

ASSOCIAÇÃO ECTOMICORRÍZICA ENTRE *Suillus luteus* (L. ex. FR.) S. F. Gray
E *Pinus elliottii* Engelman var. *elliottii**

Nilse Kasue Shimura YOKOMIZO**
Eliana RODRIGUES***

RESUMO

Identificou-se o basidiomiceto *Suillus luteus* (L. ex. Fr.) S. F. Gray como simbiote micorrízico no sistema radicular de *Pinus elliottii* Engelman var. *elliottii*, localizado em Campos do Jordão, SP. As micorrizas são tipicamente ectotróficas, apresentando morfologia bifurcada nos estádios jovens e tuberculada na maturidade. Caracterizam-se por apresentar um manto que varia de 3,59 a 33,66 µm de espessura, inclusive no tipo tuberculado, onde encontram-se até 11 ápices de raízes reunidos num único tubérculo. A rede de Hartig permeia-se por uma camada de até três células epidérmicas, com penetração do micélio no espaço intercelular de 0,29 - 0,76 µm. Obtidos em meio de cultura Modified Melin Norkrans (MMN), os isolados de micorriza e de basidiomas apresentaram as mesmas características culturais. Síntese de micorrizas em condições axênicas, a partir de isolados de micorrizas e de basidiomas, apresentaram ectomicorrizas bifurcadas, comprovando o caráter micorrízico de *Suillus luteus* em *Pinus elliottii* var. *elliottii*.

Palavras-chave: ectomicorriza; micorriza; *Pinus elliottii* var. *elliottii*; *Suillus luteus*.

1 INTRODUÇÃO

A micorriza é a simbiose entre as raízes de plantas com fungos que, reciprocamente intercambiam água e nutrientes do solo, beneficiando ambas as partes. Trata-se de fenômeno freqüente em todos os ecossistemas naturais (SÖDERSTRÖM, 1992), sendo que as espécies que não estabelecem este tipo de associação na natureza são exceções. Em espécies de *Pinus*, a simbiose micorrízica é de vital importância, uma vez que estas não sobrevivem sem a presença do fungo micorrízico. Este fato foi observado por ocasião das primeiras

ABSTRACT

The basidiomycete *Suillus luteus* (L. ex. Fr.) Gray was identified as mycorrhizal symbiont in *Pinus elliottii* Engelm. var. *elliottii* root system. The mycorrhizae were typically ectotrophic, with branched morphology in the early stages and tuberculate at maturity. The ectomycorrhizae had a hyphal mantle 3.59 - 33.66 µm thick as long as in the tuberculate type, in which were found up to eleven root tips inside one tubercule. The Hartig net penetrated the outer three epidermal cells with mycelial penetration in the intercellular space of 0.29 - 0.76 µm. *In vitro* isolates obtained in Modified Melin Norkrans (MMN) from basidiocarps and mycorrhizae presented the same cultural characteristics. Mycorrhizae were axenically synthesized by inoculation of these isolates in *Pinus elliottii* var. *elliottii* in aseptic conditions.

Key words: ectomycorrhizae; mycorrhizae; *Pinus elliottii* var. *elliottii*; *Suillus luteus*.

experiências com espécies coníferas, que invariavelmente falhavam ou apresentavam desenvolvimento insatisfatório, até o momento em que se introduzia um fungo micorrízico adequado (MIKOLA, 1980). Esta dependência, que relaciona a presença de micorrizas ao bom desempenho das árvores, é resultante dos efeitos da simbiose como: maior capacidade de absorção de água e nutrientes como nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio entre outros; maior capacidade no desdobramento de complexos minerais e de substâncias orgânicas, pelos fungos micorrízicos, que os transferem para as árvores; melhor desempenho da planta na resistência a extremos de acidez,

(*) Convênio FINEP/SAF/IF nº 54.85.0087.01. Parte da Dissertação de Mestrado do segundo autor, apresentada em 05/04/95 ao Instituto de Biociências - UNESP, Campus de Rio Claro e aceito para publicação em maio de 1998.

