



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA - UESB
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA E ZOOTECNIA - DFZ
CURSO DE ENGENHARIA FLORESTAL

IAGO SANTOS MACHADO

FUNGOS MICORRIZICOS ARBUSCULARES E A PRODUÇÃO DE MUDAS FLORESTAIS

VITÓRIA DA CONQUISTA – BA
OUTUBRO – 2019



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA - UESB
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA E ZOOTECNIA - DFZ
CURSO DE ENGENHARIA FLORESTAL

IAGO SANTOS MACHADO

FUNGOS MICORRIZICOS ARBUSCULARES E A PRODUÇÃO DE MUDAS FLORESTAIS

Monografia apresentada à Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, *campus* Vitória da Conquista – BA, para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Florestal.

Orientador: Prof. Dr. Gilmar Correia Silva

VITÓRIA DA CONQUISTA – BA
OUTUBRO – 2019

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, a toda a minha família, especialmente meus pais, minhas irmãs e meus sobrinhos. Também agradeço a todas as pessoas que conheci ao longo dos anos, por contribuírem de forma valorosa para meu conhecimento e evolução nesta jornada.

Agradeço aos meus pais que não só neste momento, mas em toda a minha vida estiveram comigo, ao meu lado, fornecendo apoio, compreensão e estímulo em todos os momentos.

Em especial agradeço ao meu amigo e professor Gilmar, pela confiança e pela ajuda, em todos os sentidos, para que esta monografia se tornasse realidade.

Sou grato a todos os colegas os quais estudei no período da graduação, especialmente os amigos Vinicius, Mateus, Yann e Juliana pessoas que me acompanharam durante essa jornada.

Por último e não menos importante agradeço a Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, seu corpo docente, direção e administração que oportunizaram a janela que hoje vislumbro.

O presente trabalho segue a formatação do periódico REVISTA DE CIÊNCIAS AMBIENTAIS (ISSN 1981-8858), em anexo.

SUMÁRIO

RESUMO	5
ABSTRACT.....	5
INTRODUÇÃO	6
REVISÃO DE LITERATURA	7
DISCUSSÃO.....	9
CONCLUSÃO	13
REFERÊNCIAS	13
ANEXO	18

ASSOCIAÇÃO COM FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES E A PRODUÇÃO DE MUDAS FLORESTAIS

IAGO SANTOS MACHADO¹
GILMAR CORREIA SILVA²

RESUMO

A produção de mudas com alta qualidade morfofisiológica é um dos fatores mais importantes para o sucesso de povoamentos florestais. Buscando a produção de mudas florestais em qualidade e quantidade, várias pesquisas científicas e avanços técnicos têm sido realizados com o objetivo de melhorar a qualidade das mudas, assegurando boa adaptação e crescimento após o plantio. Nas últimas décadas o interesse pela utilização dos fungos micorrízicos inoculados as espécies florestais se intensificou devido aos benefícios que esses proporcionam às plantas, tornando possível o estabelecimento das mudas em solos que apresentam condições sub ótimas de disponibilidade de nutrientes ou mesmo com a presença de poluentes. Diante do discorrido, o objetivo deste trabalho foi realizar uma revisão de literatura e através dela relacionar publicações que estudem a ação dos fungos micorrízicos arbusculares no auxílio da produção de mudas de espécies florestais. Constatou-se que a relação simbiótica é dependente de diversos fatores, sendo os principais a relação entre o ambiente, hospedeiro e o fungo escolhido para uso, que em espécies florestais o genero *Glomus* é o mais estudado devido sua maior adaptabilidade e que os principais ganhos para a produção de mudas com a micorrização é o crescimento em altura, incremento em massa seca e aumento na sobrevivencia das mudas.

Palavras-chave: FMAs; Simbiose; Qualidade de mudas florestais

ABSTRACT

The production of seedlings with high morphophysiological quality is one of the most important factors for the success of forest stands. Seeking the production of forest seedlings in quality and quantity, several scientific researches and technical advances have been carried out with the objective of improving the seedlings quality, ensuring good adaptation and growth after planting. In recent decades, the interest in the use of inoculated mycorrhizal fungi in forest species has intensified due to the benefits they provide to plants, making it possible to establish seedlings in soils that present suboptimal conditions of nutrient availability or even with the presence of pollutants. Given the above, the aim of this study was to perform a literature review and through it to relate publications that study the action of arbuscular mycorrhizal fungi in the aid of the production of seedlings of forest species. It was found that the symbiotic relationship is dependent on several factors, the main ones being the relationship between the environment, host and the fungus chosen for use, that in forest species the genus *Glomus* is the most studied due to its greater adaptability and that the main gains. For seedling production with mycorrhization is the growth in height, increase in dry mass and increase in seedling survival.

Keywords: AMFs; Symbiosis; Quality of forest seedlings

¹ Graduando em Engenharia Florestal UESB, E-mail: iago.smachado@hotmail.com

² Professor de Engenharia Florestal, Departamento de Fitotecnia e Zootecnia UESB.

INTRODUÇÃO

A produção de mudas com alta qualidade morfofisiológica é um dos fatores mais importantes para o sucesso de povoamentos florestais. Os programas de recuperação ambiental podem ser prejudicados pela baixa sobrevivência e desenvolvimento das mudas após o plantio, em consequência de seu baixo padrão de qualidade ou de limitações nutricionais do solo (Schiavo e Martins, 2003).

