

Ano 18, Vol. XVIII, Núm.1, jan-jun, 2025, pág. 535-545.

**FUNGOS ECTOMICORRÍZICOS ASSOCIADOS A ESPÉCIE *Eucalyptus dunnii*
COM RELAÇÃO AO SEU CRESCIMENTO NOS ÚLTIMOS ANOS (2001-2017):
UMA REVISÃO INTEGRATIVA**

**ECTOMYCORRHIZAL FUNGI ASSOCIATED WITH *Eucalyptus dunnii* SPECIES IN
RELATION TO ITS GROWTH OVER RECENT YEARS (2001-2017): AN
INTEGRATIVE REVIEW**

Flávio Filipe Barros Prestes
Laís Guastovara David
Felipe Sant'Anna Cavalcante
Renato Abreu Lima
Osvanda Silva de Moura

RESUMO

A maioria das plantas vasculares têm associação simbiótica mutualística com fungos micorrízicos, onde ocorre um melhor aproveitamento de água e nutrientes, as micorrizas podem ser encontradas em diversos habitats inclusive em áreas degradadas, o grupo de fungos micorrízicos faz parte de diversas famílias dos filos Ascomycota e Basidiomycota, assim formando um grupo polifilético. *Eucalyptus* sp. é um dos principais gêneros florestais cultivados no Brasil e dependem dessa simbiose para um melhor desenvolvimento, em especial o *Eucalyptus dunnii* quando inoculados, aumenta o comprimento radicular e produção de matéria seca. O objetivo desta pesquisa foi realizar um levantamento bibliográfico integrativo no período de 2001-2017, sobre a simbiose entre o *Eucalyptus dunnii* e fungos de solo ectomicorrízicos. Nesse trabalho foi realizado uma pesquisa de levantamento considerando nos trabalhos científicos algumas etapas como resumos, resultados, discussão e conclusão que tivessem relação com o tema, analisando, assim, trabalhos como artigos, livro e dissertações, além de usar palavras chaves como ectomicorrizas, *Eucalyptus dunnii*, utilizadas plataformas eletrônicas como Google Acadêmico e *Scientific Electronic Library Online* (SCIELO). Foram encontrados seis trabalhos com o tema proposto, desses, cinco deles realizados na região Sul do país e um no Sudeste, todos os trabalhos trouxeram a importância da especificidade da micorriza e o sucesso dessa simbiose quanto ao tema de produção de matéria seca. Apesar da escassez de trabalhos nessa área, todos os trabalhos apresentaram resultados positivos como, melhor crescimento e desenvolvimento das plantas quando apresentam essa interação dando melhor sobrevivência para o *Eucalyptus dunnii* mesmo em solos degradados.

Palavras-chave: *Eucalyptus dunnii*; Fungos; Ectomicorrízicos; Simbiose.

ABSTRACT

Most vascular plants have a mutualistic symbiotic association with mycorrhizal fungi, which improves water and nutrient utilization. Mycorrhizae can be found in various habitats, including degraded areas. The group of mycorrhizal fungi includes several families within the Ascomycota and Basidiomycota phyla, forming a polyphyletic group. *Eucalyptus* sp. is one of the main forest genera cultivated in Brazil and relies on this symbiosis for better development, particularly *Eucalyptus dunnii*. When inoculated, it shows increased root length, dry matter

production, and phosphorus absorption. This research aimed to conduct an integrative bibliographic review of studies from 2001 to 2017 on the mutualistic symbiosis between *Eucalyptus dunnii* and soil ectomycorrhizal fungi. To conduct this work, a survey research was performed, considering scientific papers and analyzing techniques, abstracts, results, discussions, and conclusions related to the proposed theme. This included reviewing articles, books, and dissertations, and using keywords such as ectomycorrhizae and *Eucalyptus dunnii*, electronic platforms such as Google Scholar and Scientific Electronic Library Online (SCIELO), were also utilized. Six studies addressing the proposed theme were found, five of which were conducted in the Southern region of the country and one in the Southeast. All studies emphasized the importance of mycorrhizal specificity and the success of this symbiosis in relation to dry matter production. Despite the scarcity of studies in this area, all had the same results were positive, showing better growth and development of plants exhibiting this interaction, providing better survival for *Eucalyptus dunnii* even in degraded soils.

