram-se frutificações em 45, 40 e 15% das mudas de *P. oocarpa*, *P. caribaea* var. *hondurensis* e *P. khasya*, respectivamente, quando cultivadas em solo infestado naturalmente pelo fungo.

Na avaliação final do ensaio, para as três espécies

de *Pinus*, as mudas cultivadas no solo infestado artificialmente com *P. tinctorius* apresentaram uma porcentagem moderada de ectomicorrizas de *P. tinctorius*, enquanto que nas mudas testemunha não ocorreu formação de micorriza deste fungo (Tabela 2). Por outro lado, no solo sem infestação artificial ocorreu uma significativa formação de ectomicorrizas nas mudas cultivadas das três espécies, principalmente para *P. caribaea* var. *hondurensis*. Micorrizas formadas por fungos não identificados ocorreram em valores de porcentagem bastante próximos entre si, não diferindo entre e dentro das espécies de *Pinus*.

Ectomicorrizas macroscopicamente identificadas como formadas por *P. tinctorius* apresentaram coloração pardo-amarelada, com hábitos de ramificação variando entre simples, bifurcado e coralóide. Cordões miceliais de cor dourada também foram observados (Figura 3.A). O exame microscópico dessas micorrizas mostrou manta de micélio do tipo sinenquima (CHILVERS, 1967), com 14 a 21 μm de espessura, diâmetro das hifas entre 3 a 5 μm (Figura 3.B). A rede de Hartig foi visualizada até próxima à endoderme. No reisolamento, a porcentagem de recuperação do fungo foi de 13,6% , de um total de 228 ectomicorrizas típicas da espécie colocadas, em meio de cultura. Efeito das espécies de *Pinus* na frequência de recuperação do fungo não foi verificado. Microorganismos saprófitas comumente isolados foram fungos (*Penicillium* sp , *Aspergillus* sp , *Trichoderma* sp) e bactérias. Cerca de 31,6% das ectomicorrizas não apresentaram nenhum crescimento de microorganismos em

TABELA 2 - Formação de ectomicorrizas (+) em mudas de *Pinus oocarpa*, *P. caribaea* var. *hondurensis* e *P. khaya*, após sete meses de cultivo em sacos plásticos com solo infestado artificialmente com o fungo micorrízico *Pisolithus tinctorius*, em Piracicaba, SP. Os valores são médias de três repetições (Ver Apêndice 3) (++).

Espécies vegetais	Tratamentos micorrízicos	Micorriza formada por			Total
		<i>Pisolithus tinctorius</i>	<i>Thelephora terrestris</i>	Fungos não determinados	
<i>Pinus oocarpa</i>	<i>P. tinctorius</i>	47,5 a	0,6 a	20,2 a	68,2 ab
	Testemunha (sem infestação artificial)	0,0 b	20,2 b	31,6 a	51,8 cd
<i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>	<i>P. tinctorius</i>	33,0 a	4,7 d	28,0 a	65,7 abc
	Testemunha (sem infestação artificial)	0,0 b	35,7 c	31,9 a	67,6 abc
<i>Pinus khaya</i>	<i>P. tinctorius</i>	42,4 a	0,0 a	24,6 a	67,0 ad
	Testemunha (sem infestação artificial)	0,0 b	27,5 bc	21,3 a	48,8 bc

(+) Avaliada visualmente com base na porcentagem de raízes que apresentaram-se micorrizadas.

(++) Em cada coluna, médias seguidas de uma mesma letra não diferem estatisticamente, pelo teste de Tukey (Ver Apêndice 5).

meio de cultura.

Ectomicorrizas formadas por *T. terrestris* apresentaram coloração creme rosada e forma simples, bifurcada ou corolôide, sendo também observados cordões miceliais típicos do fungo. Este tipo de micorriza apresentou manta do tipo sinênquima (CHILVERS, 1967) com 8 a 12 μm de espessura e diâmetro das hifas variando de 3 a 5 μm . A rede de Hartig estendeu-se até a endoderme. A porcentagem de reisolamento do fungo foi de 1,7% , de um total de 173 ectomicorrizas. Não foi verificado, novamente, efeito das espécies de *Pinus* na frequência de recuperação do fungo. Fungos (*Penicillium* sp , *Aspergillus* sp , *Trichoderma* sp) e bactérias saprôfitas foram detectados na frequência de 68,2%. Ectomicorrizas que não originaram nenhum crescimento constituíram 30,1% do total colocado em meio de cultura.

As mudas de *P. oocarpa* e *P. khasya* cultivadas em solo infestado com *P. tinctorius* foram menores do que as plantas testemunha não sendo observado esse efeito para *P. caribaea* var. *hondurensis*. Efeito semelhante ocorreu para o diâmetro das mudas de *P. oocarpa* infectadas com *P. tinctorius* , não havendo diferenças para as demais espécies. De um modo geral, para as três espécies de *Pinus* observou-se também menor peso seco das mudas cultivadas no solo infestado com *P. tinctorius* (Tabela 3).

A análise química da parte aérea das mudas cultivadas em solo com *P. tinctorius* mostrou menor concentração de P

em *P. caribaea* var. *hondurensis* e P e Mn em *P. khasya* em relação à *T. terrestris* (Tabela 4). Para o sistema radicular houve diferentes efeitos em função da espécie vegetal e tratamento micorrízico. Nas mudas com *P. tinctorius* as concentrações de Mg e Mn foram significativamente menores do que nas mudas com *T. terrestris* para *P. caribaea* var. *hondurensis*, o mesmo ocorrendo em *P. khasya* para N, Ca, Fe e Mn. Por outro lado, o *P. tinctorius* determinou concentrações de N e Zn significativamente maiores para *P. caribaea* var. *hondurensis* e P, Ca, Cu e Zn para *P. oocarpa* do que *T. terrestris*. (Tabela 5).

FIGURA 1 - Formação de frutificações dos fungos ectomicorrízicos em condições de viveiro. A) Muda de *P. oocarpa* (ensaio 2) com frutificação de *T. tinctorius*; B) Mudanças de *P. caribaea* var. *bahamensis* (ensaio 3) associadas às frutificações de *T. terrestris*.

FIGURA 2 - Efeito da infestação do solo com *P. tinctorius* na formação de ectomicorrizas em mudas de *P. caribaea* var. *hondurensis* no viveiro (Ensaio 2).

A) Raízes com abundante formação de ectomicorrizas de *P. tinctorius* obtidas de solo infestado com o fungo ; B) Raízes com baixa formação de ectomicorrizas obtidas de solo infestado naturalmente.

FIGURA 3 - Características morfológicas de ectomicor_rizas formadas por *P. tinctorius* em raízes de mudas de *P. caribaea* var. *hondurensis*. A) Detalhe de ectomicorrizas com ramificação dicotômica e presença de cordões miceliais ; B) Secção transversal de ectomicorriza, destacando a formação da manta micelial (m) e rede de Hartig (r).

TABELA 3 - Crescimento de mudas de *Pinus oocarpa*, *P. caribaea* var. *hondurensis* e *P. khasya*, após sete meses de cultivo em sacos plásticos com solo infestado artificialmente com o fungo micorrízico *Pisolithus tinctorius*, em Piracicaba, SP. Os valores são médias de três repetições (ver Apêndice 4) (+)

Espécies vegetais	Tratamentos micorrízicos	Altura do caule (cm)	Diâmetro do colo (mm)		Peso seco (g)		
					Raiz	Caule	Total
<i>Pinus oocarpa</i>	<i>P. tinctorius</i>	25,6 a	5,1 a	1,1 a	2,9 ab	4,0 a	
	Testemunha (sem infestação artificial)	30,7 b	5,9 b	1,0 ab	3,3 ab	4,3 a	
<i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>	<i>P. tinctorius</i>	20,8 cd	4,3 c	0,8 bcd	2,2 c	3,0 b	
	Testemunha (sem infestação artificial)	23,4 ac	4,7 ac	1,1 a	2,8 abc	3,9 ac	
<i>Pinus khasya</i>	<i>P. tinctorius</i>	20,1 c	4,3 c	0,7 c	2,5 bc	3,2 bc	
	Testemunha (sem infestação artificial)	24,0 ad	4,4 ac	1,0 ad	3,2 a	4,2 a	

(+) Em cada coluna, médias seguidas de uma mesma letra não diferem estatisticamente, pelo teste de Tukey (Ver Apêndice 5).

TABELA 4 - Concentração de elementos minerais na parte aérea de mudas de *Pinus oocarpa*, *P. caribaea* var. *hondurensis* e *P. khasya*, após sete meses do cultivo em sacos plásticos com solo infestado naturalmente com *Thelephora terrestris* e artificialmente com *Pisolithus tinctorius* e selecionadas pela formação de ectomicorrizas (+) por *T. terrestris* e *P. tinctorius*, em Piracicaba, SP. Os valores são médias de três repetições (Ver Apêndice 6) (++) .

Espécies vegetais	Infecção por	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Cu	Mn	Zn
		%	%	%	%	%	ppm	ppm	ppm	ppm
<i>Pinus oocarpa</i>	<i>T. terrestris</i>	0,43 a	0,20 b	0,75 ab	0,22 ab	0,14 ab	508,0 ab	3,6 a	372,1 ab	47,0 ab
	<i>P. tinctorius</i>	0,46 a	0,18 b	0,69 a	0,22 a	0,13 a	483,7 a	3,8 a	326,8 ab	37,3 a
<i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>	<i>T. terrestris</i>	0,51 a	0,23 c	0,81 ab	0,26 abd	0,19 c	649,0 ab	5,5 a	332,6 ab	43,7 ab
	<i>P. tinctorius</i>	0,48 a	0,19 b	0,88 b	0,28 bc	0,18 bc	672,0 b	4,8 a	294,5 ab	46,8 ab
<i>Pinus khasya</i>	<i>T. terrestris</i>	0,49 a	0,19 b	0,89 ab	0,32 c	0,22 c	620,5 ab	3,7 a	362,0 b	52,7 b
	<i>P. tinctorius</i>	0,51 a	0,15 a	0,80 ab	0,32 cd	0,21 c	714,7 b	3,5 a	279,2 a	49,0 ab

(+) Avaliada visualmente com base na porcentagem de raízes laterais curtas que apresentaram-se micorrizadas.

(++) Em cada coluna, médias seguidas de uma mesma letra não diferem estatisticamente, pelo teste de Tukey (Ver Apêndice 7).

TABELA 5 - Concentração de elementos minerais no sistema radicular de mudas de *Pinus oocarpa*, *P. caribaea* var. *hondurensis* e *P. khasya*, após sete meses de cultivo em sacos plásticos com solo infestado naturalmente com *Pisolithus tinctorius* e artificialmente com *Thelephora terrestris* e selecionadas pela formação de ectomicorrizas (+) por *T. terrestris* e *P. tinctorius*, em Piracicaba, SP. Os valores são médias de três repetições (ver Apêndice 8) (++)

Espécies vegetais	Infecção por	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Cu	Mn	Zn
		%	%	%	%	%	ppm	ppm	ppm	ppm
<i>Pinus oocarpa</i>	<i>T. terrestris</i>	0,48 ac	0,09 a	0,29 a	0,15 a	0,09 a	1.344,0 a	5,4 a	77,3 ac	36,3 a
	<i>P. tinctorius</i>	0,46 ac	0,15 bc	0,35 ab	0,21 bc	0,11 ab	1.443,3 abc	16,7 b	88,7 ab	61,3 bc
<i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>	<i>T. terrestris</i>	0,49 c	0,14 bc	0,47 bc	0,17 ac	0,17 b	1.532,0 bc	10,3 ab	99,3 b	53,3 b
	<i>P. tinctorius</i>	0,52 ab	0,13 b	0,38 ab	0,19 abc	0,13 a	1.517,5 abc	13,0 ab	83,5 ac	72,5 c
<i>Pinus khasya</i>	<i>T. terrestris</i>	0,58 b	0,15 bc	0,58 c	0,21 b	0,12 a	1.554,0 b	9,6 ab	94,3 bc	68,6 bc
	<i>P. tinctorius</i>	0,47 ac	0,17 c	0,56 c	0,17 a	0,11 a	1.398,0 ac	11,6 ab	75,3 a	63,3 bc

(+) Avaliada visualmente com base na porcentagem de raízes laterais curtas que apresentaram-se micorrizadas

(++) Em cada coluna, média seguidas de uma mesma letra não diferem estatisticamente, pelo teste de Tukey (Ver Apêndice 9).

5.3 - ENSAIO 3 - FORMAÇÃO DE MICORRIZAS, CRESCIMENTO E CONCENTRAÇÃO DE NUTRIENTES DE MUDAS DE *Pinus caribaea* VAR. *bahamensis* EM SOLO INFESTADO ARTIFICIALMENTE COM *Thelephora terrestris* E *Pisolithus tinctorius*, EM CARAVELAS, BA.

Abundantes frutificações de *T. terrestris* foram constatadas, a partir do 5º mês de cultivo, nos canteiros com solo infestado artificialmente com o fungo micorrízico. Cerca de 26% das mudas de *P. caribaea* var. *bahamensis* apresentaram-se envolvidas pelas frutificações de *T. terrestris*, aos sete meses após a sementeira. Não foram notadas frutificações de *P. tinctorius* nos canteiros infestados com o fungo. (Figura 1.B).

No sétimo mês de cultivo, as mudas foram removidas dos canteiros para a avaliação final do ensaio. As mudas de *P. caribaea* var. *bahamensis* cultivadas em solo infestado com *T. terrestris* e *P. tinctorius* apresentaram uma porcentagem de micorrizas significativamente maior do que as mudas do solo testemunha (Tabela 6). Na testemunha, verificou-se a formação de ectomicorrizas de *T. terrestris* em pequena porcentagem das raízes, indicando a infestação natural do solo pelo fungo, o que não ocorreu para *P. tinctorius*.

O exame macroscópico das ectomicorrizas de *T. terrestris* e *P. tinctorius* mostrou a mesma coloração e hábitos de crescimento observados nos ensaios anteriores. A manta de micélio foi do tipo sinênquima, com sua espessura variando de 10 a 17 μm para *T. terrestris* e de 19 a 28 μm para *P. tinctorius*.

Os tratamentos micorrízicos com *T. terrestris* e *P. tinctorius* promoveram acréscimos significativos no crescimento das mudas: os valores de altura do caule, diâmetro do colo e peso seco foram estatisticamente superiores à testemunha (Tabela 7). Para o crescimento das mudas não foram observadas diferenças significativas entre os dois fungos micorrízicos testados.

Com respeito à concentração de elementos minerais, a análise química mostrou algumas diferenças significativas entre os diversos tratamentos micorrízicos (Tabela 8).