Buscando a produção de mudas florestais em qualidade e quantidade, várias pesquisas científicas e avanços técnicos têm sido realizados com o objetivo de melhorar a qualidade das mudas, assegurando boa adaptação e crescimento após o plantio. Dessa forma, o conhecimento sobre a capacidade das espécies arbóreas em formar simbioses com FMAs (fungos micorrízicos arbusculares) é importante para o sucesso de reflorestamentos, iniciado pela inoculação das plantas na fase de formação de mudas (Perry et al., 1987).

Como a inoculação com FMAs é feita basicamente durante a formação de mudas, geralmente estes colonizam as mudas crescendo em substrato fértil. Assim, os FMAs são eficientes em promover crescimento em ambientes degradados de baixa fertilidade tendo então de estabelecer a simbiose na fase de mudas e em substrato considerado fértil. Essas mudas, uma vez levadas ao campo, conseguirão melhor adaptação às condições de estresse, uma vez que possuem boa vitalidade nutricional, alto poder de agregação das raízes com o substrato e boa capacidade de retenção de água, de modo que a espécie se adapte perfeitamente ao local do plantio (Sibinel, 2003).

Nas últimas décadas o interesse pela utilização dos fungos micorrízicos inoculados as espécies florestais se intensificou devido aos benefícios que esses proporcionam às plantas, tornando possível o estabelecimento das mudas em solos que apresentam condições sub ótimas de disponibilidade de nutrientes ou mesmo com a presença de poluentes (Brunner, 2001; Souza et al., 2006).

Os FMAs associam-se às raízes das plantas, e propiciam a estas maior capacidade de

competição em solos de baixa fertilidade, favorecendo a sobrevivência e desenvolvimento das plantas em condições adversas (Siqueira e Saggin Júnior, 1995).

O conhecimento das relações ecológicas e das exigências nutricionais das espécies pode facilitar o desenvolvimento de tecnologias para a obtenção de mudas sadias destinadas aos programas de revegetação do ambiente, bem como a utilização econômica das espécies nativas para os diversos fins (Gonçalves et al., 1992).

Diante do discorrido, o objetivo deste trabalho relacionar publicações que estudem a ação dos fungos micorrízicos arbusculares no auxílio da produção de mudas de espécies florestais.

REVISÃO DE LITERATURA

As micorrizas arbusculares (MA) são associações entre raízes de plantas e fungos do solo do filo Glomeromycota (Schüßler et al., 2001). Hospedeiro de raízes metabolicamente ativas de plantas vasculares terrestres, epífitas, rizóides, talos de briófitas, formando uma relação simbiótica mutualista (Trappe e Schenck, 1982; Linderman, 1994; Moreira e Siqueira, 2006), conhecidos como fungos micorrízicos arbusculares (FMA). Formadas por fungos da ordem Glomales (Zigomicotina), seus benefícios à planta hospedeira são a melhoria das condições nutricionais, em especial de P, e a tolerância aos estresses diversos, principalmente estresse hídrico; enquanto a planta fornece fotossintatos essenciais para o desenvolvimento do fungo (Brundrett 1991, Siqueira 1994).

O termo micorriza foi, de início, proposto pelo botânico alemão Albert Bernard Frank, em 1885, originado do grego, em que "mico" significa fungo e "riza" raízes. Esta associação já era conhecida há pelo menos 50 anos antes de Frank, mas considerada de natureza parasítica. Para Frank, as micorrizas representavam um fenômeno de ocorrência generalizada, resultante da união orgânica entre as raízes e o micélio de fungos a um órgão morfológicamente independente, com dependência fisiológica íntima e recíproca, seguida pelo crescimento de ambas as partes e com funções fisiológicas muito estreitas, sendo consideradas o mais inesperado e surpreendente

fenômeno da natureza (Souza et al., 2006).

Segundo, Krügener e Tomazello Filho (1980), no Brasil a disseminação dessas micorrizas deu-se a partir da introdução de mudas envasadas e esporos aderidos às sementes importadas.

A ocorrência dos FMA é tão ampla que mais de 80% das plantas podem formar micorrizas arbuscular (Jeffries et al., 2003), sendo esta considerada uma associação cosmopolita, reconhecida como parte importante e integral dos ecossistemas naturais de todo o mundo (Gadkar et al., 2001). Uma espécie de planta pode ser colonizada por qualquer espécie de FMA, mas os efeitos da simbiose diferem conforme a combinação solo–hospedeiro–fungo (Costa et al., 2001).

A associação de um isolado de FMA a uma planta, esta relacionada a habilidade de algumas espécies fúngicas em desenvolver sua extensa rede micelial, aumentando a absorção do fósforo (Cavalcante et al., 2002).

A simbiose micorrízica arbuscular possui três importantes componentes: a raiz, as estruturas fúngicas, formadas dentro da célula hospedeira, e o micélio extraradicular no solo. A complexa relação celular entre raiz e fungo necessita de contínuo reconhecimento e troca de sinais entre ambos (Gianinazzi–Pearson, 1996) e para estabelecimento da simbiose, além do contato localizado, o fungo precisa penetrar e colonizar a raiz, estando envolvidos fatores tais como compatibilidade genética entre planta e fungo, fatores edáficos, atividades planta–microrganismos e densidade de inóculo de FMA (Allen, 1991).

