INFLUÊNCIA DE ALGUMAS FONTES DE MATÉRIA
ORGÂNICA NA FORMAÇÃO DE ECTOMICORRIZAS EM
MUDAS DE *Pinus caribaea* MORELET VAR. *hondurensis* BARRET &
GOLFARI PELOS FUNGOS *Disolithus tinctorius* (PERS.)
COKER & COUCH E *Thelephora terrestris* EHR. ex FR.

WAGNER BETTIOL

Orientador: Prof. Dr. TASSO L. KRÜGNER

Dissertação apresentada à Escola
Superior de Agricultura "Luiz de
Queiroz", da Universidade de São
Paulo, para obtenção do título de
Mestre em Agronomia. Área de
Concentração: Fitopatologia.

PIRACICABA
Estado de São Paulo - Brasil
Abril, 1984

*A meus pais,
Maria Alzira e Angélica,
a meus irmãos,
Evani e Valcir,
dedico.*

AGRADECIMENTOS

Colaboradores foram numerosos para serem men
cionados nominalmente, porém seria negligência se não re-
conhecesse e agradecesse:

Ao Professor Dr. Tasso Leo Krügner, pelo apoio, ensina-
mentos e orientação;

Aos Professores Dr. Hiroshi Kimati, Dr. Clélio Lima Salga-
do, Dr. Paulo de C.T. de Carvalho, Dr. Eric Balmer,
Dr. Armando Bergamin Filho, José Carlos Matyis e Dr.
Cyro Paulino da Costa, pelos ensinamentos;

Ao Professor Dr. Edmar José Kiehl, pela lição de vida;

Ao Professor Dr. Paulo Kageyama, pelo fornecimento das se
mentes;

À Dr^a Marinéia de Lara Haddad, pela orientação nos tra-
balhos de análise estatística;

Aos Eng^{os}-Agr^{os} Dr. Hilário Antonio de Castro, Dr^a Rosa
Maria Valdebenito, Dr^a Maria Emilia Mattiazo Prezotto,
José Nunes Jr., Itamar S. Melo e Eng^o Florestal Celso
Garcia Auer, pelas sugestões;

Aos Senhores Armando Adilson de Oliveira, José Pereira So
brinho e Pedro da Silva, pela voluntariosa colaboração;

Ao Engº-Agrº Marcos Omir Marques e Benedito José Daher
Correa Franco, Engº Quim. Antonio Fernando Pressinot-
ti, à Rosemary Aparecida Nadai e Maria Izalina Ferrei-
ra Alves, pela grande amizade;

Ao Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São
Paulo S.A. - IPT, particularmente ao Centro de Estu-
dos de Fertilizantes - CEFER, pela liberação para rea-
lização dos trabalhos durante o período em que pertenc-
i ao seu corpo técnico.

Í N D I C E

	Pág.
RESUMO	ix
SUMMARY	xi
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1 - <i>Pisolithus tinctorius</i> e <i>Thelephora terrestris</i> como Fungos Ectomicorrízicos	4
2.2 - Fatores que Influenciam na Formação de Micorrizas	8
2.3 - Influência da Matéria Orgânica sobre a Formação de Micorrizas	12
3. MATERIAL E MÉTODOS	17
3.1 - Ensaios Conduzidos em Casa-de-Vegetação..	17
3.1.1 - ENSAIO 1: Efeito de fontes e concentrações de matéria orgânica sobre <i>Pisolithus tinctorius</i> na formação de micorrizas e no desenvolvimento de mudas de <i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>	17
3.1.2 - ENSAIO 2: Efeito de fontes e concentrações de matéria orgânica sobre <i>Thelephora terrestris</i> na formação de micorrizas e no desenvolvimento de mudas de <i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>	22

3.1.3 - ENSAIO 3: Avaliação do efeito residual de fontes e concentrações de matéria orgânica sobre <i>Pisolithus tinctorius</i> na formação de micorrizas e no desenvolvimento de mudas de <i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>	22
3.1.4 - ENSAIO 4: Avaliação do efeito residual de fontes e concentrações de matéria orgânica sobre <i>Thelephora terrestris</i> na formação de micorrizas e no desenvolvimento de mudas de <i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>	24
3.2 - Ensaios Conduzidos em Laboratório	28
3.2.1 - ENSAIOS 1 A 6: Efeito de fontes e concentrações de matéria orgânica sobre o crescimento micelial de <i>Pisolithus tinctorius</i> e <i>Thelephora terrestris</i>	28
4. RESULTADOS	30
4.1 - Ensaios Conduzidos em Casa-de-Vegetação ..	30
4.1.1 - Efeito de fontes e concentrações de matéria orgânica sobre a formação de micorrizas por <i>Pisolithus tinctorius</i> e no desenvolvimento de mudas de <i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i> (Ensaio 1)	30

4.1.2 - Avaliação do efeito residual de fontes e concentrações de matéria orgânica sobre a formação de micorrizas por <i>Pisolithus tinctorius</i> e no desenvolvimento de mudas de <i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i> (Ensaio 3)	37
4.1.3 - Efeito de fontes e concentrações de matéria orgânica sobre a formação de micorrizas por <i>Thelephora terrestris</i> e no desenvolvimento de mudas de <i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i> (Ensaio 2)	42
4.1.4 - Avaliação do efeito residual de fontes e concentrações de matéria orgânica sobre a formação de micorrizas por <i>Thelephora terrestris</i> e no desenvolvimento de mudas de <i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i> (Ensaio 4)	48
4.2 - Ensaios Conduzidos em Laboratório	53
4.2.1 - Efeito de fontes e concentrações de extrato de matéria orgânica sobre o crescimento micelial de <i>Pisolithus tinctorius</i> (Ensaios 1, 2 e 3)	53
4.2.2 - Efeito de fontes e concentrações de extrato de matéria orgânica sobre o crescimento micelial de <i>Thelephora terrestris</i> (Ensaios 4, 5 e 6)	57

5. DISCUSSÃO	62
6. CONCLUSÕES	67
7. LITERATURA CITADA	69

INFLUÊNCIA DE ALGUMAS FONTES DE MATÉRIA ORGÂNICA NA FORMAÇÃO DE
ECTOMICORRIZAS EM MUDAS DE *Pinus caribaea* MORELET VAR. *hondurensis*
BARRET & GOLFARI PELOS FUNGOS *Pisolithus tinctorius* (PERS.) COKER
& COUCH E *Thelephora terrestris* EHR. ex FR.

Autor: Wagner Bettiol
Orientador: Tasso Leo Krüger

R E S U M O

Foram avaliados os efeitos de lodo de esgoto, esterco de curral, torta de filtro e acículas de *Pinus* incorporados ao solo nas concentrações de 10, 30 e 50% (v/v) sobre a formação de ectomicorrizas em mudas de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* inoculadas artificialmente com *Pisolithus tinctorius* e *Thelephora terrestris*. Foi também avaliado o efeito do extrato destas matérias orgânicas, nas concentrações 1, 10, 100 e 1.000 ppm, 1, 2, 3, 4, 5, 10, 15 e 20% em MMN agar (meio de Melin-Norkrans, modificado por Marx), sobre o crescimento micelial de *P. tinctorius* e *T. terrestris*.

O esterco de curral e as acículas de *Pinus* na concentração 10% não afetaram a formação de micorrizas, tanto por *P. tinctorius* quanto por *T. terrestris*, enquan

to que as concentrações 30 e 50% reduziram a simbiose. Lodo de esgoto em todas as concentrações inibiu a formação de micorrizas por ambos os fungos. Torta de filtro inibiu a associação das mudas de *P. caribaea* var. *hondurensis* com *T. terrestris* em todas as concentrações e nas de 30 e 50% para *P. tinctorius*. Concentrações acima de 1% de lodo de esgoto e acículas de *Pinus* reduziram o crescimento micelial de *P. tinctorius*. Para *T. terrestris* a inibição tornou-se significativa acima de 4% de lodo de esgoto e 1% de acículas de *Pinus*. Torta de filtro e esterco de curral inibiram o desenvolvimento de *T. terrestris* em concentrações superiores a 5%, enquanto para *P. tinctorius* a torta não acarretou inibição e o esterco a fez com 20% de extrato. Ocorreu uma redução na sobrevivência dos fungos no solo com a aplicação de matéria orgânica.

INFLUENCE OF SOME SOURCES OF ORGANIC MATTER ON THE FORMATION OF
ECTOMYCORRHIZAE BY *Pisolithus tinctorius* (PERS.) COKER & COUCH
AND *Thelephora terrestris* EHR. ex FR. WITH *Pinus caribaea*
MORELET VAR. *hondurensis* BARRET & GOLFARI SEEDLINGS

Author: Wagner Bettiol
Adviser: Tasso Leo Krügner

S U M M A R Y

The effects of sewage sludge, manure, filter cake and pine needle mulch, incorporated in the soil at the concentrations of 10, 30 and 50% (v/v) on the formation of ectomycorrhizae by *Pisolithus tinctorius* and *Thelephora terrestris* with *Pinus caribaea* var. *hondurensis* seedlings were evaluated. The effects of the extracts of these organic matters incorporated in MMN agar (Melin-Norkrans nutrient medium modified by Marx) at the concentrations of 1, 10, 100 and 1,000 ppm and 1, 2, 3, 4, 5, 10, 15 and 20% on the mycelial growth of both ectomycorrhizal fungi were also investigated.

Manure and pine mulch, at the concentration of 10% did not effect the formation of mycorrhizae by *P. tinctorius* and *T. terrestris*, while at the higher concentrations they reduced the

amount of mycorrhizae formed by both fungi. Filter cake inhibited the formation of mycorrhizae by *T. terrestris* at all concentrations, whereas for *P. tinctorius* it affected only at 30 and 50%. Sewage sludge had the strongest inhibitory effect, acting at all concentrations tested against both fungi.

With respect to the mycelial growth, inhibition was also detected, the levels of effects depending on the concentration of the extracts and the fungi tested. In general, the inhibitory effects occurred at extract concentrations above 1%. Filter cake did not affect the growth of *P. tinctorius* at all concentrations tested.

Survival of both fungi in the soil was reduced by the incorporation of organic matter.

1. INTRODUÇÃO

O emprego de fungos micorrízicos em reflorestamento de *Pinus* pode ser realizado através de inoculação artificial das mudas, no viveiro, com fungos específicos. Dentre estes, *Pisolithus tinctorius* (Pers.) Coker e Couch. e *Thelephora terrestris* Ehr. ex Fr., são destacados pela capacidade de adaptação em condições adversas, facilidade de cultivo em meio de cultura e disseminação eficiente (MARX e BRYAN, 1975; MARX, 1975/1976). Nas condições brasileiras, esses fungos vem apresentando resultados satisfatórios para *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, *P. oocarpa*, *P. kesiya* e *P. caribaea* var. *bahamensis* (KRÜGNER e TOMAZELLO Fº, 1980; TOMAZELLO Fº e KRÜGNER, 1981).

A obtenção de mudas com máxima ou ótima quantidade de micorrizas, através da inoculação artificial com estes fungos, depende, dentre outros fatores, das condições do substrato de crescimento das mudas. Um destes fatores, a matéria orgânica, além de pouco estudada, tem mostrado resultados controvertidos. Efeito estimulante de húmus na formação de micorrizas e no crescimento do hospedeiro tem sido demonstrado (FASSI *et alii*, 1972; SLANKIS, 1974). LEE (1981), no entanto, verificou que com o aumento da matéria orgânica havia redução na formação de micorrizas em *Pinus rigida* x *taeda*. FASSI *et alii* (1972) encontraram respostas diversas, verificando ora estímulo ora inibição na formação de micorrizas, dependendo da humificação da matéria orgânica. BERRY e MARX (1977) relataram que altas dosagens de lodo de esgoto inibiram o desenvolvimento de micorrizas quando comparado com baixos teores, os quais estimularam a ectomicorrização.

O presente trabalho teve por objetivos:

- a) estudar o comportamento de fontes (lodo de esgoto, esterco de curral, torta de filtro e acículas de *Pinus*) e doses de matéria orgânica sobre a formação de ectomicorrizas em mudas de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* pelos fungos *Pisolithus tinctorius* e *Thelephora terrestris*;

- b) avaliar o comportamento de doses e fontes de matéria orgânica e de ectomicorrizas formadas por *P. tinctorius* e *T. terrestris* no desenvolvimento das mudas de *P. caribaea* var. *hondurensis*;
- c) avaliar o efeito do extrato de lodo de esgoto, esterco de curral, torta de filtro e acículas de *Pinus* sobre o crescimento micelial de *P. tinctorius* e *T. terrestris*.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 - *Pisolithus tinctorius* e *Thelephora terrestris* como fungos ectomicorrízicos.

As plantas na natureza, salvo algumas exceções, se associam com fungos micorrízicos. Assim, WILHEIM (1966) e KORMANIK *et alii* (1977) afirmam que no campo as plantas não desenvolvem raízes, mas, sim, micorrizas.

PEYRONEL *et alii* (1969) classificaram as micorrizas de acordo com o arranjo das hifas nas células do córtex da raiz em: a) endomicorrizas, quando as estruturas do fungo se desenvolvem intracelularmente; b) ectomicorrizas, quando as hifas do fungo se desenvolvem intercelularmente formando a rede de HARTIG; e c) ectoendomicorrizas, quando ocorre desenvolvimento intra e intercelularmente.