Para o N, Ca e S não ocorreram diferenças entre os tratamentos. Para o P ocorreram diferenças somente na raiz. A concentração de P para mudas com *T. terrestris* foi significativamente maior nas mudas com *P. tinctorius*.

Quando ao K as maiores concentrações ocorreram para o tratamento com *T. terrestris* e testemunha, tanto para acículas e caule.

A concentração de Mg nas acículas e no caule foi menor no tratamento com *T. terrestris* do que para testemunha.

A concentração de Fe nas raízes foi menor para *P. tinctorius* do que para *T. terrestris* e testemunha.

A concentração de Cu foi para todas as partes vegetais menor para a testemunha, do que para os dois tratamentos micorrízicos.

As diferenças na concentração de Mn ocorreram nas acículas, onde o seu teor foi maior na testemunha, do que nos

tratamentos micorrízicos. O mesmo efeito ocorreu para Zn, somente nas raízes.

Quanto à concentração de Na ocorreram diferenças nas acículas e na raiz. Nas acículas o teor de Na foi menor para *T. terrestris* do que para *P. tinctorius* e testemunha, enquanto que nas raízes *P. tinctorius* determinou maior concentração do elemento do que para *T. terrestris* e testemunha.

TABELA 6 - Formação de ectomicorrizas (+) em mudas de *Pinus caribaea* var. *bahamensis* após sete meses de cultivo em canteiros de semeadura com solo infestado artificialmente com os fungos micorrízicos *Thelephora terrestris* e *Pisolithus tinctorius*, em Caravelas, BA. Os valores são médias de cinco repetições (ver Apêndice 10) (++)

Tratamentos micorrízicos	Micorrizas formada por	
	<i>Thelephora terrestris</i>	<i>Pisolithus tinctorius</i>
<i>T. terrestris</i>	75,2 b	0,0 a
<i>P. tinctorius</i>	0,0 a	73,3 b
Testemunha (sem infestação artificial)	5,4 a	0,0 a

(+) Avaliada visualmente com base na porcentagem de raízes laterais curtas que apresentaram-se micorrizadas.

(++) Em cada coluna, médias seguidas de uma mesma letra, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey. (Ver Apêndice 12).

TABELA 7 - Crescimento de mudas de *Pinus caribaea* var. *bahamensis* após sete meses de cultivo em canteiros de semeadura com solo infestado artificialmente com os fungos micorrízicos *Thelephora terrestris* e *Pisolithus tinctorius*, em Caravelas, BA. Os valores são médias de cinco repetições (ver Apêndice 11) (+)

Tratamentos micorrízicos	Altura do caule (cm)	Diâmetro do colo (cm)	Peso seco (g)			
			Acículas	Caule	Raiz	Total
<i>T. terrestris</i>	8,3 a	2,2 a	0,533 a	0,081 a	0,087 a	0,701 a
<i>P. tinctorius</i>	9,1 a	2,1 a	0,534 a	0,097	0,077 a	0,708 a
Testemunha (sem infestação artificial)	5,3 b	1,8 b	0,293 b	0,036 b	0,051 b	0,380 b

(+) Em cada coluna, médias seguidas de uma mesma letra não diferem estatisticamente, pelo teste de Tukey (ver Apêndice 12).

TABELA 8 - Concentração de elementos minerais na acícula, caule e raiz de mudas de *Pinus caribaea* var. *bahamensis* após sete meses de cultivo em canteiros de semeadura com solo infestado artificialmente com os fungos micorrízicos (+) *Thelephora terrestris* e *Pisolithus tinctorius* em Caravelas, BA. Os valores são médias de três repetições (ver Apêndice 13) (++) .

Partes vegetais	Tratamentos micorrízicos	N %	P %	K %	Ca %	Mg %	S %	Fe ppm	Cu ppm	Mn ppm	Zn ppm	Na ppm
Acícula	<i>T. terrestris</i>	0,81 a	0,24 a	0,95 a	0,44 a	0,22 a	< 0,05 a	2.639,69 a	4,46 ab	205,76 a	114,58 a	541,68 b
	<i>P. tinctorius</i>	0,96 a	0,15 a	0,71 b	0,42 a	0,26 ab	< 0,05 a	1.907,52 a	4,98 a	194,50 a	105,38 a	993,41 a
	Testemunha	0,67 a	0,18 a	1,10 a	0,36 a	0,29 b	< 0,05 a	1.628,13 a	2,88 b	381,29 b	131,61 a	892,11 a
Caule	<i>T. terrestris</i>	0,45 a	0,17 a	0,93 a	0,27 a	0,22 a	< 0,05 a	1.387,28 a	4,46 a	73,80 a	86,97 a	808,53 a
	<i>P. tinctorius</i>	0,51 a	0,16 a	0,74 b	0,34 a	0,24 ab	< 0,05 a	1.445,09 a	4,98 a	119,91 a	86,51 a	988,35 a
	Testemunha	0,41 a	0,21 a	1,10 c	0,54 a	0,29 b	< 0,05 a	1.377,65 a	2,36 b	94,31 a	125,17 a	1.052,08 a
Raiz	<i>T. terrestris</i>	0,40 a	0,32 a	0,40 a	0,34 a	0,17 a	< 0,05 a	5.359,33 a	6,56 a	34,94 a	162,91 a	2.015,00 a
	<i>P. tinctorius</i>	0,49 a	0,18 b	0,44 a	0,40 a	0,18 a	< 0,05 a	3.964,18 b	7,60 a	38,23 a	190,98 a	2.787,45 b
	Testemunha	0,29 a	0,25 ab	0,50 a	0,19 a	0,18 a	< 0,05 a	5.727,52 a	4,46 b	52,77 a	360,79 b	2.186,46 a

(+) Avaliada visualmente com base na porcentagem de raízes laterais curtas que apresentaram-se micorrizadas

(++) Em cada coluna, para cada parte vegetal, médias seguidas de uma mesma letra não diferem estatisticamente, pelo teste de Tukey. (Ver Apêndice 14).

ENSAIOS CONDUZIDOS EM CAMPO

5.4 - ENSAIO 1 - SOBREVIVÊNCIA E CRESCIMENTO DE MUDAS DE *Pinus oocarpa* COM MICORRIZAS FORMADAS POR *Thelephora terrestris* E *Pisolithus tinctorius*, EM BROTAS, SP.

Após 17 meses de cultivo as mudas de *P. oocarpa* com ectomicorrizas formadas por *P. tinctorius* apresentaram diâmetro do colo, altura do caule e índices de volume significativamente superiores às mudas com ectomicorrizas formadas por *T. terrestris* e outros fungos micorrízicos não identificados (Tabela 9). Apesar da sobrevivência das mudas com ectomicorrizas de *P. tinctorius* ser maior do que nos tratamentos, não foi detectada significância entre os valores obtidos, exceto para a testemunha.

Basidiocarpos de *P. tinctorius* foram coletados em todas as parcelas do ensaio com mudas infectadas por este fungo. As 17 meses de cultivo foram coletados em média de 6 a 11 basidiocarpos por parcela. As mudas de *P. oocarpa* apresentaram nestas parcelas abundante desenvolvimento de ectomicorrizas típicas de *P. tinctorius*.

Frutificações de *T. terrestris* não foram observadas nas parcelas com mudas infectadas artificialmente com o fungo no viveiro. Pelo exame das mudas nessas parcelas verificou-se uma baixa porcentagem de raízes laterais curtas com ectomicorrizas típicas de *T. terrestris*.

A ectomicorriza do tipo (i), descrita anteriormente no ítem 5.1 infectando as mudas no viveiro, foi detectada nas plantas dos tratamentos testemunha e ocasionalmente, em baixa porcentagem, nos tratamentos com *P. tinctorius* e *T. terrestris*.

TABELA 9 - Sobrevivência e crescimento de mudas de *Pinus oocarpa* com micorrizas formadas por *Thelephora terrestris* e *Pisolithus tinctorius*, após 17 meses de cultivo no campo, em Brotas, SP. Cada valor constitui na média de quatro repetições com originalmente 12 mudas por repetição. (Ver Apêndice 15) (+)

Mudas com micorrizas formadas por (++)	Sobrevivência (%)	Diâmetro do colo (cm)	Altura do caule (m)	Índice de volume (+++)	
				Planta (cm ³)	Parcela (cm ³)
<i>T. terrestris</i>	77,1 ac	2,60 a	1,32 a	9,00 a	83,96 a
<i>P. tinctorius</i>	91,7 c	3,68 b	1,77 b	25,46 b	291,75 b
Inóculo natural (Testemunha)	72,9 a	2,58 a	1,24 a	8,31 a	72,49 a
Inóculo natural (Testemunha comercial)	75,0 ac	2,70 a	1,35 a	10,01 a	91,67 a

(+) Em cada coluna, médias seguidas de uma mesma letra não diferem estatisticamente, pelo teste de Tukey. (Ver Apêndice 16).

(++) Testemunha: Mudas selecionadas do ensaio do viveiro, com menos de 20% das raízes laterais curtas com micorrizas formadas por inóculo natural;
Testemunha comercial: mudas produzidas em viveiro, com 35 - 40% das raízes laterais curtas com micorrizas formadas por inóculo natural de fungos não identificados.

(+++) Índice de volume de planta = $(\text{diâmetro do colo})^2 \times \text{altura do caule} / 100$;
Índice de volume de parcela = volume de planta x número de plantas sobreviventes.

5.5 - ENSAIO 2 - SOBREVIVÊNCIA E CRESCIMENTO DE MUDAS DE *Pinus oocarpa*, *P. caribaea* VAR. *hondurensis* E *P. khasya* COM MICORRIZAS FORMADAS POR *Thelephora terrestris*, *Pisolithus tinctorius* E OUTROS FUNGOS NÃO IDENTIFICADOS, EM BRO-TAS, SP.

A sobrevivência das três espécies de pinheiros tropicais não foi afetada pelos tratamentos micorrízicos.

Para *P. oocarpa* o tratamento micorrízico com *P. tinctorius* promoveu, após 17 meses de cultivo no campo, crescimento significativamente superior à testemunha comercial (Tabela 10). Para *P. caribaea* var. *hondurensis* as mudas testemunha (com micorizas formadas predominantemente por *T. terrestris*) foram significativamente maiores que as mudas da testemunha comercial. Ocorreu também uma ligeira superioridade, embora não significativa, das mudas testemunha em relação às mudas com *P. tinctorius*. Para *P. khasya* não ocorreram diferenças significativas entre os tratamentos.

Abundante produção de basidiocarpos de *P. tinctorius* foi observada nas parcelas das três espécies de *Pinus* nos tratamentos com este fungo. Foram coletados 39, 36 e 19 basidiocarpos nas parcelas de *P. oocarpa*, *P. caribaea* var. *hondurensis* e *P. khasya*, respectivamente. As frutificações de *P. tinctorius* foram encontradas também em parcelas dos tratamentos testemunha, em um total de 14 frutificações.

O exame do sistema radicular das plantas infectadas artificialmente com *P. tinctorius* mostrou um excelente desenvolvimento de ectomicorrizas típicas do fungo, principalmente em *P. oocarpa*. Nos demais tratamentos micorrízicos pode-se verificar a presença de *P. tinctorius* como contaminante, pelo exame do sistema radicular das mudas associado com as frutificações do fungo.

Durante os levantamentos conduzidos no ensaio, não foram observadas frutificações de *T. terrestris* nas três espécies de *Pinus* infectadas naturalmente com o fungo. Pelo exame do sistema radicular das mudas detectou-se um regular desenvolvimento de ectomicorrizas típicas de *T. terrestris*. Observou-se também a presença de ectomicorrizas do tipo (i) na testemunha comercial e em baixa porcentagem nos tratamentos com *P. tinctorius* e testemunha.

TABELA 10 - Sobrevivência e crescimento de mudas de *Pinus oocarpa*, *P. caribaea* var. *hondurensis* e *P. khasya*, obtidas em solo artificialmente infestado com *Pisolithus tinctorius* e naturalmente com *Thelephora terrestris* e outros fungos não determinados, após 17 meses de cultivo no campo, em Brotas, SP. Cada valor consistiu na média de cinco repetições, com originalmente 15 mudas por repetição. (Ver Apêndice 17). (+).

Espécies vegetais	Tratamentos micorrízicos (++)	Sobrevivência (%)	Diâmetro do colo (cm)	Altura do caule (m)	Índices de volume (+++)	
					Planta (cm ³)	Parcela (cm ³)
<i>Pinus oocarpa</i>	<i>Pisolithus tinctorius</i>	93,3 a	4,2 a	2,06 a	37,10 a	522,48 a
	Testemunha	93,3 a	3,8 ab	1,87 ab	27,62 ab	387,94 ab
	Testemunha comercial	85,3 a	3,4 b	1,65 b	19,63 b	250,94 b
<i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>	<i>Pisolithus tinctorius</i>	90,7 a	5,0 ab	1,73 ab	44,14 ab	607,65 ab
	Testemunha	97,3 a	5,4 a	1,87 b	54,88 b	788,40 b
	Testemunha comercial	90,7 a	4,5 b	1,52 a	31,31 a	425,37 a
<i>Pinus khasya</i>	<i>Pisolithus tinctorius</i>	86,7 a	2,9 a	1,02 a	9,68 a	132,12 a
	Testemunha	84,0 a	3,0 a	1,06 a	10,25 a	134,50 a

(+) Em cada coluna, para cada espécie, médias seguidas das de uma mesma letra não diferem estatisticamente, pelo teste de Tukey (Ver Apêndice 20).

(++) Testemunha: mudas do ensaio do viveiro com micorrizas formadas predominantemente por inóculo natural de *T. terrestris* ;

Testemunha comercial: mudas produzidas rotineiramente no viveiro, com 35 - 40% das raízes laterais curtas com micorrizas formadas por inóculo natural de fungos não identificados.

(+++) Índice de volume de planta = $(\text{diâmetro do colo})^2 \times \text{altura do caule} / 100$;

Índice de volume de parcela = volume de planta x número de plantas sobreviventes.

5.6 - ENSAIO 3 - SOBREVIVÊNCIA E CRESCIMENTO DE MUDAS DE *Pinus caribaea* VAR. *bahamensis* COM MICORRIZAS FORMADAS POR *Thelephora terrestris* E *Pisolithus tinctorius*, EM CARAVELAS, BA.

Quanto à sobrevivência, aos 12 meses de cultivo, as mudas testemunha e não fertilizadas, mostraram valores significativamente menores do que as dos demais tratamentos (Tabela 11).

As mudas de *P. caribaea* var. *bahamensis* com ectomicorrizas formadas por *P. tinctorius* e fertilizadas com N P K, B e Zn foram superiores estatisticamente, em relação aos demais tratamentos, para todos os parâmetros de crescimento (Figura 4.A). O efeito da adubação, verificado para *P. tinctorius* não foi tão notável para as mudas com ectomicorrizas formadas por *T. terrestris*. No geral, o fungo simbionte *P. tinctorius* foi superior a *T. terrestris* quanto aos efeitos no crescimento das mudas.