Os benefícios dessa simbiose, expressos principalmente como o estímulo ao crescimento vegetal, devem-se a fatores nutricionais, principalmente ao aumento da absorção de nitrogênio (Costa e Lovato, 2004), potássio e, especialmente, fósforo (Calvet et al., 2003). Os FMA, além de melhorar o estado nutricional, aumentam a tolerância a doenças radiculares (Borges et al., 2007), e aceleram o crescimento e melhoram o vigor das mudas na sua fase de formação (Lindermann e Davies, 2001).

Diferentes espécies de fungos micorrízicos arbusculares (FMA) devem ser testadas em uma mesma planta, sob as mesmas condições ambientais, para selecionar FMA eficientes quanto à

capacidade de promover o crescimento de seu hospedeiro (Paula et al., 1990; Saggin Júnior & Siqueira, 1995).

A resposta das plantas às micorrizas varia nas diferentes combinações fungo/planta/ambiente (Saggin Júnior et al., 1994), e pode ser avaliada pelo crescimento e produtividade da planta, já que essa é o simbiote de maior interesse econômico.

As micorrizas arbusculares podem diminuir ou controlar os danos causados por outros fungos patogênicos e certas pragas, interferir nas relações água-planta com o aumento da tolerância ao déficit hídrico, promover uma nutrição balanceada nas plantas e maior vigor, suas hifas também auxiliam no processo de formação de agregados no solo, o que auxilia na manutenção da umidade e na aeração do solo (Augé et al., 2001; Stürmer e Siqueira, 2013).

DISCUSSÃO

Dentre os artigos relacionados a produção de mudas florestais inoculadas com fungos micorrizicos no Brasil, foram selecionados 19 artigos (Quadro 1), relacionando os FMAs estudados em cada trabalho.

Quadro 1. Fungos micorrizicos associados à produção de mudas em espécies florestais.

AUTOR	FMAs
Caldeira et al., 1997	<i>Glomus clarum</i> ; <i>Gigaspora margarita</i>
Caldeira et al., 1999	<i>G. clarum</i> ; <i>G. margarita</i>
Rojas e Siqueira; 2000	<i>Glomus etunicatum</i> ; <i>G. margarita</i> ; <i>Acaulospora scrobiculata</i>
Schiavo e Martins, 2003	<i>Glomus macrocarpum</i> ; <i>G. etunicatum</i> ; <i>Entrophospora colombiana</i>
Carneiro et al., 2004	<i>G.margarita</i> ; <i>G. etunicatum</i> ; <i>Glomus occultum</i> ; <i>Acaulospora appendicula</i> ; <i>E. colombiana</i>
Souchie et al., 2005	<i>G. margarita</i> ; <i>G. clarum</i>
Rocha et al., 2006	<i>G. clarum</i> ; <i>G. margarita</i> ; <i>G. etunicatum</i> ; <i>Scutellospora heterogama</i>
Mello et al., 2008	<i>G. clarum</i> ; <i>G. etunicatum</i>
Machineski et al., 2009	<i>G. margarita</i> ; <i>G. clarum</i> ; <i>A. scrobiculata</i> , <i>S. heterogama</i>
Schiavo et al., 2010	<i>G. macrocarpum</i> ; <i>G. etunicatum</i> ; <i>E. colombiana</i>
Steffen et al.,	<i>A. scrobiculata</i> ; <i>G. clarum</i>

2010	
Sugai et al., 2011	<i>G. etunicatum; Paraglomus brasilianum; G. margarita</i>
Dias et al., 2012	<i>G. clarum; G. margarita</i>
Lima et al., 2015	<i>G. margarita; G. clarum; G. etunicatum</i>
Dalanhol et al., 2016	<i>G. brasilianum; G. clarum; G. deserticola; G. intraradices; G. margarita; G. monosporus; G. mosseae</i>
Silva et al., 2017	<i>Rhizophagus clarus; Claroideoglamus etunicatum; Racocetra gregária; A. colombiana; A. marrowiae; G. margarita; Dentiscutata heterogama</i>
Brito et al., 2017	<i>Rhizophagus clarus; G. margarita</i>
Santana et al., 2018	FMA's nativos da Transamazônica
Weirich et al., 2018	<i>Pisolithus microcarpus; P. tinctorius</i>

Observa-se que os gêneros *Glomus*, *Gigaspora* e *Acaulospora* apresentaram maior riqueza de espécies entre os fungos estudados, sendo um total de 45,76%, 18,64% e 10,16% respectivamente, conforme os dados da Quadro 1. As espécies mais estudadas foram *Glomus clarum*, *G. etunicatum* e *Gigaspora margarita*.

Segundo Carrenho (1998), os gêneros *Glomus* e *Acaulospora* apresentam maior capacidade de sobrevivência e adaptação as variações de solo e clima, o que provavelmente ocasiona em maior interesse de estudo em diversas culturas, e o gênero *Glomus* apresenta maior capacidade de adaptação a solos submetidos a práticas de adubação, calagem e cultivo.

Barea et al., (2011) atestam que a alta frequência de estudo do gênero *Glomus* pode estar relacionada a sua funcionalidade ecológica, ou a sua capacidade de se adaptar e perpetuar em sistemas com baixo ou alto nível de degradação ambiental.

Já o gênero *Acaulospora* são frequentes em solos de baixa fertilidade (Sieverding, 1991), solos ácidos (Silva et al., 2005) e em áreas degradadas (Santos et al., 2008).

