



INSTITUTO DE PESQUISAS E ESTUDOS FLORESTAIS
DEPARTAMENTO DE SILVICULTURA DA E.S.A.L.Q. - USP

SÉRIE TÉCNICA

ISSN – 0100-8137

ASPECTOS DA ASSOCIAÇÃO MICORRÍZICA EM Pinus spp

MÁRIO TOMAZELLO FILHO
TASSO LEO KRÜGNER

ASPECTOS DA ASSOCIAÇÃO MICORRÍZICA EM *Pinus* spp

Mario Tomazello Filho
Tasso Leo Krüger

ÍNDICE

1. Introdução
2. Aspectos gerais da associação micorrízica e sua utilização na prática
 - 2.1. Histórico
 - 2.2. Ocorrência e classificação das micorrizas
 - 2.3. Importância da associação micorrízica
3. *Thelephora terrestris* como fungo ectomicorrízico
4. *Pisolithus tinctorius* como fungo ectomicorrízico
 - 4.1. Ocorrência natural e hospedeiros
 - 4.2. Formação de micorrizas através de inoculação artificial
 - 4.3. Efeito do fungo na sobrevivência e crescimento da planta hospedeira
5. Situação no Brasil e alguns fungos ectomicorrízicos mais comumente observados em viveiros e plantações de *Pinus* spp.
6. Considerações finais
7. Referências Bibliográficas

ASPECTOS DA ASSOCIAÇÃO MICORRÍZICA EM *Pinus* spp

RESUMO

A importância das associações simbióticas dentre as quais incluem-se as ectomicorrizas de essências florestais tem sido reconhecida pelos resultados de inúmeras pesquisas. Enquanto a literatura estrangeira apresenta informações detalhadas a respeito do assunto, em nossas condições, ao contrário, as pesquisas estão apenas iniciando. A introdução desses fungos no Brasil, provavelmente, através de mudas envasadas ou solo de povoamentos florestais, propiciou a sua disseminação, sem entretanto conhecer sua identidade, eficiência simbiótica e habilidade de formarem micorrizas em diferentes habitats. Somente uma parte desses importantes fungos está identificada, havendo necessidade da caracterização dos demais simbiontes que se associam com raízes de *Pinus* spp.

Abordando esses aspectos, o presente trabalho tem como objetivos traçar um histórico sucinto das pesquisas com micorrizas, seus tipos existentes e importância para as plantas associadas. É também conduzida uma revisão sobre dois importantes fungos ectomicorrizicos: *Thelephora terrestris* e *Pisolithus tinctorius*, o primeiro já presente e o segundo introduzido recentemente em nossas condições. São ainda relatados os principais resultados das pesquisas com estes dois fungos. Finalmente, são relacionados alguns simbiontes aqui encontrados, entre os quais *Scleroderma* spp., *Rhizopogon* spp. e *Suillus* sp., com ilustrações de características morfológicas de seus basidiocarpos para seu reconhecimento de campo.

MYCORRHIZAL ASSOCIATION ON *Pinus* spp.

SUMMARY

The importance of symbiotic associations, among which the ectomycorrhizae of forest trees are included, has been recognized by the results of many research studies. Although the amount of information available in the foreign literature about this subject is very large, in Brazil the research in this area is just being started. The introduction of ectomycorrhizal fungi in Brazil, probably through potted tree seedlings or forest soil, has enabled their subsequent establishment in different parts of the country. Nevertheless, their identity, symbiotic efficiency, adaptability to different host species, etc, are not yet known. With respect to the pine species, only a part of the symbionts introduced is already determined, more studies being necessary to characterize the whole population of ectomycorrhizal fungi associated with pine and other forest trees, such *Eucalyptus* spp., in Brazil.

In the present paper a brief review on the different types of mycorrhizae and their importance are given. Emphasis is placed on two ectomycorrhizal fungi: *Pisolithus tinctorius* and *Thelephora terrestris*. *T. terrestris* is already widely spread in Brazil, whereas *P. tinctorius* has been observed to be associated only with *Eucalyptus*. A pine strain of *P. tinctorius* has been recently introduced in Brazil. Research studies obtained in Brazil through artificial inoculation studies with these two fungi are also presented. Other ectomycorrhizal pine symbionts, commonly observed in nurseries and plantations in Brazil, such as *Scleroderma* spp., *Rhizopogon* spp. and *Svillus* sp., are also reported in this paper, with illustrations of their fruiting bodies characteristics.

ASPECTOS DA ASSOCIAÇÃO MICORRÍZICA EM *Pinus* spp

Mario Tomazello Filho*
Tasso Leo Krüger**

1. INTRODUÇÃO

O aumento da produtividade e da melhoria da qualidade de alimentos, combustíveis e fibras, básicos para as necessidades do homem, tem sido buscado através de pesquisas conduzidas nas áreas florestal e agrônômica. Procura-se, dessa maneira, maiores índices de produtividade/área cultivada, de modo a diminuir a intensidade de ocupação territorial das culturas mais importantes.

No setor florestal, especificamente, têm sido obtidas significativas contribuições de suas várias áreas de especialidade.

Mais recentemente, os conhecimentos proporcionados pela microbiologia oferecem excelentes perspectivas para o aproveitamento das associações benéficas entre raízes de árvores e microorganismos do solo (associações simbióticas).

Dentre esses microorganismos, cabe destacar os fungos formadores de micorrizas, cujo efeito benéfico no crescimento de árvores florestais, muitas vezes essencial, já é bastante conhecido (MARKS & KOZLOWSKI, 1973).

A literatura referente ao assunto é extensa, considerando que a partir das pesquisas iniciais conduzidas por Frank, em 1885, foram publicados inúmeros trabalhos de pesquisa e de revisão. No entanto, para as nossas condições, as informações são bastante escassas, principalmente as referentes às espécies florestais de origem tropical.

2. ASPECTOS GERAIS DA ASSOCIAÇÃO MICORRÍZICA E SUA UTILIZAÇÃO NA PRÁTICA FLORESTAL

2.1. Histórico

Em 1885, o botânico A. B. Frank apresentou os trabalhos iniciais referentes à associação de determinados fungos do solo e raízes de árvores, sugerindo o termo micorriza (fungo-raiz) (LEVISHON, 1958; BARSHI & 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 simbiontes 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. Entre 1950 e 1970 as pesquisas referentes ao papel das micorrizas na nutrição das plantas e sua proteção contra os patógenos do solo foram muito intensas. Importantes aspectos da interação fungo simbiótico e plantas foram revelados durante esse período. Cabe salientar os trabalhos básicos de MELIN & NILSSON (1950), MELIN (1953), HARLEY (1969), BJORKMAN (1960, 1970 a, b) HACSKAYLO (1971, 1973 a).

* Departamento de Silvicultura – ESALQ/USP

** Departamento de Fitopatologia – ESALQ/USP

Desde 1970, entretanto, muitos pesquisadores e técnicos florestais tornaram-se interessados pelas micorrizas, pelo alto potencial dessa associação no aumento da produção de alimento, combustível e fibra. No ano anterior, sob os auspícios da F.A.O., *MIKOLA (1969 a)* 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 micorrizas endotróficas em essências florestais; (v) determinar a distribuição geográfica e o histórico das migrações de fungos micorrízicos exóticos .

Nos EUA, apesar das pesquisas com micorrizas se iniciarem nos primeiros anos de 1900 (*MARX, 1977 b*), somente após a Segunda Guerra Mundial foi abordada a utilização prática dos simbiontes 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 Desenvolvimentos de Micorrizas, do Serviço Florestal Americano, 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*.

2.2. Ocorrência e classificação das micorrizas

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 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) (Figura 3 superior), endomicorrizas (quando as estruturas do fungo se desenvolvem intracelularmente (Figura 3 inferior) e ectoendomicorrizas (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*, *Pinacea*, *Abies*, *Laris*, *Tsuga* e *Pseudotsuga* são ectomicorrízicos (*MEYER, 1973*) (Tabela 1). Dentre as angiospermas pode-se citar os gêneros *Salix*, *Populus*, *Carya*, *Eucalyptus*, *Fagus* e *Quercus*. Estima-se que 2100 espécies de fungos micorrízicos se associam com essências florestais nos EUA, sendo a maioria composta pelos basidiomicetos e alguns ascomicetos (*MARX, 1975 b*). As ectomicorrizas apresentam variações na sua morfologia externa, sendo que, de um modo geral, Possuem ramificações variando entre simples, bifurcada a coraloide (Figura 4).