(**) Instituto Florestal, Caixa Postal 1322, 01059-970, São Paulo, SP, Brasil.

(***) Pós-Graduanda do Instituto de Biociências - UNESP, Campus de Rio Claro, Av. 24-A, nº 1515, Caixa Postal 199, 13506-900, Rio Claro, SP, Brasil.

temperatura e ataque de patógenos; maior tolerância à poluição; aumento na taxa de sobrevivência após transplante e indução à longevidade das raízes. A simbiose micorrízica oferece ainda outros benefícios, como o aumento da agregação do solo através do micélio extra-matricial e o aumento da diversidade das plantas, que potencializam seu uso em programas de recuperação de áreas degradadas e controle de erosão (HARLEY, 1991 e DODD & THOMSOM, 1994).

Em solos de florestas, observa-se a ocorrência de basidiomas de fungos, cujo micélio, em geral, estabelece a associação simbiótica com o sistema radicular das árvores. Assim, a ocorrência freqüente e sistemática desses basidiomas em determinada área, pode indicar a existência de associações micorrízicas. É o que ocorre com basidiomas com aparência de *Suillus*, de alta freqüência em talhões de *Pinus* do sudeste brasileiro. Além disso, o sistema radicular das espécies de *Pinus* apresenta formações com aspecto de ectomicorrizas. Estes fatores indicam a existência de uma associação entre o sistema radicular de *Pinus* e o micélio vegetativo de *Suillus*.

Baseado nessas considerações, o presente trabalho objetivou a identificação do gênero *Suillus* associado em plantio de *Pinus elliottii* var. *elliottii*, comprovar a simbiose entre ambas, e descrever as características morfológicas e anatômicas da micorriza associada.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Basidiomas

Basidiomas com características do gênero *Suillus*, e micorrizas associadas foram coletados em uma área de amostragem constituída de 740 m², de um talhão de *Pinus elliottii* Engelman var. *elliottii*, com 32 anos de idade, no Parque Estadual de Campos do Jordão, Campos do Jordão, SP, latitude 22°44', longitude 45°34'W e altitude de 1630 m. As coletas foram realizadas mensalmente, durante o período de julho de 1985 a dezembro de 1986, contando-se todos os basidiomas encontrados na área de amostragem.

O isolamento do fungo foi realizado transferindo-se fragmentos do contexto para tubos

de ensaio contendo meio agarizado Modified Melin Norkrans - MMN (MARX, 1969) e incubados em estufa à 25°C ± 2°C, em ausência de luz.

Exemplares destinados à identificação foram embalados e acondicionados em caixas plásticas com sílica gel. Empregou-se as metodologias recomendadas por LARGENT (1977) e LARGENT *et al.* (1977), para características macroscópicas e microscópicas, respectivamente, e por PEGLER (1977).

2.2 Micorrizas

Da mesma área de coleta dos basidiomas, coletou-se as micorrizas. Em laboratório, foram selecionadas e lavadas sucessivamente em água destilada. Exemplares destinados às descrições morfológica e anatômica (INGLEBY *et al.*, 1990 e AGERER, 1991) foram preservados em FAA (WILCOX, 1982).

Dez amostras de micorrizas de cada coleta foram destinadas à determinação das características culturais, sendo submetidas ao processo de isolamento em meio de cultura (MARX & BRYAN, 1975) e incubadas à 25° ± 2°C, em ausência de luz.

2.3 Síntese de Micorriza

Para a confirmação do caráter micorrízico das culturas originadas tanto dos basidiomas como das micorrizas, utilizou-se o aparato para síntese de micorrizas de KASUYA (1988). A incubação foi realizada em regime de fotoperíodo diário de 12 horas de luz de lâmpada fluorescente, em temperatura de 25° ± 2°C.