As condições edáficas interferem na dominância de famílias e/ou gêneros de FMA, segundo Theodoro et al., (2003) a variação na riqueza de espécies de FMA nos ecossistemas depende da sua capacidade de adaptação às condições físicas e químicas vigentes, já Pouyu-Rojas et al., (2006) considera também a ocorrência e/ou predominância de hospedeiros distintos no ambiente, visto que existem variações de seletividade entre hospedeiro e fungo.

Cordoba et al., (2001) constataram que em áreas de maior teor de matéria orgânica e a disponibilidade de nutrientes existe predomínio da família Glomeraceae, representada pelo gênero *Glomus*. Por outro lado Stürmer et al., (2013) constataram que locais onde o teor de matéria orgânica é baixo e o pH > 6,0, predomina a família Gigasporaceae, representada principalmente pelos gêneros *Scutellospora*, *Racocetra* e *Gigaspora*.

Na tabela 1 vemos os diversos benefícios apresentados pela associação dos FMAs com as mudas de espécies florestais, ganhos em altura, massa seca, comprimento de raiz, aumento no teor de nutrientes, aumento na taxa de sobrevivência das mudas, dentre outros.

Tabela 1. Características beneficiadas após a associação com os FMAs em espécies florestais.

Espécies florestais	Ganho na produção das mudas
Açoita -cavalo; Embaúba; Sesbânia; Tamboril	Estímulo no crescimento e aumento nos teores de alguns nutrientes nas plantas, incremento de massa seca
Embaúba	Incremento em altura e diâmetro
Acácia	Incremento massa seca, nitrogênio da parte aérea e fosforo
Cedro	Crescimento e a nutrição fosfatada de mudas
Angico vermelho	Percentagem de sobrevivência de miniestacas, altura, diâmetro de colo e massa seca da parte aérea
Acácia negra	Alta eficiência na colonização das raízes
Acácia, Sesbânia, e Eucalipto	Incremento em altura e massa seca de parte aérea
Copaíba e Fava-pomba	Comprimento de raízes finas colonizadas e aumento da taxa de sobrevivência
Pau roxo de várzea e Taxi branco	Maior produção de peso seco de raízes finas, maiores percentagens de sobrevivência das mudas
Angico	Aumento da área foliar, matéria seca da parte aérea e das raízes, maior comprimento de raízes
Cedro	Crescimento, nutrição e produção de fenóis totais
Paricá	Altura, massa fresca da parte aérea e sistema radicular, massa seca da parte aérea e sistema radicular
Eucalipto	Altura, número de folhas e massa seca

Além destas repostas à produção de mudas, segundo (Smith e Read, 2008), os fungos micorrízicos propiciam melhor resistência ao estresse hídrico, às temperaturas elevadas, maior tolerância às condições de toxidez e acidez do solo e a proteção do sistema radicular contra patógenos

A resposta benéfica obtida nestes experimentos, e também a falta de resposta que pode vir a acontecer, pode ser correlacionada ao grau de micotrofismo, ou seja, da dependência que a planta

apresenta com a simbiose com o FMAs (Siqueira e Saggin Júnior, 2001). Em espécies florestais, depois da seleção de espécies de FMA eficientes em promover crescimento, o sucesso e a viabilidade de sua aplicação no estágio da formação de mudas dependerá deste grau de micotrofismo.

Assim, é importante conhecer a dependência micorrízica das espécies arbóreas, uma vez que a sobrevivência e competição dessas são alteradas pelo seu micotrofismo (Pouyú-Rojas, 2002), que altera a dinâmica das populações e seu papel nas comunidades vegetais (Janos, 1988), havendo, às vezes, necessidade de se inocular FMA para o crescimento de mudas (Siqueira & Saggin Júnior, 2001).

A correta seleção e inoculação de fungos micorrízicos podem contribuir além da produção de mudas, para o estabelecimento da vegetação e recuperação de áreas degradadas (Zangaro et al., 2003), pois aceleram o desenvolvimento das plantas, tornando-as mais tolerantes ao estresse do transplante (Saggin-Júnior e Siqueira, 1996) e ao restabelecimento da ciclagem de nutrientes (Machineski et al., 2011; Klein e Klein, 2015). Promove o aumento do estoque de C no sistema em florestas pela maior produção de biomassa, ciclagem das hifas, produção de glomalina, aumento da agregação do solo e quitina presente nos esporos e hifas (Braghirolli et al., 2012).

Por fim a relação simbiótica é dependente como observado de diversos fatores, sendo os principais a relação entre o ambiente, hospedeiro e o fungo escolhido para uso, diversos trabalhos mostram a importância do uso e o ganho com esta associação, a tendência é que aumente o uso da micorrização em espécies florestais e que se busque cada vez mais esclarecer essa associação, favorecendo assim maiores benefícios para a produção de mudas de diversas espécies.

CONCLUSÃO

O estudo sobre a micorrização em espécies florestais, e seu uso como benefício na produção de mudas só vem aumentando ao longo dos anos, constata-se que o genero *Glomus* é o mais estudado e com maior riqueza de representantes devido sua maior adaptação a diferentes ambientes.

Os maiores ganhos observados com a micorrização em mudas de espécies florestais é o crescimento em altura, incremento em massa seca principalmente de raiz, e aumento da sobrevivência de mudas.

REFERÊNCIAS

ALLEN, M.F. 1991. **The ecology of mycorrhizae**. New York. Academic Press.