A estagnação do crescimento em altura do caule, das mudas testemunha e sem fertilização resultou em incremento zero entre o 3º e 12º mês de cultivo no campo (Figura 4.B). Esta estagnação do crescimento deve estar relacionada com a diminuição da porcentagem de sobrevivência das mudas testemunha, sendo que o índice de mortalidade deverá aumentar nos próximos levantamentos. Considerando este resultado, o tratamento testemunha sem fertilização mineral não foi incluído na análise da variância para altura e índice de volume. Basidiocarpos de *P. tinctorius* foram verificados associados às mudas com

ectomicorrizas no decorrer do 12º mês de cultivo, sendo que es as mudas apresentaram abundante desenvolvimento de ectomicor r í z i c a s típicas do fungo. Da mesma forma, foram observadas frutificações de *T. terrestris* nas mudas das parcelas trata - das com este fungo, não se notando, contudo, uma boa formação de ectomicorrizas típicas do fungo no sistema radicular duran te a última avaliação do ensaio.

TABELA 11 - Sobrevivência e crescimento de mudas de *Pinus caribaea* var. *bahamensis* obtidas em canteiros de semeadura com solo infestado artificialmente com os fungos ectomicorrízicos *Thelephora terrestris* e *Pisolithus tinctorius*, entre o 3º e 12º mês de cultivo no campo, fertilizadas ou não com NPK, B e Zn, em Caravelas, BA. Cada valor consistiu na média de quatro repetições (Ver Apêndice 19) (+)

Tratamentos micorrízicos	Sobre- vivên- cia (%)	Incremento em			
		Diâmetro do colo (cm)	Altura do caule (cm)	Índice de volume (++)	
				Planta (cm ³)	Parcela (cm ³)
COM FERTILIZAÇÃO					
<i>T. terrestris</i>	93 a	1,1 a	24,8 a	0,30 a	6,90 a
<i>P. tinctorius</i>	96 a	2,0 b	54,8 b	2,19 b	52,56 b
Testemunha (sem in- festação artificial)	83 a	0,5 cd	8,6 c	0,02 a	0,42 c

SEM FERTILIZAÇÃO					
<i>T. terrestris</i>	92 a	0,7 acd	13,3 ac	0,07 a	1,61 ac
<i>P. tinctorius</i>	96 a	1,0 ac	16,0 ac	0,16 a	3,84 ac
Testemunha (sem in- festação artificial)	65 b	0,2 d	0,0	0,0	0,0

(+) Em cada coluna, médias seguidas de uma mesma letra não diferem estatisticamente, pelo teste de Tukey, (Ver Apêndices 20 e 21).

(++) Índice de volume de planta = $(\text{diâmetro do colo})^2 \times \text{altura do caule} / 100$;

Índice de volume de parcela = volume de planta x número de plantas sobreviventes.

FIGURA 4 - Efeito de *P. tinctorius* e fertilização mineral no crescimento de mudas de *P. caribaea* var. *bahamensis*, após um ano de cultivo, em Caravelas, BA.

- A) Mudas com ectomicorrizas formadas por *P. tinctorius* e fertilizadas com NPK, B e Zn;
B) Mudas sem ectomicorrizas e sem fertilização.

6 - DISCUSSÃO

ENSAIOS CONDUZIDOS EM VIVEIRO

De acordo com os resultados do presente trabalho, a formação de ectomicorrizas nas espécies tropicais de *Pinus* estudadas, foi obtida com sucesso pela infestação do solo com micélio de *T. terrestris* e *P. tinctorius*. Até então, as associações micorrízicas, a partir do cultivo e infestação de solos fumigados com isolados de *T. terrestris*, e *P. tinctorius*, segundo as técnicas sugeridas por MARX e BRYAN (1975), têm sido citadas somente para espécies de *Pinus* de origem temperada (BRYAN e ZAK, 1961 ; MARX e BRYAN, 1969.a , 1979 e MARX *et alii* , 1976). Ampliam-se, dessa maneira, os levantamentos apresentados por GRAND (1976) e MARX (1977a), referentes às espécies de *Pinus* que se associam com esses dois simbiontes. Os resultados confirmam, também, a elevada capacidade de *T. terrestris* e *P. tinctorius*, isolados de *P. taeda*, formarem

ectomicorrizas com outras espécies de *Pinus* em condições de solo e clima diversas das do seu local de origem.

A formação de ectomicorrizas de *T. terrestris* e *P. tinctorius* nas espécies de *Pinus* testadas abre a possibilidade de novas pesquisas para outras espécies tropicais. De fato, as escassas informações disponíveis se referem a formação de ectomicorrizas em *P. caribaea*, *P. pseudostrobus* e *P. oocarpa* com outras espécies de fungos simbióticos (VOLKART, 1964; HACSKAYLO e VOZZO, 1967 ; VOZZO e HACSKAYLO, 1971 ; ULRICH e HACSKAYLO, 1971).

De um modo geral, a formação de ectomicorrizas, em espécies tropicais de *Pinus*, tais como, *P. oocarpa*, *P. strobus* var. *chiapensis* e *P. pseudostrobus*, tem sido experimentalmente obtida a partir da infestação de solos fumigados com acículas, raízes ectomicorrízicas e solo de povoamentos florestais (BRISCOE, 1959 ; RAETS, 1962 ; RICHARDS e WILSON, 1963 ; CONDORI, 1964). Esse tipo de inóculo, conforme relatado na introdução, apresenta algumas desvantagens, discutidas detalhadamente por MIKOLA (1969.b e 1973).

Com respeito à formação de ectomicorrizas por *P. tinctorius*, pode-se concluir que não houve especificidade deste fungo para as três espécies de *Pinus*, uma vez que não foram detectadas diferenças significativas quanto a este caráter (Tabela 2). De fato, os trabalhos conduzidos por MARX e BRYAN (1975); MARX (1976.b) e MARX *et alii* (1976), em condições de viveiro, demonstraram que a quantidade de ectomicorri

zas de *P. tinctorius* , independente da espécie florestal, tem variado em função de fatores externos. Dentre os fatores externos mais importantes, pode-se citar o teor de minerais do solo, pH, temperatura, umidade, população de microorganismos, e tratamentos químicos (SLANKIS, 1974 ; MEYER, 1974).

Além das ectomicorrizas formadas pela infestação artificial do solo com *P. tinctorius* , verificou-se no ensaio 2 , uma significativa formação de ectomicorrizas por *T. terrestris* , nas raízes de mudas das três espécies de *Pinus* cultivadas nas parcelas testemunha, isto é, no solo que não foi infestado artificialmente (Tabela 2). Isto se deve provavelmente ao fato já bem conhecido de que *T. terrestris* se constitui em um eficiente reinfestador de solos recém-fumigados (ZAK e MARX, 1964 ; HACSKAYLO, 1965 ; MARX e DAVEY, 1969.a ; MARX e ROSS, 1970 ; BERRY e MARX, 1976 ; MARX e BRYAN, 1976). Notou-se também, nos ensaios conduzidos em Piracicaba, que a quantidade de ectomicorrizas formadas por *T. terrestris* , nas parcelas não infestadas artificialmente, foi maior no ensaio 2 do que no ensaio 1. Este resultado pode ser explicado pelo aumento na concentração de inóculo inicial deste fungo, em função da produção de corpos de frutificação de *T. terrestris* no primeiro ensaio, e a fatores ambientes que ocorreram de forma diferente no decorrer dos dois experimentos.

Entretanto, no terceiro ensaio, instalado em Caravelas, o pequeno índice de infecção por *T. terrestris* , verificado nas mudas testemunha de *P. caribaea* var. *hondurensis* deve ter sido

devido a basidiosporos originários das frutificações produzidas nas plantas do próprio experimento, uma vez que no local previamente não existia uma população de fungos ectomicorrízicos (Tabela 6).

As características morfológicas distintas, apresentadas pelas ectomicorrizas formadas por *T. terrestris* e *P. tinctorius*, possibilitaram a identificação e quantificação desses simbiossiontes nas raízes das espécies tropicais de *Pinus* testadas. Como essas características são semelhantes às descritas para outras espécies de *Pinus* (MARX e BRYAN, 1969.b) sugere-se que os fungos envolvidos exercem um controle na morfologia das ectomicorrizas. Esse aspecto apresenta também importância prática para a condução de levantamentos de fungos ectomicorrízicos que ocorrem em condições de viveiro e campo, uma vez que é fundamental a identificação dos fungos simbióticos através das características das ectomicorrizas.

É importante salientar a adaptação dos simbiossiontes para as condições dos ensaios de viveiro, verificada pelo desenvolvimento de inúmeros corpos de frutificação de *T. terrestris* e *P. tinctorius*. Essas frutificações podem promover a disseminação e o estabelecimento desses fungos no viveiro e nas áreas próximas. Novas infestações de solo dos canteiros podem também ser conduzidas a partir dos esporos, especialmente para *P. tinctorius*, uma vez que é possível a coleta das frutificações e armazenamento dos esporos (MARX e ROSS, 1970).

A identidade das ectomicorrizas foi confirmada pelo reisolamento dos fungos ectomicorrízicos em meio de cultura. A maior porcentagem de reisolamento obtida para *P. tinctorius* está dentro da encontrada para outras espécies de *Pinus* (MARX, e BRYAN, 1975 ; MARX *et alii*, 1976 ; BERRY e MARX, 1976 ; MARX *et alii* , 1978). A baixa porcentagem de reisolamento de *T. terrestris* tem sido também relatada por diversos autores (ZAK e MARX, 1964 ; HACSKAYLO, 1965 ; VOZZO e HACSKAYLO, 1971 ; MARX e BRYAN, 19-5). A maior porcentagem de reisolamento verificada para *P. tinctorius*, em relação à *T. terrestris* , pode estar ligada a maior espessura da manta de hifas formada nas ectomicorrizas típicas desse fungo. Como *P. tinctorius* apresenta uma maior taxa de crescimento micelial, a partir das ectomicorrizas em meio de cultura, sua possibilidade de recuperação é aumentada uma vez que os demais microorganismos são suplantados. Por outro lado, o fungo *T. terrestris* , com crescimento micelial mais lento acaba sendo dominado pelos contaminantes , diminuindo sua porcentagem de reisolamento.

Esses microorganismos que se desenvolveram em meio de cultura, a partir das ectomicorrizas utilizadas para reisolamento de fungos micorrízicos, principalmente fungos dos gêneros *Penicillium* , *Aspergillus* e *Trichoderma* e bactérias, têm sido frequentemente citados nos reisolamentos de simbioses em outras espécies de *Pinus* (ZAK e BRYAN, 1963 ; FILER e TOOLE, 1965 ; PALMER; 1971 ; DANIELSON e DAVEY, 1969), levando a crer que sejam componentes normais da ectomicorrizosfera (KATZNEL -

SON *et alii*, 1962 ; RAMBELLI, 1973). Com respeito às bactérias, FOSTER e MARKS (1967), observaram, através de técnicas de microscopia eletrônica, a sua íntima associação com a manta das hifas do fungo ectomicorrízico. Este fato sugere que nas ectomicorrizas das espécies tropicais de *Pinus* testadas, as bactérias também se encontram intimamente associadas com as hifas do fungo micorrízico, uma vez que estas sofreram desinfecção superficial para o reisolamento dos simbiossiontes envolvidos.

Quanto ao efeito dos fungos testados, *T. terrestris* e *P. tinctorius*, no crescimento das mudas, analisando-se os resultados apresentados nos três ensaios, verificou-se que a resposta à infestação do solo, independente do fungo, foi mais pronunciada quando a população inicial de simbiossiontes ectomicorrízicos foi menor ou ausente (Tabelas 1, 3 e 6). De fato, as diferenças no crescimento das mudas com micorrizas formadas por *T. terrestris* e *P. tinctorius*, em comparação com as mudas testemunha, foram maiores nos ensaios 1 e 3, quando a contaminação de *T. terrestris* e outros fungos ectomicorrízicos foi menos intensa, conforme discutido anteriormente.

No que diz respeito aos dois fungos testados não se notou diferença significativa entre seus efeitos no crescimento das mudas de *P. oocarpa* (ensaio 1), *P. caribaea* var. *hondurensis* (ensaio 2) e *P. khasya* (ensaio 3). A superioridade do *P. tinctorius* sobre *T. terrestris* tem sido relatada de maneira consistente na literatura (MARX e BRYAN, 1975 ; MARX, 1975.a ; MARX e ARTMAN, 1978 ; MARX *et alii*, 1978), sendo ve-

rificada, entretanto a equivalência desses fungos em alguns ensaios de viveiro (MARX *et alii*, 1976). O maior crescimento das mudas de *P. oocarpa* e *P. khasya* (ensaio 2) com ectomicorrizas de *T. terrestris*, em comparação com as mudas com ectomicorrizas formadas por *P. tinctorius*, não tem sido relatado na literatura.

As diferenças significativas nas análises químicas, para os diferentes elementos minerais em mudas das espécies de *Pinus* testadas com os dois fungos micorrízicos, demonstram a complexidade dos efeitos de associações micorrízicas sobre a concentração de nutrientes na planta, não permitindo uma generalização dos resultados (Tabelas 4, 5, 9). Esse aspecto foi levantado por KORMANIK e BRYAN (1977) ao afirmarem que o efeito na absorção de macro e micronutrientes é bastante variável, sendo que alguns nutrientes podem estar presentes em maior porcentagem em plantas micorrízicas e outras vezes, nas plantas não micorrízicas, não ocorrendo também diferenças significativa entre os dois grupos.

Realmente dos 14 elementos minerais analisados na parte aérea de *P. taeda*, somente o zinco foi significativamente superior no tratamento testemunha em relação a *P. tinctorius*, não havendo significância para os demais elementos (BERRY e MARX, 1976). Na mesma espécie não havia sido verificada diferença significativa para N P K, Ca e Mg para *P. tinctorius* e testemunha (MARX e BRYAN, 1975). Para mudas de *P. patula* o conteúdo de P foi maior para as plantas com ecto-

micorrizas naturais e o K foi maior para as plantas controle, não havendo diferença para N (MARAIS e KOTZE, 1978). Por outro lado, o conteúdo de P foi maior em mudas de *P. radiata* inoculadas com *Rhizopogon luteolus* e não houve significância em relação à testemunha para *Suillus granulatus*, *S. luteus* e *Cenococcum graniforme* (THEODOROU e BOWEN, 1970). Para *P. eliotii* e *P. radiata* a concentração de NPK foram variáveis em função dos fungos ectomicorrízicos e testemunha (LAMB e RICHARDS, 1971). Exemplos de maior absorção de P em plantas ectomicorrízicas tem sido citados na literatura (MELIN e NILSSON, 1950 ; MORRISON, 1957 ; HARLEY, 1959 ; WILDE, 1968 ; KRAMER e WILBUR, 1969 ; SHOULDERS, 1970).