TABELA 1. Gêneros de fanerógamas que apresentam ectomicorrizas*

Gymnospermae	Fagaceae
<i>Pinaceae</i>	<i>Pasania</i>
<i>Abies</i>	<i>Quercus</i>
<i>Cathaya</i>	<i>Trigonobalanus</i>
<i>Cedrus</i>	Urticales
<i>Keteleeria</i>	Ulmaceae
<i>Larix</i>	<i>Ulmus</i>
<i>Picea</i>	Gutiliferales
<i>Pseudolaris</i>	<i>Dipterocarpaceae</i>
<i>Pseudotsuga</i>	<i>Dipspecial genu-mentioned</i>
<i>Tsuga</i>	Rosales
Cupressaceae	Rosaceae
<i>Cupressus</i>	<i>Crataegus</i>
<i>Juniperus</i>	<i>Malus</i>
Angiospermae	<i>Pyrus</i>
Juglandales	<i>Sorbus</i>
Juglandaceae	Leguminosae (Caesalpinioideae)
<i>Carya</i>	<i>Afzelia</i>
<i>Juglans</i>	<i>Anthonotha</i>
Salicales	<i>Brachystegia</i>
Salicaceae	<i>Gilbertiodendron</i>
<i>Populus</i>	<i>Julbernardia</i>
<i>Salix</i>	<i>Monopetalanthus</i>
Fagales	<i>Paramacrolobium</i>
Betulaceae	Sapindales
<i>Alnus</i>	Sapindaceae
<i>Betula</i>	<i>Allophylus</i>
<i>Carpinus</i>	Aceraceae
<i>Corylus</i>	<i>Acer</i>
<i>Ostrya</i>	Malvales
<i>Ostryopsis</i>	Tiliaceae
Fagaceae	<i>Tília</i>
<i>Castanea</i>	Myrtiflorae
<i>Castanopsis</i>	Myrtaceae
<i>Fagus</i>	<i>Eucalyptus</i>
<i>Lithocarpus</i>	Ericales
<i>Nothofagus</i>	Ericaceae
	<i>Arbutus</i>

* Extraído de MEYER (1973).

2.3. Importância da associação micorrízica.

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 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. Nessa fase 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 & VOZZO, 1967; VOZZO & 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 & KUMAR, 1968), Nova Zelândia (RAWLINGS, 1951, 1958), Costa Rica (CONDORI, 1964), Austrália (THEODOROU & BOWEN, 1970), África, Ásia e áreas sub-alpinas da Áustria (MIKOLA, 1969 a, b; MARX, 1975 a), áreas sem florestas dos EUA (WILDE, 1954; MARX et alli, 1978) e algumas regiões da Argentina (TAKACS, 1964).

Diversas teorias explicam os efeitos benéficos dos fungos micorrízicos. HATCH (1937) sugere um aumento da superfície de absorção das raízes, promovendo um desenvolvimento mais intenso das plantas com micorrizas. Outros autores consideram que os fungos micorrízicos auxiliam as plantas na absorção seletiva e acúmulo de íons no solo e de substâncias orgânicas, dificilmente disponíveis para as plantas sem micorrizas (BOWEN, 1965; BOWEN & THEODOROU, 1973).

As micorrizas ectotróficas também protegem as raízes de infecção de fungos patogênicos. ZAK (1964) e MARX (1969, 1972) postularam que os fungos micorrízicos protegem as raízes da planta pela (i) utilização de carboidratos e outros compostos das raízes, reduzindo sua atratividade para os patógenos; (ii) promovendo uma barreira física aos patógenos, através da formação de um manto de hifas ao redor das raízes; (iii) secretando antibióticos que irão inibir ou matar os patógenos (Tabelas 2 e 3); (iv) estabelecendo na rizosfera uma população de microrganismos antagônicos (actinomicetos, bactérias) aos patógenos do solo; (v) estimulando as células das raízes a produzirem substâncias inibidoras. Esses inibidores, além de atuar sobre os fungos patogênicos, apresentam um importante papel na manutenção da simbiose, impedindo que os fungos micorrízicos causem danos às raízes.

Recentemente, através da cromatografia de papel e do teste de alongação de coleótilos de *Avena*, tem sido demonstrada a liberação de auxinas, em cultura, de um elevado número de fungos formadores de micorrizas. Moser, citado por SLANKIS (1973), testou 23 espécies de fungos ectomicorrízicos para a produção de auxinas, cujos resultados são apresentados na Tabela 4. Pela análise da tabela, verifica-se que a maioria dos fungos testados produziu somente o ácido indol-acético (AIA), às vezes junto com ácido indol-propiónico (AIP) e/ou ácido indol-butílico (AIB). Uma completa revisão sobre as relações hormonais no desenvolvimento das ectomicorrizas é apresentada por SLANKIS (1973).

TABELA 2. Fungos micorrízicos produtores de antibióticos em basidiocarpos e/ou em culturas puras*.