Todos os representantes da família Pinaceae são ectomicorrízicos (MEYER, 1973) e a ausência dos fungos micorrízicos foi o fator limitante de inúmeras tentativas fracassadas da introdução do gênero *Pinus* em vários locais do mundo, sendo a de Porto Rico a mais conhecida (BRISCOE, 1959).

Nas duas últimas décadas os trabalhos com ectomicorrizas em *Pinus* estão concentrados principalmente sobre os fungos *P. tinctorius* e *T. terrestris* pela grande capacidade de adaptação em condições adversas, facilidade de cultivo *in vitro*, grande capacidade reprodutiva, disseminação eficiente e grande eficiência (MARX e BRYAN, 1975; MARX, 1975/1976).

ZAK e MARX (1964) observaram infecção natural de *T. terrestris* em canteiros de *Pinus elliottii* var. *elliottii*, constituindo na primeira constatação da simbiose em raízes da espécie. Anos após, nos levantamentos realizados em viveiros na Itália, FASSI e FONTANA (1966) descreveram *T. terrestris* associando-se a *Pinus strobus*.

Em estudos para avaliar a capacidade de formação de micorrizas por *T. terrestris* em espécies dos gêneros *Pinus*, *Picea* e *Pseudotsuga*, MARX e BRYAN (1970) observaram que muitas espécies de *Pinus* se associavam ao fungo.

Frutificações de *P. tinctorius* foram encontradas por LOWY (1964) em associações ou próximas de *Pinus taeda*, *P. caribaea* e *Quercus virginiana* e LAMPKY e PETERSON (1963) coletaram basidiocarpos de *P. tinctorius* em condições extremamente adversas em solos de mineração, apresentando elevada acidez e quantidades insignificantes de matéria orgânica.

Para avaliar os hospedeiros de *P. tinctorius* MARX e BRYAN (1970) trabalharam com várias espécies de coníferas, verificando que 14 das 19 espécies de *Pinus* pesquisadas formavam ectomicorrizas. GRAND (1976) realizou levantamento sobre a ocorrência de *P. tinctorius* e as essências florestais que se associam com este simbiote, tendo encontrado em 36 estados americanos e 14 países, associando-se com 11 gêneros florestais, sendo com maior frequência em solos pobres. Complementando o levantamento anterior, MARX (1977) verificou que o fungo foi encontrado em 33 países, representando os 6 continentes e em 38 estados americanos.

Certos fungos ectomicorrízicos são mais benéficos para *Pinus* do que outros (MARX e BRYAN, 1971); sendo que o *P. tinctorius* promove rápido crescimento em *Pinus* sob condições ambientais adversas, isto é, alta temperatura de solo, solo com mínima fertilidade e solo

com reação ácida-pH 3,5 (SCHRAMN, 1966; MARX *et alii*, 1970). MARX (1977) verificou que *P. tinctorius* se adapta bem em solo com baixa fertilidade, condições adversas de temperatura e baixo pH.

BERRY e MARX (1976) observaram que "seedlings" de *P. taeda* e *P. echinata* inoculados artificialmente com *P. tinctorius* desenvolveram-se significativamente mais do que os não inoculados.

MARX e ARTMAN (1979), trabalhando com solo de mineração, verificaram que mudas de *P. taeda* e *P. echinata* infestadas artificialmente com *P. tinctorius* sobreviveram e desenvolveram-se melhor que as com *T. terrestris*. Em condições brasileiras, KRÜGNER e TOMAZELLO F^o (1980), TOMAZELLO (1980) e TOMAZELLO F^o e KRUGNER (1981) observaram que mudas de *P. oocarpa* e *P. caribaea* var. *bahamensis* com ectomicorrizas formadas por *P. tinctorius* desenvolveram-se melhor do que as com *T. terrestris* e a testemunha, já para *P. caribaea* var. *hondurensis* e *P. khasya* houve equivalência no efeito dos dois fungos.

Estas e outras observações indicam a utilidade da inoculação artificial das mudas de *Pinus* com fungo micorrízico específico o qual promove maior crescimento e sobrevivência em locais de condições adversas. Assim, a partir de 1976, com esforços somados, o Instituto para Pesquisa de Micorriza do Serviço Florestal Americi

cano e Abbott Laboratories passaram a produzir uma fonte comercial de *P. tinctorius* para inoculação artificial, já obtendo resultados animadores (MARX *et alii*, 1982).

2.2 - Fatores que influenciam na formação de micorrizas

A simbiose, entre as raízes finas não lenhosas e fungos altamente especializados de raízes formando micorrizas, é influenciada pelos fatores que cercam o hospedeiro e o fungo.

BJÖRKMAN (1942) postula que a formação de micorriza requer um suprimento de açúcares solúveis nas raízes, sendo essa condição determinada pela disponibilidade de nitrogênio e fósforo e da intensidade de luz, onde altas concentrações de nitrogênio interrompem a infecção. Num estudo do efeito da fertilidade do solo na suscetibilidade do *Pinus taeda* em formar ectomicorriza por *P. tinctorius*, MARX *et alii* (1977) verificaram que a formação foi maior nas mudas desenvolvidas em condições de baixa fertilidade, do que em altos níveis de nitrogênio e fósforo. Em trabalho semelhante, MENGE *et alii* (1977) notaram que a adubação com nitrogênio e fósforo aumenta o desenvolvimento das plantas de *P. taeda* mas reduz a formação de micorrizas por *Cenococcum graniforme*, aparecendo o nitrogênio como maior inibidor e o fósforo sozinho praticamente não afetando o nú-

mero de micorrizas. LEE (1981) encontrou resultados semelhantes para *Pinus rigida* x *taeda* e MARONEK *et alii* (1982) verificaram que altas taxas de fertilizantes reduziram ou eliminaram o desenvolvimento de micorrizas formadas por *P. tinctorius* em plantas de *Pinus rigida* e *P. virginianae*. KRÜGNER (1976), avaliando o efeito da fertilização sobre mudas de *P. taeda* em solo infestado artificialmente com *P. tinctorius* e *T. terrestris*, ao contrário dos autores anteriores, verificou que o estabelecimento de ectomicorriza por *P. tinctorius* foi mais efetivo nas parcelas fertilizadas, sendo que o autor acredita que a aplicação parcelada de nitrogênio, o uso de solo esterilizado e o alto potencial de inóculo influenciaram na obtenção dos resultados. Mas, MARX e BARNETT (1974) com mesma técnica de infestação obtiveram menor taxa de ectomicorriza de *P. tinctorius* em níveis altos de fertilização para *P. taeda*. Os resultados sugerem existir um nível ótimo de fertilidade para máxima ectomicorrização, tanto que ALLISON(1973) afirma que um moderado suprimento de nutrientes mostrasse mais favorável do que um abundante suprimento.

Para formação de micorriza, há envolvimento do complexo metabólico da interação fungo-hospedeiro. Portanto, a temperatura causa alteração fisiológica na planta que pode afetar a infecção e colonização das raízes.

A temperatura ótima para crescimento micelial em meio de cultura pode diferir da melhor temperatura para colonização e infecção das raízes pelos fungos micorrízicos. MARX *et alii* (1970) verificaram que o crescimento de *P. tinctorius* em meio de cultura foi máximo a 28°C, mas a frequência dessa micorriza em *P. taeda* aumentou com temperatura acima de 14°C obtendo o máximo de infecção a 34°C, enquanto *T. terrestris* na faixa de 14 a 20°C formou aproximadamente 45% de micorriza, diminuindo com o aumento da temperatura, sendo que a 34°C não houve formação de micorrizas. SCHRAMM (1966) observou que *P. tinctorius* formou ectomicorriza numa temperatura de 60°C.

Em meio de cultura sintético, HOW (1941) e NORKRANS (1949) estabeleceram que os fungos ectomicorrízicos são acidófilos e TESIC (1958) relatou que eles crescem melhor em solos ácidos (pH 4 a 5). MARX e ZAK (1965) observaram que mudas de *P. elliotii* var. *elliotii* desenvolveram-se mais nos substratos com pH 4 e 4,6, independentemente dos fungos micorrízicos, mas *Suillus luteus*, *Laccaria laccata* e *Cenococcum graniforme* proporcionaram maior taxa de micorriza em substrato ácido. O pH do substrato, portanto, influi significativamente na formação de micorriza e crescimento das mudas. RICHARDS (1961) relatou que micorriza de *P. taeda* e *P. caribaea* não foi inibida em solos neutros ou levemente alcalinos, provi-

dos de baixo teor de nitrato.

Fungos micorrízicos são estritamente aeróbicos (MELIN, 1953; HARLEY, 1969). Assim, excesso de água, levando à deficiência de oxigênio, limita seu desenvolvimento e conseqüentemente a formação de micorrizas. Por outro lado, em solos da Ucrânia que contêm fungos micorrízicos, raramente são encontrados micorrizas nas árvores plantadas, pois a umidade do solo é insuficiente (Lobanov, 1960, citado por SLANKIS, 1974). Como em muitas partes do mundo solos secos são usados para reflorestamento (TRAPE, 1977) há necessidade de se trabalhar com fungos adaptados a essas condições. ALISSON (1973) afirma que a formação de micorriza é favorecida por adequada mas não excessiva umidade e boa aeração.

Raízes de árvores exsudam muitos compostos orgânicos como açúcares, aminoácidos, vitaminas, ácidos orgânicos, citoquininas e estimulante denominado fator M-micorriza - (BOWEN e THEODOROU, 1973; SLANKIS, 1973), que influenciam estimulando ou inibindo a formação de micorrizas. Auxinas, citoquininas, giberilinas e vitaminas são produzidas por fungos ectomicorrízicos afetando a interação fungo e hospedeiro (BOWEN, 1973; SLANKIS, 1973).

2.3 - Influência da matéria orgânica sobre a formação de micorriza

BURGES e LATTER (1965) opinaram que os ácidos húmicos são fontes de alimento e energia para muitos microrganismos. Foram isolados por MATHUR e PAUL (1966) representantes dos gêneros *Aspergillus* e *Penicillium* que cresciam bem, tendo ácidos húmicos como única fonte de carbono e NEELAKANTAN *et alii* (1970) reportaram resultados similares para isolados de *Aspergillus* sp e *Streptomyces* sp. McLOUGHLIN e KUSTER (1972), no entanto, verificaram que a fração húmica não influenciou na respiração e crescimento de *Candida utilis*. Esses trabalhos mostram que a matéria orgânica tem efeito variável de acordo com os microrganismos envolvidos.

TAN e NOPANOKNBODI (1979), estudando o efeito de ácidos fúlvicos no desenvolvimento do fungo ectomícorrizo *P. tinctorius in vitro* verificaram que 3.200 ppm de ácido fúlvico em MMN (solução nutritiva de Melin Norrans, modificada por Marx, mais agar), com pH 4 e 7, inibia o fungo, enquanto 320, 640 e 1.600 ppm estimulavam o crescimento das colônias. Avaliando o peso seco notaram um incremento em relação à testemunha para as concentrações 320, 640 e 1.600 ppm de ácido fúlvico no meio mantido em pH 7, sendo que em pH 4 apenas 640 ppm de ácido fúlvico superou a testemunha. Esses autores sugerem

que os ácidos fúlvicos, sendo produtos de decomposição, estão presentes nos solos em soma maior que os açúcares. Portanto, se forem utilizados como fonte de alimento por determinados microrganismos esses são menos suscetíveis a competição do que aqueles que somente se utilizam de açúcares.

A formação de micorriza pode ser favorecida por abundante teor de matéria orgânica (ALLISON, 1973). LEE (1982) verificou que o efeito estimulante de *P. tinctorius* em pinus foi maior em solos arenosos e argilosos com adição de fertilizantes orgânicos, e FASSI *et alii* (1972) relataram em solo com 13% de matéria orgânica e 6% de humus, uma alta taxa de crescimento de *Pinus strobus*, sendo que esta taxa aumentou ainda mais com a simbiose de *Tuber albidum*. Esses mesmos autores observaram que em solo agrícola a adição de matéria orgânica bem humificada se constitui num bom substrato para *P. strobus*, sendo o efeito do substrato incrementado com a inoculação de *Ixocomus luteus*, comprovando a hipótese de HOWARD e WAD (1931) que a utilização de humus pelas culturas depende parcialmente das associações micorrízicas. FASSI *et alii* (1972) verificaram ainda que turfa reduziu o desenvolvimento de *P. strobus* no solo agrícola em associação com todos os fungos micorrízicos testados.

Contrariando FASSI *et alii* (1972), BROWN e MYLAND (1979) relataram que com adição de 1.600 m³/ha de turfa em solo arenoso houve um grande aumento no desenvolvimento de mudas de *Pinus banksiana*, mas não realizaram avaliação de micorrizas.

Shemákhnova (1962), citado por SLANKIS(1974), verificou que plântulas de pinus não formam micorrizas em solos contendo menos que 2% de humus, ao passo que desenvolve grandes quantidades quando o teor de humus é superior a esta porcentagem.

São poucas as fontes de matéria orgânica que possuem grande disponibilidade para serem utilizadas no melhoramento de solos. Nos últimos anos, com o agravante da poluição pelas águas servidas, seu tratamento está tomando grandes proporções e com isso levando à produção de lodo de esgoto que é uma fonte orgânica para a agricultura. BERRY e MARX (1976), empregando doses de 69, 138 e 275 t/ha de lodo de esgoto em solos de florestas altamente argilosos e transplantando mudas de *P. taeda* e *P. echinata* infectadas artificialmente com *P. tinctorius* verificaram, para todos os parâmetros de crescimento, que os tratamentos com lodo superaram o controle, sendo o estímulo maior para 138 t/ha.