3 RESULTADOS

3.1 Basidiomas

O comportamento e as características dos basidiomas associados à *P. elliottii* var. *elliottii* correspondem à *Suillus luteus* (L. ex. Fr.) S. F. Gray (PEGLER, 1977). No período de julho de 1985 a dezembro de 1986, em que a área de coleta de 740 m² foi mensalmente vistoriada, detectou-se uma flutuação na freqüência de ocorrência de basidiomas de *Suillus luteus* (TABELA 1).

YOKOMIZO, N. K. S. & RODRIGUES, E. Associação ectomicorrizica entre *Suillus luteus* (L. ex. Fr.) S. F. Gray e *Pinus elliottii* Engelman var. *elliottii*.

TABELA 1 - Ocorrência de basidiomas (em unidades) de *Suillus luteus* no período de julho/85 a dez./86 em área de 740 m², situado em talhão de *Pinus elliottii* var. *elliottii*, em Campos do Jordão, SP. O asterisco (*) indica a presença de basidiomas fora da área demarcada.

Ano	1985						1986											
	jul.	ago.	set.	out.	nov.	dez.	jan.	fev.	mar.	abr.	maio	jun.	jul.	ago.	set.	out.	nov.	dez.
Basidiomas (em unidades)	0	3	2	0	0	0	*	*	1	*	2	*	*	0	*	0	3	*

S. luteus não apresentou sazonalidade e possuía hábito solitário, ocorrendo junto às acículas derramadas no talhão de *P. elliottii* var. *elliottii*, tanto em plena luz como em locais sombreados. Os rizóides eram pouco desenvolvidos e apresentavam pouca resistência ao ato da coleta. Os prolongamentos dos rizóides eram constituídos de rizomorfias, de coloração amarela, diâmetro variando de 14,38 a 45,90 µm. Constituíam-se de um feixe de hifas com diâmetro variando de 2,37 a 3,79 µm. Apresentava nas hifas externas massa de pigmentos típicas do gênero *Suillus* (PALM & STEWART, 1984). Estas rizomorfias formavam a trama de hifas que se disseminavam pelo solo, conectando-se às raízes do hospedeiro.

O basidioma apresentava estipe central em forma de garrafa, fibrosa, internamente oca, com coloração branca a levemente amarela, correspondente à prancha 9 B/1 da carta de cores de MAERZ & PAUL (1950). O véu anular apresentava coloração branca quando jovem, caindo facilmente após a ruptura e exposição do himênio. O pileo era convexo, de coloração marrom, correspondente à prancha 6 D/11 e apresentava na superfície externa superior secreção viscosa e brilhante. O contexto era carnoso e apresentava na superfície inferior himênio tubular, de coloração amarela correspondente à prancha 11 H/5, onde eram produzidos os esporos. A esporada apresentava coloração marrom, correspondente à prancha 11 I/7. Os esporos eram elipsóides e hialinos, com dimensões de 8-10 µm no maior diâmetro.

O isolamento de *Suillus luteus* a partir de fragmentos do contexto resultou em colônias com crescimento radial de 9 cm em 20 dias de incubação. Em placas de Petri, a colônia apresentava elevação convexa e aparência cotonosa.

Comparadas com a carta de cores de MAERZ & PAUL (1950), as culturas apresentavam diferentes tons de marrom, de acordo com seu desenvolvimento, sendo o estágio inicial correspondente à prancha 17 A/1 e o estágio maturo correspondente à prancha 12 A/12. Após 20 dias de incubação a colônia apresentava 3 faixas distintas de coloração marrom, dos bordos para o centro, correspondendo às cores 13 D/14, 13 E/15 e 16 A/18.

Após a identificação, amostras representativas de *Suillus luteus* foram depositadas no Herbário D. Bento Pickel do Instituto Florestal (SPSF) sob números 9664, 9746, 9980 e 10674.

