

IPEF, n.34, p.41-46, dez.1986

**INFLUÊNCIA DE LODO DE ESGOTO E DE ACÍCULAS DE PINUS  
NA FORMAÇÃO DE ECTOMICORRIZAS EM MUDAS DE *Pinus  
caribaea* VAR. *hondurensis* PELOS FUNGOS *Pisolithus tinctorius* E  
*Thelephora terrestris***

**WAGNER BETTIOL**  
EMBRAPA/CNPDA  
13.820 - Jaguariúna - SP

**CELSO GARCIA AUER**  
FUNDAÇÃO DE ENSINO E TECNOLOGIA DE ALFENAS  
37.130 - Alfenas - MG

**TASSO LEO KRUGNER**  
ESALQ-USP, Departamento de Fitopatologia  
13.400 - Piracicaba - SP

**MARIA EMILIA M. PREZOTTO**  
ESALQ-USP, Departamento de Química  
13.400 - Piracicaba - SP

**ABSTRACT-** The effects of sewage sludge and pine needle mulch incorporated in the soil at the concentrations of 0, 2, 4, 6,8 and 10%(v/v) on the formation of ectomycorrhizae were studied by inoculating *Pinus caribaea* var. *hondurensis* with *Pisolithus tinctorius* and *Thelephora terrestris*. For substrates infested with *T. terrestris*, the sewage sludge and pine needle mulch did not affect significantly the formation of ectomycorrhizae, neither the seedling growth, evaluated by the dry matter total weight. There was, however, a tendency of the seedling growth to be greater when the organic matter concentration was increased. For substrates infested with *P. tinctorius*, sewage sludge, at all concentrations, caused inhibition on mycorrhizal formation. This inhibition increased with the concentration of the organic matter. The effect of pine needle mulch was also inhibitory, but only at the concentrations of 2 and 10%. The formation of ectomycorrhizae was inhibited more strongly by sewage sludge than by pine needle mulch. There was no effect of treatments on seedling growth. There were less ectomycorrhizae formed in the pine seedlings which were cultivated subsequently in the same substrates after the harvest of the first trial. It was also evaluated the surviving capacity of the fungi in the soil that was kept in the greenhouse without watering for approximately three months, after the harvest of the second trial. *Thelephora terrestris* was capable of infecting *P. caribaea* var. *hondurensis*, although in low incidence *Pisolithus tinctorius* infected only one seedling.

**RESUMO** - Foram estudados os efeitos de lodo de esgoto e de acículas de *Pinus* incorporados ao solo nas concentrações de 0, 2,4,6,8 e 10% (v/v) sobre a formação de ectomicorrizas em mudas de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, inoculadas artificialmente com *Pisolithus tinctorius* e *Thelephora terrestris*. Nos substratos infestados com *T.*

**terrestris**, o lodo de esgoto e as acículas de **Pinus** não afetaram significativamente a formação de micorrizas nem o crescimento das mudas, avaliado pelo peso de matéria seca total. No entanto, houve tendência do crescimento das mudas ser maior com o aumento na concentração de matéria orgânica. No ensaio onde os substratos foram infestados com **P. tinctorius** foi verificado que o lodo de esgoto inibiu a formação de micorrizas, em todas as concentrações testadas, acentuando-se a inibição com o aumento nas concentrações. Para acículas de **Pinus**, foi observada inibição somente às concentrações de 2 e 10%. A formação de micorrizas foi inibida mais acentuadamente por lodo de esgoto do que por acículas de **Pinus**. Não houve efeito no crescimento das mudas de **Pinus**. Houve queda na porcentagem de micorrizas formadas, quando se efetuou cultivo com **P. caribaea** var. **hondurensis** no mesmo substrato, logo em seguida a avaliação do primeiro cultivo. Após o segundo cultivo, foi avaliada a sobrevivência dos fungos, deixando-se o substrato sem hospedeiro e sem regas por aproximadamente 3 meses, e efetuada nova semeadura. Verificou-se baixa infecção por **T. terrestris** nas mudas e apenas uma muda com **P. tinctorius**.