Estudando o efeito do lodo de esgoto sobre o crescimento de *P. taeda* em solos de mineração, BERRY e MARX (1977) constataram que 34 e 69 t/ha de lodo de esgoto resultaram em maior diâmetro do colo, altura e peso fresco das mudas, encontrando também uma maior frequência de ectomicorrização que nas doses superiores (138 e 275 t/ha). Neste trabalho ficou comprovado que a sobrevivência das mudas diminuiu drasticamente com o aumento da dose. Os resultados de sobrevivência foram confirmados por BERRY (1977), que trabalhando em solo erodido de floresta atribuiu tal fato à competição com as ervas daninhas que são estimuladas pelo lodo de esgoto. Tentando eliminar o problema de competição, BERRY (1979) incorporou lodo de esgoto nas covas, resultando num estímulo ao desenvolvimento das mudas de *P. taeda* e não afetando a sobrevivência.

RUEHLE (1980) verificou que o desenvolvimento das mudas de *P. taeda* nas parcelas que receberam lodo de esgoto, 14 meses antes do plantio, artificialmente infectadas com *P. tinctorius* superou as com *T. terrestris* e independentemente do fungo foi maior que as com fertilizantes minerais. BERRY (1982) demonstrou a superioridade do lodo de esgoto em comparação à fertilização mineral para *P. taeda*, *P. echinata* e *P. virginiana* após 4 anos de plantio, mas não observou diferença para fungos ectomycor

rízicos envolvidos, possivelmente devido às altas taxas de fertilização.

Na tentativa do aproveitamento de acículas de pinus na formação de mudas, AUER e KRÜGNER (1983) verificaram que 10% de acículas em decomposição não afetou a formação de micorrizas por *P. tinctorius* inoculado artificialmente, mas estimulou o desenvolvimento das mudas de *Pinus oocarpa*.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 - Ensaios Conduzidos em Casa-de-Vegetação

3.1.1 - ENSAIO 1: Efeito de fontes e concentrações de matéria orgânica sobre *Pisolithus tinctorius* na formação de micorrizas e no desenvolvimento de mudas de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*

Pisolithus tinctorius (isolado nº 185, obtido de *Pinus taeda*, cedido pelo Dr. Donald H. Marx do Instituto para Pesquisa e Desenvolvimento de Micorrizas, Athens Georgia, EUA), foi colocado para crescimento durante 90 dias em frascos de 1 litro, contendo 700 ml de vermiculita peneirada tipo médio, 25 ml de esfagno seco em pó e 350 ml de solução nutritiva de Melin-Norkrans modi-

ficada por Marx-MMN (Tabela 1). Para infestação do solo, o substrato foi lavado em água corrente por alguns minutos, a seguir expremido para retirar o excesso de água, e armazenado em sacos plásticos para transporte até a casa-de-vegetação.

O lodo de esgoto foi obtido na Estação de Recuperação das Qualidades das Águas de Vila Leopoldina, instalada no Município de São Paulo, SP, cujo processo de tratamento é exclusivamente biológico, consistindo basicamente de decantação, desarenação, digestão e centrifugação. O esterco de curral foi proveniente do Departamento de Zootecnia da ESALQ/USP, o qual tinha permanecido por aproximadamente 9 meses amontoado sob condições naturais. A torta de filtro foi cedida pela Usina São José, do Município de Rio das Pedras, SP, tendo sido armazenada ao relento durante 3 meses antes da sua utilização. As acículas de *Pinus* foram coletadas de um povoamento de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* com cerca de 15 anos, existente no "campus" da ESALQ/USP. Para amostragem, foi retirada a camada superficial de acículas, coletando-se apenas o material em estágio mais adiantado de decomposição (Tabela 2).

O solo empregado foi areia quartzosa com 0,21% de carbono (C), índice pH de 4,7 e os teores de fósforo (PO_4^{-3}), potássio (K^+), cálcio (Ca^{++}), magnésio (Mg^{++}), alumínio (Al^{+++}) e hidrogênio (H^+) foram 0,03; 0,04; 0,16; 0,38; 0,64 e 2,40 miliequivalente/100 g de terra, respectivamente.

Foram acrescentados 5 gramas de superfosfato simples para cada 1,5 litros da mistura solo mais matéria orgânica e em se-

Tabela 1 - MMN - solução nutritiva de Melin-Norkrans modificada por Marx. Composição.

CaCl ₂	0,05 g
NaCl	0,025 g
KH ₂ PO ₄	0,5 g
(NH ₄) ₂ HPO ₄	0,25 g
MgSO ₄ · 7H ₂ O	0,15 g
Fe Cl ₃ (1%)	1,2 ml
Tiamina HCl	100 µg
Extrato de malte	3 g
Glucose	10 g
Agar (opcional)	15 g
H ₂ O destilada	1.000 ml

Tabela 2 - Caracterização química das matérias orgânicas testadas.^{1/}

DETERMINAÇÕES (base seca)	Lodo de esgoto	Esterco de curral	Torta de filtro	Acículas de pinus
pH água	5,0	6,2	5,9	4,6
Matéria orgânica (%)	17,6	22,8	56,4	71,7
Carbono total (%)	9,8	12,6	31,3	39,8
Carbono oxidável (%)	6,4	9,3	25,0	32,2
Enxofre total (% S)	0,81	0,17	<0,001	0,16
Nitrogênio total (% N)	0,42	0,74	0,73	0,91
Fósforo total (% P_2O_5)	2,3	0,81	1,2	0,18
Potássio total (% K_2O)	0,37	0,42	0,69	0,09
Cálcio (% Ca)	1,8	0,73	1,5	1,1
Magnésio (% Mg)	0,67	0,27	0,21	0,14
Alumínio (% Al)	6,0	2,5	3,6	1,7
Chumbo (%)	0,084	0,0052	0,14	1,1
Ferro (%)	4,9	1,6	2,6	2,0
Cádmio (ppm)	8,5	<0,5	<0,5	<0,5
Cobalto (ppm)	20	1,5	3,0	9,5
Cobre (ppm)	1.274	46	85	26
Cromo (ppm)	565	15	15	5,0
Sódio (ppm)	600	450	150	-
Manganês (ppm)	510	365	619	800
Níquel (ppm)	570	4,5	3,0	1
Zinco (ppm)	2.948	90	100	115

^{1/} Análises realizadas no Laboratório de Análises Químicas do CEFER/IPT.

guida infestada com o inóculo na proporção 1/10 (v/v). Em seguida a mistura foi transferida para vasos de barro com capacidade de 1,8 litros.

O ensaio foi instalado na casa-de-vegetação do Departamento de Fitopatologia da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP. Após homogeneizado o solo com 10, 30 e 50% (v/v) de lodo de esgoto, esterco de curral, torta de filtro e acículas de *Pinus* (Tabela 2), separadamente, a mistura foi fumigada com a formulação comercial de brometo de metila (98%) mais cloropicrina (2%) na base de $40 \text{ cm}^3/\text{m}^2$, com 20 cm de espessura. Setenta e duas horas após a aplicação, o lençol plástico foi removido para facilitar aeração, permanecendo sob ventilação natural por 48 horas.

O delineamento experimental foi de blocos casualizados, num total de 4 blocos, no esquema fatorial 3×4 .

A semeadura foi realizada em 21/01/83 com sementes de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, procedentes de área de produção no município de Casa Branca, SP. Cada vaso recebeu 15 sementes numa profundidade de aproximadamente 0,5 cm, sendo que após emergência foram perpetuadas de 7 a 9 plantas por vaso.

Em 21/05/83 as mudas foram retiradas dos vasos e mergulhadas em água para lavagem das raízes. A seguir realizou-se avaliação visual da formação de micorrizas em termos de porcentagem de raízes laterais curtas que apresentavam-se com ectomicorrizas. Após essa leitura as mudas foram levadas para laboratório, onde foram determinados o diâmetro do colo, altura e peso seco das mudas.

3.1.2 - Ensaio 2: Efeito de fontes e concentrações de matéria orgânica sobre *Thelephora terrestris* na formação de micorrizas e no desenvolvimento de mudas de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*

O procedimento na instalação e os materiais empregados foram os mesmos do ensaio 1. O *T. terrestris* utilizado foi o isolado nº 201, obtido de *Pinus taeda*, cedido pelo Dr. Donald H. Marx do Instituto para Pesquisa e Desenvolvimento de Micorrizas, Athens Georgia, EUA.

3.1.3 - Ensaio 3: Avaliação do efeito residual de fontes e concentrações de matéria orgânica sobre *Pisolithus tinctorius* na formação de micorrizas e no desenvolvimento de mudas de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*.

Após avaliação do ensaio 1, de cada vaso foi retirada uma amostra do substrato para realização de análise química (Tabela 3). As misturas foram retornadas aos vasos correspondentes. Em 30/05/83 foi realizada semeadura, colocando-se 15 sementes por vasos de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, procedentes de área de produção do município de Casa Branca, SP, numa profundidade de aproximadamente 0,5 cm. O delineamento experimental foi mantido. Após emergência foram perpetuadas 7 a 8 plantas por vaso.

Tabela 3 - Análise química ^{1/} do substrato infestado com *Pisolithus tinctorius* após avaliação do Ensaio 1, com *Pinus caribaea* var. *hondurensis*.

TRATAMENTO	pH em água	ppm					m eq/100 g		
		C %	P	K	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Al ⁺⁺⁺	H ⁺	
Testemunha	6,0	0,25	140	27	1,36	0,64	traços	1,82	
Lodo de esgoto (10%)	6,0	0,51	447	53	2,64	0,72	traços	2,05	
Lodo de esgoto (30%)	6,0	2,00	606	83	4,80	0,88	traços	2,66	
Lodo de esgoto (50%)	5,9	2,43	848	110	7,76	1,12	traços	3,19	
Esterco de curral (10%)	6,6	0,44	149	70	2,16	1,12	traços	1,67	
Esterco de curral (30%)	6,8	0,78	494	183	3,76	1,76	traços	1,52	
Esterco de curral (50%)	7,3	0,92	522	246	4,40	2,72	traços	1,60	
Torta de filtro (10%)	6,6	0,31	205	47	2,08	0,64	traços	1,75	
Torta de filtro (30%)	7,2	0,51	233	73	3,36	0,72	traços	1,52	
Torta de filtro (50%)	7,1	1,06	466	100	6,40	0,88	traços	1,52	
Acículas de pinus (10%)	6,4	0,38	65	40	2,16	0,88	traços	1,75	
Acículas de pinus (30%)	6,2	0,57	121	37	3,12	0,96	traços	1,98	
Acículas de pinus (50%)	6,1	1,36	186	40	5,28	0,96	traços	2,43	

^{1/} Efetuada pelo Departamento de Química, Setor de Química Analítica, da ESALQ/USP.

Em 15/08/83 foi realizada adubação nitrogenada em cobertura na base de 50 kg de N/ha, usando uréia como fonte.

Seguindo o mesmo critério descrito para o Ensaio 1, foi executada avaliação em 23/09/83 e realizada amostragem do substrato para análise química (Tabela 4).

3.1.4 - ENSAIO 4: Avaliação do efeito residual de fontes e concentrações de matéria orgânica sobre *Thelephora terrestris* na formação de micorrizas e no desenvolvimento de mudas de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*

O procedimento na instalação e os materiais empregados foram os mesmos do Ensaio 3, sendo o substrato oriundo do Ensaio 2, cuja análise química encontra-se na Tabela 5. Após a avaliação houve amostragem do substrato e a análise química é apresentada na Tabela 6.

Tabela 4 - Análise química ^{1/} do substrato infestado com *Pisolithus tinctorius* após avaliação do Ensaio 3 com *Pinus caribaea* var. *hondurensis*.

TRATAMENTO	pH em água	C	P	K	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Al ⁺⁺⁺	Fe ⁺	
		ppm				m eq/100 g			
		%							
Testemunha	6,2	0,18	28	13	1,36	0,48	traços	0,99	
Lodo de esgoto (10%)	6,4	0,51	783	20	2,32	0,48	traços	1,37	
Lodo de esgoto (30%)	6,3	1,67	1.584	73	3,60	0,80	traços	2,66	
Lodo de esgoto (50%)	6,0	1,63	1.146	73	3,68	0,56	traços	2,66	
Esterco de curral (10%)	6,7	0,44	308	40	2,00	0,72	traços	1,06	
Esterco de curral (30%)	6,8	1,63	1.081	234	5,20	1,92	traços	1,44	
Esterco de curral (50%)	6,8	2,53	1.398	234	5,52	2,08	traços	1,52	
Torta de filtro (10%)	6,7	0,47	363	47	1,92	0,72	traços	1,22	
Torta de filtro (30%)	6,6	0,64	1.016	53	2,64	0,88	traços	1,44	
Torta de filtro (50%)	6,9	1,36	2.153	120	4,32	0,72	traços	1,22	
Acículas de pinus (10%)	6,4	0,64	699	33	1,52	0,80	traços	1,14	
Acículas de pinus (30%)	6,4	0,85	522	27	2,64	0,64	traços	1,67	
Acículas de pinus (50%)	6,2	3,11	401	40	2,32	0,64	traços	2,81	

^{1/} Efetuada pelo Departamento de Química, Setor de Química Analítica, da ESALQ/USP.