3.2 Coleta e Isolamento de Micorrizas

As micorrizas associadas às raízes de *Pinus elliottii* var. *elliottii*, eram ectomicorrizas típicas, com morfologia do tipo nodular ou tuberculado, conforme terminologia adotada por ZAK (1973), onde encontravam-se até 11 ápices de raízes reunidos em um único tubérculo micorrízico. Os primórdios da micorriza eram quase arredondados, com leve depressão na região central superior, como início do processo de bifurcação. Em estágio mais desenvolvido passavam a apresentar ramificação mais alongada, com comprimento variando de 0,47 a 0,53 mm contados a partir do ponto de bifurcação. Posteriormente formavam massa de hifas que se avolumava resultando na formação do nódulo ou tubérculo, cujo diâmetro maior era de 1,3 mm. Anatomicamente apresentava o manto de hifas circundando a superfície da raiz, com penetração intercelular das hifas formando a rede de Hartig, caracterizando típica ectomicorriza. A primeira camada do manto era constituída por uma trama micelial do tipo prosênquima (AGERER, 1991), onde

as hifas apresentam massa de pigmentos típicas do gênero *Suillus* (PALM & STEWART, 1984). Uma segunda camada diferencial foi observada, com micélio em arranjo sinenquimatoso, onde a maioria das hifas localizavam paralelamente no mesmo sentido do comprimento da raiz. O manto, incluindo prosênquima e sinênquima, apresentavam espessura que variava de 3,59 μm a 33,66 μm , (média de 18,46 μm). Na rede de Hartig o micélio percorria intercelularmente um espaço de 2 a 5 camadas de células da epiderme, percorrendo raio que variava de 10,55 a 20,85 μm entre o manto e o córtex da raiz (média de 14,55 μm). O espaço intercelular era ocupado por um feixe de 2 a 3 hifas, apresentando espessura que variava de 0,29 μm a 0,76 μm (média de 0,53 μm) que penetravam, entrelaçadas entre si, até o córtex radicular.

As rizomorfas associadas às micorrizas apresentavam as mesmas características das rizomorfas associadas aos basidiomas, possuindo cor amarela constituídas por feixe de hifas com espessura de 7,07 μm de diâmetro.

O isolamento do fungo a partir das micorrizas resultou na recuperação de *Suillus luteus* em cerca de 90% das culturas realizadas. As características culturais apresentadas pelo isolado das micorrizas foram exatamente iguais às das culturas provenientes de isolamento a partir de basidiomas, conforme descritas no item 4.1.

3.3 Síntese de Micorrizas

Ambos os isolados, obtidos a partir de basidiomas e de micorrizas, após 2 meses de incubação junto às plântulas, induziram a formação de ectomicorrizas em plântulas de *P. elliottii* var. *elliottii*.

Sintetizadas *in vitro*, as ectomicorrizas apresentaram a mesma coloração, forma e anatomia dos primórdios das micorrizas coletadas em campo. Inicialmente apresentaram estrutura bifurcada que se desenvolveu para forma coralóide, apresentando a forma nodular tuberculada encontrada em condições naturais.

4 DISCUSSÃO

As culturas obtidas de basidiomas e de micorrizas de *Suillus luteus*, coletado em talhões de

Pinus elliottii var. *elliottii*, no Parque Estadual de Campos do Jordão, apresentaram as mesmas características. Este fato permite a identificação do fungo simbionte associado às raízes de *Pinus elliottii* var. *elliottii*, como sendo *Suillus luteus*, pois, segundo ZAK (1973), a obtenção desta semelhança de características culturais é suficiente para a identificação do fungo simbionte. Além disso, a síntese de micorriza *in vitro* vem confirmar a simbiose entre ambos.

A ectomicorriza resultante da simbiose complementa as informações de BONONI *et al.* (1984), que também em Campos do Jordão, SP, registraram a ocorrência de *S. luteus*, restringindo-se, no entanto, ao levantamento micológico, não comprovando a capacidade de micorrização simbiótica da espécie. Segundo esses autores, *S. luteus* foi provavelmente introduzido na região, associado às coníferas lá introduzidas.