## INTRODUÇÃO

Todos os representantes da família Pinacea são ectomicorrízicos (MEYER, 1973) e a ausência dos fungos micorrízicos é fator limitante no cultivo do gênero **Pinus** em vários locais do mundo onde é introduzido (BRISCOE, 1959).

Trabalhos de inoculação com fungos ectomicorrízicos em **Pinus** vêm sendo conduzidos principalmente com os fungos **Pisolithus tinctorius** e **Thelephora terrestris**, devido a grande capacidade de adaptação em condições adversas, facilidade de cultivo in vitro, grande capacidade reprodutiva, disseminação eficiente e grande eficiência na associação micorrízica (MARX, 1975; MARX & BRYAN, 1975; MARX, 1976 e KROGNER & TOMAZELLO, 1980).

Vários fatores podem afetar o desenvolvimento de micorrizas em mudas de **Pinus** inoculadas com os fungos micorrízicos, encontrando-se, entre outros, a matéria orgânica do substrato de cultivo (AUER e KRÜGNER, 1983; BERRY & MARX, 1976; BERRY & MARX, 1977; BETTIOL, 1984; RUEHLE, 1980). Também, para outras associações micorrízicas foi observada a influência da matéria orgânica (FASSI et alii, 1972 e BROWN & MYLAND, 1979) e Shemakhnova (1962) citado por SLANKIS (1974).

Este efeito depende em grande parte da fonte de matéria orgânica e do seu teor no substrato (BETTIOL, 1984 e BETTIOL & KRÜGNER, 1986). Esses autores, estudando o efeito de esterco de curral, acículas de **Pinus**, lodo de esgoto e torta de filtro na formação de ectomicorrizas por **P. tinctorius** e **T. terrestris** em mudas de **P. caribaea** var. **hondurensis**, verificaram que esterco de curral e acículas de **Pinus** na concentração de 10% não afetaram a formação de ectomicorrizas, nos sistemas testados. No entanto, às concentrações de 30 e 50% estas matérias orgânicas reduziram acentuadamente a simbiose. O lodo de esgoto em todas as concentrações testadas (10, 30 e 50%) diminuiu largamente a associação.

Como BETTIOL (1984) e BETTIOL & KRÜGNER (1986) relataram que as fontes de matéria orgânica testadas, em concentrações superiores a 10% afetaram negativamente o desenvolvimento micorrízico nas mudas de **Pinus**, o presente trabalho teve por objetivos:

a) estudar o efeito de lodo de esgoto e, de "litter" de acículas de **Pinus** em concentrações abaixo de 10%, na formação de micorrizas em mudas de **P. caribaea** var.

**hondurensis** pelos fungos **P. tinctorius** e **T. terrestris** e sobre o crescimento das mudas em dois cultivos sucessivos no mesmo substrato.

b) avaliar o efeito das matérias orgânicas utilizadas sobre a sobrevivência dos fungos micorrízicos no solo, na ausência do hospedeiro.

## MATERIAL E MÉTODOS

**Pisolithus tinctorius** (isolado n° 185) e **Thelephora terrestris** (isolado n° 201) da coleção do Instituto para Pesquisa e Desenvolvimento de Micorrizas, Athens, Georgia (EUA), foram colocados para crescimento durante 90 dias em frascos de 1 litro, contendo 700 ml de vermiculita do tamanho médio, 25 ml de esfagno seco em pó e 350 ml de solução nutritiva de Melin-Norkrans modificada (MMN) (MARX, 1969). O inóculo foi lavado em água corrente por 2-3 minutos, espremido e acondicionado em sacos plásticos para transporte até a casa-de-vegetação e infestação do solo.