AUGÉ, R. M.; STODOLA, A. J. W.; TIMS, J. E.; SAXTON, A. M. 2001. Moisture retention properties of a mycorrhizal soil. **Plant and Soil**, **230**: 87-97.

BAREA, J.M. et al. 2011. Ecological and functional roles of mycorrhizas in semi-arid ecosystems of Southeast Spain. **Journal of Arid Environments**, **75**: 1292-1301.

BRAGHIROLI, F. L.; SGROTT, A. F.; PESCADOR, R.; UHLMANN, A.; STURMER, S. L. 2012. Fungos micorrízicos arbusculares na recuperação de florestas ciliares e fixação de carbono no solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, **36**: 733-743.

BRITO, V. et al. 2017. Fungos micorrízicos arbusculares e adubação fosfatada na Produção de mudas de Paricá. **Ciência Florestal**, **27** (2): 485-497.

BRUNNER, I. Ectomicorrizas: their role in Forest ecosystem under the impact of pollutants. **Perspectivas in Plant Ecology, Evolution and Systematics**, **4** (1): 13-17, 2001.

BRUNDRETT, M. 1991. Mycorrhizas in natural ecosystems. **Advances on Ecological Research**, **21** (2): 171- 313.

CALDEIRA, W et al. 1999. Efeito de fungos micorrízicos arbusculares no desenvolvimento de duas leguminosas arbóreas. **Ciência Florestal**, **9** (1) 63-70.

CALDEIRA, W. et al. 1997. Crescimento de leguminosas arbóreas em resposta a inoculação com fungos micorrízicos arbusculares. **Ciência Florestal**, **7**(1): 1-10.

CARNEIRO et al. 2004. Fósforo e inoculação com fungos micorrízicos arbusculares no estabelecimento de mudas de embaúba (*Cecropia pachystachya* Tréc). **Pesquisa Agropecuária Tropical**, **34** (3): 119-125.

CARRENHO, R. 1998. **Influência de diferentes espécies de plantas hospedeiras e fatores edáficos no desenvolvimento de fungos micorrízicos arbusculares (FMA)**. Tese (Doutorado em Biologia) – Curso de Pós-graduação em Biologia, Universidade Estadual Paulista, SP. 226p.

CAVALCANTE, U.M.T., MAIA, L.C., COSTA, C.M.C., CAVALCANTE, A.T. & SANTOS, V.F. 2002. Efeito de fungos micorrízicos arbusculares, da adubação fosfatada e da esterilização do solo no crescimento de mudas de maracujazeiro amarelo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** **26**:1099–1106.

CORDOBA, A. S. MENDONÇA, M. M, STÜRMER, S. L, RYGIEWICZ, P. T. 2001. Diversity of arbuscular mycorrhizal fungi along a sand dune stabilization gradient: A case study at Praia da Joaquina, Ilha de Santa Catarina, South Brazil. **Mycoscience** **24** (4): 379-387.

COSTA, C.M.C., MAIA, L.C., CAVALCANTE, U.M.T. & NOGUEIRA, R.J.M.C. 2001. Influência de fungos micorrízicos arbusculares sobre o crescimento de dois genótipos de aceroleira (*Malpighia emarginata* D.C.). **Pesquisa Agropecuária Brasileira** **36**(6):893–901.

DALANHOL, S. J. et al. 2016. Efeito de fungos micorrízicos arbusculares e da adubação no crescimento de mudas de *Eugenia uniflora* L., produzidas em diferentes substratos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, **38** (1): 117-128.

DIAS, P.C. et al. 2012. Micorriza arbuscular e rizóbios no enraizamento e nutrição de mudas de angico-vermelho. **Revista Árvore**, **36** (6): 1027-1037.

GIANINAZZI-PEARSON, V. 1996. Plant cell responses to arbuscular mycorrhizal fungi: getting to the roots of the symbiosis. **The Plant Cell** **8**:1871–1883.

GONÇALVES, J. L. M., V. M. FREIXÊDAS, P. Y. KAGEYAMA, J. C. GONÇALVES & J. H. DIAS. 1992. **Produção de biomassa e sistema radicular de espécies de diferentes estágios sucessionais**. p 463-469. In Congresso Nacional sobre Essências Nativas, 2. São Paulo, Instituto Florestal. 1412 p. Resumos.

JANOS, D.P. 1988. Mycorrhiza applications in tropical forestry: are temperate-zone approaches appropriate? In: NG, F.S.P. (Ed.). **Trees and mycorrhiza**. Kuala Lumpur: Forest Research Institute, p.133-188.

KIRIACHEK, S.G., AZEVEDO, L.C.B., PERES, L.E.P. & LAMBAIS, M.R. 2009. Regulação do desenvolvimento de micorrizas arbusculares. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** **33**:1–16.

KLEIN, C.; KLEIN, V. A. 2015. Estratégias para potencializar a retenção e disponibilidade de água no solo. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, **19** (1) :21-29.

KRÜGNER, T. L.; TOMAZELLO FILHO, M. 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**, **21**: 41-51.

LIMA, K. et al. 2015. Crescimento, acúmulo de nutrientes e fenóis totais de mudas de cedro australiano (*toona ciliata*) inoculadas com fungos micorrízicos. **Ciência Florestal**, **25** (4): 853-862.