Os inúmeros registros constantes na literatura mundial sobre a associação *Pinus/Suillus* e as observações de KRUGNER & TOMAZELLO FILHO (1981), CARVALHO (1984) e VIEIRA & PERES (1990) nas condições brasileiras revelam a capacidade de *Suillus* em associar-se à diversas espécies de *Pinus*, sendo este um requisito favorável para torná-lo candidato potencial para estudo como inoculante destinado a múltiplos hospedeiros.

Para esta finalidade, entre outras, há necessidade de estudos complementares com respeito à função de *S. luteus* e sua atividade na sucessão ecológica no decorrer do desenvolvimento do hospedeiro. Considerando que estes dados se referem a um talhão de *P. elliottii* var. *elliottii* com 32 anos de idade, pode-se inferir que *S. luteus* é fungo associado a estádios tardios para o hospedeiro em questão. Entretanto LAMB & RICHARDS (1970), na Austrália, citaram a associação de *Suillus granulatus* com *Pinus radiata* e *Pinus elliottii* var. *elliottii*, a partir de isolamento direto das micorrizas de plantios estabelecidos, com idade entre 2 e 40 anos. LAMB (1979), na Austrália, observou a associação entre *Suillus luteus* e *Pinus radiata* e *Suillus granulatus* e *Pinus elliottii* var. *elliottii*, também através do isolamento de fungos micorrízicos diretamente de raízes coletadas em campo. LAST *et al.* (1992) observaram a ocorrência de *Suillus* como micorrízico em condições de campo para *Pinus radiata* e *Suillus bovinus* em

Pinus sylvestris restritas a intervalo de idade entre 5 a 10 anos. Muito embora neste trabalho as ectomicorrizas tenham sido observadas também em plântulas, as condições foram totalmente artificiais, *in vitro*, restritas a ambiente livre de competição, com todos os fatores ambientais favorecendo a simbiose, não podendo portanto, ser transportadas para condições de campo. São informações que necessitam ser estudadas para determinar se esta associação apresenta especificidade para estádios juvenis, tardios ou outra etapa do desenvolvimento de *P. elliottii* var. *elliottii* (DEACON & DONALDSON, 1983).

A inexistência de relação direta entre a ocorrência de basidiomas na superfície e a micorriza presente nas raízes (GARDES & BRUNS 1993), pode ser comprovada no presente trabalho, onde micorrizas tuberculadas eram facilmente observadas pelo talhão de *P. elliottii* var. *elliottii* independentemente da presença ou não de basidiomas de *Suillus luteus*. A morfologia mais facilmente detectada nas condições do presente trabalho, do tipo nodular tuberculada não é inédita, tendo sido observada por KELLER (1992), em *Pinus cembra* (L.) associada à *Suillus plorans* (Roll.) Sing. Este tipo nodular tuberculado favorece a recuperação do *S. luteus* em meio de cultura. O adensamento de micélio no tubérculo, formado pela coalescência dos mantos de várias micorrizas, forma barreira física que impede a invasão de outros microrganismos, facilitando ainda o processo de esterilização superficial, mantendo viável o micélio contido no interior. Esta característica explica a facilidade de recuperação de *Suillus* em meio de cultura, se comparada às tentativas usuais de recuperação de fungos a partir das ectomicorrizas.

As micorrizas obtidas *in vitro* apresentaram morfologia do tipo coralóide, diferente das coletadas em condições naturais, que apresentavam morfologia nodular tuberculada. Contudo, os primórdios das micorrizas coletadas em condições naturais possuíam morfologia do tipo coralóide. Este resultado permite inferir sobre a existência de várias fases na formação dos diferentes tipos micorrizicos obtidos a partir de um mesmo isolado. Desta forma, presume-se que *Suillus luteus* apresenta morfologia bifurcada simples na fase inicial da associação micorrizica, evoluindo para o tipo coralóide, no qual

a proximidade das micorrizas induz à coalescência, formando micorrizas nodulares-tuberculadas, como as observadas em condições naturais.