As acículas de **Pinus** foram coletadas em povoamento de **Pinus caribaea** var. **hondurensis** com cerca de 25 anos de idade existente na Estação Experimental de Tupi - Instituto Florestal, no município de Piracicaba, SP. Para amostragem, foi retirada a camada superficial de acículas, coletando-se apenas o material em estágio mais avançado de decomposição. O lodo de esgoto foi obtido na Estação de Recuperação das Qualidades das águas de Vila Leopoldina, instalada no município de São Paulo, SP. Nesta estação o processo de tratamento é físico e biológico, consistindo basicamente de decantação, desarenação, digestão e centrifugação (BETTIOL et alii, 1983). A composição química aproximada do lodo de esgoto foi relatada por BETTIOL (1984). Esta matéria orgânica esteve armazenada por um ano antes de ser utilizada.

O solo empregado foi areia quartzosa com 0,18% de carbono, índice pH de 5,0 e os teores de fósforo ( $\text{PO}_4^{-3}$ ), potássio ( $\text{K}^+$ ), cálcio ( $\text{Ca}^{++}$ ), magnésio ( $\text{Mg}^{++}$ )<sup>4</sup>, Alumínio ( $\text{Al}^{+++}$ ) + Hidrogênio ( $\text{H}^+$ ) foram 0,03; 0,04; 0,16; 0,38 e 1,37 miliequivalentes/100 g de terra, respectivamente, homogeneizado com 0,2,4, 6,8 e 10% (v/v) de cada matéria orgânica, sendo acrescentados 0,6 g de fertilizantes na fórmula 5:30:30 para cada 1,5 litro da mistura solo-matéria orgânica. O substrato foi fumigado sob lençol de plástico com a formulação comercial de brometo de metila (98% de brometo de metila mais 2% de cloropicrina) na base de 40  $\text{cm}^3/\text{m}^2$ . Setenta e duas horas após a aplicação, o lençol de plástico foi removido para facilitar a aeração, permanecendo ao ar livre por mais 48 horas. Em seguida a mistura foi infestada com o inóculo, na proporção 1/10 (v/v) e transferida para vasos de barro com capacidade de 1,8 litros.

O delineamento experimental foi de blocos casualizados, num total de 4 blocos, no esquema fatorial 2x6, para cada fungo testado.

A semeadura foi realizada em 30/10/84 com sementes de **P. caribaea** var. **hondurensis**, procedentes de área de produção de sementes no município de Casa Branca, SP. Cada vaso recebeu 20 sementes, na profundidade de 1 cm, sendo deixadas apenas 5 plantas por vaso após a emergência. Em 07/01/85 foi efetuada adubação nitrogenada em cobertura com 0,22 g de uréia por vaso (diluídas em 50 ml de água).

Em 14/02/85, as mudas foram retiradas dos vasos para avaliação da formação de micorrizas. Esta foi feita com base na estimativa visual da porcentagem de raízes laterais curtas que se apresentavam como ectomicorrizas. Foi também determinado o peso da matéria seca das mudas para avaliação do seu crescimento.

Após a avaliação do primeiro experimento, os substratos foram retornados aos vasos correspondentes. Em 23/02/85 foi realizada nova semeadura, colocando-se 20 sementes por vaso, também procedentes de Casa Branca, SP. O delineamento experimental foi igual ao do primeiro experimento. Após a emergência das plântulas, foram mantidas 4 plantas por vaso.

Em 27/04/85 foi realizada uma adubação nitrogenada em cobertura, com 0,25 g de uréia por vaso (diluídos em 50 ml de água).

Seguindo o mesmo critério descrito para o primeiro experimento, foi realizada a avaliação em 28/06/85. O substrato foi novamente retornado aos vasos, para avaliação da sobrevivência dos fungos estudados. Para tanto, o substrato permaneceu até 01/10/85 exposto às condições da casa-de-vegetação, sem receber água até a realização da última semeadura feita no mesmo padrão dos experimentos anteriores. Em 20/12/85 foi avaliada a presença ou não de ectomicorizas nas mudas.

## RESULTADOS E DISCUSSOES

Lodo de esgoto e acículas de **Pinus** nas doses testadas não afetaram a formação de ectomicorizas, nem o desenvolvimento das mudas de **P. caribaea** var. **hondurensis** inoculadas artificialmente com o fungo **T. terrestris**. Em relação à quantidade de micorizas, as médias de tratamentos variaram de 28,13 a 49,50%, enquanto que para o desenvolvimento as médias de tratamentos variaram de 0,59 a 0,86g de matéria seca/planta.