Fungos micorrízicos	Atividade antibiótica	Fungos micorrízicos	Atividade antibiótica
<i>Amanita caesaria</i>	Antibacteriana	<i>Hebeloma crustuliniforme</i>	Antibacteriana
<i>A. citrina</i>	Antifúngica, antibacteriana	<i>H. mesophaeum</i>	Antibacteriana
<i>A. muscaria</i>	Antifúngica, antibacteriana e antiviral	<i>H. sacchariolum</i>	Antibacteriana
<i>A. pantherina</i>	Antifúngica, antibacteriana	<i>H. strophosum</i>	Antibacteriana
<i>A. phalloides</i>	Antiviral	<i>H. imbricatum</i>	Antibacteriana
<i>A. rubescens</i>	Antifúngica, antibacteriana	<i>H. repandum</i>	Antibacteriana
<i>A. solitária</i>	Antibacteriana	<i>Hygrophorus chrysodon</i>	Antibacteriana
<i>A. strobiliformis</i>	Antibacteriana	<i>H. eburneus</i>	Antibacteriana
<i>A. vaginata</i>	Antifúngica, antibacteriana	<i>H. nemoreus</i>	Antibacteriana
<i>A. virosa</i>	Antibacteriana	<i>H. penarlus</i>	Antibacteriana
<i>Boletinus pictus</i>	Antiviral	<i>H. virgineus</i>	Antibacteriana
<i>Boletus bicolor</i>	Antifúngica, antibacteriana	<i>Inocybe obscura</i>	Antibacteriana
<i>B. bovinus (suillus)</i>	Antifúngica	<i>Lactarius aspidius</i>	Antibacteriana
<i>B. calopus</i>	Antibacteriana	<i>L. chrysorheus</i>	Antibacteriana
<i>B. edulis</i>	Antifúngica, antibacteriana	<i>L. controversus</i>	Antibacteriana
<i>B. elegans</i>	Antifúngica	<i>L. deliciosus</i>	Antifúngica, antibacteriana
<i>B. granulatus</i>	Antifúngica	<i>L. helvus</i>	Antifúngica
<i>B. luteus (suillus)</i>	Antifúngica, antibacteriana	<i>L. necator</i>	Antibacteriana
<i>B. rubellus</i>	Antifúngica, antibacteriana	<i>L. pallidus</i>	Antibacteriana
<i>B. santanus</i>	Antibacteriana	<i>L. quietus</i>	Antibacteriana
<i>B. scaber</i>	Antifúngica	<i>L. vellereus</i>	Antibacteriana
<i>B. subtomentosus</i>	Antifúngica	<i>Lactarius spp</i>	Antifúngica, antibacteriana
<i>B. variegatus (suillus)</i>	Antifúngica	<i>Lepista nuda</i>	Antifúngica, antibacteriana
<i>Cantharellus cibarius</i>	Antibacteriana	<i>L. personata</i>	Antibacteriana
<i>C. tubaeformis</i>	Antibacteriana	<i>Leucopaxillus cerealis var. piceina</i>	Antifúngica, antibacteriana
<i>Cenococcum graniforme</i>	Antifúngica, antibacteriana	<i>M. scorodonius</i>	Antibacteriana
<i>Clitocybe aurantiaca</i>	Antifúngica	<i>Paxillus involutus</i>	Antibacteriana
<i>C. cnadicans</i>	Antibacteriana	<i>Rhizopogon roseolus</i>	Antifúngica, antibacteriana
<i>C. diatreta</i>	Antifúngica, antibacteriana	<i>Rhodophyllis clypeatus</i>	Antibacteriana
<i>C. lacata (laccaria)</i>	Antifúngica, antibacteriana	<i>Russula atropurea</i>	Antibacteriana
<i>C. nebuleris</i>	Antifúngica	<i>R. fragilis</i>	Antifúngica, antibacteriana
<i>C. odora</i>	Antifúngica, antibacteriana	<i>R. sanguinea</i>	Antibacteriana
<i>C. rivulosa</i>	Antifúngica, antibacteriana	<i>Scleroderma auratum</i>	Antifúngica
<i>Clitopilus prunulus</i>	Antifúngica, antibacteriana	<i>S. bovista</i>	Antifúngica
<i>Collybia abutyraea</i>	Antifúngica	<i>Thelephora terrestris</i>	Antifúngica
<i>C. asema</i>	Antifúngica	<i>Tricholoma albobrunneum</i>	Antifúngica, antibacteriana
<i>Cortinarius anomalus</i>	Antifúngica, antibacteriana	<i>T. eqüestre</i>	Antibacteriana
<i>C. armeniacus</i>	Antibacteriana	<i>T. flavobrunneum</i>	Antiviral
<i>C. armillatus</i>	Antibacteriana	<i>T. imbricatum</i>	Antibacteriana
<i>C. bolaris</i>	Antibacteriana	<i>T. irinum</i>	Antibacteriana
<i>C. caesiocanescens</i>	Antibacteriana	<i>T. irium</i>	Antifúngica, antibacteriana
<i>C. callisteus</i>	Antibacteriana	<i>T. pessundatum</i>	Antibacteriana
<i>C. calochrous</i>	Antibacteriana	<i>T. psammopodum</i>	Antifúngica, antibacteriana
<i>C. cinnabarinus</i>	Antibacteriana	<i>T. saponaceum</i>	Antibacteriana
<i>C. collinithus</i>	Antibacteriana	<i>Tricholoma spp</i>	Antifúngica
<i>C. orichalceus</i>	Antibacteriana	<i>T. ustale</i>	Antibacteriana
<i>C. rotundisporus</i>	Antibacteriana	<i>T. vacinum</i>	Antibacteriana
<i>C. violaceus</i>	Antibacteriana		

* Original de MARX (1969, 1972)

TABELA 3. Crescimento de mudas de *Pinus echinata* com e sem ectomicorrizas, na presença e ausência de *Phytophthora cinnamomi**.

	Sem Ectomicorrizas		Com Ectomicorrizas de <i>P. tinctorius</i>		Com Ectomicorrizas de <i>C. graniforme</i>	
	sem <i>P. cinnamomi</i>	com <i>P. cinnamomi</i>	sem <i>P. cinnamomi</i>	com <i>P. cinnamomi</i>	sem <i>P. cinnamomi</i>	com <i>P. cinnamomi</i>
Altura (cm)	5,5 (1)**	5,0 (1)	7,4 (2)	7,8 (2)	6,4 (3)	6,5 (3)
Peso seco da parte aérea	99 (1)	81 (1)	185 (2)	203 (2)	115 (3)	126 (3)
Peso seco das raízes	124(1)	86 (1)	131 (1)	134 (2)	137 (1)	141 (2)
Número de raízes laterais	22 (1)	10 (1)	23 (1)	21 (2)	19 (1)	17 (2)
% de ectomicorrizas	-	-	86 (1)	89 (1)	70 (2)	76 (2)
	Original	Final	Original	Final	Original	Final
Prop./gm de <i>P. cinnamomi</i>	21 (1)	19 (1)	19 (1)	11 (2)	20 (1)	13 (2)

* Extraído de MARX (1969, 1972)

** Tratamentos com números comuns (1, 2 ou 3) não são significativamente diferentes (P < 0,01)

TABELA 4. Relação de fungos micorrízicos e tipo de auxina produzida “in vitro”.

Fungos Micorrízicos	Tipo de Auxina Produzida		
	AIA	AIP	AIB
<i>Suillus placidus</i>	+	-	-
<i>S. plorans</i> (7 strains)	+	-	+
<i>S. tridentinus</i>	+	-	-
<i>S. grevillei</i> (3 strains)	+	-	+
<i>Boletinus cavipes</i>	+	-	-
<i>Xerocomus subtomentosus</i>	+	-	-
<i>Lactarius porninsis</i>	+	-	-
<i>Phlegmatium elegantior</i>	+	+	+
<i>Phl. calochroum</i>	+	-	-
<i>Phl. aureopuerverulentum</i>	+	+	-
<i>Phl. sulphureum</i>	+	-	-
<i>Phl. caesiocanescens</i>	-	+	-
<i>Phl. varium</i>	-	+	-
<i>Phl. orichalceum</i>	-	+	-

Extraído de MOSER (1959)

AIA = ácido indol-acético

AIP = ácido indol-propiónico

AIB = ácido indol-butílico

3. *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). Anteriormente, WEIR (1921) reportou que, embora o fungo fosse aparentemente um parasita, os repetidos exames de mudas de *Pinus* sp. envolvidos pelas frutificações não evidenciaram a invasão de tecidos vivos.

Mais recentemente, ZAK & MARX (1964) observaram a infecção natural de *T. terrestris* em canteiros de *Pinus elliottii* var. *elliottii*, com quatro meses de idade. Esta constituiu a primeira constatação do simbiote 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 esporoforos 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 & 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 & 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 & DAVEY, 1969b). Os detalhes da associação, desde o exame dos cortes histológicos, características da ectomicorriza e das culturas do simbiote até a porcentagem de isolamento foram consideradas no trabalho.

MARX & 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 & 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 & 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 & 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 & ROSS (1970) obtiveram abundante formação de ectomicorrizas de *T. terrestris* em *Pinus taeda*, a partir de basidiosporos aplicados no solo.

4. *Pisolithus tinctorius* COMO FUNGO ECTOMICORRÍZICO

4.1. Ocorrência Natural e Hospedeiros

Apesar de descrito por Michelli em 1791 como *Lycoperdoides álbum tinctorium* e desde então terem sido empregados cerca de 60 diferentes nomes genéricos (MARX, 1977a), o gasteromiceto *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 & PETERSON (1963) relataram os trabalhos conduzidos desde Cooker & Couch em 1928 até Bigellow 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 & PETERSON (1963) coletaram basidiocarpos de *P. tinctorius*, em habitat extremamente adverso, associados com *P. banksina*. 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 (1984), 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 ou arenosos com teores de matéria orgânica extremamente baixos.

Posteriormente, LAMPKY & 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 resíduos vegetais.

Pesquisando os hospedeiros de *P. tinctorius*, MARX & 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 morfológicamente 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. 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 caulim, 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 simbionte. 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*.

4.2. Formação de Micorrizas Através de Inoculação Artificial

A primeira síntese de ectomicorrizas de *P. tinctorius* foi obtida por BRYAN & 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 & BRYAN (1969a) não obtiveram a síntese de ectomicorrizas de *P. tinctorius* em mudas de *P. taeda* inoculadas artificialmente e MARX & 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 altas 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 & 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 ectomicorrizas 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).