Keywords: *Eucalyptus dunnii*; Fungi; Mycorrhizae; Symbiosis.

1. INTRODUÇÃO

Fungos do solo e a maioria das plantas vasculares têm uma associação simbiótica mutualística, as micorrizas, onde o fungo recebe os compostos orgânicos necessários para sua sobrevivência e seu crescimento, que são fornecidos pela planta. Esta por sua vez recebe auxílio do fungo através de suas estruturas, as hifas, na absorção dos nutrientes presentes no solo que possibilita maior sobrevivência e longevidade das plantas (Antoniolli; Kaminski, 1991; Smith; Read, 1997).

Com uma distribuição ampla, as micorrizas podem ser encontradas em diferentes habitats como em desertos, polos gelados e nas florestas tropicais úmidas (Sylvia, 1998). Essa simbiose mostrou-se importante quando ocorreu as primeiras tentativas de implantação de plantas fora do seu habitat natural e na dificuldade de se estabelecer em áreas com solo degradado onde não tinha a presença de fungos compatíveis com as plantas (Vozzo; Hacskeylo, 1971; Mikola, 1973). Essas interações são reguladas por mecanismos moleculares, tendo início no reconhecimento entre os simbioses e culminando no desenvolvimento da simbiose (Lambais, 1996).

Os fungos ectomicorrízicos são predominantes nas essências florestais, assim os fungos endomicorrízicos (arbusculares) tem uma menor diversidade nessas áreas (Tacon, 1987), o grupo de fungos micorrízicos faz parte de diversas famílias dentro dos filos Ascomycota e Basidiomycota, logo formam um grupo polifilético, esse grupo de fungos se desenvolvem nos espaços intercelulares do córtex e na raiz, sem que aconteça a penetração celular, esse grupo tem a capacidade de aumento da área de absorção radicular das plantas, promovendo melhor aproveitamento de água e alguns nutrientes como P, N e K. Além disso, proporciona uma maior resistência à acidez do solo, estresse hídrico e temperaturas mais elevadas, proporciona também

mais tolerância de substâncias tóxicas e patógenos do sistema radicular, isso contribui no crescimento e sobrevivência das plantas, mesmo nos solos degradados ou com poucos nutrientes (Sawyer, 2003; Smith; Read, 1997; Marx; Ruehle, 1988; Marx; Cordell, 1989).

O micélio dos fungos ectomicorrízicos tem mecanismos que aceleram a liberação dos nutrientes na solução do solo (intemperismo mineral) e também que faz o transporte dos nutrientes para o hospedeiro em solos florestais assim favorecendo o crescimento das plantas (Olsson, 2002; Arocena; Glowa, 2000). Além disso, é encontrado nas hifas e micélios dos fungos Cu, Mn, Mg, Ca, Fe e Zn em concentrações mais elevadas do que nos órgãos das plantas sem a micorrização, também é importante destacar que os fungos ectomicorrízicos possuem a habilidade de redução de toxicidade de íons de metais para as plantas (Smith, Read, 1977; Kong *et al.*, 2000).

Com isso, usar os fungos como inoculante trouxe inúmeras vantagens, como por exemplo: plantas com inoculante que se apresentam com maior percentual na colonização do micélio dos fungos têm maior taxa de sobrevivência quando comparadas às plantas não-inoculadas (Caldeira *et al.*, 1997; Caldeira *et al.*, 1999).

Usando a técnica de controle de micorrização que é baseada em uma relação mutualística (fungo-planta), que é a inoculação de fungos específicos do solo nas raízes das plantas, que se inicia com a seleção de isolados fúngicos eficientes e é finalizado com a produção do inoculante adequado (Marx, 1977; Rossi; Souza; Oliveira, 2002). Para que tenha sucesso a inoculação, é necessário ter estudos sobre as espécies utilizadas, as espécies certas para que a planta cresça de forma correta e que possa se desenvolver bem (Silva; Antonioli; Andrezza, 2003).

Plantios florestais como o de eucalipto e de pinheiros, associam-se aos fungos ectomicorrízicos, provavelmente para a adaptação da planta em áreas com baixa disponibilidade de nutrientes (Lapeyrie, 1987). *Pinus* sp. e o *Eucalyptus* sp. são os principais gêneros florestais cultivados no Brasil (eucalipto em razão de seu rápido crescimento e seu elevado rendimento econômico) e dependem dessa simbiose para ter um melhor desenvolvimento, podendo crescer, se desenvolver e sobreviver (Wilcox, 1990).