A formação de micorizas pelo fungo **P. tinctorius** foi inibida pelas fontes de matéria orgânica, em todas as doses testadas, sendo diretamente proporcional ao teor de matéria orgânica no substrato (Tabela 1). Lodo de esgoto mostrou maior efeito inibitório que acículas de **Pinus**. Apesar da inibição na formação de micorizas, lodo de esgoto e acículas não afetaram o desenvolvimento das mudas. As médias de tratamentos variaram de 0,53 a 0,84g de matéria seca/planta.

A análise química dos substratos infestados com os fungos em estudo, antes da semeadura com **P. caribaea** var. **hondurensis**, mostrou a existência de um suprimento desequilibrado de nutrientes, juntamente com o aumento na disponibilidade de alguns elementos após a incorporação de acículas e principalmente de lodo de esgoto. Estes fatores podem explicar a inibição na formação de micorizas observada neste trabalho (ALLISON, 1973; MARONEK et alii, 1982 e MARX et alii, 1977). Pode ser ainda levantada a hipótese da presença de elementos inorgânicos tóxicos em níveis inibitórios (ENDERSON, 1960 e KENDRICK, 1962), da liberação de alguns produtos do metabolismo dos organismos do solo e de compostos da decomposição da matéria orgânica (DAVEY & DANIELSON, 1968).

BETTIOL (1984) e BETTIOL e KROGNER (1986) verificaram que o lodo de esgoto em concentrações de 10, 30 e 50% (v/v), influenciaram positivamente o desenvolvimento das mudas de **P. caribaea** var. **hondurensis** infectadas com **P. tinctorius**. No presente trabalho, mesmo observando-se uma tendência de maior desenvolvimento com aumento na concentração de lodo de esgoto, este não foi significativo, visto que nenhum tratamento que recebeu esta matéria orgânica diferiu da testemunha.

A avaliação do efeito residual do lodo de esgoto e acículas de **Pinus**, nas concentrações estudadas, sobre a formação de micorizas e o desenvolvimento das mudas, demonstrou que para o fungo **T. terrestris** houve redução na porcentagem total de micorizas quando comparados o primeiro com o segundo cultivo. Não houve diferença, no segundo ensaio, entre fontes e doses das matérias orgânicas testadas quanto à formação de

micorrizas e o crescimento das mudas. Em relação à quantidade de micorrizas, as médias de tratamentos variaram de 12,65 a 31,88%, enquanto que para o desenvolvimento as médias variaram de 0,40 a 0,74g de matéria seca/planta.

Para o fungo **P. tinctorius**, também houve uma redução no total de micorrizas para as duas fontes de matéria orgânica. A testemunha para acículas, sem incorporação de matéria orgânica, apresentou pequena redução no número de micorrizas, enquanto que nas demais concentrações houve acentuada redução (Tabela 2). Para a testemunha do lodo de esgoto esperava-se o mesmo efeito, porém houve uma acentuada redução na porcentagem de micorrizas. Esta redução também ocorreu com 2, 4 e 6%. Com 8 e 10% houve relativo aumento no número de micorrizas, quando comparado com O primeiro cultivo (Tabela 2). O desenvolvimento das mudas, neste segundo cultivo, foi semelhante para todos os tratamentos (Tabela 3). A redução geral na formação de ectomicorrizas observado do primeiro para o segundo cultivo pode ter sido motivada pela falta de capacidade saprofítica dos simbiontes e competição com outros microrganismos do solo.

Esses resultados demonstram que o reaproveitamento do substrato, artificialmente infestados com **P. tinctorius** e **T. terrestris** para produção de novas mudas fica comprometido pela baixa formação de micorrizas apresentada.