4.3. Efeito do Fungo na Sobrevivência e Crescimento da Planta Hospedeira

Um dos trabalhos pioneiros sobre infestação do solo de viveiros florestais com *P. tinctorius* foi desenvolvido por MARX & 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. *Phisolithus 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 micorrizicos, 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. pseudostrobis*, *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 basidiocarpos 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 & 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* 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 reisolamento 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 & BARNETT (1974) e RUELLE & 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. elliotii* var. *elliotii*, *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 & 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 & 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 "Cooper 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 & 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 exaustivamente discutido por MARX (1975b, 1976a e 1977b).

5. SITUAÇÃO NO BRASIL E ALGUNS FUNGOS ECTOMICORRÍZICOS MAIS COMUMENTE OBSERVADOS EM VIVEIROS E PLANTAÇÕES DE *Pinus*.

O cultivo de espécies tropicais de *Pinus* em certas regiões do 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 adaptação 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 inoculo é mais vezes coletado em povoamentos adultos;

iv - riscos de disseminação de patógenos, pragas e ervas daninhas.

As observações efetuadas nos viveiros e plantações de *Pinus* spp. indicam que o fungo *T. terrestris* já ocorre no Brasil, associando-se com inúmeras espécies de *Pinus*,

dentre as quais *P. elliotii* var. *elliotii*, *P. taeda*, *P. oocarpa*, *P. caribaea* var. *caribaea*, var. *hondurensis* e var. *bahamensis*, desde a região sul (Santa Catarina) até a região norte (Pará, Amapá) (Figura 2).

Por outro lado, *Pisolithus tinctorius* se associa naturalmente com espécies de *Eucalyptus*, não tendo sido verificado em espécies de pinheiros. Sua introdução em *Pinus* spp. é bastante recente, datando de 1980, nos Estados de Santa Catarina, São Paulo e Bahia.

Além desses fungos ectomicorrízicos, outros fungos têm sido observados com frequência no Brasil: *Rhizopogon* spp. nas regiões sul (Santa Catarina), sudeste (São Paulo) e leste (Bahia); *Scleroderma* spp. no sul (Santa Catarina) e sudeste (São Paulo e cerrado de Minas Gerais); *Suillus* sp. (*Boletus* sp.) em Santa Catarina, São Paulo e Bahia.

As estruturas de reprodução dos citados simbiossiontes apresentam características morfológicas que possibilitam a sua identificação em condições de campo, relatados a seguir:

Thelephora terrestris (Figura 2) – Hábito de crescimento: esporóforos envolvendo o colo das mudas de *Pinus* spp. e aflorando na superfície do solo; Forma: achatada, em leque, em taça ou irregular; Cor: creme-róseo calro quando jovem, marrom escuro a negro quando maduro; Textura: coriácea, perene.

Pisolithus tinctorius (Figura 1) – Hábito de crescimento: basidiocarpos que se desenvolvem na superfície do solo; Forma: globosa, piriforme ou clavada, com ou sem estipe (rizóides na base e no solo); Cor: marrom claro mostarda, com manchas escuras na superfície, internamente apresenta gleba (massa de esporos) composta de numerosas câmaras ovais a circulares (peridíolos) ocupando inicialmente a metade superior do corpo de frutificação e gradualmente se rompendo em uma massa pulverulenta marrom que consiste nos esporos.

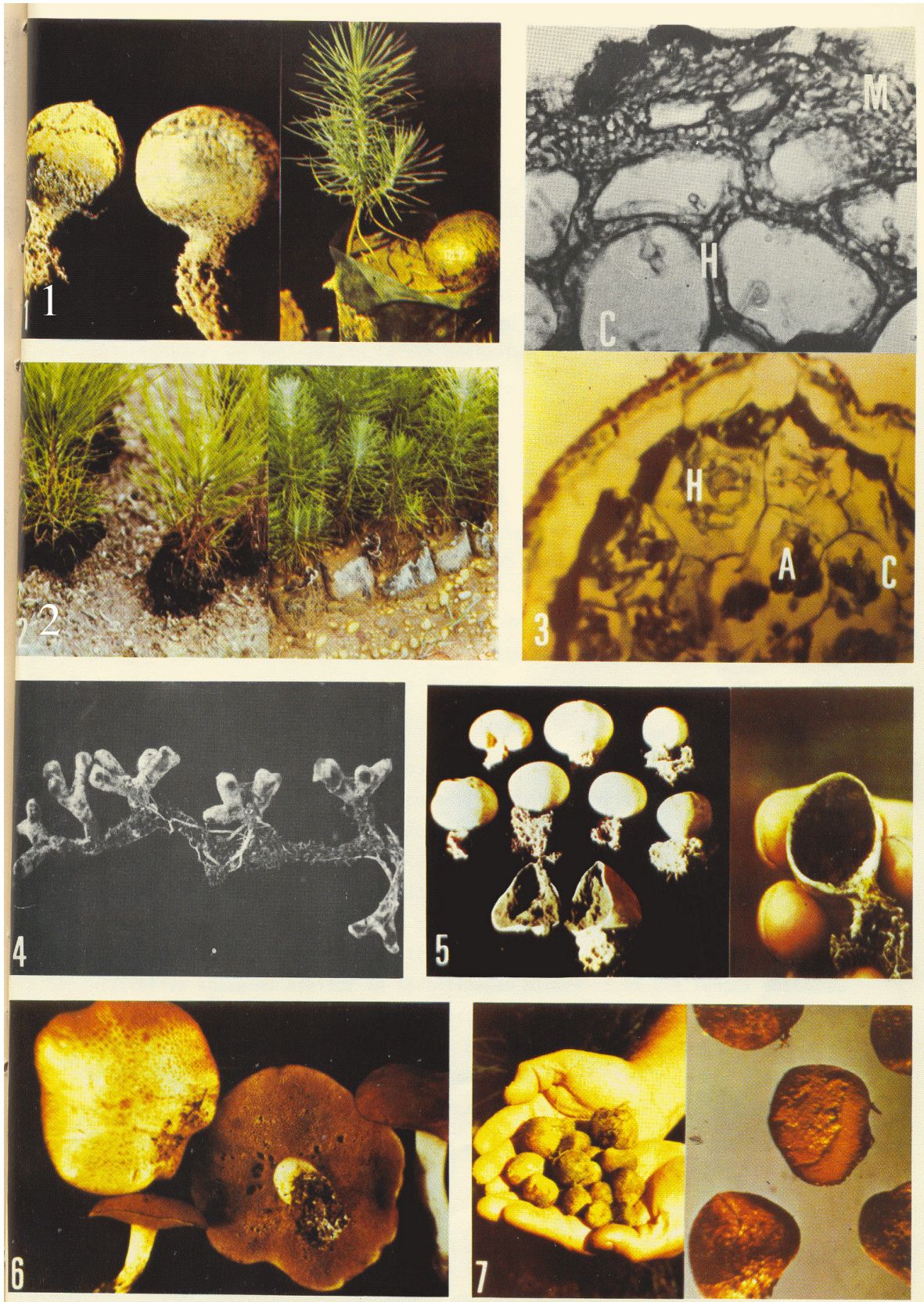
Scleroderma spp. (Figura 5) – Hábito de crescimento: basidiocarpos que se desenvolvem na superfície do solo; Forma: globosa, sem estirpe (pedicelo), mas com rizóides no solo; Cor: invólucro de cor creme, com superfície verrugosa ou lisa, com ou sem rachaduras; internamente apresenta gleba (massa de esporos) escura, quase negra e pulverulenta quando madura; Consistênica: invólucro carnoso quando jovem tornando-se coriáceo quando maduro.

Suillus sp. (*Boletus* sp.) (Figura 6) – Hábito de crescimento: basidiocarpos que se desenvolvem na superfície do solo; Forma: cogumelo típico com estipe e com píleo (parte superior da frutificação) liso e brilhante, apresenta perfurações (poros) na face inferior do píleo; Cor: creme a marrom (píleo) e branco a creme claro (estipe); Consistênica: carnosa.

Rhizopogon spp (Figura 7) – Hábito de crescimento: basidiocarpos que se desenvolvem na superfície do solo; Forma: globosa, arredondada; Cor: marrom, rizomorfas escuras envolvendo o corpo de frutificação se estendendo até o solo; Consistênica: internamente apresenta gleba (massa de esporos) esponjosa, firme quando jovem e quebradiça, coriácea quando madura, ma nunca pulverulenta.