No anuário estatístico da ABRAF de 2013 com o ano base 2012 apontou que no Brasil o *Eucalyptus* é o gênero mais utilizadas nos reflorestamentos, pois a sua exploração é responsável por grande parte do sucesso da atividade florestal brasileira, principalmente dos setores ligados à produção de papel e celulose. No Brasil, aproximadamente uma área 6,66 milhões de ha é ocupada por plantações florestais que foi 2,2% maior que o ano anterior, de toda essa área 76,6% são reflorestadas com *Eucalyptus* sp., onde concentra-se na sua grande

maioria das florestas plantadas nas regiões Sul, Sudeste e Nordeste do Brasil. Esse sucesso com o eucalipto deve-se às condições climáticas favoráveis do Brasil.

Em especial o *Eucalyptus dunnii* quando inoculados com isolados fúngicos aumentam o comprimento radicular, produção de matéria seca e a absorção de fósforo, porém o teor do fósforo interfere na eficiência dos isolados, pois quanto maior o teor de P menos é a eficiência, logo quanto menor esse teor melhor é a eficiência do fungo ectomicorrízico (Souza; Filho; Oliveira, 2004).

Diante do exposto acima, esse trabalho teve como objetivo listar os trabalhos realizados no Brasil durante os últimos anos (2001-2017) sobre a simbiose mutualística entre o *Eucalyptus dunnii* e os fungos de solo ectomicorrízicos.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho em questão foi realizado para verificar os trabalhos em periódicos nacionais no período de 2001-2017 que ocorreram no Brasil de acordo com o tema proposto, que por meio de pesquisa descritiva e exploratória de trabalhos científicos como artigos científicos, livros e dissertações considerando algumas etapas como as técnicas, resumos, resultados, discussão e conclusão com um propósito de realizar uma revisão de literatura sobre o tema em questão.

O levantamento bibliográfico foi realizado em matérias já existentes como livros, dissertações e artigos científicos através de algumas plataformas eletrônicas, Google Acadêmico, *Scientific Electronic Library Online* (SCIELO) e Periódicos CAPES, usando as seguintes palavras chaves: crescimento/desenvolvimento, ectomicorrízico/ectomicorriza e *Eucalyptus dunnii*.

Assim, os trabalhos científicos encontrados utilizando as palavras chaves foram analisados, artigos científicos, dissertações e teses. Para a inclusão e exclusão dos trabalhos a leitura do resumo foi realizada para se ter mais conhecimento dos trabalhos e assim concluir se o trabalho contempla o tema deste trabalho, não podendo excluir a espécie *Eucalyptus dunnii* ou não relacionar a simbiose ao crescimento.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Através da pesquisa de levantamento bibliográfico, verificou-se em torno de 15 trabalhos, onde destes apenas seis foram considerados aqui, os quais apresentaram a temática da pesquisa (Tabela 1).

Tabela 1. Literaturas publicadas sobre Fungos ectomicorrízicos associados a espécie *Eucalyptus dunnii* com relação ao crescimento.