No estudo para avaliar a sobrevivência no solo, não houve boa germinação das sementes utilizadas e assim várias parcelas foram perdidas. Os tratamentos com lodo de esgoto não apresentaram formação de micorrizas tanto com **P. tinctorius**, como com **T. terrestris**. Por outro lado, os tratamentos com acículas mostraram a ocorrência de **T. terrestris** em todas as plantas examinadas e de somente uma planta com **P. tinctorius**. Os resultados apresentados mostram pois uma maior capacidade de sobrevivência de **T. terrestris** em relação a **P. tinctorius**.

**Tabela 1 - Efeito da concentração de lodo de esgoto e de acículas de Pinus na formação de micorrizas (%) por Pisolithus tinctorius em mudas de Pinus caribaea var. hondurensis (1º cultivo)<sup>1</sup>. Piracicaba/SP, 1986.**

Fonte de matéria orgânica	Concentração (%)						Médias
	0	2	4	6	8	10	
Lodo de esgoto	A	B	B	B	B	B	15,24 A
	48,25 ab	14,75 def	17,55 cdef	4,05 ef	3,10 f	3,73 f	
Acículas de <b>Pinus</b>	x	x	y	y	y	y	36,83B
	56,50 a	26,50 bcd	42,00 abc	31,75 abcd	39,00 abcd	25,25 bcde	
Médias	x	x	x	x	x	x	52,38 X
	20,63 YZ	29,78 Y	17,90 YZ	21,05 YZ	14,49 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  $\text{arc. sen. } \sqrt{\frac{p}{100} + 0,5}$ . Os valores são médias de 4 repetições.

**Tabela 2 - Efeito de concentrações de lodo de esgoto e de acículas de Pinus na formação de micorrizas (%) por Pisolithus tinctorius em mudas de Pinus caribaea var. hondurensis (2º cultivo)<sup>1</sup>. Piracicaba/SP 1986.**

Fonte de matéria orgânica	Concentração (%)						Médias
	0	2	4	6	8	10	
Lodo de esgoto	AB 11,00 ab y	AB 7,06 b x	AB 5,73 b x	B 0,31 b y	A 19,25 ab x	AB 10,62 ab x	9,00 B
Acículas de Pinus	A 44,63 a x	B 12,15 ab x	AB 16,54 ab x	AB 16,09 ab x	AB 15,63 ab x	B 13,75 ab x	19,80 A
Médias	27,82 X	9,61 X	11,14 X	8,20 X	17,44 X	12,19 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 sob as mesmas não diferem estatisticamente entre si (TUKEY 5%). Para análise estatística, os dados foram transformados em arc. sen.  $\sqrt{\frac{p}{100} + 0,5}$ . Os valores são médias de 4 repetições.

**Tabela 3. Efeito de concentração de lodo de esgoto e de acículas de Pingu sobre o peso total da matéria seca/planta(g) de mudas de Pinus caribaea var. hondurensis inoculadas artificialmente com Pisolithus tinctorius (2º cultivo)<sup>1</sup>. Piracicaba/SP 1986.**

Fonte de matéria orgânica	Concentração (%)						Médias
	0	2	4	6	8	10	
Lodo de esgoto	Ab B 0,67 ab x	Ab B 0,63 ab x	B 0,40 b x	B 0,46 b x	B 0,49 ab y	A 0,84 a x	0,58 A
Acículas de Pinus	AB 0,56 ab x	AB 0,61 ab x	AB 0,50 ab x	B 0,37 b x	A 0,73 ab x	AB 0,54 ab y	0,55 A
Médias	0,62 XY	0,62 XY	0,45 y	0,42 y	0,61 XY	0,69 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  $\sqrt{x+0,5}$ . Os valores são médias de 4 repetições.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLISON, F.E. **Soil organic matter and its role in crop production**. London, Elsevier Scientific Publishing Company, 1973. 637p.