Tabela 5 - Análise química ^{1/} do substrato infestado com *Thelephora terrestris* após avaliação do Ensaio 2 com *Pinus caribaea* var. *hondurensis*.

TRATAMENTO	pH em água	C					ppm					m eq/100 g		
		%												
Testemunha	5,9	0,25	112	27	1,20	0,64	0,15	1,82						
Lodo de esgoto (10%)	6,2	0,78	820	40	3,28	0,96	traços	2,13						
Lodo de esgoto (30%)	6,2	1,51	475	67	4,64	1,04	traços	2,58						
Lodo de esgoto (50%)	5,8	3,01	811	133	9,76	0,80	traços	3,95						
Esterco de curral (10%)	6,5	0,51	280	73	2,96	1,04	traços	1,67						
Esterco de curral (30%)	6,8	1,43	569	234	4,24	1,92	traços	2,05						
Esterco de curral (50%)	7,1	1,67	596	304	3,92	1,92	traços	1,90						
Torta de filtro (10%)	6,6	0,44	47	57	2,24	0,88	traços	1,67						
Torta de filtro (30%)	6,7	0,44	242	73	3,60	0,64	traços	1,75						
Torta de filtro (50%)	7,1	1,06	494	93	5,36	0,96	traços	1,37						
Acículas de pinus (10%)	6,1	0,31	28	27	1,68	0,72	traços	1,90						
Acículas de pinus (30%)	6,2	1,06	121	23	2,88	0,88	traços	2,05						
Acículas de pinus (50%)	6,4	0,71	177	27	2,32	0,96	traços	2,20						

^{1/} Efetuada pelo Departamento de Química, Setor de Química Analítica, da ESAIQ/USP.

Tabela 6 - Análise química ^{1/} do substrato infestado com *Thelephora terrestris* após avaliação do Ensaio 4 com *Pinus caribaea* var. *hondurensis*.

TRATAMENTO	pH em água	C	P	K	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Al ⁺⁺⁺	H ⁺
		ppm						
		m eq/100 g						
Testemunha	6,3	0,22	447	13	1,12	0,32	traços	1,06
Lodo de esgoto (10%)	6,3	0,51	559	27	1,92	0,48	traços	1,37
Lodo de esgoto (30%)	6,2	1,28	1.575	67	2,64	0,48	traços	2,58
Lodo de esgoto (50%)	6,0	2,04	1.286	77	4,08	0,96	traços	2,36
Esterco de curral (10%)	6,6	0,28	541	60	2,08	0,56	traços	1,22
Esterco de curral (30%)	6,8	0,74	783	113	3,36	1,20	traços	1,67
Esterco de curral (50%)	6,8	2,08	1.286	328	4,40	2,08	traços	1,29
Torta de filtro (10%)	6,6	0,38	569	37	1,92	0,40	traços	1,22
Torta de filtro (30%)	6,6	0,81	848	53	2,56	0,40	traços	1,52
Torta de filtro (50%)	7,0	1,36	1.528	80	4,16	0,80	traços	1,22
Acículas de pinus (10%)	6,2	0,92	466	27	2,00	0,32	traços	1,29
Acículas de pinus (30%)	6,2	1,13	727	27	1,68	0,40	traços	1,14
Acículas de pinus (50%)	6,2	2,17	326	27	2,08	0,48	traços	2,13

^{1/} Efetuada pelo Departamento de Química, Setor de Química Analítica, da ESALQ/USP.

3.2 - Ensaios Conduzidos em Laboratório

3.2.1 - ENSAIOS 1 A 6: Efeito de fontes e concentrações de matéria orgânica sobre o crescimento micelial de *Pisolithus tinctorius* e *Thelephora terrestris*.

Para avaliar o efeito de lodo de esgoto, esterco de curral, torta de filtro e acículas de pinus no crescimento micelial de *Pisolithus tinctorius*, isolado nº 185, foram obtidos extratos destas matérias orgânicas por autoclavagem durante uma hora a 120°C e filtragem em algodão com auxílio da bomba de vácuo. Para a extração, as matérias orgânicas foram misturadas com água (v/v) antes da autoclavagem na proporção 1:1. No Ensaio 1 os extratos foram acrescentados ao meio básico (MMN), nas proporções de 5, 10, 15 e 20%, para cada matéria orgânica, corrigindo-se a acidez do meio para pH 6,0 antes de sua esterilização por autoclavagem. O inóculo utilizado estava em pleno desenvolvimento em MMN, com 20 dias de incubação a 26°C no escuro, sendo retirados discos de 0,5 cm de diâmetro da extremidade da colônia e transferidos para o centro das placas com os respectivos substratos, num total de 6 repetições (placas) por tratamento. As placas foram incubadas por 20 dias a 26°C no escuro. O crescimento foi avaliado

através de medição do diâmetro da colônia.

No Ensaio 2, o procedimento para a montagem e condução e os materiais utilizados foram os mesmos do Ensaio 1, sendo que neste caso os extratos foram acrescentados ao meio básico (MMN) nas proporções de 1, 2, 3 e 4%. O procedimento para a montagem e condução e os materiais utilizados no Ensaio 3 foram os mesmos do Ensaio 1, sendo que os extratos foram acrescentados ao meio básico (MMN) nas proporções de 1, 10, 100 e 1.000 ppm.

O procedimento para montagem e condução e os materiais utilizados nos Ensaios 4, 5 e 6 foram idênticos aos Ensaios 1, 2 e 3, respectivamente, sendo o fungo testado, *Thelephora terrestris*, isolado nº 201.

4. RESULTADOS

4.1 - Ensaios Conduzidos em Casa-de-Vegetação

4.1.1 - Efeito de fontes e concentrações de matéria orgânica sobre a formação de micorrizas por *Pisolithus tinctorius* e no desenvolvimento de mudas de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* (Ensaio 1)

A avaliação da porcentagem de ectomicorrizas formadas por *P. tinctorius* em mudas de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* mostrou que acículas de *Pinus*, torta de filtro e esterco de curral possuem o mesmo comportamento, diferindo do lodo de esgoto, o qual inibiu acentuadamente a formação de micorrizas nas mudas (Tabela 7). Comparando-se as doses dentro de fontes, verifica-se para todas as matérias orgânicas, exceto acículas de *Pinus* onde as três con

centrações foram estatisticamente iguais, a concentração 10% proporcionou uma melhor formação de micorriza que 30 e 50%, sendo que 50% causou grande inibição na simbiose e 30% não reduziu para acículas de *Pinus*, mas o fez para as demais fontes (Tabela 7).

Comparando-se os efeitos das matérias orgânicas com a testemunha, verificou-se que o lodo de esgoto em todas as doses reduziu acentuadamente a associação micorrízica, enquanto esterco de curral, torta de filtro e acículas de *Pinus* na menor dose e acículas na dose intermediária são semelhantes à testemunha, demonstrando diferença no comportamento de *P. tinctorius* em relação à matéria orgânica e dose na formação de suas ectomicorrizas em mudas de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* (Tabela 7).

Para o peso da matéria seca total/planta e peso da matéria seca da parte aérea/planta todas as matérias orgânicas em todas as doses, com exceção da torta de filtro que não difere da testemunha, superaram a testemunha (Tabelas 8 e 9).

Com relação ao crescimento radicular, houve efeito de matéria orgânica no seu desenvolvimento, aparecendo como melhor os tratamentos com esterco de curral e acículas de *Pinus*, intermediário o lodo de esgoto, e sem efeito a torta de filtro (Tabela 10).

Tabela 7 - Efeito de fontes e concentrações (v/v) de matéria orgânica na formação de micorrizas (%) por *Pisolithus tinctorius* em mudas de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* ^{1/} (Ensaio 1).

FONTE DE MATÉRIA ORGÂNICA	CONCENTRAÇÃO (%)			MÉDIAS
	10	30	50	
Testemunha (sem matéria orgânica)	68,5 ab			
Lodo de esgoto	A 15,7 de y	B 1,9 e y	B 1,4 e y	6,3 B
Esterco de curral	A 73,8 a x	B 26,0 cde xy	B 5,5 e xy	35,1 A
Torta de filtro	A 71,8 ab x	B 22,4 cde xy	B 14,8 de xy	36,3 A
Acículas de <i>Pinus</i>	A 62,8 abc xy	A 43,5 abcd x	A 28,5 de x	44,9 A
MÉDIAS	56,0 X	23,5 Y	12,6 Y	

^{1/} Médias seguidas de mesma letra; médias de concentrações dentro de fontes com letras iguais sobre as mesmas e médias de fontes dentro de concentrações com letras iguais sob as mesmas não diferem estatisticamente entre si (Tukey 5%). Para análise estatística os dados foram transformados em $\arcsen \sqrt{\frac{P}{100} + 0,5}$ e os valores são médias de 4 repetições.

Tabela 8 - Efeito de fontes e concentrações (v/v) de matéria orgânica sobre o peso total da matéria seca/planta (g) de mudas de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* inoculadas artificialmente com *Pisolithus tinctorius* ^{1/} (Ensaio 1).

FONTE DE MATÉRIA ORGÂNICA	CONCENTRAÇÃO (%)			MÉDIAS
	10	30	50	
Testemunha (sem matéria orgânica)	0,37 cd			
Lodo de esgoto	A 0,79 ab x	A 0,80 ab x	A 0,61 bc y	0,73 A
Esterco de curral	A 0,83 ab x	A 0,82 ab x	A 0,65 ab y	0,77 A
Torta de filtro	A 0,29 d y	A 0,36 cd y	A 0,32 d z	0,32 B
Acículas de <i>Pinus</i>	B 0,66 ab x	A 0,91 ab x	A 0,94 a x	0,84 A
MÉDIAS	0,64 X	0,72 X	0,63 X	

^{1/} Médias seguidas de mesma letra; médias de concentrações dentro de fontes com letras iguais sobre as mesmas e médias de fontes dentro de concentrações com letras iguais sob as mesmas não diferem estatisticamente entre si (Tukey 5%). Para análise estatística os dados foram transformados em $\sqrt{X} + 0,5$ e os valores são médias de 4 repetições.

Tabela 9 - Efeito de fontes e concentrações (v/v) de matéria orgânica sobre o peso da matéria seca da parte aérea/planta (g) de mudas de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* inoculadas artificialmente com *Pisolithus tinctorius* ^{1/} (Ensaio 1).

FONTES DE MATÉRIA ORGÂNICA	CONCENTRAÇÃO (%)			MÉDIAS
	10	30	50	
Testemunha (sem matéria orgânica)	0,22 c			
Lodo de esgoto	AB 0,60 a x	A 0,64 a x	B 0,47 a x	0,57 A
Esterco de curral	A 0,53 a x	A 0,58 a x	A 0,49 a x	0,53 A
Torta de filtro	A 0,19 c y	A 0,26 bc y	A 0,25 c y	0,23 B
Acículas de <i>Pinus</i>	B 0,45 ab x	A 0,60 a x	A 0,63 a x	0,56 A
MÉDIAS	0,44 Y	0,52 X	0,46 XY	

^{1/} Médias seguidas de mesma letra; médias de concentrações dentro de fontes com letras iguais sobre as mesmas e médias de fontes dentro de concentrações com letras iguais sob as mesmas não diferem estatisticamente entre si (Tukey 5%). Para análise estatística os dados foram transformados em $\sqrt{X} + 0,5$ e os valores são médias de 4 repetições.

Tabela 10 - Efeito de fontes e concentrações (v/v) de matéria orgânica sobre o peso da matéria seca do sistema radicular/planta (g) de mudas de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* inoculadas artificialmente com *Pisolithus tinctorius* ^{1/} (Ensaio 1).

FONTES DE MATÉRIA ORGÂNICA	CONCENTRAÇÃO (%)			MÉDIAS
	10	30	50	
Testemunha (sem matéria orgânica)	0,15 bcd			
Lodo de esgoto	A 0,19 abcd yz	A 0,16 bcd yz	A 0,14 bcd y	0,16 B
Esterco de curral	A 0,30 a x	AB 0,23 ab xy	B 0,16 bcd y	0,23 A
Torta de filtro	A 0,10 cd z	A 0,10 cd z	A 0,07 d y	0,09 C
Acículas de <i>Pinus</i>	A 0,21 abc xy	A 0,31 a x	A 0,31 a x	0,28 A
MÉDIAS	0,20 X	0,20 X	0,17 X	

^{1/} Médias seguidas de mesma letra; médias de concentrações dentro de fontes com letras iguais sobre as mesmas e médias de fontes dentro de concentrações com letras iguais sob as mesmas não diferem estatisticamente entre si (Tukey 5%). Para análise estatística os dados foram transformados em $\sqrt{X} + 0,5$ e os valores são médias de 4 repetições.

Os parâmetros utilizados para avaliar o desenvolvimento das mudas demonstraram um efeito benéfico do esterco de curral, acículas de *Pinus* e lodo de esgoto em comparação com a testemunha sem matéria orgânica. Já a torta de filtro não mostrou influência positiva.

Comparando-se os parâmetros de desenvolvimento das mudas com a formação de ectomicorrizas por *P. tinctorius* nota-se que o esterco de curral na menor dose desponta com uma alta porcentagem de ectomicorrizas e com um bom desenvolvimento das mudas, não diferindo dos tratamentos que propiciaram maior peso de matéria seca. Semelhante comportamento foi observado para 10 e 30% de acículas de *Pinus*, que para a simbiose, não diferiram da testemunha mas apresentaram um desenvolvimento muito bom. Já as demais matérias orgânicas e doses mesmo com um desenvolvimento acentuado das mudas, inibiram drasticamente a formação de ectomicorrizas pelo *P. tinctorius*.