Essas diferenças observadas para os teores de elementos minerais em mudas de *Pinus* com diferentes tratamentos ectomicorrízicos não têm sido discutidas em profundidade. Devem ser influenciadas pelas espécies florestais, espécies de fungos ectomicorrízicos, composição química do solo, técnica de análise química e outros fatores relacionados.

ENSAIOS CONDUZIDOS EM CAMPO

Os resultados dos ensaios de campo, principalmente o conduzido em Caravelas, BA, demonstraram a importância da infestação do solo de viveiros florestais com fungos simbióticos específicos, através de técnicas que empregam culturas pu

ras. Essas técnicas proporcionaram a formação de ectomicorizas mais eficientes desde a fase inicial do desenvolvimento do sistema radicular das mudas de *Pinus*.

Por outro lado, a superioridade do fungo *P. tinctorius* em relação a *T. terrestris* e outros fungos não identificados para *P. oocarpa* (Ensaio 1 - Tabela 9) e *P. caribaea* var. *bahamensis* (Ensaio 3 - Tabela 11), nos locais onde foram instalados os ensaios, confirmam a ação específica dos fungos ectomicorrízicos já demonstrada por outros pesquisadores (BOWEN, 1965 ; MARX e BARNETT, 1974 ; MIKOLA, 1973 ; THEODOROU e BOWEN, 1970) para outras espécies de *Pinus*. No caso de *P. caribaea* var. *hondurensis* e *P. khasya* este fato não se repetiu, sendo que ocorreu uma equivalência no efeito dos dois fungos envolvidos na associação. Esses efeitos promovidos pelas ectomicorizas têm sido relacionados com o melhor aproveitamento dos minerais do solo, maior resistência a secas e menor ataque de patógenos de raízes (MARX, 1969, 1972 ; MARX *et alii*, 1977) ; MARX e ARTMAN, 1979).

O estabelecimento de *P. tinctorius* e *T. terrestris* em Caravelas, BA e *P. tinctorius* em Brotas, SP foi confirmado pela formação contínua e abundante de ectomicorizas no campo e pela presença de inúmeros corpos de frutificação desenvolvidos nas proximidades das mudas. Estes fatos, além de indicarem a adaptação dos fungos às novas condições ecológicas, apresentaram valor prático para a disseminação dos simbioses em condições de campo. A disseminação do fungo já foi constata-

da pela presença de corpos de frutificação de *P. tinctorius* nas parcelas dos tratamentos testemunha, em Brotas e Caravelas.

Outro efeito notório observado no ensaio 3, em Caravelas, BA, foi a interação verificada entre o tratamento de fertilização mineral e os tratamentos micorrízicos: o efeito benéfico das ectomicorrizas foi maior para as mudas fertilizadas do que para as não fertilizadas, independente do fungo micorrízico, indicando que o efeito da fertilização depende de uma adequada formação micorrízica nas mudas (Tabela 11). Verificou-se também, que é importante considerar a identidade do simbionte na associação, além das quantidades de ectomicorrizas formadas. O fungo *P. tinctorius* deve ter proporcionado um melhor aproveitamento do fertilizante aplicado no solo, do que o *T. terrestris*, refletindo em um maior estímulo no crescimento das mudas de *P. caribaea* var. *bahamensis*.

A potencialidade do *P. tinctorius*, tem sido demonstrada pela sua elevada capacidade de adaptação a condições adversas, tais como elevada temperatura do solo e valores extremos de pH do solo (MARX, 1975.b ; 1976.a ; 1976.b).

Com base nos dados de campo até então obtidos, pode-se concluir que as espécies tropicais de *Pinus* testadas são dependentes de ectomicorrizas para um desenvolvimento adequado. Esse crescimento depende do fungo micorrízico e da espécie em questão.

O uso de inóculo micorrízico específico através de técnicas que envolvem culturas puras dos simbiontes, apesar das

limitações discutidas por MIKOLA (1973) apresenta, em decorrência dos resultados obtidos no presente trabalho, boa potencialidade para empregos práticos dos fungos *P. tinctorius* e *T. terrestris* nas condições brasileiras. Este emprego poderá pelo menos ser efetuado na introdução dos referidos fungos em áreas novas de reflorestamento no País. Quanto ao uso em larga escala nos viveiros, sua aplicação fica limitada pelo fator econômico. O aspecto econômico vai depender da presença de inóculo natural na área, das distâncias envolvidas entre o local de produção e o local de aplicação do inóculo, das condições de fertilidade do solo e demais fatores relacionados.

7 - CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos no presente trabalho foram extraídas as seguintes conclusões:

- a - A técnica de cultivo dos fungos ectomicorrízicos *T. terrestris* e *P. tinctorius* testadas propiciou uma boa formação de micélio vegetativo desses simbiontes. A técnica de infestação artificial do solo fumigado com *T. terrestris* e *P. tinctorius*, foi eficiente para a formação de ectomicorrizas dessas espécies fúngicas no sistema radicular de mudas de espécies florestais de *Pinus*, nos ensaios de viveiro.
- b - Mudas de *P. oocarpa*, *P. caribaea* var. *bahamensis* e *P. caribaea* var. *hondurensis* e *P. khasya* cultivadas durante seis a sete meses, em solo infestado com *T. terrestris* e *P. tinctorius* apresentaram abundante formação de ectomicorrizas dos referidos simbiontes. As ectomicorrizas de

T. terrestris e *P. tinctorius* foram distintas, com respeito à coloração, desenvolvimento e espessura da manta de hifas.

- c - De um modo geral, em condições de viveiro, as mudas das espécies tropicais de *Pinus* com ectomicorrizas de *T. terrestris* e *P. tinctorius*, foram maiores do que as do tratamento testemunha, não ocorrendo diferenças entre os dois fungos. Os benefícios resultantes da associação com os dois fungos, foram mais pronunciados quando a população natural de simbiontes ectomicorrízicos, nos locais da instalação dos ensaios, era menor ou ausente.
- d - Em condições de campo, as mudas de *P. oocarpa* (plantadas em Brotas, SP) e *P. caribaea* var. *bahamensis* (plantadas em Caravelas, BA) com ectomicorrizas formadas por *P. tinctorius* foram maiores do que as mudas com *P. tinctorius* e testemunha. Para *P. caribaea* var. *hondurensis* e *P. khasya* (plantadas em Brotas, SP) ocorreu uma equivalência no efeito dos dois fungos testados.
- e - Foi bem sucedida a introdução do *P. tinctorius*, considerando a abundante formação de ectomicorrizas e de basidiocarpos do fungo ectomicorrízico, notadamente em condições de campo, em associação com as espécies tropicais de *Pinus* testadas.

8 - SUMMARY

Pure cultures of *Thelephora terrestris* and *Pisolithus tinctorius* obtained by mycelial growth of the symbionts in a vermiculite - peat moss - nutrient medium were used for infestation of fumigated soil. Three trials were carried out under nursery conditions, two in Piracicaba, SP and one in Caravelas, BA. Seedlings of *Pinus oocarpa*, *P. caribaea* var. *bahamensis*, *P. caribaea* var. *hondurensis* and *P. khasya* harvested after 6 - 7 months of growth in soil infested with both fungal symbionts showed good formation of ectomycorrhizae by *T. terrestris* and *P. tinctorius*. In Piracicaba, the control seedlings showed different amounts of ectomycorrhizae formed by *T. terrestris* and other unidentified fungi. *Thelephora terrestris* and *Pisolithus tinctorius* were re-isolated from typical ectomycorrhizae of both fungi, in frequencies of 1,9 and 16,5% respectively. Ectomycorrhizae formed by *T. terrestris* and *P. tinctorius* showed differences in color and morpho

logy, the hyphal mantle being thicker for *P. tinctorius* than for *T. terrestris*. With respect to the influence of both fungi in seedling growth, under the nursery conditions, it was found that their beneficial effect was more conspicuous when the natural population of ectomycorrhizae of the nursery was smaller or absent. For *P. oocarpa*, *P. caribaea* var. *hondurensis* and *P. caribaea* var. *bahamensis*, there were no differences in seedling growth due to *T. terrestris* and *P. tinctorius*. Ectomycorrhizae formed by natural inoculum of *T. terrestris* and other unidentified fungi promoted bigger seedlings of *P. oocarpa* and *P. khasya* than *P. tinctorius* in the second trial carried out in Piracicaba. Chemical analysis for the principal elements showed differences for some elements in different plant parts, but no generalization could be made.

Three field trials were also set up in two different locations, Brotas, SP and Caravelas, BA, in sandy and poor sites, for evaluation of the field performance of the mycorrhizal nursery treatments. A fertilization treatment with N, P, K, B and Zn was also tested in Caravelas in association with the mycorrhizal treatments. Seedlings of *P. oocarpa* with mycorrhizae formed by *P. tinctorius* showed better growth than seedlings with *T. terrestris* mycorrhizae and control seedlings in Brotas, after 17 months of growth. There were no differences between *T. terrestris* and *P. tinctorius* for *P. caribaea* var. *hondurensis* and *P. khasya*. There was an interaction effect in Caravelas, between the fertilization and mycorrhizal

treatments. After 12 months of growth the beneficial effect of *P. tinctorius* and *T. terrestris* was higher for fertilized seedlings than for non-fertilized ones. With respect to the mycorrhizal treatments, *P. tinctorius* promoted a better seedling growth than *T. terrestris* , specially for the fertilized seedlings had a smaller survival index (65%) than other seedlings (average 92%). Both symbionts tested formed abundant amount of fruiting bodies during the first year of growth in Caravelas. In Brotas, only *P. tinctorius* produced significant amounts of basidiocarps.

9 - LITERATURA CITADA

- BAKSHI, B. K. ; KUMAR, D., 1968. Forest tree mycorrhiza. Indian Forester. Deha Dun, 52: 79-84.
- BERRY, C. R. ; MARX, D. H., 1976. Sewage Sludge and *Pisolithus tinctorius* ectomycorrhizae: their effect on growth of pine seedlings. Forest Science. Washington, 22: 351-358.
- BERRY, C. R. ; MARX, D. H., 1978. Effects of *Pisolithus tinctorius* ectomycorrhizae on growth of loblolly and virginia pine in the Tennessee Copper Basin. USDA, For Serv. Res. Note SE-264 , 6 p.
- BJÖRKMAN, E., 1960. *Monotropa hypopitys* , an epiparasite on tree roots. Physiologia Plantarum, Copenhagen, 13: 308-327.
- BJÖRKMAN, E., 1970a. Mycorrhiza and tree nutrition in poor forest soils. Studia Forestalia Suecica. Estocolmo, 23 p.

- BJÖRKMAN, E., 1970b. Forest tree mycorrhiza - the condition for its formation and the significance for tree growth and afforestation. Plant and Soil. The Hague, 32: 589-610
- BOWEN, G. D., 1965. Mycorrhiza inoculation in forestry practice. Australian Forestry. Canberra, 29: 231-237.
- BOWEN, G. D. ; THEODOROU, C., 1973. Growth of ectomycorrhizal fungi around seeds and roots. In: MARKS, G. C ; KOZLOWISKI, T. T., Coord. Ectomycorrhizae their Ecology and Physiology. New York, Academic Press, Editora, p. 107-150.
- BRISCOE, C. B., 1959. Early results of mycorrhizal inoculation of pine in Puerto Rico. Caribbean Forester. Rio Piedras, 20: 73-77.
- BRYAN, W. C. ; ZAK, B., 1961. Synthetic culture of mycorrhizae of southern pines. Forest Science, Washington, 7(2): 123-129.
- CHILVERS, G. A., 1968. Some distinctive types of eucalypt mycorrhiza. Australian Journal Botany. Melbourne, 16: 49-70.
- CONDORI, L. V., 1964. Efecto de las micorrizas en el crecimiento inicial de coníferas tropicales. Turrialba. Turrialba, 14(3): 151-155.
- DANIELSON, R. M. ; DAVEY, C. B., 1969. Microbial recolonization of fumigated nursery soil. Forest Science, Washington, 15: 368-380.

- FASSI, B. ; FONTANA, A., 1966. Researches on ectotrophic mycorrhizae of *Pinus strobus* in nurseries. II. Mycorrhizae of *Thelephora terrestris*, *Laccaria laccata* and *Hebeloma mesophaeum*. Allionia, Turin, 12: 47-53.
- FILER, T. H. ; TOOLE, E. R., 1965. Isolations from mycorrhizal roots of sweetgum. Plant Disease Reporter, Washington, 49: 869-870.
- FOSTER, R. C. ; MARKS, G. C., 1967. Observation on the mycorrhizas of forest trees. II. The rizosphere of *Pinus radiata*. Australian Journal of Biological Science. Melbourne, 20: 915-926.
- GRAND, L. F., 1976. Distribution, plant associates and variation in basidiocarps of *Pisolithus tinctorius* in the United States. Mycologia. Bronx, 68: 672-678.
- HACSKAYLO, E., 1965. *Thelephora terrestris* and mycorrhizae of virginia pine. Forest Science, Washington, 11: 401-404.
- HACSKAYLO, E. ; VOZZO, J. A., 1967. Inoculation of *Pinus caribaea* with pure cultures of mycorrhizal fungi in Puerto Rico. In: IUFRO Congress, 14, Munich, Sept. 4-9, 1967. v. 5, p. 139-148.
- HACSKAYLO, E., 1971. Metabolic exchanges in ectomycorrhizae. In: HACSKAYLO, E., Coord. Mycorrhizae. Washington., US. Government Printing Office Ed., p. 175-182.
- HACSKAYLO, E., 1973.a Carbohydrate physiology of ectomycorrhizae. In: MARKS; G. C. ; KOZLOWSKI, T. T., Coord. Ectomycorrhizae - their Ecology and Physiology. New York, Academic Press Ed., p. 207-230.