As informações disponíveis sobre *Suillus* e os resultados obtidos neste trabalho permitem incluí-lo no rol de fungos potencialmente aptos a serem utilizados em estudos sobre desenvolvimento de programas de produção de inoculantes silviculturais, pois pode-se considerar que *Suillus luteus* atendeu aos requisitos citados por MARX & KENNEY (1982) de possuir vasta gama de hospedeiros e apresentar fácil propagação, pois apresentou crescimento sem exigência de meios de cultura sofisticados. Também o requisito citado por KASUYA & MUCHOVEJ (1989), de possuir habilidade em formar micorrizas, foi atendido.

5 CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos no presente trabalho, concluiu-se que:

- os basidiocarpos encontrados em talhões de 32 anos de idade de *Pinus elliottii* Engelm var. *elliottii*, na região de Campos do Jordão, bem como o fungo micorrizico associado ao sistema radicular desta espécie, tratam-se de *Suillus luteus* (L. ex. Fr.) Gray;
- a simbiose micorrizica entre *Suillus luteus* e *P. elliottii* var. *elliottii* em condições naturais resulta em ectomicorrizas de tipo morfológico bifurcado a tubercular nodulado, e
- a simbiose micorrizica entre *Suillus luteus* e *P. elliottii* var. *elliottii* sintetizadas *in vitro* resulta em ectomicorrizas de tipo morfológico bifurcado.

6 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, à Fundação para a Produção e a Conservação Florestal do Estado de São Paulo e às senhoras Antonia Aparecida Jaime Palhares, bióloga Christina Arslanian e à Professora Doutora Lilian Isolde Thomasini Casagrande pela colaboração prestada na realização deste trabalho.

KRUGNER, T. L. & TOMAZELLO FILHO, M.