4.1.2 - Avaliação do efeito residual de fontes e concentrações de matéria orgânica sobre a formação de micorrizas por *Pisolithus tinctorius* e no desenvolvimento de mudas de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* (Ensaio 3).

A porcentagem de ectomicorriza formada por *P. tinctorius* foi influenciada por matéria orgânica e doses, sendo que esterco de curral, torta de filtro e acículas de *Pinus* na menor concentração e a última com 30% não diferiram da testemunha, enquanto os demais tratamentos promoveram grande inibição, atingindo baixos índices de simbiose (Tabela 11). No estudo de concentrações dentro de matéria orgânica verificou-se uma superioridade da menor concentração em relação às outras duas. A análise de matéria orgânica dentro de concentrações aponta as acículas de *Pinus* significativamente superior às demais, enquanto o esterco de curral equivale à torta de filtro e esta ao lodo de esgoto na porcentagem de ectomicorriza.

A avaliação do peso da matéria seca total/planta (Tabela 12) aponta que todos os tratamentos que receberam matéria orgânica comportaram-se similarmente com aquele que não a recebeu. Já o peso seco da matéria seca da parte aérea/planta (Tabela 13) destaca a concentração 30% de esterco de curral e torta de filtro e 50% de torta de filtro, diferindo da testemunha, mas

Tabela 11 - Efeito de fontes e concentrações (v/v) de matéria orgânica sobre a formação de micorrizas(%) por *Pisolithus tinctorius* em mudas de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* ^{1/} (Ensaio 3).

FONTE DE MATÉRIA ORGÂNICA	CONCENTRAÇÃO (%)			MÉDIAS
	10	30	50	
Testemunha (sem matéria orgânica)	48,5 a			
Lodo de esgoto	A 2,8 cde y	A 0,0 e y	A 0,0 e y	0,9 C
Esterco de curral	A 30,5 ab x	B 3,8 cde y	B 0,3 e y	11,5 B
Torta de filtro	A 21,5 abc x	B 0,5 de y	B 1,0 de y	7,7 BC
Acículas de <i>Pinus</i>	A 32,0 ab x	A 25,0 ab x	A 14,5 bcd x	23,8 A
MÉDIAS	21,7 X	7,3 Y	3,9 Y	

^{1/} Médias seguidas de mesma letra, médias de concentrações dentro de fontes com letras iguais sobre as mesmas e médias de fontes dentro de concentrações com letras iguais sob as mesmas, não diferem estatisticamente entre si (Tukey 5%). Para análise estatística os dados foram transformados em $\arcsen \sqrt{\frac{P}{100}} + 0,5$ e os valores são médias de 4 repetições.

Tabela 12 - Efeito de fontes e concentrações (v/v) de matéria orgânica sobre o peso total da matéria seca/planta (g) de mudas de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* inoculadas artificialmente com *Pisolithus tinctorius* ^{1/} (Ensaio 3).

FONTE DE MATÉRIA ORGÂNICA	CONCENTRAÇÃO (%)			MÉDIAS
	10	30	50	
Testemunha (sem matéria orgânica)	0,21 a			
Lodo de esgoto	A 0,26 a x	A 0,31 a x	A 0,28 a x	0,28 AB
Esterco de curral	B 0,22 a x	A 0,34 a x	AB 0,29 a x	0,28 AB
Torta de filtro	A 0,31 a x	A 0,31 a x	A 0,35 a x	0,32 A
Acículas de <i>Pinus</i>	A 0,26 a x	A 0,24 a x	A 0,24 a x	0,25 B
MÉDIAS	0,26 X	0,30 X	0,29 X	

^{1/} Médias seguidas de mesma letra, médias de concentrações dentro de fontes com letras iguais sobre as mesmas e médias de fontes dentro de concentrações com letras iguais sob as mesmas não diferem estatisticamente entre si (Tukey 5%). Para análise estatística os dados foram transformados em $\sqrt{X + 0,5}$ e os valores são médias de 4 repetições.

Tabela 13 - Efeito de fontes e concentrações (v/v) de matéria orgânica sobre o peso da matéria seca da parte aérea/planta(g) de mudas de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* inoculadas artificialmente com *Pisolithus tinctorius* ^{1/} (Ensaio 3).

FONTE DE MATÉRIA ORGÂNICA	CONCENTRAÇÃO (%)			MÉDIAS
	10	30	50	
Testemunha (sem matéria orgânica)	0,14 c			
Lodo de esgoto	A 0,19 abc x	A 0,23 abc xy	A 0,21 abc xy	0,21 AB
Esterco de curral	B 0,16 bc x	A 0,27 ab x	AB 0,23 abc xy	0,22 AB
Torta de filtro	A 0,22 abc x	A 0,26 ab x	A 0,28 a x	0,25 A
Acículas de <i>Pinus</i>	A 0,17 abc x	A 0,16 abc y	A 0,17 abc y	0,17 B
MÉDIAS	0,19 Y	0,23 X	0,22 XY	

^{1/} Médias seguidas de mesma letra, médias de concentrações dentro de fontes com letras iguais sobre as mesmas e médias de fontes dentro de concentrações com letras iguais sob as mesmas não diferem estatisticamente entre si (Tukey 5%). Para análise estatística os dados foram transformados em $\sqrt{X + 0,5}$ e os valores são médias de 4 repetições.

Tabela 14 - Efeitos de fontes e concentrações (v/v) de matéria orgânica sobre o peso da matéria seca do sistema radicular/planta (g) de mudas de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, inoculadas artificialmente com *Pisolithus tinctorius* ^{1/} (Ensaio 3).

FONTE DE MATÉRIA ORGÂNICA	CONCENTRAÇÃO (%)			MÉDIAS
	10	30	50	
Testemunha (sem matéria orgânica)	0,06 a			
Lodo de esgoto	A 0,07 a x	A 0,08 a x	A 0,07 a x	0,07 A
Esterco de curral	A 0,06 a x	A 0,07 a x	A 0,06 a x	0,06 A
Torta de filtro	A 0,09 a x	A 0,05 a x	A 0,07 a x	0,07 A
Acículas de <i>Pinus</i>	A 0,08 a x	A 0,08 a x	A 0,07 a x	0,08 A
MÉDIAS	0,08 X	0,07 X	0,07 X	

^{1/} Médias seguidas de mesma letra, médias de concentrações dentro de fontes com letras iguais sobre as mesmas e médias de fontes dentro de concentrações com letras iguais sob as mesmas não diferem estatisticamente entre si (Tukey 5%). Para análise estatística os dados foram transformados em $\sqrt{X} + 0,5$ e os valores são médias de 4 repetições.

esta igualando-se ao restante dos tratamentos, sendo que a diferença encontrada não apresenta importância, pois são tratamentos com praticamente zero de ectomicorrizas. Para o peso da matéria seca do sistema radicular/planta (Tabela 14), todas as comparações não apresentaram diferença estatística ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

4.1.3 - Efeito de fontes e concentrações de matéria orgânica sobre a formação de micorrizas por *Thelephora terrestris* e no desenvolvimento de mudas de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* (Ensaio 2)

A porcentagem de ectomicorrizas formadas por *T. terrestris* em mudas de pinus foi altamente influenciada pela fonte de matéria orgânica e concentrações (Tabela 15). O tratamento sem matéria orgânica foi superior aos demais que a receberam nas diferentes doses, exceto 10% de esterco de curral e acículas de *Pinus* que se comportaram semelhantemente à testemunha. Para médias de concentrações, a de 10% foi superior a 30% e 50%, sendo que estas não diferiram entre si. Já as médias de matéria orgânica mostraram a superioridade da acículas de pinus sobre as demais fontes, com comportamento semelhante ao esterco de curral e torta de filtro e esta com o lodo de esgoto. Para matéria orgânica dentro de concentrações, veri

fica-se que lodo de esgoto e torta de filtro causaram inibição nas três dosagens. Esterco de curral inibiu drasticamente na concentração 30 e 50% e acículas de *Pinus* causou leve inibição em 30%, esta não diferindo de 10 e 50%, mas a menor concentração propiciou maior formação de micorrizas que doses superiores (Tabela 15).

O peso da matéria seca total/planta (Tabela 16), da parte aérea (Tabela 17) e do sistema radicular (Tabela 18) na comparação de doses, apresentou o mesmo comportamento e para fontes verifica-se o lodo de esgoto, esterco de curral e acículas de *Pinus* com respostas similares e sempre superiores à torta de filtro, exceção feita para o sistema radicular, onde o lodo de esgoto concorre para menor desenvolvimento que acículas de *Pinus*, mas semelhante ao esterco de curral. Para os três parâmetros, comparando todos os tratamentos, inclusive testemunha, praticamente não se verifica diferença entre eles.

Tabela 15 - Efeito de fontes e concentrações (v/v) de matéria orgânica na formação de micorrizas (%) por *Thelephora terrestris* em mudas de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* ^{1/} (Ensaio 2).

FONTE DE MATÉRIA ORGÂNICA	CONCENTRAÇÃO (%)			MÉDIAS
	10	30	50	
Testemunha (sem matéria orgânica)	88,5 a			
Lodo de esgoto	A 12,4 de y	A 2,3 de y	A 0,8 e y	5,2 C
Esterco de curral	A 63,8 ab x	B 1,6 de y	B 1,0 e y	22,1 B
Torta de filtro	A 19,3 cde y	A 4,8 de y	A 3,6 de y	9,2 C
Acículas de <i>Pinus</i>	A 63,0 ab x	AB 39,5 bc x	B 23,0 cd x	41,8 A
MÉDIAS	39,6 X	12,1 Y	7,1 Y	

^{1/} Médias seguidas de mesma letra, médias de concentrações dentro de fontes com letras iguais sobre as mesmas e médias de fontes dentro de concentrações com letras iguais sob as mesmas não diferem estatisticamente entre si (Tukey 5%). Para análise estatística os dados foram transformados em $\arcsen \sqrt{\frac{P}{100}} + 0,5$ e os valores são médias de 4 repetições.

Tabela 16 - Efeito de fontes e concentrações (v/v) de matéria orgânica sobre o peso total da matéria seca/planta (g) de mudas de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, inoculadas artificialmente com *Thelephora terrestris* ^{1/} (Ensaio 2).

FONTE DE MATÉRIA ORGÂNICA	CONCENTRAÇÃO (%)			MÉDIAS
	10	30	50	
Testemunha (sem matéria orgânica)	0,41 abcd			
Lodo de esgoto	A 0,54 ab x	A 0,68 a x	A 0,52 abc x	0,58 A
Esterco de curral	A 0,46 abcd x	A 0,58 ab x	A 0,66 a x	0,57 A
Torta de filtro	A 0,34 bcd x	A 0,25 cd y	A 0,22 d y	0,27 B
Acículas de <i>Pinus</i>	A 0,50 abc x	A 0,57 ab x	A 0,65 a x	0,57 A
MÉDIAS	0,46 X	0,52 X	0,51 X	

^{1/} Médias seguidas de mesma letra, médias de concentrações dentro de fontes com letras iguais sobre as mesmas e médias de fontes dentro de concentrações com letras iguais sob as mesmas não diferem estatisticamente entre si (Tukey 5%). Para análise estatística os dados foram transformados em $\sqrt{X + 0,5}$ e os valores são médias de 4 repetições.

Tabela 17 - Efeito de fontes e concentrações (v/v) de matéria orgânica sobre o peso da matéria seca da parte aérea/planta(g) de mudas de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* inoculadas artificialmente com *Thelephora terrestris* ^{1/} (Ensaio 2).

FONTE DE MATÉRIA ORGÂNICA	CONCENTRAÇÃO (%)			MÉDIAS
	10	30	50	
Testemunha (sem matéria orgânica)	0,24 bc			
Lodo de esgoto	A 0,42 ab x	A 0,53 a x	A 0,40 ab x	0,45 A
Esterco de curral	B 0,31 abc x	AB 0,41 ab x	A 0,52 a x	0,41 A
Torta de filtro	A 0,24 bc x	A 0,17 c y	A 0,16 c y	0,19 B
Acículas de <i>Pinus</i>	A 0,32 abc x	A 0,36 abc x	A 0,45 ab x	0,38 A
MÉDIAS	0,32 X	0,37 X	0,38 X	

^{1/} Médias seguidas de mesma letra, médias de concentrações dentro de fontes com letras iguais sobre as mesmas e médias de fontes dentro de concentrações com letras iguais sob as mesmas não diferem estatisticamente entre si (Tukey 5%). Para análise estatística os dados foram transformados em $\sqrt{X + 0,5}$ e os valores são médias de 4 repetições.

Tabela 18 - Efeito de fontes e concentrações (v/v) de matéria orgânica sobre o peso da matéria seca do sistema radicular/planta (g) de mudas de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* inoculadas artificialmente com *Thelephora terrestris* ^{1/} (Ensaio 2).