- HACSKAYLO, E., 1973.b Dependence of mycorrhizal fungi on hosts. Bulletin of Torrey Botanical Club., Lancaster, 10: 217-223.
- HARLEY, J. L., 1969. The Biology of Mycorrhizae. 2nd. Leonard Hill Ed., London, 334 p.
- HILE, N. ; HENNEN, J. F., 1969. In vitro culture of *Pisolithus tinctorius* mycelium. Mycologia, Bronx, 61: 195-198.
- JORGENSEN, J. R. ; SHOULDERS, E., 1967. Mycorrhizal root development vital to survival of slash pine nursery stock. Tree Planter's Notes, Washington, 18: 1-4.
- JOHANSEN, D. A., 1940. Plant Microtechnique. Mc Graw-Hill Ed., New York, 523 p.
- KATZNELSON, H. ; ROUATT, J. W. ; PETERSON, E. A., 1962. The rhizosphere effect of mycorrhizal and non-mycorrhizal roots of yellow birch seedlings. Canadian Journal of Botany. Ottawa, 40: 377-382.
- KORMANIK, P. P. ; BRYAN, W. C. ; SCHULTZ, R. C., 1977. The role of mycorrhizae in plant growth and development. Physiologia Plantarum, Copenhagen, 41: 1-10.
- KRAMER, P. J. ; WILBUR, K. M., 1949. Absorption of radioactive phosphorus by mycorrhizae roots of pine. Science. Washington, 110: 8-9.
- LAMB, R. J. ; RICHARDS, B. N., 1970. Effect of mycorrhizal fungi on the growth and nutrient status of slash and radiata pine seedlings. Australian Forestry. Canberra, 35: 1-7.

- LAMPKY, J. R. ; PETERSON, J. E. 1963. *Pisolithus tinctorius* associated with pines in Missouri. Mycologia, Bronx, 55: 675-678.
- LAMPKY, J. R. ; LAMPKY, S. A., 1973. *Pisolithus* in central Florida. Mycologia, Bronx, 65: 1210-1213
- LEVISHON, I., 1958. Effects of mycorrhiza on tree growth. Soils and Fertilizers. Harpenden, 21: 73-82.
- LOWY, B., 1964. *Pisolithus* in Louisiana. Mycologia, Bronx, 56: 319.
- MARAIS, L. J. ; KOTZÉ, J. M., 1978. Growth of mycorrhizal and non-mycorrhizal *Pinus patula* seedlings in relation to soil N and P. South African Forestry Journal. Johannesburg, 107: 37-42.
- MARX, D. H., 1969. The influence of ectotrophic mycorrhizae 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, 59: 153-163.
- MARX, D. H. ; BRYAN, W. C., 1969a. Studies on ectomycorrhizae of pine in an electronically air-filtered, air-conditioned, plant-growth room. Canadian Journal of Botany. Ottawa, 47: 1903-1909.
- MARX, D. H. ; BRYAN, W. C., 1969.b. Colonization, isolation and cultural descriptions of *Thelephora terrestris* and others ectomycorrhizal fungi of short leaf pine seedlings grown in fumigated soil. Canadian Journal of Botany, Ottawa, 48: 207-211.

- MARX, D. H. ; DAVEY, C. B., 1969a. The influence of ectotrophic mycorrhizae on the resistance of pine roots to pathogenic infections. III. Resistance of aseptically formed mycorrhizae to infection by *Phytophthora cinnamoni*. Phytopathology. Saint Paul, 59: 549-558.
- MARX, D. H. ; DAVEY, C. B., 1969b. The influence of ectotrophic mycorrhizal fungi on the resistance of pine roots to pathogenic infections. IV. Resistance of naturally occurring mycorrhizae to infections by *Phytophthora cinnamoni*. Phytopathology, Saint Paul, 59: 559-565.
- MARX, D. H. ; BRYAN, W. C., 1970. Pure culture synthesis of ectomycorrhizae by *Thelephora terrestris* and *Pisolithus tinctorius* on different conifer hosts. Canadian Journal of Botany. Ottawa, 48: 639-643.
- MARX, D. H. ; BRYAN, W. C. ; DAVEY, C. B., 1970. Influence of temperature on aseptic synthesis of ectomycorrhizae by *Thelephora terrestris* and *Pisolithus tinctorius* on loblolly pine. Forest Science, Washington, 16: 424-431.
- MARX, D. H. ; ROSS, E. W., 1970. Aseptic synthesis of ectomycorrhizae on *Pinus taeda* by basidiospores of *Thelephora terrestris*. Canadian Journal of Botany. Ottawa, 48: 197-198.
- MARX, D. H. ; BRYAN, W. C., 1971. Influence of ectomycorrhizae on survival and growth of aseptic seedlings of loblolly pine at high temperature. Forest Science. Washington, 17: 37-41.

- MARX, D. H., 1972. Ectomycorrhizae as biological deterrents to pathogenic root infections. Phytopathology, Saint Paul, 62: 429-454.
- MARX, D. H. ; BARNETT, A. P., 1974. Mycorrhizae and containerized seedlings. In: TINUS, R. W. ; STEIN, W. I. ; BALMER, W. E., Edit. North American Containerized Forest Tree Seedling Symposium. Agric. Counc. Publ., 68: 85-92.
- MARX, D. H., 1975a. Mycorrhizae of exotic trees in the peruvian Andes and synthesis of ectomycorrhizae of mexican pines. Forest Science, Washington, 21: 353-358.
- MARX, D. H., 1975b. Mycorrhizae and stablishment of trees on stripmined land. The Ohio Journal of Science, Columbus, 75: 289-297.
- MARX, D. H. ; BRYAN, W. C., 1975. Growth and ectomycorrhizal development of loblolly pine seedlings in fumigated soil infested with the fungal symbiont *Pisolithus tinctorius*. Forest Science, Washington, 21: 245-254.
- MARX, D. H., 1976a. Use of specific mycorrhizal fungi on tree roots for forestation of disturbed lands. In: Conference on Forestation of Disturbed Areas. Birmingham , April, 14-15. 1976. p. 47-65.
- MARX, D. H., 1976b. Synthesis of ectomycorrhizae of loblolly pine seedlings with basidiospores of *Pisolithus tinctorius*. Forest Science, Washington, 22: 13-20.

- MARX, D. H. ; BRYAN, C. W. ; CORDELL, E. C., 1976. Growth and ectomycorrhizal development of pine seedlings in nursery soils infested with the fungal symbiont *Pisolithus tinctorius*. Forest Science, Washington, 22: 91-100.
- MARX, D. H., 1977a. Tree host range and world distribution of ectomycorrhizae fungus *Pisolithus tinctorius*. Canadian Journal of Microbiology. Ottawa, 23: 217-223.
- MARX, D. H., 1977b. Manipulation of selected mycorrhizal fungi to increase forest biomass. Apostilado (não publicado). 10 p.
- MARX, D. H. ; BRYAN, W. C. ; CORDELL, C. E., 1977. Survival and growth of pine seedlings with *Pisolithus* ectomycorrhizae after two years on reforestation sites in North America and Florida. Forest Science, Washington, 23: 363-373.
- MARX, D. H. ; ARTMAN, J. D., 1978. Growth and ectomycorrhizal development of loblolly pine seedlings in nursery soil infested with *Pisolithus tinctorius* and *Thelephora terrestris* in Virginia. U.S.D.A., For. Ser. Res., Note S.E.-256. 5 p.
- MARX, D. H. ; MORRIS, W. C. ; MEXAL, J. G., 1978. Growth and ectomycorrhizal development of loblolly pine seedlings in fumigated and non fumigated nursery soil infested with different fungal symbionts. Forest Science, Washington, 24: 193-203.

- MARX, D. H. ; ARTMAN, J. D., 1979. *Pisolithus tintorius* ectomycorrhizae improve survival and growth of pine seedlings on acid coal spoils in Kentucky and Virginia. Reclamation Review, New York, 2: 23-31
- MELIN, E. ; NILSSON, H., 1950. Transfer of radioactive phosphorus to pine seedlings by means of mycorrhizae hyphae. Physiologia Plantarum, Copenhagen, 3: 88-92.
- MELIN, E., 1953. Physiology of mycorrhizal relation in plants. Annual Review of Plant Physiology. Palo Alto, 4: 325-346.
- MEYER, F. H., 1973. Distribution of ectomycorrhizae in native and man-made forest. In: MARKS, G. C. ; KOZLOWSKI, T. T., Coord. Ectomycorrhizae their Ecology and Physiology, New York, Academic Press, Edit, p. 79-105.
- MEYER, F. H., 1974. Physiology of mycorrhiza. Annual Review Plant Physiology, Palo Alto, 25: 567-587.
- MIKOLA, P., 1969a. Forestacion de zonas rasas. Importancia y técnica de la inoculacion micorrizica. Unasyuva. Roma, 23: 35-48.
- MIKOLA, P., 1969b. Mycorrhizae fungi of exotic forest plantations. Karstenia, 10: 164-176.
- MIKOLA, P., 1973. Application of mycorrhizal symbiosis in forestry practice. In: MARKS, G. C. ; KOZLOWSKI, T. T., Coord. Ectomycorrhizae their Ecology and Physiology, New York, Academic Press, Edit, p. 383-411.

- MORRISON, T. M., 1957. Mycorrhiza and phosphorus uptake. Nature, London, 179: 907-908.
- OSWALD, E. T. ; FERCHAU, H. A., 1968. Bacterial association of coniferous mycorrhizal. Plant Soil. The Hague, 28: 187-191.
- PALMER, J. G., 1971. Techniques and procedures for culturing ectomycorrhizal fungi. In: HACSKAYLO, E., Coord. Mycorrhizae. Washington, U. S. Government Printing Office, Edit., p. 132-144.
- PEYRONEL, B. ; FASSI, B. ; FONTANA, A. ; TRAPPE, J. M., 1969. Terminology of mycorrhizae. Mycologia. Bronx, 61: 410-411.
- RAETZ, G. H., 1962. Apuntes preliminares sobre el desarrollo del *Pinus caribaea* en el viveiro en relacion con la presencia o ausencia de la micorriza. Bol. Inst. For. Latino-Americano. Mérida, 36: 1-15.
- RAMBELLI, A., 1973. The rhizosphere of mycorrhizae. In: MARKS; G. C. ; KOZŁOWSKI, T. T., Coord. Ectomycorrhizae their Ecology and Physiology. New York, Academic Press, Edit., p. 299-349.
- RAWLINGS, B. G., 1951. The mycorrhizas of trees in New Zealand forests. Forest Research Notes. Rotorua, 1: 15-17.
- RAWLINGS, B. G., 1958. Some practical aspects of forest mycotrophy. New Zealand Forestry Research Notes, Rotorua, 3: 3-9.

- RICHARDS, B. N. ; WILSON, G. L., 1963. Nutrient supply and mycorrhiza development in Caribbean pine. Forest Science, Washington, 9: 405-412.
- RUEHLE, J. L. ; MARX, D. H., 1977. Developing mycorrhizae on containerized forest tree seedlings. U.S.D.A., For. Serv. Res., Note SE-242, 8 p.
- SHOULDERS, E., 1970. Mycorrhizal inoculation influences survival, growth, and chemical composition of slash pine seedlings. U.S.D.A., Forest Service, Res. Pap., 50 , New Orleans, (74): 1-12.
- SLANKIS, V., 1964. Soil factors influencing formation of mycorrhizae. Annual Review of Phytopathology. Palo Alto, 2: 437-457.
- TAKACS, E. A., 1964. Inoculación artificial de pinos de regiones subtropicales con hongos formadores de micorrizas. IDIA. Suplemento Florestal. Buenos Aires, 12: 41-45.
- TAKACS, E. A., 1967. Producción de cultivos puros de hongos micorrízicos en el Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Castelar. IDIA; Suplemento Florestal. Buenos Aires, 20: 83-87.
- THEODOROU, C. ; BOWEN, G. D., 1970. Mycorrhizal responses of radiata pine in experiments with different fungi. Australian Forestry. Canberra, 34: 184-191.
- TRAPPE, J. M., 1962. Fungus associates of ectotrophic mycorrhizas. Botanical Review. New Haven, 28: 538-606.

- TRAPPE, J. M., 1977. Selection of fungi for ectomycorrhizal inoculation nurseries. Annual Review of Phytopathology, Palo Alto, 15: 203-222.
- ULRICH, J. A. ; HACSKAYLO, E., 1971. Inoculation of *Pinus caribaea* with ectomycorrhizal fungi in Puerto Rico. Forest Science, Washington, 17: 239-245.
- VOZZO, J. A. ; HACSKAYLO, E., 1971. Inoculation of *Pinus caribaea* with ectomycorrhizal fungi in Puerto Rico. Forest Science, Washington, 17: 239-245.
- WEIR, J. R., 1921. *Thelephora terrestris* , *T. fimbriata* , *T. caryophyllea* on forest trees seedlings. Phytopathology, Saint Paul, 11: 141-144.
- WILDE, S. A., 1954. Mycorrhizal fungi: their distribution and effect on tree growth. Soil Science, New Brunswick, 78: 28-31.
- WILDE, S. A., 1968. Mycorrhizae and tree nutrition. Bioscience, Washington, 18: 482-484.
- WILHELM, S., 1966. Chemical treatments and inoculum potential of soils. Annual Review Phytopathology, Palo Alto, 4: 53-38.
- ZAK, B. ; BRYAN, W. C., 1963. Isolation of fungal symbionts from pine mycorrhizae. Forest Science, Washington, 9: 270-278.
- ZAK, B. ; MARX, D. H., 1964. Isolation of mycorrhizal fungi from roots of individual slash pine. Forest Science, Washington, 10: 214-222.

10 - APÊNDICE

APÊNDICE 1 - Crescimento de mudas de *Pinus oocarpa*, após seis meses de cultivo em laminados com solo infestado artificialmente com os fungos micorrízicos *Thelephora terrestris* e *Pisolithus tinctorius*, em Piracicaba, SP.

Tratamentos micorrízicos	Repetição	Número de plantas	Altura do caule (cm)	Comprimento da raiz principal (cm)
<i>Thelephora terrestris</i>	1	37	17,8	19,5
	2	37	17,3	19,9
	3	38	17,3	19,6
	4	37	17,4	19,0
	Média	37	17,4	19,5
<i>Pisolithus tinctorius</i>	1	33	17,4	20,4
	2	33	17,3	18,7
	3	32	16,7	19,3
	4	33	16,8	20,2
	Média	33	17,0	19,7
Testemunha (sem infestação artificial)	1	35	15,8	18,3
	2	34	15,9	18,2
	3	37	15,9	17,5
	4	36	16,1	17,5
	Média	35	15,9	17,9

APÊNDICE 2 - Análise da variância para o crescimento de mudas de *Pinus oocarpa*, após seis meses de cultivo em laminados com solo infestado artificialmente com os fungos *Thelephora terrestris* e *Pisolithus tinctorius*, em Piracicaba, SP.

Causa de Variação	G. L.	Quadrados médios dos caracteres		
		Altura do caule	Comprimento da raiz	Altura do caule / Comprimento da raiz
Tratamento	2	2,4220 **	3,8548 **	0,0008 ns
Resíduo	9	0,0720	0,3033	0,0010

Média Geral		16,81	19,01	0,88
Coefficiente de Variação (%)		1,59	2,89	3,56
Unidades		cm	cm	proporção

Teste de Tukey (Δ)	a 5%	0,53	1,09	0,06
	a 1%	0,73	1,49	0,09

(**) Significativo a 1% de probabilidade				
(ns) Não significativo.				