	Título	Autores	Ano	Local	Objetivo	Tipo
T1	Efeito de inoculante ectomicorrízico produzido por fermentação semi-sólida sobre o crescimento de <i>Eucalyptus dunnii</i> Maiden	ALVES, J.R.; SOUZA, O.; PODLECH, P. A. S.; GIACHINI, A.J.; OLIVEIRA, V.L.	2001	Santa Catarina	Testar a compatibilidade e eficiência de inoculante ectomicorrízico, produzido por fermentação semi-sólida, em relação a <i>Eucalyptus dunnii</i> Maiden.	Artigo
T2	Eficiência de fungos ectomicorrízicos na absorção de fósforo e na promoção do crescimento de eucalipto.	SOUZA, L. A. B.; FILHO, G. N. S.; OLIVEIRA, V. L.	2004	Santa Catarina	Avaliar a eficiência de isolados de fungos ectomicorrízicos na colonização radicular, absorção de P e no crescimento de mudas de <i>Eucalyptus dunnii</i> Maiden, sob diferentes doses de fósforo.	Artigo
T3	Crescimento de mudas de <i>eucalyptus dunnii</i> inoculadas com isolados de fungos ectomicorrízicos, individualmente ou em mistura, sob condições de casa de vegetação.	PEDRO AUGUSTO PINTO BONNASSIS	2007	Santa Catarina	Testar os efeitos da inoculação mista de isolados de fECM, e compará-los à inoculação individual desses fungos.	Dissertação de mestrado
T4	New isolates of ectomycorrhizal fungi and the growth of eucalypt	SOUZA, L. A.; BONNASSIS, P. A. P.; FILHO, G. N. S.; OLIVEIRA, V. L.	2008	Santa Catarina	Identificar novos isolados de ectomicorrizas, da Universidade Acervo de Cultura Federal de Santa Catarina, que são capaz de promover a colonização radicular, absorção de P e crescimento de mudas de <i>Eucalyptus dunnii</i> Maiden.	Artigo
T5	Tolerância de fungos ectomicorrízicos e plantas associadas a níveis tóxicos de metais	TARGHETTA, B.L.; OLIVEIRA, V.P.; ROSSI, M. J.	2013	Minas Gerais	Selecionar isolados fúngicos ectomicorrízicos (fECM) com potencial para proteger as plantas em solos contaminados com níveis tóxicos de metais, contribuindo, assim, para a biorremediação dos solos e o aproveitamento de áreas contaminadas	Artigo

T6	Influência de ectomicorrizas no crescimento de mudas <i>Eucalyptus grandis</i> , <i>Corymbia citriodora</i> , <i>Eucalyptus saligna</i> e <i>Eucalyptus dunnii</i>	de WEIRICH, S.W.; SILVA, R.F.; PERRANDO, E.R.; ROS, C.O.; DELLAI, A.; SCHEID, D.L.; TROMBETA, H. W.	2017	Rio Grande do Sul	Avaliar o efeito dos isolados ectomicorrízicos UFSC-Pt116, UFSC-121, UFSC-132 no crescimento de mudas de <i>Eucalyptus grandis</i> , <i>Corymbia citriodora</i> , <i>Eucalyptus saligna</i> e <i>Eucalyptus dunnii</i> em condições de viveiro	Artigo
----	--	---	------	-------------------	--	--------

Observou-se que dos seis trabalhos selecionados apenas um deles é uma dissertação de mestrado, os outros cinco são artigos científicos. No que se refere às regiões do Brasil em relação às publicações literárias, observou-se que a maior concentração se deu na região Sul do país (cinco trabalhos sendo quatro em Santa Catarina e um em Rio Grande do Sul) e sudeste (um trabalho e foi em Minas Gerais), no entanto nas outras regiões (Norte, Nordeste e Centro-Oeste) não teve produção de trabalhos nesta área. Isso pode ser explicado pelo rápido crescimento e resistência aos danos das geadas, assim tendo um importante valor comercial na região Sul do País (Paludzyszyn *et al.*, 2006), já em outras regiões outras espécies são foco por ter um clima diferente.

Além disso, foi possível também observar que os trabalhos tiveram um *gap* de dois a cinco anos de diferença na sua publicação (2001 - 2004 - 2007 - 2008 - 2013 - 2017), isso pode ser explicado pela falta de pesquisadores na área assim como a dificuldade de realizar trabalhos dessa magnitude. Com relação às análises de cada trabalho, segue as informações logo abaixo:

T1- No artigo, micélios do fungo ectomicorrízico (*Pisolithus sp.*) foram triturados para serem usados como isolado fúngico ectomicorrízico (UFSC-Pt24) em *Eucalyptus dunnii*, depois de 100 dias foram realizadas as análises. As análises mostraram que quantidades maiores de inoculante tem maior efeito nas mudas, as com baixa quantidade de inoculação não mostrou diferença significativa das plantas do tratamento-testemunha (sem inoculante) em relação a matéria seca, já em relação à altura e diâmetro todas com inoculantes mostraram diferença significativa da testemunha independentemente da quantidade.

T2- Neste trabalho, a partir de sementes do gênero *Eucalyptus* inoculados com fungos ectomicorrízicos para a simbiose ocorrer, foi possível observar a influência que o fósforo e seu diferentes teores têm na planta, como, o tamanho e espessura da raiz, assim como o tamanho e espessura do tronco e a massa de matéria seca produzida, além disso, a sua influência nas hifas também foi analisado principalmente com relação a sua colonização. Notou-se que o alto teor

de fósforo prejudica a simbiose e que as quantidades mais baixas favorecem a espécie *Eucalyptus dunnii*.