FONTE DE MATÉRIA ORGÂNICA	CONCENTRAÇÃO (%)			MÉDIAS
	10	30	50	
Testemunha (sem matéria orgânica)	0,17 abc			
Lodo de esgoto	A 0,12 abc x	A 0,15 abc xy	A 0,13 abc xy	0,13 B
Esterco de curral	A 0,15 abc x	A 0,16 abc xy	A 0,14 abc xy	0,15 AB
Torta de filtro	A 0,10 abc x	A 0,08 bc y	A 0,06 c y	0,08 C
Acículas de <i>Pinus</i>	A 0,18 ab x	A 0,21 a x	A 0,20 ab x	0,20 A
MÉDIAS	0,14 X	0,15 X	0,13 X	

^{1/} Médias seguidas de mesma letra, médias de concentrações dentro de fontes com letras iguais sobre as mesmas e médias de fontes dentro de concentrações com letras iguais e sob as mesmas não diferem estatisticamente entre si (Tukey 5%). Para análise estatística os dados foram transformados em $\sqrt{X + 0,5}$ e os valores são médias de 4 repetições.

4.1.4 - Avaliação do efeito residual de fontes e concentrações de matéria orgânica sobre a formação de micorrizas por *Thelephora terrestris* e no desenvolvimento de mudas de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* (Ensaio 4)

Apenas a concentração de 10% de acículas de *Pinus* apresentou porcentagem de micorrizas formadas por *T. terrestris* estatisticamente semelhante à testemunha (Tabela 19), sendo que para os demais tratamentos ocorreu acentuada inibição da simbiose. Comparando-se as concentrações verificou-se novamente a menor superando as demais, enquanto para matéria orgânica a resposta de acículas de pinus suplantou as restantes que não diferiram entre si (Tabela 19), apresentando ainda dentro das concentrações respostas similares.

Os índices usados para avaliar o desenvolvimento das mudas, peso da matéria seca total/planta (Tabela 20), peso de matéria seca da parte aérea/planta (Tabela 21) e peso da matéria seca do sistema radicular/planta (Tabela 22), de maneira geral apontaram as duas maiores concentrações como superiores ao menor teor de matéria orgânica e torta de filtro com efeito residual melhor que as demais, sendo que na comparação com a testemunha poucos tratamentos diferiram, não havendo necessidade de destacá-los, pois em todos os casos a formação de micorrizas por *T. terrestris* foi altamente prejudicada.

Tabela 19 - Efeito de fontes e concentrações (v/v) de matéria orgânica na formação de micorrizas (%) por *Thelephora terrestris* em mudas de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* ^{1/} (Ensaio 4).

FONTE DE MATÉRIA ORGÂNICA	CONCENTRAÇÃO (%)			MÉDIAS
	10	30	50	
Testemunha (sem matéria orgânica)	62,5 a			
Lodo de esgoto	A 4,3 bcd y	A 0,0 d y	A 0,0 d x	1,4 B
Esterco de curral	A 20,0 bc xy	AB 8,3 bcd y	B 0,0 d x	9,4 B
Torta de filtro	A 16,5 bcd xy	B 1,3 cd y	B 0,0 d x	5,9 B
Acículas de <i>Pinus</i>	A 27,5 ab x	A 24,3 b x	A 7,3 bcd x	19,7 A
MÉDIAS	17,1 X	8,5 Y	1,8 Y	

^{1/} Médias seguidas de mesma letra, médias de concentrações dentro de fontes com letras iguais sobre as mesmas e médias de fontes dentro de concentrações com letras iguais sob as mesmas não diferem estatisticamente entre si (Tukey 5%). Para análise estatística os dados foram transformados em $\arcsen \sqrt{\frac{P_i}{100} + 0,5}$ e os valores são médias de 4 repetições.

Tabela 20 - Efeito de fontes e concentrações (v/v) de matéria orgânica sobre o peso total da matéria seca/planta (g) de mudas de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* inoculadas artificialmente com *Thelephora terrestris* ^{1/} (Ensaio 4).

FONTE DE MATÉRIA ORGÂNICA	CONCENTRAÇÃO (%)			MÉDIAS
	10	30	50	
Testemunha (sem matéria orgânica)	0,19 bc			
Lodo de esgoto	B 0,18 bc y	AB 0,23 ab x	A 0,25 ab x	0,22 BC
Esterco de curral	B 0,19 bc y	AB 0,23 ab x	A 0,26 ab x	0,23 AB
Torta de filtro	A 0,26 ab x	A 0,26 ab x	A 0,30 a x	0,27 A
Acículas de <i>Pinus</i>	A 0,18 bc y	A 0,19 abc x	A 0,16 c y	0,18 C
MÉDIAS	0,20 Y	0,23 XY	0,24 X	

^{1/} Médias seguidas de mesma letra, médias de concentrações dentro de fontes com letras iguais sobre as mesmas e médias de fontes dentro de concentrações com letras iguais sob as mesmas não diferem estatisticamente entre si (Tukey 5%). Para análise estatística os dados foram transformados em $\sqrt{X + 0,5}$ e os valores são médias de 4 repetições.

Tabela 21 - Efeito de fontes e concentrações (v/v) de matéria orgânica sobre o peso da matéria seca da parte aérea/planta(g) de mudas de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* inóculadas artificialmente com *Thelephora terrestris* ^{1/} (Ensaio 4).

FONTE DE MATÉRIA ORGÂNICA	CONCENTRAÇÃO (%)			MÉDIAS
	10	30	50	
Testemunha (sem matéria orgânica)	0,12 de			
Lodo de esgoto	B 0,14 bcde x	AB 0,19 abcde xy	A 0,20 abcd x	0,17 B
Esterco de curral	B 0,12 de x	A 0,18 abcde xy	A 0,22 ab x	0,17 B
Torta de filtro	B 0,18 abcde x	AB 0,21 abc x	A 0,24 a x	0,21 A
Acículas de <i>Pinus</i>	A 0,14 bcde x	A 0,13 cde y	A 0,11 e y	0,13 C
MÉDIAS	0,15 Y	0,18 X	0,19 X	

^{1/} Médias seguidas de mesma letra, médias de concentrações dentro de fontes com letras iguais sobre as mesmas e médias de fontes dentro de concentrações com letras iguais sobre as mesmas não diferem estatisticamente entre si (Tukey 5%). Para análise estatística os dados foram transformados em $\sqrt{X + 0,5}$ e os valores são médias de 4 repetições.

Tabela 22 - Efeito de fontes e concentrações (v/v) de matéria orgânica sobre peso da matéria seca do sistema radicular/planta (g) de mudas de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* inoculadas artificialmente com *Thelephora terrestris* ^{1/} (Ensaio 4).

FONTE DE MATÉRIA ORGÂNICA	CONCENTRAÇÃO (%)			MÉDIAS
	10	30	50	
Testemunha (sem matéria orgânica)	0,07 ab			
Lodo de esgoto	A 0,04 b y	A 0,03 b x	A 0,05 ab x	0,04 B
Esterco de curral	A 0,06 ab xy	A 0,05 ab x	A 0,05 ab x	0,05 AB
Torta de filtro	A 0,08 a x	A 0,05 ab x	A 0,06 ab x	0,06 A
Acículas de <i>Pinus</i>	A 0,04 b y	A 0,06 ab x	A 0,06 ab x	0,05 AB
MÉDIAS	0,06 X	0,05 X	0,06 X	

^{1/} Médias seguidas de mesma letra, médias de concentrações dentro de fontes com letras iguais sobre as mesmas e médias de fontes dentro de concentrações com letras iguais sob as mesmas não diferem estatisticamente entre si (Tukey 5%). Para análise estatística os dados foram transformados em $\sqrt{X + 0,5}$ e os valores são médias de 4 repetições.

4.2 - Ensaio Condúzidos em Laboratório

4.2.1 - Efeito de fontes e concentrações de extrato de matéria orgânica sobre o crescimento micelial de *Pisolithus tinctorius* (Ensaio 1, 2 e 3)

No Ensaio 1, não foi verificado estímulo dos extratos (lodo de esgoto, esterco de curral, torta de filtro e acículas de *Pinus*) e doses estudadas, entretanto, o lodo de esgoto e acículas de *Pinus* em todas as concentrações (5, 10, 15 e 20%) apresentaram uma forte inibição ao crescimento micelial de *P. tinctorius* quando comparado com a testemunha que desenvolveu-se no meio básico - MMN. Também foi observada inibição de *P. tinctorius* pelo esterco de curral na maior concentração (Tabela 23), sendo as demais semelhantes à testemunha. Para torta de filtro não houve diferença estatística entre controle e todas as doses de seu extrato.

Para todas as concentrações testadas no Ensaio 2 (1, 2, 3 e 4%), tendo como fontes esterco de curral e torta de filtro, exceção da dose 1% desta última que foi menor que a testemunha, não foi encontrada diferença estatisticamente significativa ao nível de 5% no crescimento micelial de *P. tinctorius* comparando com a testemunha crescida em MMN, demonstrando não haver inibi

Tabela 23 - Efeito de fontes e concentrações (v/v) de extrato de matéria orgânica sobre o crescimento micelial (cm) de *Pisolithus tinctorius* ^{1/} (Ensaio 1).

FONTE DE MATÉRIA ORGÂNICA	CONCENTRAÇÃO (%) DO EXTRATO DE MATÉRIA ORGÂNICA NO MMN				MÉDIAS
	5	10	15	20	
Testemunha MMN	7,6 a				
Lodo de esgoto	A 4,9 bc Y	B 3,1 de Y	B 2,9 e W	B 3,3 de Z	3,6 C
Esterco de curral	AB 7,0 a X	A 7,8 a X	B 6,2 ab Y	C 4,8 bc Y	6,5 B
Torta de filtro	A 7,6 a X	A 7,1 a X	A 7,8 a X	A 7,6 a X	7,5 A
Acículas de <i>Pinus</i>	AB 4,0 cde Y	AB 3,8 cde Y	A 4,1 cd Z	B 3,2 de Z	3,8 C
MÉDIAS	5,9 X	5,5 XY	5,3 Y	4,7 Z	

^{1/} Médias seguidas de mesma letra, médias de concentrações dentro de fontes com letras iguais sobre as mesmas e médias de fontes dentro de concentrações com letras iguais sob as mesmas não diferem estatisticamente entre si (Tukey 5%). Para análise estatística os dados foram transformados em $\sqrt{X + 0,5}$ e os valores foram obtidos da média de 5 repetições.

Tabela 24 - Efeito de fontes e concentrações (v/v) de extrato de matéria orgânica sobre o crescimento micelial (cm) de *Pisolithus tinctorius* ^{1/} (Ensaio 2).

FONTE DE MATÉRIA ORGÂNICA	CONCENTRAÇÃO (%) DO EXTRATO DE MATÉRIA ORGÂNICA NO MMN				MÉDIAS
	1	2	3	4	
Testemunha MMN	7,7 a				
Lodo de esgoto	A 6,1 y	B 4,9 z	AB 5,4 y	AB 5,4 y	5,5 C
Esterco de curral	A 7,1 x	A 7,3 x	A 7,2 x	A 7,5 x	7,3 A
Torta de filtro	A 6,6 xy	A 7,2 x	A 6,9 x	A 6,9 x	6,9 A
Acículas de <i>Pinus</i>	A 6,1 y	AB 5,8 y	A 6,1 y	B 5,3 y	5,8 B
MÉDIAS	6,5 X	6,3 X	6,4 X	6,3 X	

^{1/} Médias seguidas de mesma letra, médias de concentrações dentro de fontes com letras iguais sobre as mesmas e médias de fontes dentro de concentrações com letras iguais sob as mesmas não diferem estatisticamente entre si (Tukey 5%). Para análise estatística os dados foram transformados em $\sqrt{X + 0,5}$ e os valores foram obtidos da média de 5 repetições.

Tabela 25 - Efeito de fontes e concentrações (v/v) de extrato de matéria orgânica sobre o crescimento micelial (cm) de *Pisolithus tinctorius* ^{1/} (Ensaio 3).

FONTE DE MATÉRIA ORGÂNICA	CONCENTRAÇÃO (ppm) DO EXTRATO DE MATÉRIA ORGÂNICA NO MMN				MÉDIAS
	1	10	100	1.000	
Testemunha (MMN)	7,0 abc				
Lodo de esgoto	A 7,3 abc xy	A 6,9 abcd xy	A 7,2 abc xy	A 7,2 abc x	7,2 A
Esterco de curral	A 7,3 abc xy	A 7,2 abc x	6,5. bcd yz	7,1 abc x	7,3 A
Torta de filtro	A 6,7 abcd y	A 7,4 ab x	A 7,4 ab x	A 7,3 abc x	7,2 A
Acículas de <i>Pinus</i>	A 7,7 a x	B 6,3 cd y	B 5,9 d z	A 7,2 abc x	6,8 B
MÉDIAS	7,3 X	7,0 XY	6,8 Y	7,2 X	

^{1/} Médias seguidas de mesma letra, médias de concentrações dentro de fontes com letras iguais sobre as mesmas e médias de fontes dentro de concentrações com letras iguais sob as mesmas não diferem estatisticamente entre si (Tukey 5%). Para análise estatística os dados foram transformados em $\sqrt{X + 0,5}$ e os valores foram obtidos da média de 5 repetições.

ção no crescimento do fungo nas condições trabalhadas (Tabela 24). No entanto, lodo de esgoto e acículas de *Pinus* inibiram o crescimento, mas com menor intensidade que as doses do Ensaio 1 (Tabela 23).

No Ensaio 3, com exceção da concentração 100 ppm de acículas de *Pinus*, os demais tratamentos não diferiram entre si, demonstrando que, para as concentrações (1, 10, 100 e 1.000 ppm) trabalhadas neste ensaio, não há influência de fontes de matéria orgânica sobre o crescimento micelial de *P. tinctorius* (Tabela 25).