A presença de ectomicorrizas em regiões em que os pinheiros não ocorrem naturalmente, como no Brasil, se deve provavelmente à introdução não planejada dos fungos ectomicorrízicos juntamente com as mudas nos recipientes. Segundo os historiadores, os primeiros colonizadores traziam consigo árvores de seus países de origem, que eram plantadas próximas aos locais recém-colonizados. Dessa maneira, que eram plantadas próximas aos locais recém-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 Zelândia e América do Sul. É provável, também, que os fungos micorrízicos tenham chegado a muitos países através dos jardins botânicos, com

importação de mudas envasadas. Os fungos micorrízicos podem também ter sido introduzidos na forma de esporos unidos às sementes importadas.



Em conseqüência dessa introdução aleatória, para as nossas condições, 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 & THEODOROU, 1973; MARX, 1976).

Recentemente, novas técnicas para a utilização de fungos ectomicorrízicos têm sido desenvolvidas através do cultivo de inóculo de fungos selecionados, em laboratório, e sua posterior incorporação em solos fumigados (MARX & BRYAN, 1975; MARX, 1975a, 1976a).

Essas técnicas foram aplicadas em nossas condições (KRÜGNER & TOMAZELLO; 1979; TOMAZELLO, 1980; TOMAZELLO & KRÜGNER, 1980a, 1981) utilizando *P. tinctorius* e *T. terrestris*, em função da adaptação potencial a ambientes adversos, facilidade de cultivo e disseminação eficiente desses fungos na natureza. Os resultados obtidos demonstraram que tais fungos formam micorrizas, em abundância, em diferentes espécies tropicais de *Pinus*, entre as quais *P. caribaea* var. *hondurensis*, *P. caribaea* var. *bahamensis*, *P. oocarpa* e *P. kesiya*, embora se tivesse utilizado nos estudos conduzidos de isolados provenientes de espécies temperadas de *Pinus* e originados da região sudeste dos Estados Unidos da América.

Em fase de viveiro, seus efeitos benéficos no crescimento das mudas em relação a mudas não inoculadas foram palpáveis em alguns experimentos em que foi possível obter mudas testemunhas sem micorrizas ou com poucas micorrizas (Tabelas 5 e 6). Em condições de campo, *T. terrestris* e *P. tinctorius* também se mostraram benéficos, não só aumentando a sobrevivência das mudas, como também estimulando o crescimento das mesmas (Tabela 7; Figuras 8 e 9). Os estudos conduzidos mostraram também que pode ocorrer interação significativa entre os efeitos de fertilização mineral e os dos fungos testados, isto é, só ocorre boa resposta à adubação quando as mudas estão bem micorrizadas por ocasião do plantio (Figuras 8 e 9). Além disso, verificou-se que o nível da resposta à fertilização depende do fungo, tendo o *P. tinctorius* mostrado um efeito superior ao *T. terrestris* nas mudas fertilizadas (Figuras 8 e 9).

TABELA 5. 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*. Os valores são médias de quatro repetições (*).

Tratamentos Micorrizicos	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, ao nível de 5% de probabilidade.

FONTE: TOMAZELLO FILHO & KRÜGNER (1981)

TABELA 6. Crescimento de mudas de *Pinus caribaea* var. *bahamensis* após sete meses de cultivo em solo infestado artificialmente com fungos micorrízicos *Thelephora terrestris* e *Pisolithus tinctorius*. Os valores são médias de cinco repetições (*).

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

(*) Em cada coluna, médias seguidas de uma mesma letra não diferem estatisticamente, pelo teste de Tukey (P = 0,05)

FONTE: TOMAZELLO FILHO & KRÜGNER (1980)

TABELA 7. Sobrevivência (%) de mudas de *Pinus caribaea* var. *bahamensis* sob o efeito dos fungos micorrízicos *Pisolithus tinctorius* e *Thelephora terrestris*, fertilizadas ou não com adubo mineral, durante o período de 24 meses após o plantio. Os dados são médias de 4 repetições (parcelas), cada uma com 25 plantas originalmente.

Tratamentos Micorrízicos	Período decorrido após o plantio		
	6 meses	12 meses	24 meses
	Sem Fertilização		
Testemunha*	88 a	65 a	52 a
<i>Thelephora terrestris</i>	96 a	92 b	92 a
<i>Pisolithus tinctorius</i>	96 a	96 b	93 b
	Com Fertilização **		
Testemunha*	88 a	83 a	82 a
<i>Thelephora terrestris</i>	96 a	93 a	93 a
<i>Pisolithus tinctoriu</i>	100 a	97 a	97 a

* Testemunha = mudas originalmente sem micorrizas

** Aplicação por cobertura de 170 g de NPK (5:33:6); 2,2 g de bórax e 3,4 g de ZnSO₄ por planta, 40 dias após o plantio.

Média dos tratamentos micorrízicos, para cada período e dentro de cada nível de fertilização, seguidas da mesma letra, não são significativamente diferentes, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

FONTE: KRÜGNER & TOMAZELLO FILHO (1980).

Por fim, cumpre destacar que tanto *T. terrestris* como *P. tinctorius* demonstraram alta capacidade de reprodução (formação de basidiocarpos) e disseminação nos estudos conduzidos, o que pode permitir a médio prazo (cerca de 1 ano) a sua introdução, multiplicação e estabelecimento em regiões do país onde ainda não ocorrem.