APÊNDICE 3 - Formação de ectomicorrizas (+) em mudas de *Pinus oocarpa*, *P. caribaea* var. *hondurensis* e *Pinus khasya*, após sete meses de cultivo em sacos plásticos com solo infestado artificialmente com o fungo micorrízico *Pisolithus tinctorius*, em Piracicaba, SP.

Espécies vegetais	Tratamentos micorrízicos	Repetição	Número de mudas	Micorriza formada por			Total
				<i>P. tinctorius</i>	<i>T. terrestris</i>	Fungos não deter.	
<i>Pinus oocarpa</i>	<i>Pisolithus tinctorius</i>	1	39	53,0	0,1	19,7	72,7
		2	40	47,7	1,3	18,7	67,7
		3	37	41,8	0,4	22,1	64,3
		Média	38,7	47,5	0,6	20,2	68,2
	Testemunha (sem infestação artificial)	1	38	0,0	28,5	40,5	69,0
		2	40	0,0	16,4	25,6	42,0
		3	38	0,0	15,6	28,8	44,4
		Média	38,7	0,0	20,2	31,6	51,8
	<i>Pisolithus tinctorius</i>	1	37	29,0	4,6	28,5	62,1
		2	40	31,8	6,4	30,0	68,2
		3	38	38,2	3,2	25,4	66,8
<i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>		Média	38,3	33,0	4,7	28,0	65,7
	Testemunha (sem infestação artificial)	1	39	0,0	31,3	26,2	57,5
		2	39	0,0	41,3	30,4	71,7
		3	40	0,0	34,5	39,0	73,5
		Média	39,3	0,0	35,7	31,9	67,6
	<i>Pisolithus tinctorius</i>	1	39	44,4	0,0	27,8	72,2
		2	40	40,0	0,0	28,6	68,6
		3	39	42,9	0,0	17,3	60,3
		Média	39,3	42,4	0,0	24,6	67,0
	Testemunha (sem infestação artificial)	1	38	0,0	35,4	6,9	42,3
		2	40	0,0	23,6	18,9	42,5
		3	39	0,0	23,5	38,1	61,6
		Média	39,0	0,0	27,5	21,3	48,8

(+) Avaliada visualmente com base na porcentagem de raízes curtas que apresentaram-se micorrizadas.

APÊNDICE 4 - Crescimento de mudas de *Pinus oocarpa*, *P. caribaea* var. *hondurensis* e *P. khasya*, após sete meses de cultivo em sacos plásticos, com solo infestado artificialmente com o fungo micorrízico *Pisolithus tinctorius*, em Piracicaba, SP.

Espécies vegetais	Tratamentos micorrízicos	Repe- tição	Número de mudas	Altura do caule (cm)	Diâmetro do colo (cm)	Peso seco (g)			
						Raiz	Caule	Total	
<i>Pinus oocarpa</i>	<i>Pisolithus tinctorius</i>	1	39	24,9	4,8	1,1	2,7	3,8	
		2	40	25,8	5,1	1,0	3,0	4,0	
		3	37	26,1	5,4	1,1	3,0	4,1	
		Média	38,7	25,6	5,1	1,1	2,9	4,0	
	Testemunha (sem infestação artificial)	1	38	29,0	6,1	1,0	3,2	4,2	
		2	40	30,4	5,5	0,8	3,0	3,8	
		3	38	32,7	6,0	1,2	3,7	4,9	
		Média	38,7	30,7	5,9	1,0	3,3	4,3	
	<i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>	<i>Pisolithus tinctorius</i>	1	37	22,0	4,3	0,8	2,2	3,0
			2	40	19,9	4,4	0,9	2,4	3,3
			3	38	20,4	4,1	0,8	2,1	2,9
		Média	38,3	20,8	4,3	0,8	2,2	3,0	
Testemunha (sem infestação artificial)		1	39	23,8	4,8	1,1	2,9	4,0	
		2	39	21,8	4,6	1,0	2,6	3,6	
		3	40	24,5	4,7	1,2	2,5	3,7	
		Média	39,3	23,4	4,7	1,1	2,8	3,9	
<i>Pinus khasya</i>		<i>Pisolithus tinctorius</i>	1	39	21,1	4,4	0,7	2,5	3,2
			2	40	20,5	4,4	0,7	2,7	3,4
			3	39	18,8	4,0	0,6	2,3	2,9
		Média	39,3	20,1	4,3	0,7	2,5	3,2	
	Testemunha (sem infestação artificial)	1	38	26,4	4,6	0,9	3,8	4,7	
		2	40	22,1	4,7	1,1	3,1	4,2	
		3	39	23,4	4,0	1,0	2,7	3,7	
		Média	39,0	24,0	4,4	1,0	3,2	4,2	

APÊNDICE 5 - Análise da variância para o crescimento e formação de ectomicorizas em mudas de *Pinus oocarpa*, *P. caribaea* var. *hondurensis* e *P. khasya*, após sete meses de cultivo, em sacos plásticos com solo infestado artificialmente com o fungo micorrízico *Pisolithus tinctorius*, em Piracicaba, SP.

Causa de Variação	G.L.	Quadrados médios dos caracteres											
		Altura do caule			Diâmetro do caule			Peso seco			Micorrizas formadas por		
		caule	caule	caule	caule	caule	caule	caule	caule	caule	Total	<i>Pisolithus tinctorius</i>	Fungos não determinados
Espécies (E)	2	74,4204 **	2,3022 **	0,0655 *	0,6540 *	0,7872 *	56,4532 *	169,9323 **	39,5994 ns	42,6570 ns			
Fungo (F)	1	66,7013 **	0,9339 **	0,1458 **	1,1909 **	2,1356 **	---	3,105,8239 **	21,9634 ns	181,6640 *			
E x F	2	2,3754 ns	0,1356 ns	0,0705 *	0,0389 ns	0,1839 ns	---	31,5581 ns	42,6973 ns	65,1896 ns			
Resíduo	12	2,2082	0,0706	0,1179	0,0943	0,1222	40,5160	11,4838	39,1212	28,2626			
Média Geral		24,09	4,77	0,94	2,80	3,74	39,74	18,41	30,49	51,78			
C. V. (%)		6,16	5,56	11,44	10,96	9,33	6,53	18,39	18,58	10,26			
Unidade		cm	mm	g	g	g	%	%	%	%			
Teste de Tukey (Δ)		5% 1%	5% 1%	5% 1%	5% 1%	5% 1%	5% 1%	5% 1%	5% 1%	5% 1%			
Espécies dentro do fungo		3,23 4,33	0,58 0,77	0,24 0,32	0,67 0,90	0,76 1,02	---	7,38 9,88	12,34 16,52	11,57 15,50			
Fungos dentro da espécie		2,64 3,71	0,47 0,66	0,19 0,27	0,55 0,77	0,62 0,87	---	6,03 8,45	10,08 14,14	9,45 13,26			
Espécies x Fungos		4,08 5,23	0,73 0,94	0,30 0,38	0,84 1,08	0,96 1,23	---	9,29 11,94	15,54 19,96	14,58 18,72			
Tratamento		---	---	---	---	---	6,51 9,50	---	---	---			

(*) Significativo a 5% de probabilidade
 (**) Significativo a 1% de probabilidade
 (ns) Não significativo
 (CV) Coeficiente de Variação

APÊNDICE 6 - Concentração de elementos minerais na parte aérea de mudas de *Pinus oocarpa*, *P. caribaea* var. *hondurensis* e *P. khasya*, após sete meses de cultivo em sacos plásticos com solo infestado naturalmente com *Thelephora terrestris*, artificialmente com *Pisolithus tinctorius* e selecionadas pela formação de ectomicorrizas por *T. terrestris* e *P. tinctorius*, em Piracicaba, SP.

Espécies vegetais	Infecção por	Repetição	N %	P %	K %	Ca %	Mg %	Fe ppm	Cu ppm	Mn ppm	Zn ppm	
Pinus oocarpa	Thelephora terrestris	1	0,45	0,21	0,73	0,22	0,14	430,5	3,0	267,5	55,5	
		2	0,35	0,19	0,75	0,24	0,14	437,0	6,0	367,5	37,0	
		3	0,49	0,20	0,76	0,21	0,14	656,5	2,0	346,5	48,5	
		Média	0,43	0,20	0,75	0,22	0,14	508,0	3,6	327,1	47,0	
	Pisolithus tinctorius	1	0,50	0,18	0,68	0,19	0,12	531,5	2,0	311,5	35,5	
		2	0,51	0,15	0,64	0,21	0,11	410,5	3,5	282,5	32,5	
		3	0,37	0,20	0,75	0,25	0,15	509,0	6,0	386,5	44,0	
		Média	0,46	0,18	0,69	0,22	0,13	483,7	3,8	326,8	37,3	
	Pinus carabaea var. hondurensis	Thelephora terrestris	1	0,43	0,21	0,75	0,25	0,18	514,0	2,5	337,5	41,0
			2	0,59	0,23	0,85	0,24	0,19	730,0	5,5	316,0	45,0
3			0,50	0,25	0,84	0,29	0,21	703,0	8,5	344,5	45,0	
		Média	0,51	0,23	0,81	0,26	0,19	649,0	5,5	332,6	43,7	
Pisolithus tinctorius		1	0,49	0,19	0,90	0,23	0,18	677,0	5,5	289,0	48,0	
		2	0,51	0,19	0,90	0,29	0,18	739,0	3,5	319,0	44,5	
		3	0,44	0,19	0,84	0,31	0,18	600,0	5,5	275,5	48,0	
		Média	0,48	0,19	0,88	0,28	0,18	672,0	4,8	294,5	46,8	
Pinus khasya		Thelephora terrestris	1	0,65	0,20	0,99	0,31	0,23	686,5	4,5	342,5	51,5
			2	0,25	0,20	0,98	0,35	0,24	624,0	4,0	384,5	60,0
	3		0,56	0,18	0,71	0,30	0,18	551,0	2,5	359,0	46,5	
		Média	0,49	0,19	0,89	0,32	0,22	620,5	3,7	362,0	52,7	
	Pisolithus tinctorius	1	0,56	0,15	0,80	0,33	0,16	724,0	3,5	285,5	49,5	
		2	0,49	0,16	0,83	0,34	0,23	709,5	3,5	312,0	50,0	
		3	0,47	0,14	0,78	0,30	0,24	710,5	3,5	240,0	47,5	
		Média	0,51	0,15	0,80	0,32	0,21	714,7	3,5	279,2	49,0	

APÊNDICE 7 - Análise da variância para a concentração de elementos minerais na parte aérea de mudas de *Pinus oocarpa*, *P. caribaea* var. *hondurensis* e *P. khasya*, após sete meses de cultivo em sacos plásticos com solo infestado naturalmente com *Thelephora terrestris* e artificialmente com *Pisolithus tinctorius* e selecionadas pela formação de ectomicorrizas de *T. terrestris* e *P. tinctorius* em Piracicaba, SP

Causa de variação	G.L.	Quadrados médios dos caracteres									
		N	P	K	Ca	Mg	Fe	Cu	Mn	Zn	
Espécies (A)	2	0,0100 ns	0,0044 **	0,0667 *	0,0310 **	0,0199 **	113,326,6993 **	9,0833 ns	540,3623 ns	231,5833 ns	
Fungos (B)	1	0,0002 ns	0,0057 **	0,0032 ns	0,0009 ns	0,0006 ns	4,309,0117 ns	0,2222 ns	7,360,8887 *	51,6805 ns	
A x B	2	0,0027 ns	0,0003 ns	0,0204 ns	0,0004 ns	0,0004 ns	10,673,6953 ns	0,5278 ns	5,116,3613 ns	123,6945 ns	
Resíduo	12	0,1306	0,0027	0,0669	0,0095	0,0072	88,112,3320	39,6667	16,301,6660	361,1667	
Média geral		0,47	0,18	0,80	0,26	0,17	607,97	4,16	320,38	46,08	
C.V. (%)		21,81	7,94	9,28	10,40	13,78	14,09	43,63	11,50	11,90	
Unidade		%	%	%	%	%	ppm	ppm	ppm	ppm	
Teste de Tukey (A)		5% 1%	5% 1%	5% 1%	5% 1%	5% 1%	5% 1%	5% 1%	5% 1%	5% 1%	
Espécies dentro de fungo		0,22 0,30	0,03 0,04	0,16 0,22	0,06 0,08	0,05 0,07	186,51 249,84	3,95 5,30	80,22 107,46	11,94 15,99	
Fungos dentro de espécie		0,19 0,26	0,03 0,04	0,13 0,18	0,05 0,07	0,04 0,06	152,37 213,72	3,23 4,54	65,54 91,92	9,76 13,68	
Espécies x Fungos		0,28 0,36	0,04 0,05	0,21 0,26	0,07 0,10	0,06 0,08	234,99 301,79	4,98 6,40	101,07 129,81	15,04 19,32	
(*)		Significativo a 5% de probabilidade									
(**)		Significativo a 1% de probabilidade									
(ns)		Não significativo									
(CV)		Coeficiente de Variação									

APÊNDICE 8 - Concentração de elementos minerais no sistema radicular de mudas de *Pinus oocarpa*, *P. caribaea* var. *hondurensis* e *P. khasya*, após sete meses de cultivo em sacos plásticos com solo infestado naturalmente com *Thelephora terrestris* e artificialmente com *Pisolithus tinctorius* e selecionadas pela formação de ectomicorrizas por *T. terrestris* e *P. tinctorius*, em Piracicaba, SP.