4.2.2 - Efeito de fontes e concentrações de extrato de matéria orgânica sobre o crescimento micelial de *Thelophora terrestris* (Ensaio 4, 5 e 6)

Comparando-se os efeitos dos tratamentos que receberam extratos de matéria orgânica com a testemunha sem matéria orgânica, verificou-se que, exceção feita para a concentração 5% de extrato de lodo de esgoto, que não diferiu do meio padrão, as demais fontes e concentrações mostraram o efeito inibitório no crescimento de *T. terrestris* (Tabela 26). Analisando fontes, verifica-se que esterco de curral foi superior às demais, sendo que essas não diferiram entre si. Para concentrações observou-se que

5% foi similar a 10%, esta similar a 15%, que por sua vez igualou-se a 20%, demonstrando a influência de doses de matéria orgânica no desenvolvimento de *T. terrestris*.

Para o Ensaio 5, foi verificado (Tabela 27) que todas as concentrações de acículas de *Pinus* causaram forte inibição no crescimento de *T. terrestris*, enquanto os demais extratos, em todas as concentrações, não diferiram da testemunha.

Analisando os resultados do Ensaio 6 (Tabela 28), verificou-se que não houve inibição nem estímulo dos tratamentos, pois todos são estatisticamente idênticos à testemunha, demonstrando não haver influência negativa nem positiva dos extratos testados quando acrescidos ao MMN em baixas quantidades (1, 10, 100 e 1.000 ppm) no crescimento micelial de *T. terrestris*.

Tabela 26 - Efeito de fontes e concentrações (v/v) de extrato de matéria orgânica sobre o crescimento micelial (cm) de *Thelephora terrestris* ^{1/} (Ensaio 4).

FONTE DE MATÉRIA ORGÂNICA	CONCENTRAÇÃO (%) DO EXTRATO DE MATÉRIA ORGÂNICA NO MN				MÉDIAS
	5	10	15	20	
Testemunha (MN)	3,4 a				
Lodo de esgoto	A 2,4 ab x	B 1,5 cdef xy	BC 1,1 ef y	C 1,0 f y	1,5 B
Esterco de curral	A 2,2 bc x	A 2,0 bcd x	A 1,8 bcd x	A 1,8 bcd x	2,0 A
Torta de filtro	A 1,6 cdef y	A 1,7 bcde xy	A 1,5 cdef xy	A 1,4 def xy	1,6 B
Acículas de <i>Pinus</i>	A 1,4 def y	A 1,4 def y	A 1,4 def xy	A 1,4 def xy	1,4 B
MÉDIAS	1,9 X	1,7 XY	1,5 YZ	1,4 Z	

^{1/} Médias seguidas de mesma letra, médias de concentrações dentro de fontes com letras iguais sobre as mesmas e médias de fontes dentro de concentrações com letras iguais sob as mesmas não diferem estatisticamente (Tukey 5%). Para análise estatística os dados foram transformados em $\sqrt{X + 0,5}$ e os valores foram obtidos da média de 4 repetições.

Tabela 27 - Efeito de fontes e concentrações (v/v) de extrato de matéria orgânica sobre o crescimento micelial (cm) de *Thelephora terrestris* ^{1/} (Ensaio 5).

FONTE DE MATÉRIA ORGÂNICA	CONCENTRAÇÃO (%) DO EXTRATO DE MATÉRIA ORGÂNICA NO MMN				MÉDIA
	1	2	3	4	
Testemunha MMN	3,4 a				
Lodo de esgoto	A 2,9 ab x	A 2,9 ab x	A 2,7 abcd x	B 2,1 bcd xy C	2,7 A
Esterco de curral	AB 2,8 abc x A	A 3,0 ab x A	B 2,6 abcd x A	2,4 abcd x A	2,7 A
Torta de filtro	2,8 abc x A	2,4 abcd x A	3,0 ab x A	2,6 abcd x A	2,7 A
Acículas de <i>Pinus</i>	1,7 d y	1,8 cd y	1,7 d y	1,7 d y	1,7 B
MÉDIAS	2,6 X	2,5 X	2,5 X	2,2 Y	

^{1/} Médias seguidas de mesma letra, médias de concentrações dentro de fontes com letras iguais sobre as mesmas e médias de fontes dentro de concentrações com letras iguais sob as mesmas não diferem estatisticamente (Tukey 5%). Para análise estatística os dados foram transformados em $\sqrt{X + 0,5}$, e os valores foram obtidos da média de 4 repetições.

Tabela 28 - Efeito de fontes e concentrações (v/v) de extrato de matéria orgânica sobre o crescimento micelial (cm) de *Thelephora terrestris* ^{1/} (Ensaio 6).

FONTE DE MATÉRIA ORGÂNICA	CONCENTRAÇÃO (ppm) DO EXTRATO DE MATÉRIA ORGÂNICA NO MN				MÉDIAS
	1	10	100	1000	
Testemunha MN	2,3 abcd				
Lodo de esgoto	A 2,6 abcd x	AB 2,4 abcd y	B 1,8 cd y	B 1,7 d y	2,1 B
Esterco de curral	A 2,1 bcd x	A 1,8 cd y	A 1,8 cd y	A 1,8 cd xy	1,9 B
Torta de filtro	B 2,0 cd x	A 3,2 a x	A 2,8 abc x	AB 2,7 abcd x	2,7 A
Acículas de <i>Pinus</i>	A 2,6 abcd x	A 2,4 abcd y	A 3,0 ab x	A 2,5 abcd x	2,6 A
MÉDIAS	2,3 X	2,5 X	2,4 X	2,2 X	

^{1/} Médias seguidas de mesma letra, médias de concentrações dentro de fontes com letras iguais sobre as mesmas e médias de fontes dentro de concentrações com letras iguais sob as mesmas não diferem estatisticamente (Tukey 5%). Para análise estatística os dados foram transformados em $\sqrt{X + 0,5}$ e os valores foram obtidos da média de 4 repetições.

5. DISCUSSÃO

A matéria orgânica exerce efeito sobre o hospedeiro e o fungo micorrízico, determinando inibição ou estímulo da associação micorrízica devido à interação dos fatores químicos, físicos e biológicos (BOWEN e THEODOROU, 1973; SLANKIS, 1973). De um modo geral, no presente estudo, as matérias orgânicas (lodo de esgoto, esterco de curral, torta de filtro e acículas de *Pinus*), nas concentrações utilizadas, reduziram significativamente a formação de micorrizas por *Pisolithus tinctorius* e *Thelephora terrestris* nas mudas de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* (Tabelas 7 e 15).

A explicação para a redução na formação de micorrizas pode, de maneira geral, ser baseada: a) no aumento da fertilidade do substrato que é conhecido como an

tagônico à simbiose (MARX *et alii*, 1977; MARONEK *et alii*, 1982); b) no suprimento desequilibrado de nutrientes (ALLISON, 1973); c) na liberação de alguns produtos do metabolismo dos organismos do solo e de compostos orgânicos da decomposição da matéria orgânica (DAVEY e DANIELSON, 1968); d) na presença de elementos inorgânicos, tóxicos em níveis inibidores (HENDERSON, 1960; KENDRICK, 1962); e) na presença de compostos tóxicos influenciando na atividade biológica, crescimento das raízes e na patogênese (PATRICK e KOCH, 1958; PATRICK *et alii*, 1963); f) na liberação de fenóis e outros compostos orgânicos, os quais podem ser absorvidos pelas plantas, colaborando com o desenvolvimento das mesmas e alterando a sua resistência à infecção (FLAIG, 1977); e g) na competição gerada pela população microbiana.

No caso específico do lodo de esgoto que apresentou acentuada inibição na formação de micorrizas em todas as concentrações testadas (Tabelas 7 e 15) e também determinou redução do crescimento micelial dos fungos *P. tinctorius* e *T. terrestris* quando incorporado o extrato desta matéria orgânica em meio de cultura (Tabelas 23, 24, 26 e 27). Esta inibição pode ser explicada principalmente pela presença de elementos tóxicos em altas concentrações como cádmio, chumbo, cromo, níquel, zinco, cobre, manga-

nês e ferro entre outros em sua composição. Vários autores (HENDERSON, 1960; KENDRICK, 1962) verificaram que alguns desses elementos inibem o crescimento de fungos. BERRY e MARX (1977) verificaram que altas doses de lodo de esgoto aplicadas nas áreas reflorestadas proporcionavam bom desenvolvimento das mudas de *P. taeda*, porém inibiam a formação de micorrizas por *P. tinctorius* e as menores doses além do bom desenvolvimento das mudas eram acompanhadas de boa formação de micorrizas.

Estudos com acículas de *Pinus* em casa-de-vegetação, revelaram que para a concentração de 10%, este material não inibiu a formação de micorrizas por *P. tinctorius* e *T. terrestris* (Tabelas 7 e 15) e estimularam o desenvolvimento das mudas, confirmando dados de AUER e KRÜGNER (1983) com *P. oocarpa*. Por outro lado, as concentrações superiores (30 e 50%) inibiram a formação de micorrizas pelos fungos trabalhados. O efeito inibitório das acículas de *Pinus* ficou evidenciado na avaliação do crescimento micelial de *P. tinctorius* e *T. terrestris*, que sofreu grande redução nas concentrações superiores a 1% de extrato no meio de cultura (Tabelas 23, 24, 26 e 27). Este fato pode ser explicado principalmente pelos compostos fenólicos existentes nas acículas, que são inibidores do desenvolvimento de fungos (AGRIOS, 1978; CHEN e BUIJTENEN, 1980). Portanto, quando presentes em altas concentrações,

causam redução no potencial de inóculo e com isso na associação fungo-hospedeiro. Esses resultados podem explicar o fato de que em povoamentos florestais adultos que apresentem uma cobertura de acículas sobre o solo, não são normalmente encontradas frutificações dos fungos estudados (KRÜGNER, informação pessoal). No entanto, frutificações de outros fungos micorrízicos são comumente encontradas nessas condições, evidenciando a ocorrência de sucessão de espécies de fungos micorrízicos em função das condições ecológicas do povoamento florestal. De fato, ao contrário do que foi verificado no presente trabalho com *P. tinctorius* e *T. terrestris*, BETTIOL e KRÜGNER (dados não publicados) verificaram que o crescimento micelial de *Suillus granulatus* não foi influenciado por concentrações de até 30% do extrato de acículas de *Pinus* em MMN-agar.

Na avaliação do efeito residual de fontes e concentrações de matéria orgânica sobre a sobrevivência de *P. tinctorius* e *T. terrestris* no solo, verificou-se uma redução acentuada de um experimento para outro na formação de micorrizas nos tratamentos que receberam matéria orgânica, enquanto a testemunha apresentou uma menor redução (Tabelas 11 e 19). A esperada redução pode ter sido motivada pela baixa capacidade saprofítica dos simbiontes, pela competição existente no substrato e pela liberação de

compostos orgânicos que, como referido anteriormente, podem inibir ou estimular o desenvolvimento dos fungos e com isso as possíveis associações. Por outro lado, ficou demonstrado que estes fungos têm capacidade de sobreviver no solo num período de curta ausência do hospedeiro.

As matérias orgânicas estimularam o desenvolvimento das mudas de *P. caribaea* var. *hondurensis* (Tabelas 8, 9, 10, 16, 17 e 18), possivelmente devido ao fornecimento de nutrientes, aos ácidos húmicos e fúlvicos que podem, em alguns casos, aumentar o crescimento das plantas (ALLISON, 1973), ao melhor condicionamento físico do substrato (REID e HACSKAYLO, 1982), entre outros. O desenvolvimento das mudas no segundo plantio foi menor (Tabelas 12, 13, 14, 20, 21 e 22), pois houve redução na disponibilidade de nutrientes e na porcentagem de micorrizas e houve efeito de época de plantio.

6. CONCLUSÕES

Tomando-se como base os resultados obtidos no trabalho, pode-se concluir que:

- 1 - O esterco de curral e acículas de *Pinus* na concentração de 10% não afetaram a formação de ectomicorizas por *Pisolithus tinctorius* e *Thelephora terrestris* em mudas de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, no entanto, 30 e 50% reduziram acentuadamente a simbiose. O lodo de esgoto em todas as concentrações estudadas diminuiu largamente a associação, o mesmo acontecendo para torta de filtro com o fungo *T. terrestris*. Para *P. tinctorius* apenas as doses de 30 e 50% inibiram a formação de micorrizas.

- 2 - Concentrações superiores a 1% de lodo de esgoto e de acículas de *Pinus* reduziram o crescimento micelial de *P. tinctorius*. Para *T. terrestris* a inibição tornou-se significativa acima de 4% de lodo e 1% de acículas de *Pinus*. Torta de filtro e esterco de curral inibiram o desenvolvimento de *T. terrestris* em concentrações superiores a 5%, enquanto para *P. tinctorius* a torta não apresentou inibição e o esterco o fez apenas com 20% de extrato;
- 3 - Esterco de curral, acículas de *Pinus* e lodo de esgoto estimularam o desenvolvimento das mudas de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*.
- 4 - A matéria orgânica afeta negativamente a sobrevivência destes fungos.