LINDERMAN, R. G. 1994. Role of VAM fungi in biocontrol. In: PFLEGER, F. L.; LINDERMAN, R. G. (Eds). **Mycorrhizae and Plant Health**. St Paul, APS, p. 1-26.

MACHINESKI, O. et al., 2009. Crescimento de mudas de peroba rosa em resposta à inoculação com fungos micorrízicos arbusculares. **Ciência Rural**, **39** (2) :567-570.

MELLO, A. H. et al. 2008. Influência de substratos e fósforo na produção de mudas micorrizadas de *Acacia mearnsii* de Wild. **Ciência Florestal**, **18** (3): 321-327.

OLIVEIRA, V. L.; GIACHINI, A. J. 1999. Ecologia e aplicação de ectomicorrizas. In: SIQUEIRA, J. O.; MOREIRA, F. M. S.; LOPES, A. S.; GUILHERME, L. R. G.; FAQUIN, V.; FURTINI NETO, A. E.; CARVALHO, J. G. **Inter-relação fertilidade, biologia do solo e nutrição de plantas**. UFLA: Lavras, 818p.

PAULA, M.A.; SIQUEIRA, J.O.; HOSHIKA, E. 1990. Crescimento, nutrição e produção de soja

- inoculada com populações de fungos micorrízicos vesículo-arbusculares. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, **14**: 151-156.
- PERRY, D. A.; MOLINA, R.; AMARANTHUS, M. P. 1987. Mycorrhizae, mycorrhizospheres and reforestation: current knowledge and research needs. **Canadian Journal of Forest Research**, **8** (17): 929-940.
- POUYÚ-ROJAS, E. 2002. **Compatibilidade simbiótica de fungos micorrízicos arbusculares com mudas de espécies arbóreas tropicais**. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras. 90p.
- POUYU-ROJAS, E.; SIQUEIRA, J. O.; SANTOS, J. G. D. 2006. Compatibilidade simbiótica de fungos micorrízicos arbusculares com espécies arbóreas tropicais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** **30** (3): 413-424.
- POUYÚ-ROJAS, E.; SIQUEIRA, J. O. 2000. Micorriza arbuscular e fertilização do solo no desenvolvimento pós-transplante de mudas de sete espécies florestais. **Pesquisa agropecuária brasileira**, **35** (1) : 103-114.
- ROCHA, F. S. et al. 2006. Dependência e resposta de mudas de cedro a fungos micorrízicos arbusculares. **Pesquisa agropecuária brasileira**, **41** (1): 77-84.
- SAGGIN JÚNIOR, O. J. 1997. **Micorrizas arbusculares de espécies arbóreas do Sudeste brasileiro**. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras. 120p.
- SAGGIN-JÚNIOR, O.J.; SIQUEIRA, J.O. 1996. Micorrizas arbusculares em cafeeiro. In: Siqueira, J.O. (ed) **Avanços em fundamentos e aplicação de micorrizas**. Lavras: Universidade Federal de Lavras/DCS e DCF, p. 203-254.
- SAGGIN JÚNIOR, O. J.; SIQUEIRA, J.O. 1995. Avaliação da eficiência simbiótica de fungos endomicorrízicos para o cafeeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, **19**: 221-228.
- SANTANA et al.,2018. MICORRIZAS DA TRANSAMAZÔNICA (BR-230) E SUA INFLUÊNCIA NO CULTIVO DO PARICÁ. **Agroecosistemas**, **10** (1): 43 – 54.
- SANTOS, D. R.; COSTA, M. C. S.; MIRANDA, J. R.; SANTOS, R. V. 2008. Micorrizas e Rizóbio no crescimento e nutrição em N e P de mudas de angico-vermelho. **Revista Caatinga**, **21** : 76-82.
- SANTOS, J. G. D. et al. 2008. Eficiência de fungos micorrízicos arbusculares isolados de solos de áreas de mineração de bauxita no crescimento inicial de espécies nativas. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, **32** :141-150.
- SCHIAVO et al 2010. Crescimento de mudas de *Acacia mangium*, *Sesbania virgata* e *Eucalyptus camaldulensis*, inoculadas com fungos micorrízicos, em casa-de-vegetação e em cava-de-extração de argila. **Acta Scientiarum Agronomy**, **32** (1): 171-178.
- SCHIAVO, J. A.; MARTINS, M. A. 2003. Produção de mudas de acácia colonizadas com micorrizas e rizóbio em diferentes recipientes. **Pesquisa agropecuária brasileira**, **38** (2): 173-178.
- SIBINEL, A. H. M. 2003. **Resposta da leguminosa *Mimosa artemisiana* à inoculação de diferentes fungos micorrízicos arbusculares na recuperação de áreas degradadas**. Dissertação

(Mestrado em Agronomia Ciências do Solo) –Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 57p.

SIEVERDING, E. 1991. **Vesicular-arbuscular mycorrhiza management in tropical agrosystems**. Deutche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ). Eschborn: Germany, 371p.

SILVA, E. et al. 2017. Micorrizas arbusculares e fosfato no desenvolvimento de mudas de cedro-australiano. **Ciência Florestal** **27** (4): 1269-1281.

SIQUEIRA, J. O. 1994. Micorrizas arbusculares, p. 151-194. In R. S. Araújo & M. Hungria. (Ed.). **Microrganismos de importância agrícola**. Embrapa, Brasília. 327 p.