Espécies vegetais	Infecção por	Repetição	N %	P %	K %	Ca %	Mg %	Fe ppm	Cu ppm	Mn ppm	Zn ppm
<i>Pinus oocarpa</i>	<i>Thelephora terrestris</i>	1	0,52	0,09	0,29	0,15	0,09	1.344,0	5,0	77,0	36,0
		2	0,45	0,10	0,38	0,19	0,10	1.419,0	7,0	75,0	43,0
		3	0,48	0,07	0,20	0,11	0,07	1.269,0	4,0	80,0	30,0
		Média	0,48	0,09	0,29	0,15	0,09	1.344,0	5,4	77,3	36,3
	<i>Pisolithus tinctorius</i>	1	0,52	0,14	0,38	0,21	0,10	1.483,0	11,0	88,0	53,0
		2	0,41	0,15	0,23	0,20	0,11	1.418,0	10,0	85,0	65,0
		3	0,46	0,15	0,43	0,21	0,11	1.429,0	29,0	93,0	65,0
		Média	0,46	0,15	0,35	0,21	0,11	1.443,3	16,7	88,7	61,3
	<i>Thelephora terrestris</i>	1	0,46	0,14	0,48	0,17	0,20	1.582,0	10,0	112,0	50,0
		2	0,52	0,12	0,43	0,16	0,13	1.411,0	8,0	81,0	49,0
		3	0,50	0,15	0,51	0,19	0,17	1.603,0	13,0	105,0	61,0
		Média	0,49	0,14	0,47	0,17	0,17	1.532,0	10,3	99,3	53,3
<i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>	<i>Pisolithus tinctorius</i>	1	0,56	0,14	0,43	0,19	0,15	1.601,0	15,0	92,0	76,0
		2	0,49	0,14	0,38	0,19	0,13	1.517,0	13,0	83,5	73,0
		3	0,52	0,11	0,33	0,19	0,11	1.434,0	11,0	75,0	69,0
		Média	0,52	0,13	0,38	0,19	0,13	1.517,5	13,0	83,5	72,5
	<i>Thelephora terrestris</i>	1	0,57	0,17	0,61	0,22	0,12	1.622,0	10,0	97,0	71,0
		2	0,57	0,16	0,56	0,22	0,13	1.472,0	10,0	96,0	68,0
		3	0,60	0,13	0,56	0,19	0,11	1.568,0	9,0	90,0	67,0
		Média	0,58	0,15	0,58	0,21	0,12	1.554,0	9,6	94,3	68,6
	<i>Pisolithus tinctorius</i>	1	0,45	0,17	0,59	0,18	0,11	1.436,0	13,0	79,0	61,0
		2	0,52	0,17	0,54	0,18	0,11	1.439,0	12,0	80,0	69,0
		3	0,44	0,18	0,54	0,16	0,11	1.320,0	10,0	67,0	60,0
		Média	0,47	0,17	0,56	0,17	0,11	1.398,3	11,6	75,3	63,3
<i>Pinus khasya</i>	<i>Thelephora terrestris</i>	1	0,57	0,17	0,61	0,22	0,12	1.622,0	10,0	97,0	71,0
		2	0,57	0,16	0,56	0,22	0,13	1.472,0	10,0	96,0	68,0
		3	0,60	0,13	0,56	0,19	0,11	1.568,0	9,0	90,0	67,0
		Média	0,58	0,15	0,58	0,21	0,12	1.554,0	9,6	94,3	68,6
	<i>Pisolithus tinctorius</i>	1	0,45	0,17	0,59	0,18	0,11	1.436,0	13,0	79,0	61,0
		2	0,52	0,17	0,54	0,18	0,11	1.439,0	12,0	80,0	69,0
		3	0,44	0,18	0,54	0,16	0,11	1.320,0	10,0	67,0	60,0
		Média	0,47	0,17	0,56	0,17	0,11	1.398,3	11,6	75,3	63,3

APÊNDICE 10 - Formação de ectomicorrizas em mudas de *Pinus caribaea* var. *bahamensis*, após sete meses de cultivo em canteiros de semeadura com solo infestado artificialmente com os fungos micorrízicos *Thelephora terrestris* e *Pisolithus tinctorius*, em Caravelas, BA. (+)

Tratamentos micorrízicos	Repetição	Micorrizas formadas por	
		<i>T. terrestris</i>	<i>P. tinctorius</i>
<i>Thelephora terrestris</i>	1	76,5	0,0
	2	78,0	0,0
	3	81,5	0,0
	4	66,5	0,0
	5	73,5	0,0
Média		75,2	0,0
<i>Pisolithus tinctorius</i>	1	0,0	77,5
	2	0,0	71,0
	3	0,0	76,0
	4	0,0	70,5
	5	0,0	71,9
Média		0,0	73,3
Testemunha (sem infestação artificial)	1	8,9	0,0
	2	5,0	0,0
	3	5,0	0,0
	4	6,5	0,0
	5	1,5	0,0
Média		5,4	0,0

(+) Média de vinte mudas por repetição

APÊNDICE 11 - Crescimento de mudas de *Pinus caribaea* var. *bahamensis*, após sete meses de cultivo em canteiros de semeadura com solo infestado artificialmente com os fungos micorrízicos *Thelephora terrestris* e *Pisolithus tinctorius*, em Caravelas, BA. (+)

Tratamentos micorrízicos	Repetição	Altura do caule (cm)	Diâmetro do colo (mm)	Peso seco (g)			
				Raiz	Acícula	Caule	Total
<i>Thelephora terrestris</i>	1	8,6	2,3	0,091	0,511	0,091	0,690
	2	7,8	1,8	0,071	0,517	0,086	0,674
	3	8,3	2,4	0,091	0,556	0,089	0,710
	4	8,5	2,3	0,098	0,571	0,067	0,736
	5	8,2	2,2	0,084	0,510	0,072	0,695
	Média	8,3	2,2	0,087	0,533	0,081	0,701
<i>Pisolithus tinctorius</i>	1	9,1	2,0	0,077	0,534	0,105	0,716
	2	8,2	2,0	0,070	0,495	0,086	0,651
	3	10,4	2,4	0,086	0,522	0,113	0,718
	4	8,0	2,0	0,083	0,575	0,101	0,759
	5	9,6	2,3	0,069	0,544	0,080	0,696
	Média	9,1	2,1	0,077	0,534	0,097	0,708
Testemunha (sem infestação artificial)	1	5,5	1,8	0,045	0,289	0,031	0,365
	2	5,0	1,8	0,042	0,227	0,028	0,297
	3	6,1	2,0	0,053	0,286	0,026	0,368
	4	4,8	1,6	0,066	0,364	0,050	0,480
	5	5,2	1,8	0,049	0,299	0,045	0,390
	Média	5,3	1,8	0,051	0,293	0,036	0,380

(+) Média de vinte mudas por repetição

APÊNDICE 12 - Análise da variância para o crescimento e formação de ectomicorrizas em mudas de *Pinus caribaea* var. *bahamensis*, após sete meses de cultivo em canteiros de semeadura com solo infestado artificialmente com os fungos micorrízicos *Thelephora terrestris* e *Pisolithus tinctorius*, em Caravelas, BA.

Causa de Variação	G.L.	Quadrados médios dos caracteres						
		Altura média	Diâmetro médio	Peso seco			Total	Micorrizas
				Acícula	Caule	Raiz		
Tratamentos	2	19,2283 **	0,0023 *	0,0578 **	0,0030 *	0,0010 *	0,1048 **	3.620,8965 **
Resíduo	12	0,4433 ns	0,0004 ns	0,0025 ns	0,0001 ns	0,0001 ns	0,0042 ns	10,8523 ns
Média Geral		7,55	0,20	0,45	0,07	0,07	0,59	44,07
C. V. (%)		8,80	9,48	10,94	16,17	16,35	10,84	7,47
Unidade		cm	mm	g	g	g	g	%
Teste de Tukey (Δ)	5%	1,12	0,03	0,12	0,02	0,02	0,16	5,55
	1%	1,50	0,04	0,18	0,04	0,04	0,23	7,44

(*) Significativo a 5% de probabilidade

(**) Significativo a 1% de probabilidade

(ns) Não significativo

(CV) Coeficiente de Variação

APÊNDICE 13 - Concentração de elementos minerais na acícula, caule e raiz de mudas de *Pinus caribaea* var. *bahamensis*, após sete meses de cultivo em canteiros de semeadura com solo infestado artificialmente com os fungos micorrízicos *Thelephora terrestris* e *Pisolithus tinctorius*, em Caravelas, BA.

Partes Vegetais	Tratamentos Micorrízicos	Repetição	N %	P %	K %	Ca %	Mg %	S %	Fe ppm	Cu ppm	Mn ppm	Zn ppm	Na ppm
Acículas	<i>Thelephora terrestris</i>	1	0,80	0,22	0,91	0,40	0,21	< 0,05	3.034,68	5,51	186,52	108,60	529,25
		2	0,85	0,27	0,91	0,40	0,18	< 0,05	2.745,66	3,93	217,50	119,65	541,68
		3	0,78	0,23	1,04	0,53	0,26	< 0,05	2.138,73	3,93	213,27	115,50	554,11
		Média	0,81	0,24	0,95	0,44	0,22	< 0,05	2.639,69	4,46	205,76	114,58	541,68
	<i>Pisolithus tinctorius</i>	1	0,80	0,15	0,81	0,56	0,27	< 0,05	1.994,22	5,51	228,76	125,17	861,72
		2	0,48	0,14	0,71	0,23	0,24	< 0,05	1.907,50	5,51	109,09	72,70	1.059,26
		3	0,79	0,16	0,61	0,50	0,26	< 0,05	1.820,81	3,93	245,65	118,27	1.059,26
		Média	0,69	0,15	0,71	0,42	0,26	< 0,05	1.907,52	4,98	194,50	105,38	993,41
	Testemunha (sem infestação artificial)	1	0,65	0,15	1,07	0,23	0,28	< 0,05	2.369,94	2,36	452,61	148,64	816,13
		2	0,70	0,20	1,27	0,56	0,29	< 0,05	1.618,50	2,36	308,93	138,98	800,94
		3	0,65	0,19	0,97	0,30	0,30	< 0,05	895,95	3,93	382,34	107,22	1.059,26
		Média	0,67	0,18	1,10	0,36	0,29	< 0,05	1.628,13	2,88	381,29	131,61	892,11
Caule	<i>Thelephora terrestris</i>	1	0,56	0,20	1,01	0,23	0,20	< 0,05	1.936,42	5,51	71,08	87,89	740,15
		2	0,41	0,19	0,94	0,17	0,19	< 0,05	1.213,87	3,93	75,30	85,13	869,32
		3	0,37	0,12	0,84	0,40	0,26	< 0,05	1.011,56	3,93	75,30	87,89	816,13
		Média	0,45	0,17	0,93	0,27	0,22	< 0,05	1.387,28	4,46	73,80	86,97	808,53
	<i>Pisolithus tinctorius</i>	1	0,41	0,19	0,74	0,23	0,21	< 0,05	867,05	5,51	52,78	69,94	930,10
		2	0,80	0,13	0,77	0,56	0,29	< 0,05	2.427,75	5,51	220,31	116,89	952,89
		3	0,31	0,15	0,71	0,23	0,22	< 0,05	1.040,46	3,93	62,63	72,70	1.082,06
		Média	0,51	0,16	0,74	0,34	0,24	< 0,05	1.445,09	4,98	119,91	86,51	988,35
	Testemunha (sem infestação artificial)	1	0,31	0,19	1,01	0,63	0,28	< 0,05	982,66	2,36	87,87	100,32	1.112,45
		2	0,41	0,24	1,07	0,32	0,29	< 0,05	1.127,17	2,36	100,64	107,22	1.112,45
		3	0,51	0,19	1,21	0,66	0,31	< 0,05	2.023,12	2,36	94,32	167,97	931,33
		Média	0,41	0,21	1,10	0,54	0,29	< 0,05	1.377,65	2,36	94,31	125,17	1.052,08
Raiz	<i>Thelephora terrestris</i>	1	0,41	0,39	0,41	0,14	0,16	< 0,05	6.026,57	7,08	31,66	161,07	1.964,35
		2	0,46	0,39	0,37	0,14	0,18	< 0,05	5.056,04	7,08	38,70	166,59	2.040,33
		3	0,34	0,17	0,41	0,74	0,18	< 0,05	4.995,38	5,51	34,47	161,07	2.040,33
		Média	0,40	0,32	0,40	0,34	0,17	< 0,05	5.359,33	6,56	34,94	162,91	2.015,00
	<i>Pisolithus tinctorius</i>	1	0,46	0,12	0,44	0,23	0,18	< 0,05	3.721,55	7,08	35,88	196,96	2.667,15
		2	0,51	0,20	0,51	0,40	0,21	< 0,05	4.146,16	7,08	41,51	190,06	3.085,04
		3	0,49	0,22	0,37	0,56	0,16	< 0,05	4.024,84	8,65	37,29	185,92	2.610,17
		Média	0,49	0,18	0,44	0,40	0,18	< 0,05	3.964,18	7,60	38,23	190,98	2.787,45
	Testemunha (sem infestação artificial)	1	0,21	0,24	0,47	0,17	0,19	< 0,05	4.813,40	3,93	54,18	349,74	2.421,75
		2	0,36	0,32	0,57	0,17	0,18	< 0,05	6.221,26	3,93	62,63	338,70	2.325,25
		3	0,31	0,20	0,47	0,23	0,18	< 0,05	6.147,89	5,51	41,51	393,92	1.812,39
		Média	0,29	0,25	0,50	0,19	0,18	< 0,05	5.727,52	4,46	52,77	360,79	2.186,46

APÊNDICE 14 - Análise da variância para a concentração de elementos minerais na acícu-
la, caule e raiz de mudas de *Pinus caribaea* var. *bahamensis*, após sete
meses de cultivo em canteiros de semeadura com solo infestado artifi-
cialmente com os fungos micorrízicos *Thelephora terrestris* e *Pisolithus*
tinctorius, em Caravelas, BA

Causa de variação	G.L.	Quadrados médios dos caracteres									
		N	P	K	Ca	Mg	Fe	Cu	Mn	Zn	Na
Tratamentos (T)	2	0,0304 ns	0,0147 ns	0,1654 **	0,0035 ns	0,0064 *	0,1119 ns	0,0016 **	0,1339 **	0,1991 **	0,4941 **
Resíduo (a)	6	0,0069	0,0049	0,0075	0,0350	0,0010	0,3800	0,0110	0,5609	0,2392	0,2212
Constituintes (c)	2	0,2741 **	0,0134 *	0,6784 **	0,0252 ns	0,0156 **	0,3336 **	0,0014 **	0,1175 **	0,5128 **	0,6354 **
T x C	4	0,0113 ns	0,0037 ns	0,0284 *	0,0473 ns	0,0011 ns	0,1149 **	0,2279 ns	0,1043 *	0,8246 **	0,1079 *
T.D.C.	G.L. 16	15	18	18	18	16	18	16	14	16	18
T.D.C.	Q.M.	0,0147	0,0030	0,0074	0,0334	0,007	0,3395	0,7361	0,2222	0,4767	0,2582
Resíduo (b)		0,0185	0,0021	0,0073	0,0326	0,0005	0,3193	0,5512	0,3053	0,5955	0,2768
Média Geral		0,52	0,20	0,76	0,36	0,22	2826,00	4,74	131,95	151,65	1362,00
C.V. Resíduo (a)		15,90	34,21	11,35	50,95	14,51	21,81	22,14	17,94	10,19	10,91
C.V. Resíduo (b)		26,04	22,55	11,20	49,2	9,98	19,99	15,63	41,87	16,09	12,20
Unidade		%	%	%	%	%	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
Teste de Tukey (Δ)		5% 1%	5% 1%	5% 1%	5% 1%	5% 1%	5% 1%	5% 1%	5% 1%	5% 1%	5% 1%
Tratamentos dentro de constituinte		0,26 0,33	0,12 0,15	0,17 0,23	0,38 0,49	0,05 0,07	1,214 1,581	1,80 2,37	100,7 133,3	46,01 60,38	334 485
Constituintes dentro de tratamento		0,30 0,40	0,10 0,13	0,18 0,24	0,39 0,53	0,04 0,07	1,230 1,647	1,61 2,17	120,2 161,1	53,11 71,15	362 436
Tratamentos x constituintes		0,42 0,52	0,14 0,18	0,26 0,32	0,55 0,69	0,07 0,09	1,719 2,176	2,25 2,85	168,1 212,7	74,25 93,98	506 640

T.D.C. = Tratamento Dentro de Constituintes

C.V. = Coeficiente de Variação

APÊNDICE 15 - Sobrevivência e crescimento de mudas de *Pinus oocarpa* com micorrizas formadas por *Thelephora terrestris* e *Pisolithus tinctorius*, após 17 meses de cultivo no campo, em Brotas, SP.