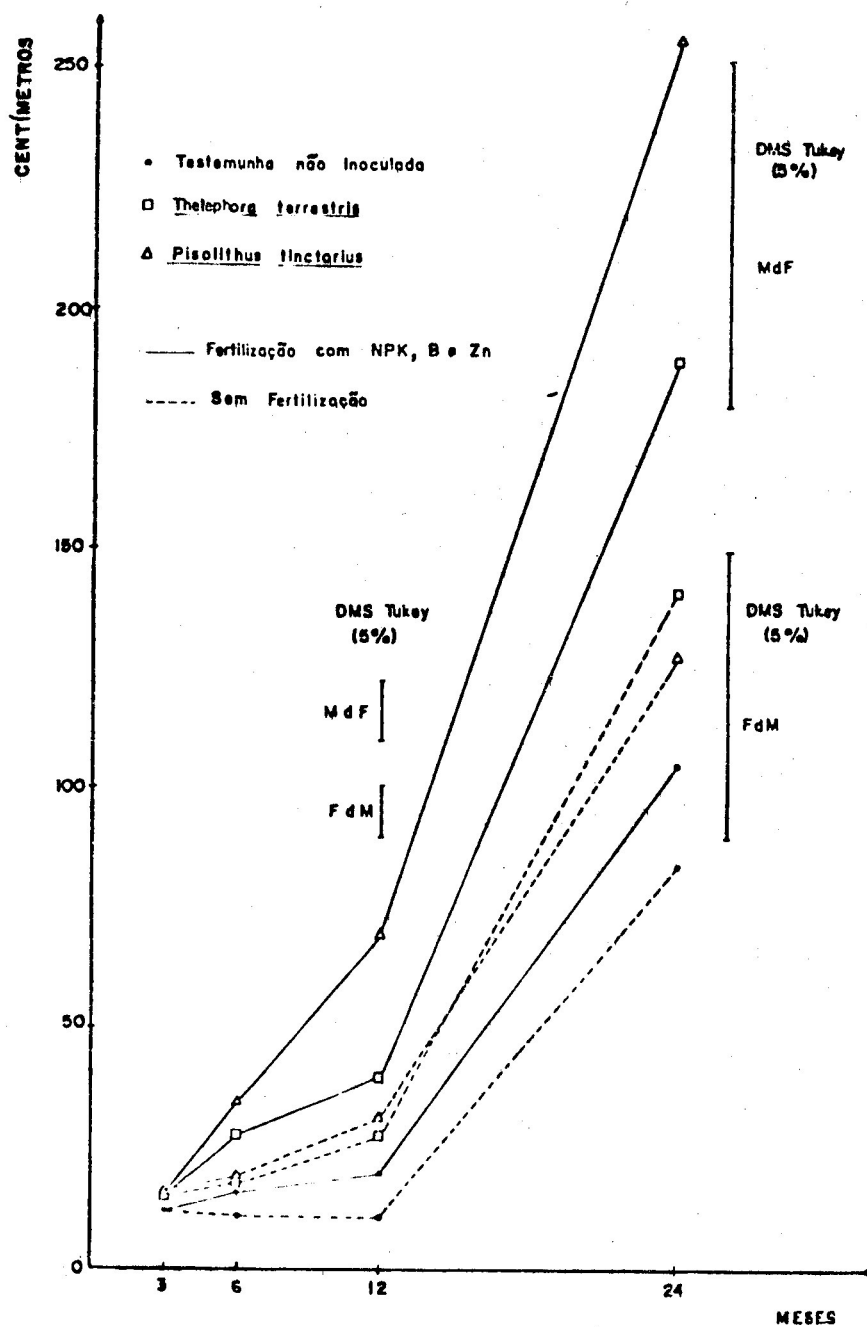


FIGURA 8. Crescimento em altura (cm) das plantas de *Pinus caribaea* var. *bahamensis*, sob efeitos de tratamentos com fungos micorrízicos *Pisolithus tinctorius* e *Thelephora terrestris* e de fertilização mineral, após 24 meses no campo. A significância estatística das diferenças entre as médias dos tratamentos, através do teste Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, pode ser verificada através das barras verticais: MdF (comparação de médias de tratamentos micorrízicos dentro dos tratamentos de fertilização) e FdM (comparação de médias de tratamentos de fertilização dentro de tratamentos micorrízicos).

FONTE: KRÜGNER & TOMAZELLO FILHO, 1980.

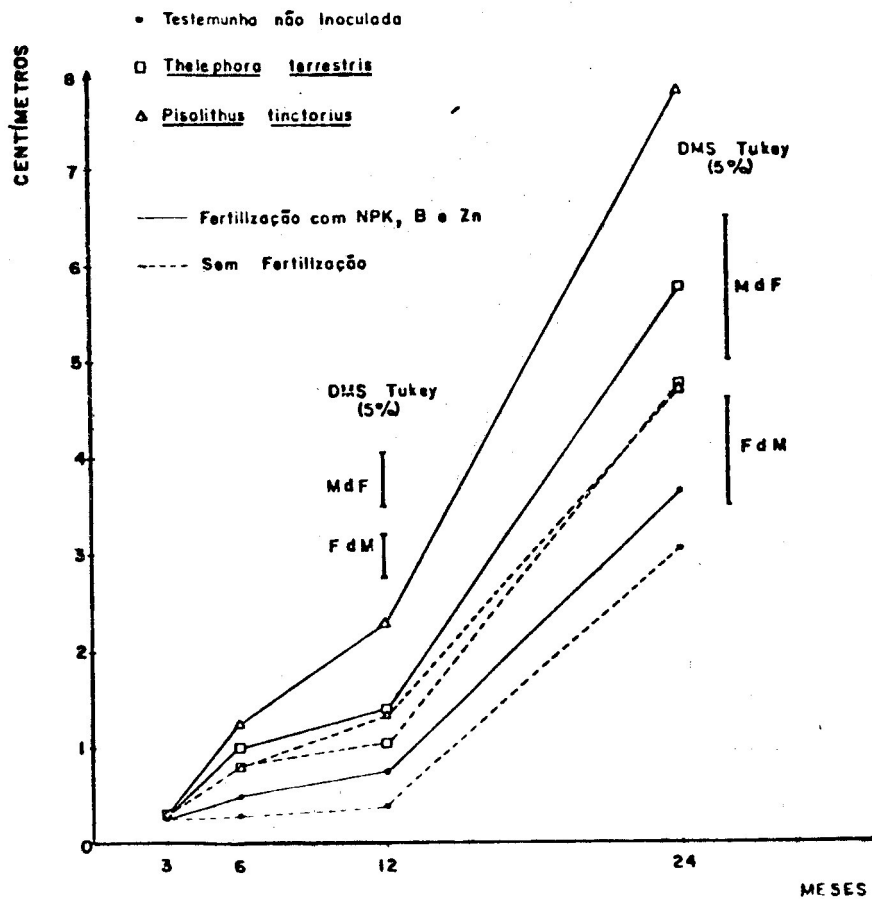


FIGURA 9. Crescimento em diâmetro (cm) à altura do colo das plantas de *Pinus caribaea* var. *bahamensis*, sob efeitos de tratamentos com os fungos micorrízicos *Pisolithus tinctorius* e *Thelephora terrestris* e de fertilização mineral, após 24 meses no campo. A significância estatística das diferenças entre as médias dos tratamentos, através do teste Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, pode ser verificada através das barras verticais: MdF (comparação de médias de tratamentos micorrízicos dentro dos tratamentos de fertilização) e FdM (comparação de médias de tratamentos de fertilização dentro de tratamentos micorrízicos).

FONTE: KRÜGNER & TOMAZELLO FILHO, 1980.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pelas informações apresentadas no presente trabalho, pode-se depreender que:

a. a interação entre fungo ectomicorrízico - raiz é de natureza altamente complexa. A literatura estrangeira apresenta relatos detalhados acerca desse fenômeno, fornecendo informações para um melhor entendimento dos benefícios proporcionados pelos fungos ectomicorrízicos às plantas associadas.

b. os trabalhos científicos práticos, principalmente os conduzidos nos EUA, concentram-se principalmente em dois fungos ectomicorrízicos: *Thelephora terrestris* (de

ocorrência já constatada no Brasil) e *Pisolithus tinctorius* (introduzido recentemente no Brasil, em *Pinus* spp.).

c. *Thelephora terrestris* e *Pisolithus tinctorius* são fungos com elevada capacidade simbiótica, indicados para condições adversas, principalmente solos marginais, de baixa fertilidade, o que tem sido detectado em ensaios conduzidos no exterior e mais recentemente no Brasil.

d. outros fungos ectomicorrízicos tem sido constatados no Brasil, dentre os quais citam-se *Scleroderma* ssp., *Suillus* sp. (*Boletus* sp.) e *Rhizopogon* spp., introduzidos provavelmente através de mudas envasadas e/ou solo de povoamentos florestais.

e. considerando o elevado número de simbiontes associados com *Pinus* spp., relatados na literatura especializada, há necessidade de determinar os fungos micorrízicos que ocorrem no Brasil, através de levantamentos sistemáticos em plantações de pinheiros.

f. em viveiros instalados em locais próximos dos talhões adultos não têm sido verificados problemas de micorrização em mudas de *Pinus*, pois a disseminação dos fungos ectomicorrízicos através de esporas é bastante eficiente. Nesses locais, necessita-se conhecer os fungos envolvidos e, posteriormente, comparar sua eficiência com a de outros simbiontes.

g. a importância dos fungos ectomicorrízicos tem sido constatada nas novas frentes de reflorestamento, nas quais a ausência dos simbiontes resulta na baixa sobrevivência das mudas e redução do ritmo de crescimento. O transporte de inóculo natural para essas regiões, além das desvantagens já discutidas, tem como limitação o alto custo do transporte. Para uma garantia da micorrização a médio e longo prazo recomenda-se o emprego de cultivos puros de fungos micorrízicos de eficiência e rusticidade conhecidas, de modo a garantir a presença desses simbiontes nas novas áreas.

h. técnicas de cultivo dos fungos *P. tinctorius* e *T. terrestris* em laboratório e sua posterior incorporação em solos fumigados, propiciaram boa micorrização em espécies tropicais de *Pinus*, com reflexos positivos na sobrevivência e crescimento em condições de campo.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAKSHI, B.K. & KUMAR, O. – Forest tree micorrhiza. Indian forester, Dehra Dun, 52: 79-84, 1968.

BERRY, C.R. & MARX, D.H. – Effects of *Pisholithus tinctorius* ectomicorrhizae on growth of loblolly and Virginia pine in the Tennessee Copper Basin. USDA. Forest Service. SE research note, Asheville (264): 1-6, 1978.