7. LITERATURA CITADA

- AGRIOS, G.N., 1978. Plant Pathology. Academic Press, Nova York, San Francisco, London. 703 p.
- ALLISON, F.E., 1973. Soil organic matter and its role in crop production. Elsevier Scientific Publishing Company, London. 637 p.
- AUER, C.G. e T.L. KRÜGNER, 1983. Efeito da incorporação de acículas de pinus em decomposição e do tipo de inóculo vegetativo de *Pisolithus tinctorius* (Pers.) Coker Couch. na formação de micorrizas em mudas de *Pinus oocarpa* Schiede. In: Anais do III Congresso Brasileiro de Iniciação Científica em Ciências Agrárias. Florianópolis, SC., 14 a 17 de setembro de 1983, p. 127.
- BJÖRKMAN, E., 1942. Über die Bedingungen der mykorrhizabildung bei Kiefer und Ficht. Symbolae Botanicae Upsaliensis, 6(2): 1-190. Apud Biological Abstracts, 1946. Vol. 20: 862.

- BERRY, C.R., 1977. Initial response of pine seedlings and weeds to dried sewage sludge in rehabilitation of an eroded forest site. USDA. Forest Service Research. Note SE-249. 8 p.
- BERRY, C.R., 1979. Slit application of fertilizer tablets and sewage sludge improve initial growth of loblolly pine seedlings in the Tennessee Copper Basin. Reclamation Review. Nova York, 2: 33-38.
- BERRY, C.R., 1982. Dried sewage sludge improves growth of pines in the Tennessee copper basin. Reclamation and Revegetation Research. Amsterdam, 1: 195-201.
- BERRY, C.R. e D.H. MARX, 1976. Sewage sludge and *Pisolithus tinctorius* ectomycorrhizae: Their effect on growth of pine seedlings. Forest Science. Washington, 22: 351-358.
- BERRY, C.R. e D.H. MARX, 1977. Growth of loblolly pine seedlings in strip-mined kaolin spoil as influenced by sewage sludge. Journal Environmental Quality. Madison, 6: 379-381.
- BOWEN, G.D., 1973. Mineral nutrition of ectomycorrhizae. In: MARKS, G.C. e T.T. KOZLOWISKI, Coord. Ectomycorrhizae their Ecology and Physiology. Nova York, Academic Press, Editora, p. 151-205.
- BOWEN, G.D. e C. THEODOROU, 1973. Growth of ectomycorrhizal fungi around seeds and roots. In: MARKS, G.C. e T.T. KOZLOWISKI, Coord. Ectomycorrhizae their Ecology and Physiology. Nova 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.
- BROWN, G. e T. MYLAND, 1979. Addition of organic matter to a nurse soil. Tree Planter's Notes. Washington, 30: 14-15.
- BURGES, A. e P. LATTE, 1960. Decomposition of humic and acid by fungi. Nature. London, 186: 404-405.
- CHEN, C.C. e J.P. Van BUIJTENEN, 1980. Chemogenetic study of phenolic compounds extracted from loblolly pine (*Pinus taeda* L.) needles. Silvae Genetica. Frankfurt, 29: 205-208.
- DAVEY, C.B. e R.M. DANIELSON, 1968. Soil chemical factors and Biological Activity. Phytopathology. Saint Paul, 58. 900-908.
- FASSI, B. e A. FONTANA, 1966. Researches on ectotrophic mycorrhizae of *Pinus strobus* in nurseries. II. Mycorrhizae of *Thelephora terrestris*, *Laccaria laccata* and *Heleboma mesophaeum*. Allionia. Turin, 12: 47-53.
- FASSI, B.; R. JODICE e R. Van den DRIESSE, 1972. Matière organique et mycorrhizes dans le développement des semis de "*Pinus strobus*". Allionia. Turin, 18: 13-22.
- FLAIG, W., 1977. Progress in Soil Biochemistry in Relation to Plant Production. University of Tokyo. 35 p. [mimeografado].

- GRAND, L.F., 1976. Distribution, plant associates and variation in basidiocarps of *Pisolithus tinctorius* in the United States. Mycologia. Bronx, 68: 672-678.
- HARLEY, J.L., 1969. The Biology of Mycorrhiza. Leonard Hill. London, 334 p.
- HENDERSON, M., 1960. The influence of trace elements on the metabolism of aromatic compounds by soil fungi. Journal General Microbiology. London, 23: 307-313.
- HOW, J.F., 1941. The mycorrhizal relations of larch II. The role of the larch root in the nutrition of *Boletus elegans* (Schum). Annals of Botany. London, 5: 121-123.
- HOWARD, A. e Y.D. WAD, 1931. The Waste Products of Agriculture. Their Utilization as Humus. Oxford University Press, London. 167 p.
- KENDRICK, W.B., 1962. Soil fungi of a copper swamp. Canadian Journal of Microbiology. Ottawa, 8: 639-647.
- KORMANIK, P.P.; W.C. BRYAN e R.C. SCHULTZ, 1977. The role of mycorrhizae in plant growth and development. Phy-siologia Plantareum. Copenhagen, 41: 1-10.
- KRÜGNER, T.L., 1976. Development of ectomycorrhizae, growth, nutrient status, and out planting performance of loblolly pine seedlings grown in soil infected with *Pisolithus tinctorius* and *Thelephora terrestris* under different fertilization regimes. Ph.D Thesis. North Carolina State University, Raleigh. 44 p.

- KRÜGNER, T.L. e M. TOMAZELLO Fº, 1980. Efeitos 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: 41-51.
- LAMPKY, J.R. e J.E. PETERSON, 1963. *Pisolithus tinctorius* associated with pines in Missouri. Mycologia. Bronx, 55: 675-678.
- LEE, K.J., 1981. Correlation between ectomycorrhizal formation in *Pinus* and organic matter, nitrogen, phosphorus contents and acidity in the forest soil. In: IU-FRO World Congress, 17. Ibaraki, 1981. Proceedings. Ibaraki, 1981. v. 2, p. 83-87.
- LEE, K.J., 1982. Potential of mycorrhizal fungus *Pisolithus tinctorius* for growth enhancement in pinus. Korean Journal of Mycology. Uppsalla, 10: 134-135.
- LOWY, B., 1964. *Pisolithus* in Louisiana. Mycologia. Bronx, 56: 319.
- MARKS, G.C. e T.T. KOZLOWSKI, 1973. Ectomycorrhizae. Their Ecology and Physiology. Nova York and London, Academic Press. 444 p.
- MARONEK, D.M.; J.W. HENDRIX e P.L. CORNELIUS, 1982. Slow-release fertilizers optimize mycorrhizal development in container-grown pine seedlings inoculated with *Pisolithus tinctorius*. Journal of the American Society for Horticultural Science. Saint Joseph, 107: 1104-1110.

- MARX, D.H., 1975. Mycorrhizae and establishment of trees on stripmined land. The Ohio Journal of Science. Columbus, 75: 289-297.
- MARX, D.H., 1976. 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., 1977. Tree host range and world distribution of ectomycorrhizae fungus *Pisolithus tinctorius*. Canadian Journal of Microbiology. Ottawa, 23: 217-223.
- MARX, D.H. e B. ZAK, 1965. Effect of pH on mycorrhizal formation of slash pine in aseptic culture. Forest Science. Washington, 11: 66-75.
- MARX, D.H. e W.C. BRYAN, 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. e W.C. BRYAN, 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. e J.P. BARNETT, 1974. Mycorrhizae and containerized forest tree seedlings. In: TINUS, R.W.; W.J. STEIN e W.E. BALMER, Ed. Proc. North Amer. Containerized For. Tree Symposium, Denver, Colorado, Aug. Great Plains Agricultural Council Publication. nº 68. p. 85-92.

- MARX, D.H. e W.C. BRYAN, 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. e J.D. ARTMAN, 1979. *Pisolithus tinctorius* ectomycorrhizae improve survival and growth of pine seedlings on acid coal spoils in Kentucky and Virginia. Reclamation Review. Nova York, 2: 23-31.
- MARX, D.H.; W.C. BRYAN e C.B. DAVEY, 1970. Influence of temperature on asseptic synthesis of ectomycorrhizae by *Thelephora terrestris* and *Pisolithus tinctorius* on loblolly pine. Forest Science. Washington, 16: 424-431.
- MARX, D.H.; A.B. HATCH e J.F. MENDICINO, 1977. High soil fertility decreases sucrose content and susceptibility of loblolly pine roots to ectomycorrhizal infection by *Pisolithus tinctorius*. Canadian Journal of Botany. Ottawa, 55: 1569-1574.
- MARX, D.H.; J.L. RUEHLE; D.S. KENNEY; C.E. CORDELL; J.W. RIFFLE; R.J. MOLINA; W.H. PAWUK; S. NAVRATIL; R.W. TINUS e O.C. GOODWIN, 1982. Comercial vegetative inoculation techniques for development of ectomycorrhizae on container-grown tree seedlings. Forest Science, Washington. 28: 373-400.
- MATHUR, S.P. e E.A. PAUL, 1966. A microbiological approach to the problem of soil humic acid structure. Nature. London, 212: 646-647.

- McLOUGHLIN, A.J. e E. KUSTER, 1972. The effect of humic substances on the respiration and growth of microorganisms. Plant and Soil. The Hague, 37: 17-25.
- MELIN, F., 1953. Physiology of mycorrhizal relations in plants. Annual Review Plant Physiology. Palo Alto, 4: 325-346.
- MENGE, J.A.; L.F. GRAND e L.W. HAINES, 1977. The effect of fertilization on growth and micorrhizae numbers in 11-year-old loblolly pine plantations. Forest Science. Washington, 23: 35-44.
- MEYER, F.H., 1973. Distribution of ectomycorrhizae in native and man-mode forest. In: MARKS, G.C. e T.T. KOZLOWSKI, Coord. Ectomycorrhizae. Their Ecology and Physiology. Nova York, Academic Press. p. 79-105.
- NEELANKANTAN, S.; M.M. MISHIRA; H.K. TEWARI e S.R. UYAS, 1970. Characterization and microbial utilization of humic acid in Hissar soil. Agrochimica. Hissar, 14: 341-344.
- NORKRANS, B., 1949. Some mycorrhiza-forming tricholoma species. Svensk. Bot. Tidskr. 43: 485-490. Apud Biological Abstract, 1950. Vol. 24: 1004.
- PATRICK, Z.A. e L.W. KOCH, 1958. Inhibition of respiration, germination and growth by substances arising during the decomposition of certain plant residues in the soil. Canadian Journal of Botany. Ottawa, 36: 621-647.

- PATRICK, Z.A.; T.A. TOUSSON e W.C. SNYDER, 1963. Phyto-toxic substances in arable soils associated with decom-position of plant residues. Phytopathology. Saint Paul, 53: 152-161.
- PEYRONEL, B.; B. FASSI; A. FONTANA e J.M. TRAPPE, 1969. Terminology of mycorrhizae. Mycologia. Bronx, 61: 410-411.
- REID, C.P.P. e E. HACSKAYLO, 1982. Evaluation of plant response to inoculation. In: SCHENCK, N.C., Coord. Methods and Principles of Mycorrhizal Research. Saint Paul, Minnesota. The American Phytopathological Socie-ty. p. 175-187.
- RICHARDS, B.N., 1961. Soil pH and mycorrhiza development in Pinus. Nature. London, 190: 105-106.
- RUEHLE, J.L., 1980. Growth of containerized loblolly pi-ne with specific ectomycorrhizae after 2 years on an Amended Borrow Pit. Reclamation Review. Nova York, 3: 95-101.
- SLANKIS, V., 1973. Hormonal relationships in mycorrhizal development. In: MARKS, G.C. e T.T. KOZLOWSKI, Coord. Ectomycorrhizae. Their Ecology and Physiology. Nova Yoek. Academic Press. p. 232-298.
- SLANKIS, V., 1974. Soil factors influencing formation of mycorrhizae. Annual Review Phytopathology. Palo Alto, 12: 437-457.

- SCHRAMM, J.R., 1966. Plant colonization studies on block wastes from anthracite mining in Pennsylvania. Transactions American Philosophical Society. Indiana, 56: 1-94.
- TAN, K.H. e V. NOPAMORNBODI, 1979. Fulvic acid and the growth ectomycorrhizal fungus, *Pisolithus tinctorius*. Soil Biologycal & Biochemistry. Oxford, 11: 651-653.
- TESIC, Z., 1958. Problem of mycorrhiza research in flores try. Summarstvo. Beograd, 9: 444-448.
- TOMAZELLO Fº, M., 1980. Influência dos fungos ectomicorrízicos *Thelephora terrestris* EHR. Ex FR. e *Pisolithus tinctorius* no desenvolvimento de espécies tropicais de *Pinus*. Piracicaba, ESALQ/USP. 116 p. [Tese de Doutorado].
- TOMAZELLO Fº, M. e T.L. KRÜGNER, 1981. Formação de ectomicorrizas e crescimento de mudas de *Pinus oocarpa*. *P. caribaea* var. *hondurensis* e *P. kesiya* em solo de recipientes infestado artificialmente com *Thelephora terrestris* e *Pisolithus tinctorius*. Summa Phytopathologica. Piracicaba, 7: 73-85.
- TRAPE, J.M., 1977. Selection of fungi for ectomycorrhizal inoculation in nurseries. Annual Review Phytopathology. Palo Alto, 15: 203-222.
- ZAK, B. e D.H. MARX, 1964. Isolation of mycorrhizal fungi from roots of individual slash pine. Forest Science. Washington, 10: 214-222.

WILHELM. S., 1966. Chemical treatments and innoculum potential of soils. Annual Review Phytopathology. Palo Alto, 4: 33-38.