T3- O trabalho partiu da fragmentação dos micélios dos fungos ectomicorrízicos que depois foram colocados individualmente ou misturados com outro inoculante no solo para receber as sementes e iniciar a germinação. Depois de 3 meses, de 30 em 30 dias foi realizado análises em alguns aspectos das mudas de *Eucalyptus dunnii*, a altura teve uma diferença significativa entre os tratamentos, os misturados tiveram uma melhor resposta assim como em relação ao diâmetro do caule, a matéria seca e teor de fósforo, pôr fim a matéria a área em relação a raiz foi maior, isso pela eficiência do transporte e absorção de nutrientes pelos fungos.

T4- O artigo trouxe algumas novas possibilidades de inoculantes de fungos ectomicorrízicos, os inoculantes foram testados em sementes de *Eucalyptus dunnii* e posteriormente observado como foi o desenvolvimento da colonização dos micélios dos inoculantes e a matéria seca da raiz e a matéria seca aérea. Foi observado que algumas espécies tiveram mais afinidade com o eucalipto e outros média afinidade, a espécie *Chondrogaster angustisporus* se apresentou como um bom simbiote para eucaliptos.

T5- É relatado nesse artigo uma situação de crescimento de eucalipto em solo com metais como alumínio, cádmio, cromo e manganês em diferentes concentrações e como os fungos ectomicorrízico arrumam rotas para que isso não seja um problema, contribuindo para a resistência das plantas contra os metais. O cromo foi o metal que mais afetou o crescimento e nenhuma planta se desenvolve com 10000 mg por kg de nenhum metal, com isso observou que quanto maior era o teor do metal menor era seu desenvolvimento, mas os fungos ectomicorrízico se mostraram eficazes na produção da matéria seca, apesar de apresentar algumas manchas vermelhas e amarelas ou bolhas, o *Eucalyptus dunnii* conseguiu se desenvolver bem melhor que em comparação às testemunhas.

T6- Esse trabalho trouxe que as espécies de *Eucalyptus dunnii* e *Corymbia citriodora* responderam positivamente à inoculação aumentando a colonização dos fungos ectomicorrízicos e as espécies *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus saligna* não responderam tão bem, porém todas as espécies tiveram diferenças em comparação às testemunhas, como, massa seca, número de folhas, diâmetro do colo e altura da muda.

Todos os trabalhos trouxeram resultados positivos nessa simbiose mutualística, em todos a presença de fungos ectomicorrízicos promoveram um melhor crescimento e desenvolvimento do *Eucalyptus dunnii*. Em relação a sua altura e ao diâmetro do caule os trabalhos T1, T2, T3 e T6 apresentaram um aumento em comparação as amostras testemunha (sem a inoculação de fungos), os trabalhos T4 e T5 não apresentaram esse resultado somente

por não terem abordado esse tema, já em relação a matéria seca todos os trabalhos apresentaram um aumento considerável em sua produção quando apresentavam simbiose com alguma micorriza em comparação as amostras testemunha.

O fósforo (P) foi usado nos trabalhos T1, T2, T3 e T4 como parâmetro, utilizando diferentes concentrações desse elemento para ter os resultados de tamanho da colonização do micélio dos fungos, tamanho da raiz e entre outros, provavelmente por ser um dos elementos essenciais para a vida.

Os trabalhos também evidenciaram a importância da especificidade do fungo ectomicorrízico, pois mostraram que o desempenho de cada fungo é diferente em relação ao *Eucalyptus dunnii*, alguns tem mais afinidade e proporciona um melhor crescimento, outros não apresenta qualquer mudança significativa e poucos apresentam um desempenho negativo.