SIQUEIRA, J. O.; SAGGIN JÚNIOR, O. J. 1995. **The importance of mycorrhizae association in natural low-fertility soils**. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ENVIROMENTAL STRESS, 1992, Belo Horizonte. Maize in perspective: proceedings. Sete Lagoas: Embrapa-CNPMS/México: CIMMYT/ UNDP, p.239-280.

SIQUEIRA, J. O.; SAGGIN JÚNIOR, O. J. 2001. Dependency on arbuscular mycorrhizal fungi and responsiveness of some Brazilian native woody species. **Mycorrhiza**, **11** : 245-255.

SMITH, S. E.; READ, D. J. 2008. **Mycorrhizal symbiosis**. London: Academic Press, 787 p.

SOUCHIE, E. et al.,2005. Mudas de espécies arbóreas inoculadas com bactérias solubilizadoras de fosfato e fungos micorrízicos arbusculares. **FLORESTA**, **35** (2): 329-334.

SOUZA, L. A. B. de; BONNASSIS, P. A. P.; SILVA FILHO, G. N.; OLIVEIRA, V. L. de. 2008. Novos isolados de fungos ectomicorrízicos e o crescimento de eucalipto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, **43** (2): 235-241.

SOUZA, V. C.; SILVA, R. A.; CARDOSO, G. D.; BARRETO, A. F. 2006. Estudos sobre fungos micorrízicos. **Revista brasileira de engenharia agrícola ambiental**, **10** (3): 612-618.

STEFFEN et al., 2010. Micorrização das mudas de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden comercializadas no município de Santa Maria, RS. **Ciência e Natura**, **32** (1): 25 – 35.

STÜRMER, S. L.; STÜRMER, R.; PASQUALINI, D. 2013. Taxonomic diversity and community structure of arbuscular mycorrhizal fungi (Phylum Glomeromycota) in three maritime sand dunes in Santa Catarina state, south Brazil. **Fungal Ecology**.

STÜRMER, S. L.; SIQUEIRA, J. O. 2013. Fungos micorrízicos. In: MOREIRA, F. M. S.; CARES, J. E.; ZANETTI, R.; STURMER, S. L. **O ecossistema solo: componentes, relações ecológicas e efeitos na produção vegetal**. Lavras: Editora UFLA. p. 289-310.

SUGAI et al., 2011 Inoculação micorrízica no crescimento de mudas de angico em solo de cerrado. **Bragantia**, **70** (2) :416-423.

THEODORO, V. C. A.; ALVARENGA, M. I. N.; GUIMARÃES, R. J.; MOURÃO, M. Jr. 2003. Carbono da biomassa microbiana e micorriza em solo sob mata nativa e agroecossistemas cafeeiros. **Acta Scientiarum Agronomy**; **25**(1): 147-153.

WEIRICH, S. et al. 2018. Influência de ectomicorrizas no crescimento de mudas de *Eucalyptus grandis*, *Corymbia citriodora*, *Eucalyptus saligna* e *Eucalyptus dunnii*. *Ciência Florestal*, 28 (2): 765-765.

ANEXO

NORMAS PARA SUBMISSÃO REVISTA DE CIÊNCIAS AMBIENTAIS <<https://revistas.unilasalle.edu.br/index.php/Rbca/index>>

Estas normas podem ser acessadas por meio do link:
<<https://revistas.unilasalle.edu.br/index.php/Rbca/about/submissions#authorGuidelines>>

Diretrizes para Autores

CONDIÇÕES PARA ENVIO DOS TRABALHOS:

I- O trabalho deverá ser original e encaminhado exclusivamente à REVISTA DE CIÊNCIAS AMBIENTAIS.

II- Os artigos poderão ser redigidos em português ou inglês.

III- Os trabalhos encaminhados à revista serão avaliados pela Comissão Editorial ou consultores *ad hoc*, conforme a sua especialidade, segundo os seguintes critérios:

- a) conteúdo técnico-científico;
- b) relevância para a área;
- c) clareza e qualidade da redação;
- d) qualidade e adequação do referencial teórico utilizado.

IV- A cada edição, a Comissão Editorial selecionará, dentre os artigos com parecer favorável, aqueles cuja publicação será imediata, em virtude da relevância de sua contribuição. Os não-selecionados serão novamente apreciados por ocasião das edições seguintes.

V- Os autores deverão fornecer informações para contato (nome completo, vínculo institucional e e-mail) de pelo menos três potenciais revisores, especialistas na área do trabalho enviado. As informações deverão ser digitadas no campo “Comentários ao Editor”, durante a submissão. Os revisores sugeridos não poderão ter publicado em co-autoria com os autores nos últimos cinco (5) anos, nem pertencer a mesma Instituição. Revisores sugeridos serão considerados revisores potenciais, de acordo com a apreciação da Comissão Editorial.

DETALHES DE FORMATAÇÃO E REDAÇÃO:

1- O texto deverá conter no máximo 20 páginas digitadas em espaço duplo, em papel A4, com margens de 2 cm de cada lado, em fonte Times New Roman corpo 12. O manuscrito, em arquivo do word (*.doc), deve ser submetido eletronicamente, através do sistema OJS/SEER.