BERRY, C.R. & MARX, D.H. – Sewage and *Pisolithus tinctorius* ectomycorrhizae: their effect on growth of pine seedlings. Forest science, Washington, 22: 351-8, 1976.

BJORKMAN, E. – Forest tree micorrhiza: the condition for its formation and the significance for tree growth and afforestation. Plant and soil, The Hague, 32: 589-610, 1970 (b).

BJORKMAN, E. – *Monotropia hypopitys*, na epiparasite on tree roots. Physiologia plantarum, Copenhagen, 13: 308-27, 1960.

- BJORKMAN, E. – Mycorrhiza and tree nutrition in poor forest soils. Studia forestalia suecica, Estocolmo (83): 1-23, 1970 (a).
- BOWEN, G.D. – Mycorrhiza inoculation in forestry practice. Australian forestry. Canberra, 29: 231-7, 1965.
- BOWEN, G.D. & THEODOROU, C. – Growth of ectomycorrhizal fungi around seeds and roots. In: MARKS, G.C. & KOZLOWSKI, T.T., ed.. Ectomycorrhizae: their ecology and physiology. New York, Academic Press, 1973. p.107-50.
- BRISCOE, C.B. – Early results of mycorrhizal inoculation of pine in Puerto Rico. Caribbean forester, Rio Piedras, 20: 73-7, 1959.
- BRYAN, W.C. & ZAK, B. – Synthetic culture of southern pines. Fores science, Washington, 7(2): 123-9, 1961.
- CONDORI, L.V. – Efecto de las micorrizas en el crecimiento inicial de coníferas tropicales. Turrialba, Turrialba, 14(3): 151-5, 1964.
- FASSI, B. & FONTANA, A. – Researches on ectotrophic mycorrhizae of *Pinus strobes* in nurseries: 2 – mycorrhizae of *Thelephora terrestris*, *Laccaria laccata* and *hebeloma mesophaeum*. Allionia, Turin, 12: 47-53, 1966.
- GRAND, L.F. – Distribution, plant associates and variation in basidiocarps of *Pisolithus tinctorius* in the United States. Mycologia, Bronx, 68: 672-8, 1976.
- HACSKAYLO, E. – Carbohydrate physiology of ectomycorrhizae. In: MARKS, G.C. & KOZLOWSKI, T.T., ed.. Ectomycorrhizae: their ecology and physiology. New York, Academic Press, 1973. p.207-30. (a).
- HACSKAYLO, E. – Dependence of mycorrhizal fungi on hosts. Bulletin of the Torrey Botanical Club, Lancaster, 10: 217-23, 1973. (b).
- HACSKAYLO, E. – Metabolic exchanges in ectomycorrhizae. In: HACSKAYLO, E., ed.. Mycorrhizae. Washington, U.S. Government Printing Office, 1971. p.175-82.
- HACSKAYLO, E. – *Thelephora terrestris* and mycorrhizae of Virginia pine. Forest science, Washington, 11: 401-4, 1965.
- HACSKAYLO, E. & VOZZO, J.A. – Inoculation of *Pinus caribaea* with pure cultures of mycorrhizal fungi in Puerto Rico. In: IUFRO CONGRESS, 14, Munich, September 4-9, 1967. v.5, p.139-48.
- HARLEY, J.L. – The biology of mycorrhizae. 2. ed. London, Leonard Hill, 1969. 334p.
- KORMANIK, P.P.; BRYAN, W.C. & SCHULTZ, R.C. – The role of mycorrhiza growth and development. Physiologia plantarum, Copenhagen, 41: 1-10, 1977.

- KRÜGNER, T.L. & TOMAZELLO FILHO, M. – Efeito dos fungos ectomicorrízicos *Pisolithus tinctorius* e *Thelephora terrestris* e de fertilização mineral no crescimento e sobrevivência de *Pinus caribaea* var. *bahamensis*, em condições de campo, no litoral sul da Bahia. IPEF, Piracicaba (21): 41-63, dez.1980.
- KRÜGNER, T.L. & TOMAZELLO FILHO, M. – Tecnologia de inoculação micorrízica em viveiro de *Pinus* spp. Circular técnica. IPEF, Piracicaba (71): 1-5, 1979.
- LAMPKY, J.R. & LAMPKY, S.A. – *Pisolithus* in central Florida. Mycologia, Bronx, 65: 1210-3, 1973.
- LAMPKY, J.R. & PETERSON, J.E. – *Pisolithus tinctorius* associated with pine in Missouri. Mycologia, Bronx, 55: 675-8, 1963.
- LEVISHON, I. – Effects of mycorrhiza on tree growth. Soils and fertilizers, Harpenden, 21: 73-82, 1958.
- LOWY, B. – *Pisolithus* in Louisiana. Mycologia, Bronx, 56: 319, 1964.
- MARKS, G.C. & KOZLOWSKI, T.T. – Ectomycorrhizae: their ecology and physiology. New York, Academic Press, 1973. 444p.
- MARKS, D.H. – Ectomycorrhizae as biological deterrents to pathogenic root infections. Phytopathology, Saint Paulo, 62: 429-54, 1972.
- MARKS, D.H. – The influence of ectotrophic mycorrhizae fungi on the resistance of pine roots to pathogenic infections: 1 – antagonism of mycorrhizal fungi to root pathogenic fungi and soil bacteria. Phytopathology, Saint Paul, 59: 153-63, 1969.
- MARX, D.H. – Manipulation of selected mycorrhizae fungi to increase Forest biomass. s.i., 1977. (b) 10p. (não publicado).
- MARX, D.H. – Mycorrhizae of exotic trees in the peruvian Andes and synthesis of ectomycorrhizae of mexican pines. Forest science, Washington, 21: 353-8, 1975 (a).
- MARX, D.H. – Mycorrhizae and stablishment of trees on strip mined land. The Ohio journal of science, Columbus, 75: 289-97, 1975 (b).
- MARX, D.H. – Synthesis of ectomycorrhizae of loblolly pine seedlings with basidiospores of *Pisolithus tinctorius*. Forest science, Washington, 22: 13-20, 1976 (b).
- MARX, D.H. – Tree host range and world distribution of ectomycorrhizae fungus *Pisolithus tinctorius*. Canadian journal of microbiology, Ottawa, 23: 217-23, 1977 (a).
- MARX, D.H. – 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 (a). p.47-65.

- MARX, D.H. & ARTMAN, J.D. – Growth and ectomycorrhizae development of loblolly pine seedlings in nursery soil infested with *Pisolithus tinctorius* and *Thelephora terrestris* in Virginia. USDA. Forest Service. SE research note, Asheville (256): 1-5, 1978.
- MARX, D.H. & ARTMAN, J.D. – *Pisolithus tinctorius* ectomycorrhizae improve survival and growth of pine seedlings on acid coal spoils in Kentucky and Virginia. Reclamation review, New York, 2: 23-31, 1979.
- MARX, D.H. & BARNETT, A.P. – Mycorrhizae and containerized seedlings. In: NORTH AMERICAN CONTAINERIZED FOREST TREE SEEDLING SYMPOSIUM, Denver, August 26-29, 1974. Proceedings. Washington, U.S. Government Printing Office, 1974. p.85-92.
- MARX, D.H. & BRYAN, W.C. – 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: 207-11, 1969 (b).
- MARX, D.H. & BRYAN, W.C. – Growth and ectomycorrhizal development of loblolly pine seedlings in fumigated soil infested with the fungal symbiont *Pisolithus tinctorius*. Forest science, Washington, 21: 245-54, 1975.
- MARX, D.H. & BRYAN, W.C. – Influence of ectomycorrhizae on survival and growth of aseptic seedlings of loblolly pine at high temperature. Forest science, Washington, 17: 37-41, 1971.
- MARX, D.H. & BRYAN, W.C. – Pure culture synthesis of ectomycorrhizae by *Thelephora terrestris* and *Pisolithus tinctorius* on different conifer hosts. Canadian journal of botany, Ottawa, 58: 639-43, 1970.
- MARX, D.H. & BRYAN, W.C. – Studies on ectomycorrhizae of pine in an electronically air-filtered, air-conditioned, plant-growth room. Canadian journal of botany, Ottawa, 47: 1903-9, 1969 (a).
- MARX, D.H. & DAVEY, C.B. – The influence of ectotrophic mycorrhizal fungi on the resistance of pine roots to pathogenic infections: 3- resistance of aseptically formed mycorrhizae to infection by *Phytophthora cinnamomi*. Phytopathology, Saint Paul, 59: 549-58, 1969 (a).
- MARX, D.H. & DAVEY, C.B. – The influence of ectotrophic mycorrhizal fungi on the resistance of pine roots to pathogenic infections: 4 – resistance of naturally occurring mycorrhizae to infections by *Phytophthora cinnamoni*. Phytopathology, Saint Paul, 59: 559-65, 1969 (b).
- MARX, D.H. & ROSS, E.W. – Aseptic synthesis of ectomycorrhizae on *Pinus taeda* by basidiospores of *Thelephora terrestris*. Canadian journal of botany, Ottawa, 48: 197-8, 1970.