- AUER, C.G. & KRUGNER, T.L. Efeito da incorporação de acículas de *Pinus* em decomposição e do tipo de inóculo vegetativo de ***Pisolithus tinctorius*** (Pers) Coker e Couch. na formação de micorrizas em mudas de ***Pinus oocarpa*** Schiede. In: Congresso Brasileiro de Iniciação Científica em Ciências Agrárias, 3, Florianópolis, 1983, **Anais**, p.127.
- BERRY, C.R. & MARX, D.H. Sewage sludge and ***Pisolithus tinctorius*** ectomycorrhizas: Their effect on growth of pine seedlings. **Forest Science**, Washington, **22**(3): 351-8, set.1976.
- BERRY, C.R. & MARX, D.H. Growth of loblolly pine seedlings in strip mined kaolin spoil as influenced by sewage sludge. **Journal Environmental Quality**, Madison, 6: 379-81, 1977.
- BETTIOL, W. 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. Piracicaba. 1984.79p. (Tese-Mestrado-ESALQ).
- BETTIOL, W. & KRUGNER, T.L. Influência de algumas fontes de matéria orgânica na formação de ectomicorrizas em mudas de ***Pinus caribaea*** var. ***hondurensis*** pelos fungos ***Pisolithus tinctorius*** e ***Thelephora terrestris***. Pesquisa Agropécuaária 'Brasileira, Brasília 21: 619-24, 1986.
- BETTIOL, W.; CARVALHO, P.C.T. & FRANCO, B.J.D.C. Utilização do lodo de esgoto como fertilizante. **O solo**, Piracicaba, **75**(1): 44-54, 1983.
- BRISCOE, C.B. Early results of mycorrhizal inoculation of pine in Puerto Rico. **Caribbean forester**, Rio Piedras, 20: 73-7, 1959.
- BROWN, G. & MYLAND, T. Addition of organic matter to a nursery soil. **Tree Planter's Notes**, Washington, **30**(1): 14-5, 1979.
- DAVEY, C.B. & DANIELSON, R.M. Soil chemical factors and biological activity. **Phytopathology**, St. Paul, **58**: 900-8, 1968.
- FASSI, B.; JODICE, R. & VAN DER PRIESSCHE, R. Matière organique et mycorrhizes dans le développement des semis de "***Pinus strobus***". **Allionia**. Torino, 18: 13-22, 1972.
- HENDERSON, M. The influence of trace element on the metabolism of aromatic compounds by soil fungi. **Journal General of Microbiology**, London, 23: 307-13, 1960.
- KENDRICK, W.B. Soil fungi of a copper swamp. **Canadian Journal of Microbiology**, Ottawa, 8: 639-47, 1962.

- KRUGNER, T.L. & TOMAZELLO FILHO, M. 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, 1980.
- MARONEK, D.M.; HENDRIX, J.W. & CORNELIUS, P.L. Slow release fertilizers optimize mycorrhizal development in container grown pine seedlings inoculated with *Pisolithus tinctorius*. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, St. Joseph, 107: 1104-10, 1982.
- MARX, D.H. The influence of ectotrophic micorrhizal fungi on the resistance of pine roots to pathogenic infections. I. Antagonism of mycorrhizal fungi and soil bacteria. **Phytopathology**, St.Paul, **59**: 153-63, 1969.
- MARX, O.H. Mycorrhizae and establishment of trees on strip-mined land. **The Ohio Journal of Science**, Columbus,75: 289-297, 1975.
- MARX, O.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. p:47-65.
- MARX, O.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**(3): 245-54, set. 1975.
- MARX, D.H.; HATCH, A.B. & MENDICINO, J.F. High soil fertility decreases sucrose content and susceptibility of loblolly pine roots to ectomycorrhizal infection by **Pisolithus tinctorius**. **Canadian Journal of Botany**, Ottawa, **55**: 1569-74, 1977.
- MEYER, F.H. Distribution of ectomycorrhizae in native and man-made forest. In: MARKS, G.C. & KOZLOWSKI, T.T. **Ectmycorrhizae**: their ecology and physiology. New York. Academic Press. 1973. p.79-105.
- RUEHLE, J.L. Growth of containerized loblolly pine with specific ectomycorrhizae after 2 years on an amended borrow pit. **Reclamation Review**, New York,3: 95-101, 1980.
- SLANKIS, V. Soil factors influencing formation of mycorrhizae. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, **12**: 437-57, 1974.