2- Citações no texto - as citações de referências bibliográficas no texto devem obedecer ao seguinte padrão: um autor (Sabadot, 2006); dois autores (Prata e Locatelli, 2006); três ou mais autores (Silva et al., 1999). No caso dos nomes dos autores fazerem parte da frase, apenas o ano da publicação

deve vir entre parênteses. Quando houver, no mesmo ano, mais de um artigo de mesma autoria, deve-se acrescentar letras minúsculas após o ano, conforme o seguinte exemplo: Corseiul et al. (2000a; 2000b). Quando houver mais de uma citação dentro de um mesmo parêntese, estas devem ser apresentadas em ordem cronológica. Exemplo: (Bacon, 1984; La Salle, 1988; Lise et al., 1993; Souza et al., 2000).

3- Tabelas: deverão ser numeradas consecutivamente com algarismos arábicos e antecedidas pelo título. Deverão apresentar legendas explicativas e estar de acordo com as normas de apresentação tabular.

4- Figuras: gráficos, fotografias, desenhos, esquemas, fórmulas, modelos, etc., deverão apresentar boa qualidade e ser acompanhadas de legendas explicativas. Necessariamente, devem apresentar resolução mínima de 300dpi e estar inseridas no texto. Deverão ser numeradas consecutivamente, em algarismos arábicos.

5- As figuras e tabelas deverão, preferencialmente, já estar inseridas no texto.

6- Os manuscritos deverão obedecer à seguinte estrutura:

Título: deverá estar de acordo com o conteúdo do artigo, levando em consideração o caráter da revista, com, no máximo, 20 palavras.

Título em uma segunda língua: versão do título em inglês (caso o artigo tenha sido redigido em inglês, deve ser utilizada, obrigatoriamente, a versão em português).

Autor(es): nome por extenso, sem abreviaturas.

Filiação Científica: indicar departamento, instituto ou faculdade e universidade ou instituição de vínculo.

Resumo: deverá conter entre 150 e 250 palavras, e consistir na apresentação concisa de cada parte do trabalho, destacando objetivo(s), metodologia, resultados e conclusões.

Palavras-chave: entre 3 a 5 palavras ou expressões curtas que identifiquem o conteúdo do artigo. Utilizar, preferencialmente, palavras-chave que não façam parte do título.

Abstract: versão do resumo para a língua inglesa. Caso o trabalho seja escrito em inglês, deve constar um resumo em português.

Keywords: palavras-chave em inglês. Tal como no item anterior, se o trabalho for escrito em inglês, deverão ser apresentadas palavras-chave em português.

Texto: elaborado segundo as características do trabalho. Exemplos:

Trabalho de investigação científica: Introdução, Material e Métodos, Resultados, Discussão (estes dois últimos itens podem ser apresentados em conjunto) e Conclusões.

Nota científica: Introdução, Material e Métodos, Resultados, Discussão e Conclusões apresentados em texto contínuo (sem a divisão em seções), atingindo o máximo de cinco páginas.

Estudos de caso: Introdução, Descrição, Discussão e Conclusões.

Artigos de Revisão: Introdução, Revisão da Literatura, Discussão e Conclusões.

Agradecimentos: opcional.

Referências Bibliográficas: a ordenação da lista deve ser alfabética. Quando a obra tiver um, dois ou três autores, todos devem ser citados. Mais de três autores, indicar apenas o sobrenome do primeiro, seguido de et al. As citações de trabalhos publicados em eventos científicos não poderão ultrapassar 10% do total de referências citadas. Não serão aceitas citações de resumos ou de relatórios não publicados.

Utilizar os exemplos a seguir como parâmetro:

Livro

GARCIA, F. R. M. 2002. **Zoologia agrícola:** Manejo ecológico de pragas. 2. ed. Porto Alegre: Rígel, 248p.

Capítulo de Livro

SABEDOT, S. 2006. A sustentabilidade dos recursos naturais não renováveis. In: S. Sabedot; A. Toaldo; R. Penna. (Org.). **Conhecimento, Sustentabilidade e Desenvolvimento Regional.** Canoas: Unilasalle, p. 107-121.

Artigo

CADEMARTORI, C. V.; FABIÁN, M. E.; MENEGHETTI, J. O. 2005. Biologia reprodutiva de *Delomys dorsalis* (Hensel, 1872) - Rodentia, Sigmodontinae - em área de Floresta Ombrófila Mista, Rio Grande do Sul, Brasil. **Mastozoologia Neotropical**, 12(2):133-144.

Tese ou Dissertação

MORAES, L. A. F. de. 1996. **Merúrio total na água e em duas espécies de peixes de três subsistemas da Planície de Inundação do Rio Paraná, MS, Brasil, e sua relação com algumas variáveis ambientais.** Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) - Universidade Estadual de Maringá, 38p.

Publicação Eletrônica

NORRBOM, A. L. Fruit fly (Diptera: Tephritidae) faunal statistics. Disponível em: <<http://www.sel.barc.usda.gov/Diptera/tephriti/TephFaSt.htm>>. Acesso em: 12 dez. 2001.

Trabalho em Evento

PAULA, M. C. Z.; CORSEUIL, E. 1993. Flutuação populacional de homópteros em lavoura de arroz irrigado em Itaqui, RS. In: XX REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 1993, Pelotas. p. 224-226

Documento Técnico

WITT, P. B. R. (Coord.). 2008. **Plano de Manejo:** Unidade de Conservação Reserva Biológica do Lami José Lutzenberger. Porto Alegre: SMAM, 221p.

7- Recomenda-se que os autores consultem um artigo recentemente publicado na RCA para verificar os detalhes de formatação.