Uma comentário especial para o trabalho T5 que abordou um tema bem interessante e diferente dos outros, os outros cinco trabalho trouxeram os fungos micorrízicos como um aliado para o crescimento e desenvolvimento das plantas em solos não degradados, já o trabalho T5 que por sua vez também é o único trabalho que não foi realizado na região Sul do país, trouxe essa simbiose evidenciando sua importância não só para o desenvolvimento, mas também como para proteger as plantas em solos contaminados com níveis tóxicos de metais, trazendo uma possibilidade de usar solos já degradados que talvez não seria usado para mais nada. Expor fungos ectomicorrízicos a níveis diferentes de metais pesados e solos contaminados parece algo não viável, no entanto os fungos conseguem sim crescer nesses tipos de situação (Grazziotti *et al.*, 2001), logo quando realiza a simbiose com qualquer outra planta traz benefícios a ambos.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Existem poucos trabalhos nesta área realizados no Brasil e os que têm estão concentrados na região Sul do país, porém apesar dessa escassez, todos os trabalhos apresentaram um mesmo objetivo e resultado, que foi avaliar a simbiose mutualística de fungos com as raízes das plantas vasculares e tendo resultados positivos como, melhor crescimento e desenvolvimento das plantas quando apresentam essa interação dando melhor sobrevivência para o *Eucalyptus dunnii* mesmo em solos degradados.

5. REFERÊNCIAS

- ANTONIOLLI, Z.; KAMINSKI, J. Micorrizas. **Ciência Rural**. v. 2, n. 3, p. 441-455, 1991.
- Anuário estatístico da ABRAF de 2013 com o ano base 2012 Acessado: <<https://www.ipef.br/publicacoes/acervohistorico/informacoestecnicas/estatisticas/anuario-ABRAF13-BR.pdf>>, 2022
- AROCENA, J.M.; GLOWA, K.R. Mineral weathering in the ectomycorrhizosphere of subalpine (*Abies lasiocarpa*) as revealed by soil solution composition. **Forest Ecology and Management**, 133:61-70, 2000.
- CALDEIRA, M.V.; SILVA, E.M.R.; FRANCO, A.A.; ZANON, M. L. B. Crescimento de leguminosas arbóreas em resposta a inoculação com fungos micorrízicos arbusculares. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 7, n. 1, p. 1-10, 1997.
- CALDEIRA, M.V.; SILVA, E.M.R.; FRANCO, A.A.; ZANON, M. L. B. Efeito de fungos micorrízicos arbusculares no desenvolvimento de duas leguminosas arbóreas. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 9, n. 1, p 63-70, 1999.
- GRAZZIOTTI, P.H.; SIQUEIRA, J.O.; MOREIRA, F.M.; CARVALHO, D. Tolerância de fungos ectomicorrízicos a metais pesados em meio de cultura adicionado de solo contaminado, **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 25:839-848, 2001
- KONG, F.X. LIU, Y.; HU, W.; SHEN, P.P; ZHOU, C.L.; WANG, L.S. Biochemical responses of the mycorrhizae in *Pinus massoniana* to combined effects of Al, Ca and low pH. **Chemosphere**. v. 41, n. 3, p. 311-318, 2000.
- LAMBAIS, M.R. Aspectos bioquímicos e moleculares da relação fungo-planta em micorrizas arbusculares. In: SIQUEIRA, J.O (Ed.). **Avanços em fundamentos e aplicação de micorrizas**. Lavras: UFLA-DCS E DCF. p. 5- 38, 1996.
- LAPEYRIE, F.F. Les mycorrhizes de l'eucalyptus en conditions d'excès de carbonate de calcium. Approche écologique et physiologie des associés ectomycorrhiziens. **Thèse de Docteur es Sciences**, Université Lyon I, pp 198, 1987.
- MARX, D.H.; BRYAN, W.C.; CORDELL, C.E. Survival and growth of pine seedlings with *Pisolithus ectomycorrhizae* after two years on reforestation sites in North Caroline and Florida. **Forest Science**, v.23, p.363-373, 1977.
- MARX, D.H.; CORDELL, C.E. The use of specific ectomycorrhizas to improve artificial forestation practices. In: WHIPPS, J.M.; LUMSDEN, R.D. (Ed.). **Biotechnology of fungi for improving plant growth**. New York: Cambridge University Press. p.1-25. 1989.

MARX, D.H.; RUEHLE, J.L. Ectomycorrhizae as biological tools in reclamation and revegetation of waste lands. In: MAHADEVAN, A.; RAMAN, N.; NATARAJAN, K. (Ed.). **Mycorrhizae for green Asia**. Madras: Centre for Advanced Studies in Botany; University of Madras. p.336-344. 1988.