- MARX, D.H.; BRYAN, C.W. & CORDELL, E.C. – Growth and ectomycorrhizal development of pine seedlings in nursery soils infested with the fungal symbiont *Pisolithus tinctorius*. Forest science, Washington, 22: 21-100, 1976.
- MARX, D.H.; BRYAN, C.W. & CORDELL, E.C. – Survival and growth of pine seedlings with *Pisolithus* ectomycorrhizae after two year on reforestation sites in North America and Florida. Forest science, Washington, 23: 363-73, 1977.
- MARX, D.H.; BRYAN, W.C. & DAVEY, C.B. – Influence of temperature on aseptic synthesis of ectomycorrhizae by *Thelephora terrestris* and *Pisolithus tinctorius* on loblolly pine. Forest science, Washington, 16: 424-31, 1970.
- MARX, D.H.; MORRIS, W.C. & MEXAL, J.G. – 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, 1978.
- MELIN, E. – Physiology and mycorrhizal relation in plants. Annual review of plant physiology, Palo Alto, 4: 325-46, 1953.
- MELIN, E. & NILSSON, H. – Transfer of radioactive phosphorus to pine seedlings by means of mycorrhizae hyphae. Physiologia plantarum, Copenhagen, 3: 88-92, 1950.
- MEYER, F.H. – Distribution of ectomycorrhizae in native and man-made forest. In: MARKS, G.C. & KOZLOWSKI, T.T., ed.. Ectomycorrhizae: their ecology and physiology. New York, Academic Press, 1973. p.79-105.
- MIKOLA, P. – Application of mycorrhizal symbiosis in forestry practice. In: MARKS, G.C. & KOZLOWSKI, T.T., ed.. Ectomycorrhizae: their ecology and physiology. New York, Academic Press, 1973. p.383-411.
- MIKOLA, P. – Forestacion de zonas rasas: importância técnica de la inoculation micorrízica. Unasyva, Roma, 23: 35-48, 1969 (a).
- MIKOLA, P. – Mycorrhizae fungi of exotic Forest plantations. Karstenia, 10: 164-76, 1969 (b).
- OSWALD, E.T. & FERCHAU, H.A. – Bacterial association of coniferous mycorrhizal. Plant and soil, The Hague, 28: 187-91, 1968.
- PEYRONEL, B. et alii – Terminology of nycorrhizae. Mycologia, Bronx, 61: 410-1, 1969.
- RAWLINGS, B.G. – The mycorrhizas of tree in New Zealan forests. New Zealand forestry research notes, Rotorua, 1: 15-7, 1951.
- RAWLINGS, B.G. – Some practical aspects of forest mycotrophy. New Zealand forestry research notes, Rotorua, 3: 3-9, 1958.

- RUEHLE, J.L. & MARX, D.H. – Developing mycorrhizae on containerized forest tree seedlings. USDA. Forest Service. SE research note, Asheville (242) 1-8, 1977.
- SLANKIS, V. – Homonal relationships in mycorrhizal development. In: MARKS, G.C. & KOZLOWSKI, T.T., ed.. Ectomycorrhizae: their ecology and physiology. New York, Academic Press, 1973. p.231-98.
- TAKACS, E.A. – Inoculation artificial de pinos de regions subtropicales con hongos formadores de micorrizas. IDIA: suplemento forestall, Buenos Aires, 12: 41-5, 1964.
- THEODOROU, C. & BOWEN, G.D. – Mycorrhizal responses of radiate pine in experiments with different fungi. Australian forestry, Canberra, 34: 184-91, 1970.
- TOMAZELLO FILHO, M. – Influência dos fungos ectomicorrizicos *Thelephora terrestris* Ehr. Ex Fr. E *Pisolithus tinctorius* (Pers.) Coker e Couch no desenvolvimento de espécies tropicais de *Pinus*. Piracicaba, 1980. 116p. (Tese-Doutorado-ESALQ).
- TOMAZELLO FILHO, M. & KRÜGNER, T.L. – Formação de ectomicorrizas e crescimento de mudas de *Pinus caribaea* var. *bahamensis* em solo de viveiro infestado artificialmente com *Thelephora terrestris* e *Pisolithus tinctorius* no litoral sul da Bahia. IPEF, Piracicaba (21): 21-38, dez. 1980.
- TOMAZELLO FILHO, M. & KRÜGNER, T.L. – Formação de ectomicorrizas e crescimento de mudas de *Pinus oocarpa*, *P. caribaea* var. *hondurensis* e *P. kesyia* em solo infestado artificialmente com *Thelephora terrestris* e *Pisolithus tinctorius*. Summa phytopathologica. Piracicaba, 1981 (no prelo).
- TRAPPE, J.M. – Fungus of ectotrophic nycorrizas. Botanical review, New Haven, 28: 538-606, 1962.
- TRAPPE, J.M. – Selection of fungi for ectomycorrhizal inoculation nurseries. Annual review of phytopathology, Palo Alto, 15: 203-22, 1977.
- ULRICH, J.A. & HACSKAYLO, E. – Inoculation of *Pinus caribaea* with ectomycorrhizal fungi in Puerto Rico. Forest science, Washington, 17: 239-45, 1971.
- VOZZO, J.A. & HACKSKAYLO, E. – Inoculation of *Pinus caribaea* with ectomycorrhizal fungi in Puerto Rico. Forest science, Washington, 17: 239-45, 1971.
- WEIR, J.R. – *Thelephora terrestris*, *T. fimbriata*, *T. caryophyllea* on forest trees seedings. Phytopathology, Saint Paul, 11: 141-4, 1921.
- WILDE, S.A. – Mycorrhizal fungi: their distribution and effect on tree growth. Soil science, New Brunswick, 78: 28-31, 1954.
- WILHELM, S. – Chemical treatments and inoculum potential of soils. Annau review of phytophathology, Palo Alto, 4: 53-8, 1966.

ZAK, B. – Role of mycorrhizae in root diseases. Annual review of phytopathology, Palo Alto, 2: 377, 1964.

ZAK, B. & MARK, D.H. – Isolation of mycorrhizal fungi from roots in individual slash pine. Forest science, Washington, 10: 214-22, 1964.

Esta publicação é editada pelo Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais, convênio Departamento de Silvicultura da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” da Universidade de São Paulo.

É proibida a reprodução total ou parcial dos artigos contidos nesta publicação, sem autorização da comissão editorial.

Periodicidade – irregular

Permuta com publicações florestais

Endereço

IPEF – Biblioteca
ESALQ-USP
Caixa Postal, 9
Fone: 33-2080
13.400 – Piracicaba – SP
Brasil

Comissão Editorial

Marialice Metzker Poggiani – Bibliotecária
José Elidney Pinto Jr.
Comissão de Pesquisa do Departamento de Silvicultura – ESALQ-USP
Prof. Luiz Ernesto Geroge Barrichelo
Prof. Fábio Poggiani
Prof. Mário Ferreira

Diretoria do IPEF:

Diretor Científico – Prof. João Walter Simões

Divulgação e Integração – IPEF

José Elidney Pinto Junior