- YOKOMIZO, N. K. S. & RODRIGUES, E. Associação ectomicorrizica entre *Suillus luteus* (L. ex. Fr.) S. F. Gray e *Pinus elliottii* Engelman var. *elliottii*.
- AGERER, R. 1991. Characterization of ectomycorrhiza. In: NORRIS, J. R.; READ, D. J. & VARMA, A. K. (eds.) *Methods in Microbiology*. London, Academic Press. v. 23. p. 25-73.
- BONONI, V. L. et al. 1984. Agaricales (Basidiomycetes) do Parque Estadual de Campos do Jordão, SP, Brasil. *Rickia*, São Paulo, (11):85-89.
- CARVALHO, E. M. S. 1984. *Caracterização e classificação de ectomicorrizas de Pinus spp encontradas em duas florestas de Minas Gerais*. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa. 52p. (Dissertação de Mestrado)
- DEACON, J. W.; DONALDSON, S. J. & LAST, F. T. 1983. Sequences and interactions of mycorrhizal fungi on birch. *Plant and Soil*, Dordrecht, 71:257-262.
- DODD, J. C. & THOMSON, B. D. 1994. The screening and selection of inoculant arbuscular-mycorrhizal and ectomycorrhizal fungi. *Plant and Soil*, Dordrecht, 159(1):149-158.
- GARDES, M. & BRUNS, T. D. 1993. The mycorrhizal guild structure of bishop pine forest in California. In: PETERSON, L. & SCHELKLE, M. (eds.) *Proceedings of the Ninth NACON...* Guelph, University of Guelph. p: 105.
- HARLEY, J. L. 1991. Introduction: the state of art. In: NORRIS, J. R.; READ, D. J. & VARMA, A. K. *Methods in Microbiology*. London, Academic Press. v. 23. p. 1-23.
- INGLEBY, K. et al. 1991. *Identification of ectomycorrhizas*. London, HMSO, Institute of Terrestrial Ecology. 112p. (ITE Research Publication, 5)
- KASUYA, M. C. M. 1988. *Seleção de fungos ectomicorrizicos para utilização em programas de micorrização controlada em Pinus: estudos ecológicos e fisiológicos em síntese "in vitro"*. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa. 61p. (Dissertação de Mestrado)
- _____. & MUCHOVEJ, R. M. C. 1989. Temperature effects on mycorrhizal formations of *Pinus caribaea* var. *hondurensis*. *South African Forestry Journal*, Pretoria, 151:32-35.
- KELLER, G. 1992. Isozymes in isolates of *Suillus* species from *Pinus cembra* L. *The New Phytologist*, London, 120:351-358.
- PEGLER, D. N. 1977. *A preliminary agaric flora* 1981. *Ocorrência de micorrizas em espécies de Pinus e identificação dos fungos associados*. Piracicaba, IPEF. 8p. (Circular Técnica, 139)
- LAMB, R. J. 1979. Factors responsible for the distribution of mycorrhizal fungi of *Pinus* in Eastern Australia. *Australian Forestry Research*, Camberra, 9:25-34.
- _____. & RICHARDS, B. N. 1970. Some mycorrhizal fungi in Australia. *Transactions of the British Mycological Research*, Cambridge, 54(3):371-378.
- LARGENT, D. L. 1977. *How to identify mushrooms to genus I: macroscopic features*. Edinburgh, Mad River Press. 85p.
- _____.; JOHNSON, D. & WATLING, R. (consultant) 1977. *How to identify mushrooms to genus III: microscopic features*. Edinburgh, Mad River Press. 148p.
- LAST, F. T. et al. 1992. Sequences of sheathing. In: READ, D. J.; LEWIS, D. H. & ALEXANDER, I. J. (eds) *Mycorrhizas in ecosystems*. Wallingford, C.A.B. International. p. 214-219.
- MAERZ, A. & PAUL, M. R. 1950. *A dictionary of color*. New York, McGraw-Hill. 208p.
- MARX, D. H. 1969. The influence of ectotrophic mycorrhizal fungi on the resistance of pine roots to pathogenic infections: 1. Antagonism of mycorrhizal fungi to root pathogenic fungi and soil bacteria. *Phytopathology*, St. Paul, 59:153-163.
- _____. & BRYAN, W. C. 1975. Growth and ectomycorrhizal development of loblolly pine in fumigated soils infected with the fungal symbiont *Pisolithus tinctorius*. *Forest Science*, Washington, 21:245-254.
- _____. & KENNEY, D. S. 1982. Production of ectomycorrhizal fungus inoculum. In: SCHENCK, N. C. (ed.) *Methods and principles of mycorrhizal research*. St. Paul, The American Phytopathological Society. p. 131-146.
- MIKOLA, P. 1980. Mycorrhiza across the frontiers. In: MIKOLA, P. (ed.) *Tropical Mycorrhizal Research*. Oxford, Clarendon Press. p. 3-10.
- PALM, M. E. & STEWART, E. L. 1984. In vitro synthesis of mycorrhizae between presumed specific and non-specific *Pinus* + *Suillus* combinations. *Mycologia*, New York, 76(4):579-600.

YOKOMIZO, N. K. S. & RODRIGUES, E. Associação ectomicorrizica entre *Suillus luteus* (L. ex. Fr.) S. F. Gray e *Pinus elliottii* Engelman var. *elliottii*.

of East Africa. Kew Surrey, HMSO. 615p.
(Kew Bulletin Additional Series, 6)

SÖDERSTRÖM, B. 1992. The ecological potential of the ectomycorrhizal mycelium. In: READ, D. J. et al. (eds.) *Mycorrhizas in ecosystems*. Cambridge, C.A.B. International. p. 77-83.

VIEIRA, R. F. & PERES, J. R. R. 1990. Fungos ectomicorrízicos para *Pinus* spp. cultivados em solo sob vegetação de cerrado. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, 14:33-39.

WILCOX, H. E. 1982. Morphology and development of ecto and ectendomycorrhizae. In: SCHENCK, N. C. (ed.) *Methods and principles of mycorrhiza research*. St. Paul, The American Phytopathological Society. p. 103-113.

ZAK, B. 1973. Classification of ectomycorrhizae. In: MARKS, G. C. & KOZLOWSK, T. T. (coord.) *Ectomycorrhizae - their ecology and physiology*. New York, Academic Press. p. 43-78.