MIKOLA, P. Application of mycorrhizal symbiosis in forestry practice. In: MARKS, G.C.; KOZLOWSKI, T.T. (Ed.) **Ectomycorrhizae**. London: Academic. p.383-411, 1973.

OLSSON, P.A.; JAKOBSEN, I.; WALLENDER, H. Foraging and resource allocation strategies of mycorrhizal fungi in a patchy environment. In: HEIJDEN, M.G.A.; SANDERS, I.R. (Ed.) **Mycorrhizal ecology, ecological studies**. Berlin, Springer-Verlag. p.93-110. 2002.

PALUDZYSZYN -FILHO, E.; SANTOS, P.E.T.; FERREIRA, C.A. Eucaliptos indicados para plantio no Estado do Paraná. Colombo: **Embrapa Florestas CNPF**. 45 p. (Documentos, 129), 2006.

ROSSI, M.J.; SOUZA, J.A.R.; OLIVEIRA, V.L. Inoculum production of the ectomycorrhizal fungus *Pisolithus microcarpus* in an airlift bioreactor. **Applied Microbiology and Biotechnology**, v.59, p.175-181, 2002.

SAWYER, N.A.; CHAMBERS, S.M.; CAIRNEY, J.W.G. Utilisation of inorganic and organic phosphorus sources by isolates of *Amanita muscaria* and *Amanita* species native to temperate eastern Australia. **Journal of Botany**, Australian, v.51, p.151-158, 2003.

SILVA, R.F.; ANTONIOLLI, Z.I.; ANDREAZZA, R. Efeito da inoculação com fungos ectomicorrízicos na produção de mudas de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex maiden em solo arenoso. **Ciência Florestal**, v. 13, n. 1, 2003.

SMITH, S.E.; READ, D.J. *Mycorrhizal Symbiosis* 2.ed. **Academic Press**, London, 605p. 1997.

SOUZA, L.A.B.; FILHO, G.N.S.; OLIVEIRA, V.L. Eficiência de fungos ectomicorrízicos na absorção de fósforo e na promoção do crescimento de eucalipto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.4, p.349-355, abr. 2004.

SYLVIA, D.M. Micorrhizal symbioses. In: SYLVIA, D.M.; FUHRMANN, J.J.; HARTEL, P.G.; ZUBERER, D.A. (Ed.). **Principles and applications of soil microbiology**. New Jersey: Prentice Hall. p. 408-426, 1998.

TACON, F.; GARBAYE, J.; CARR, G. The use of micorrizas in temperate and tropical forests. **Symbiosis**, v. 3, p.179-206, 1987.

VOZZO, J.A.; HACSKAYLO, E. Inoculation of *Pinus caribaea* with ectomycorrhizal fungi in Puerto Rico. **Forest Science**, v.17, p.239-241, 1971.

WILCOX, H.E. Mycorrhizal associations. In: NAKAS, J.P.; HAGEDORN, C. (Ed.).
Biotechnology of plant-microbe interactions. New York: McGraw-Hill. p.227-255, 1990.

Recebido em: 28 de outubro de 2024.

Aceito em: 01 de dezembro de 2024.

Publicado em: 01 de janeiro de 2025.

Autoria:

Flávio Filipe Barros Prestes

Instituição: Fundação Universidade Federal de Rondônia (UNIR), *Campus* Porto Velho (RO)

E-mail: filipe.barros146@gmail.com

Orcid: <https://orcid.org/0009-0004-1526-5199>

País: Brasil

Laís Guastovara David

Instituição: Fundação Universidade Federal de Rondônia (UNIR), *Campus* Porto Velho (RO)

E-mail: laisdavid48@gmail.com

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-3765-9218>

País: Brasil

Felipe Sant' Anna Cavalcante

Instituição: Universidade Federal do Amazonas (UFAM), Manaus, Amazonas

E-mail: felipesantana.cavalcante@gmail.com

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-3765-9218>

País: Brasil

Renato Abreu Lima

Instituição: Universidade Federal do Amazonas (UFAM), Humaitá,
Amazonas

E-mail: renatoal@ufam.edu.br

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-0006-7654>

País: Brasil

Osvanda Silva de Moura

Instituição: Fundação Universidade Federal de Rondônia (UNIR), *Campus* Porto Velho (RO)

E-mail: osvanda.silva@unir.br

Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-5707-5212>

País: Brasil