Tratamentos micorrízicos	Bloco	Sobrevivência (%)	Número de plantas	Diâmetro do colo (cm)	Altura do caule (%)	Índice de Volume	
						Planta (cm ³)	Parcela (m ³)
<i>Thelephora terrestris</i>	1	75,0	9	2,6	1,28	8,65	77,85
	2	83,3	10	2,9	1,42	11,94	119,40
	3	75,0	9	2,6	1,26	8,52	76,68
	4	75,0	9	2,3	1,30	6,88	61,92
	Média	77,1	9	2,6	1,32	9,00	83,96
<i>Pisolithus tinctorius</i>	1	75,0	9	3,0	1,33	11,97	107,73
	2	100,0	12	4,1	2,04	34,29	411,48
	3	100,0	12	4,3	1,98	36,61	439,32
	4	91,7	11	3,3	1,74	18,95	208,45
	Média	91,7	11	3,7	1,77	25,46	291,75
Testemunha	1	75,0	9	2,4	1,08	6,22	55,98
	2	66,7	8	2,7	1,25	9,11	72,88
	3	75,0	9	2,8	1,35	10,58	95,22
	4	75,0	9	2,4	1,27	7,32	65,88
	Média	72,9	9	2,6	1,24	8,31	72,49
Testemunha comercial	1	75,0	9	2,6	1,19	8,04	72,36
	2	75,0	9	2,6	1,30	8,79	79,11
	3	66,7	8	2,6	1,25	8,45	67,60
	4	83,3	10	3,0	1,64	14,76	147,60
	Média	75,0	9	2,7	1,35	10,01	91,67

APÊNDICE 16 - Análise da variância para sobrevivência e crescimento de mudas *Pinus oocarpa*, *P. caribaea* var. *hondurensis* e *P. khasya* obtidas em solo artificialmente infestado com *Pisolithus tinctorius* e naturalmente com *Thelephora terrestris* e outros fungos não determinados, após 17 meses de cultivo no campo, em Brotas, SP.

Quadrados médios dos caracteres						
Causa de Variação	G. L.	Sobrevivência	Diâmetro do colo	Altura do caule	Índice de volume	
					Planta	Parcela
Tratamentos	3	336,6946 *	1,1142 **	0,1917 *	0,1659 **	0,2431 **
Blocos	3	44,0822	0,1942	0,0717	0,0349	0,0434
Resíduo	9	67,8205	0,1125	0,0289	0,0178	0,0287
Média Geral		64,66	2,88	1,43	1,06	2,02
C. de Variação		12,74	11,62	11,93	12,65	8,35
Unidade		%	cm	m	cm ³	cm ³
Teste de Tukey (Δ)		5% 1%	5% 1%	5% 1%	5% 1%	5% 1%
Tratamentos		18,20 24,54	0,74 1,00	0,38 0,51	0,29 0,39	0,37 0,51
Blocos		18,20 24,54	0,74 1,00	0,38 0,51	0,29 0,39	0,37 0,51

APÊNDICE 17 - Sobrevivência e crescimento de mudas de *Pinus oocarpa*, *P. caribaea* var. *hondurensis* e *P. khasya* obtidas em solo artificialmente infestado com *Pisolithus tinctorius* e naturalmente com *Thelephora terrestris* e outros fungos não determinados, após 17 meses de cultivo no campo, em Brotas, SP.

Espécies vegetais	Tratamentos micorrízicos	Blocos	Número de plantas	Sobrevivência (%)	Diâmetro do colo (cm)	Altura do caule (cm)	Índice de volume	
							Planta (cm ³)	Parcela (cm ³)
<i>Pinus oocarpa</i>	<i>Pisolithus tinctorius</i>	1	14	93,3	4,1	2,16	36,31	508,34
		2	14	93,3	4,7	2,29	50,59	708,26
		3	14	93,3	3,8	1,79	25,85	361,90
		4	13	86,7	3,9	1,88	28,59	371,67
		5	15	100,0	4,5	2,18	44,15	662,25
		Média	14	93,3	4,2	2,06	37,10	522,48
	Testemunha	1	14	93,3	4,3	2,12	39,20	548,80
		2	13	86,7	3,6	1,86	24,11	313,43
		3	14	93,3	3,9	1,81	27,53	385,42
		4	14	93,3	3,2	1,63	16,69	233,66
		5	15	100,0	4,0	1,91	30,56	458,40
		Média	14	93,3	3,8	1,87	27,62	387,94
	Testemunha comercial	1	12	80,0	3,5	1,64	20,09	241,08
		2	13	86,7	3,7	1,83	25,05	325,65
		3	12	80,0	3,4	1,63	18,84	226,08
		4	14	93,3	3,3	1,60	17,42	243,88
		5	13	86,7	3,3	1,54	16,77	218,01
		Média	13	85,3	3,4	1,65	19,63	250,94
<i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>	<i>Pisolithus tinctorius</i>	1	14	93,3	4,6	1,73	36,61	512,54
		2	15	100,0	5,4	2,15	62,69	940,35
		3	12	80,0	4,9	1,55	37,22	446,64
		4	13	86,7	4,3	1,67	40,10	521,30
		5	14	93,3	5,3	1,57	44,10	617,40
		Média	14	90,7	5,0	1,73	44,14	607,65
	Testemunha	1	14	93,3	5,1	1,85	48,12	673,68
		2	15	100,0	5,4	1,89	55,11	826,65
		3	15	100,0	5,6	1,94	60,84	912,60
		4	14	93,3	5,2	1,87	50,56	707,84
		5	15	100,0	5,5	1,81	54,75	821,25
		Média	15	97,3	5,4	1,87	53,88	788,40
	Testemunha comercial	1	14	93,3	4,7	1,72	37,99	531,86
		2	13	86,7	4,3	1,53	28,29	367,77
		3	13	86,7	5,0	1,68	42,00	546,00
		4	15	100,0	4,4	1,39	26,91	403,65
		5	13	86,7	4,1	1,27	21,35	277,55
		Média	14	90,7	4,5	1,52	31,31	425,37
<i>Pinus khasya</i>	<i>Pisolithus tinctorius</i>	1	12	80,0	2,3	0,87	4,60	55,20
		2	14	93,3	3,4	1,12	12,95	181,30
		3	14	93,3	3,7	1,23	16,84	235,75
		4	16	66,7	2,3	0,83	4,39	43,90
		5	15	100,0	3,0	1,07	9,63	144,45
		Média	13	86,7	2,9	1,02	9,68	132,12
	Testemunha	1	13	86,7	2,7	0,94	6,85	89,05
		2	14	93,3	3,7	1,29	17,66	247,24
		3	12	80,0	2,9	0,96	8,07	96,84
		4	11	73,3	2,7	1,00	7,29	80,19
		5	14	93,3	3,2	1,11	11,37	159,18
		Média	13	84,0	3,0	1,06	10,25	134,50

APÊNDICE 18 - Análise da variância para sobrevivência e crescimento de mudas de *Pinus oocarpa*, *P. caribaea* var. *hondurensis* e *P. khasya* obtidas em solo artificialmente infestado com *Pisolithus tinctorius* e naturalmente com *Thelephora terrestris* e outros fungos não determinados, após 17 meses de cultivo no campo, em Brotas, SP

Quadrados médios dos caracteres						
Causa de Variação	G. L.	Sobrevivência	Diâmetro do colo	Altura do caule	Índice de volume	
					Planta	Parcela
Trat. micor. / <i>P. oocarpa</i>	2	106,1340	0,7227 **	0,2124 **	0,0858 **	0,1177 *
Trat. micor. / <i>P. caribaea</i>	2	73,7046	0,9380 **	0,1592 **	0,0757 *	0,0970 *
Trat. micor. / <i>P. khasya</i>	1	4,4890	0,0250	0,0032	0,0065	0,0066
Entre tratamentos	2	144,0189	12,2457 **	2,1434 **	1,2582 **	1,4817 **
Tratamentos	7	93,1723	3,9768 **	0,7190 **	0,4066 **	0,4856 **
Blocos	4	90,7620	0,3606 *	0,0757 *	0,0436 *	0,0627 *
Resíduo	28	49,0888	0,1212	0,0230	0,0150	0,0228
Média geral		90,32	4,03	1,60	1,40	2,50
Coeficiente de variação		7,76	8,62	9,48	8,84	6,02
Unidade		%	cm	m	cm ³	cm ³
Teste de Tukey (Δ)		5%	1%	5%	1%	5%
<i>P. oocarpa</i>		10,94	14,07	0,54	0,70	0,24
<i>P. caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>		10,94	14,07	0,54	0,70	0,24
<i>P. khasya</i>		9,09	12,26	0,45	0,61	0,21
				0,20	0,16	0,20
				0,27	0,25	0,26

APÊNDICE 19 - Sobrevivência e crescimento de mudas de *Pinus caribaea* var. *bahamensis* obtidas em canteiros de semeadura com solo infestado artificialmente com os fungos micorrízicos *Thelephora terrestris* e *Pisolithus tinctorius*, entre o 3º e 12º mês de cultivo no campo, fertilizadas ou não com N P K, B e Zn, em Caravelas, BA.

Tratamentos micorrízicos	Fertilização	Bloco	Sobrevivência (Porcentagem)	Número de plantas	Diâmetro do colo (cm)	Altura do caule (cm)	Índice de Volume	
							Planta (cm ³)	Parcela (cm ³)
<i>Thelephora terrestris</i>	Com fertilização	I	100	25	1,4	31,6	0,62	15,50
		II	96	24	1,3	28,8	0,49	11,76
		III	88	22	0,9	20,4	0,17	3,74
		IV	88	22	0,8	18,3	0,12	2,64
		Média	93	23	1,1	24,8	0,35	8,41
	Sem fertilização	I	84	21	0,8	10,1	0,06	1,26
		II	92	23	0,8	16,1	0,10	2,30
		III	96	24	0,6	12,2	0,04	0,96
		IV	96	24	0,7	14,7	0,07	1,68
		Média	92	23	0,7	13,3	0,07	1,55
<i>Pisolithus tinctorius</i>	Com fertilização	I	92	23	2,5	70,3	4,39	100,97
		II	100	25	1,4	46,8	0,92	23,00
		III	92	23	2,1	53,9	2,38	54,74
		IV	100	25	2,0	48,3	1,93	48,25
		Média	96	24	2,0	54,8	2,41	56,74
	Sem fertilização	I	96	24	1,6	27,5	0,70	16,80
		II	100	25	1,2	19,0	0,27	6,75
		III	92	23	0,7	9,3	0,05	1,15
		IV	96	24	0,6	8,1	0,08	1,92
		Média	96	24	1,0	16,0	0,28	6,66
Testemunha (sem infestação artificial)	Com fertilização	I	88	22	0,4	5,4	0,01	0,22
		II	80	20	0,4	7,1	0,01	0,20
		III	100	25	0,9	19,8	0,16	4,00
		IV	64	16	0,2	2,3	0,001	0,01
		Média	83	21	0,5	8,6	0,05	1,11
	Sem fertilização	I	68	17	0,2	-	-	-
		II	60	15	0,1	-	-	-
		III	72	18	0,3	-	-	-
		IV	60	15	0,2	-	-	-
		Média	65	16	0,2	-	-	-

APÊNDICE 20 - Análise da variância para sobrevivência e diâmetro do colo de mudas de *Pinus caribaea* var. *bahamensis* obtidas em canteiros de semeadura com solo infestado artificialmente com os fungos micorrízicos *Thelephora terrestris* e *Pisolithus tinctorius* entre o 3º e 12º mês de cultivo no campo, fertilizadas ou não com NPK, B e Zn, em Caravelas, BA.

Quadrados médios dos caracteres			
Causa de Variação	G. L.	Sobrevivência	Diâmetro do colo
Fungos (F)	2	1.118,0000 **	2,7617 **
Fertilização (Fe)	1	240,6667	1,7604 **
F x Fe	2	204,6666	0,2867
Blocos	3	38,0000	0,1693
Resíduo	15	65,2000	0,0889

Média geral		87,50	0,92
Coeficiente de variação		9,22	32,39
Unidade		%	cm

Teste de Tukey (Δ) a 5%:			
F dentro de Fe		14,82	0,54
Fe dentro de F		12,15	0,45
F x Fe		18,57	0,68
Teste de Tukey (Δ) a 1%:			
F dentro de Fe		19,54	0,72
Fe dentro de F		16,84	0,62
F x Fe		23,41	0,86

APÊNDICE 21 - Análise da variância para o crescimento de mudas de *Pinus caribaea* var. *bahamensis* obtidas em canteiros de semeadura com solo infestado artificialmente com os fungos micorrízicos *Thelephora terrestris* e *Pisolithus tinctorius*, entre o 3º e 12º mês de cultivo no campo, fertilizadas ou não com NPK, B e Zn, em Caravelas, BA

Quadrados médios dos caracteres				
Causa de Variação	G. L.	Altura do caule	Índice de volume	
			Planta	Parcela
Fertilização/ <i>Thelephora terrestris</i>	1	264,5000 *	0,0187	0,4835 *
Fertilização/ <i>Pisolithus tinctorius</i>	1	3.018,6450 **	0,3287 **	1,8912 **
Entre fungos	2	1.087,5875 **	0,1454 **	1,4829 **
Tratamentos	4	1.364,5800 **	0,1596 **	1,3352 **
Blocos	3	94,6733	0,0168	0,1077
Resíduo	12	52,8783	0,0084	0,0876
Média Geral		23,50	0,15	0,78
Coeficiente de Variação		30,94	59,39	37,49
Unidade		cm	cm ³	cm ³
Teste de Tukey (Δ) a 5%:				
Tratamentos		16,03	0,21	0,66
Blocos		13,67	0,17	0,56
Teste de Tukey (Δ) a 1%:				
Tratamentos		21,23	0,27	0,86
Blocos		17,88	0,23	0,73