

Basidiocarpos de fungos ectomicorrízicos em plantação de *Eucalyptus urograndis* na Zona da Mata de Minas Gerais: principais gêneros e distribuição sazonal

Basidiocarps of ectomycorrhizal fungi in Eucalyptus urograndis plantation at the Zona da Mata de Minas Gerais: main genera and seasonal distribution

Vanessa Pereira de Abreu^{*}

Gustavo Sampaio de Lima Martins^{**}

André Narvaes da Rocha Campos^{***}

Resumo

A inoculação com esporos é alternativa de baixo custo para produção de mudas ectomicorrizadas para recuperação de áreas degradadas. Este trabalho objetivou identificar e avaliar a ocorrência de basidiocarpos de fungos ectomicorrízicos em plantio de *Eucalyptus urograndis* no município de Rio Pomba/MG. Foram identificados fungos ectomicorrízicos dos gêneros *Pisolithus* sp. e *Scleroderma* sp. A maior produção de basidiocarpo ocorreu de 40 a 60 dias após o início das chuvas. Os basidiocarpos foram observados predominantemente em locais de incidência luminosa direta. Estas informações subsidiarão a coleta de basidiocarpos para utilização de esporos para inoculação de mudas em viveiro.

Palavras-chave: *Pisolithus*. *Scleroderma*. Esporos. Basidiocarpos.

Abstract

Spore inoculation is a low cost alternative to produce seedlings of ectomycorrhizal plants to degraded lands. The objective of this work was to identify and evaluate the occurrence of ectomycorrhizal fungi basidiocarps in a *Eucalyptus urograndis* plantation in Rio Pomba. We identified fungi belonging to the genera *Pisolithus* sp. and *Scleroderma* sp. The highest production of basidiocarps was observed 40 to 60 days after the beginning of the raining period. Most part of basidiocarps was observed in sites with direct incidence of the sun light in soil. This information will subsidize strategies of basidiocarps collection in order to obtain spores to inoculation programs in nurseries.

Key words: *Pisolithus*. *Scleroderma*. Spores. Basidiocarps.

^{*} Estudante do Bacharelado em Agroecologia, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais, Campus Rio Pomba – Minas Gerais - Brasil. E-mail: nessa-mg@hotmail.com

^{**} Estudante do Bacharelado em Agroecologia, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais, Campus Rio Pomba – Minas Gerais - Brasil. E-mail: gustavo.sampaio@gmail.com

^{***}D.Sc. Microbiologia Agrícola, Professor Efetivo, Departamento de Agricultura e Ambiente, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais, Campus Rio Pomba – Minas Gerais - Brasil. E-mail: andre.campos@ifesudestemg.edu.br

Introdução

As micorrizas são associações simbióticas mutualísticas entre plantas e fungos especializados do solo (SMITH e READ, 2008). As micorrizas são regra na natureza, uma vez que cerca de 80% das plantas estabelecem esse tipo de associação (REDECKER et al., 2000). A origem evolutiva dessa associação ocorreu há, pelo menos, 460 milhões de anos, quando as plantas iniciaram a colonização dos ambientes terrestres (BRUNDRETT, 2002). Diversos tipos de micorrizas foram descritas até o momento, entre elas podemos citar as micorrizas arbusculares, orquidoides, ericoides, arbutoides, ectendomicorrizas e ectomicorrizas (SMITH; READ, 2008).

No solo de determinados ecossistemas florestais, a associação mais importante é a ectomicorriza (MARTIN, 2007). Os fungos do solo capazes de formar esse tipo de associação são predominantemente basidiomicetos, porém existem ascomicetos e zigomicetos também capazes de formá-la (BRUNDRETT, 2002). A importância dessa associação é destacada pelo fato de que ocorrem em espécies com importância econômica e para recuperação de áreas degradadas, tais como a *Acacia*, o *Pinus* e o *Eucalyptus*, além de serem dominantes em seus biomas (REDECKER et al., 2000; FRANCO et al., 1995; ABRAF, 2010).

As ectomicorrizas são caracterizadas por suas estruturas típicas: a rede de Hartig e o manto fúngico (PETERSON e FARQUHAR, 1994). A rede de Hartig caracteriza-se pelo crescimento de hifas nos interstícios das células das raízes finas, sendo responsável pela realização de trocas de metabólitos entre a planta e o fungo (LEI; DEXHEIMER, 1988). O manto fúngico caracteriza-se pela presença de um conjunto de hifas compactas que envolvem completamente as raízes finas (ASHFORD et al., 1989). Além de proteger fisicamente as raízes das plantas, o manto fúngico é o ponto de partida das hifas extrarradiculares, estruturas responsáveis pela exploração do solo em busca de água e nutrientes (LAMHAMEDJ; FORTIN, 1991). Também, é a partir das hifas extrarradiculares que são formados os corpos de frutificação, estruturas responsáveis pela formação dos esporos sexuados dos fungos ectomicorrízicos (SMITH; READ, 2008).

Os benefícios advindos das associações ectomicorrízicas ao crescimento das plantas são diversos e podem ser divididos primariamente em benefícios nutricionais e não nutricionais. As plantas associadas a fungos ectomicorrízicos beneficiam-se pela maior capacidade do fungo em explorar o solo (SMITH; READ, 2008), proteger as plantas contra patógenos e pragas, contra os efeitos tóxicos de metais pesados e outros contaminantes do solo, além de contribuir para a produtividade e o crescimento vegetal (ROUSSEAU et al., 1994; MARSHNER et al., 1996; THOMSON et al., 1994).

O aumento da tolerância das plantas a compostos contaminantes presentes no solo, tais como os metais pesados, é um importante benefício das associações micorrízicas (NOGUEIRA, 2007). Um dos mecanismos é a liberação por fungos micorrízicos de compostos que se ligam fortemente aos metais pesados (KHAN et al., 2000). Uma vez

ligados a esses compostos, os metais pesados passam a apresentar menor ou nenhuma toxicidade para a planta (LEE et al., 2004). Os fungos também alteram o pH do solo que envolve as raízes, o que leva a alteração da forma química do poluente, podendo torná-lo menos tóxico (GOHRE e PASZKOWSKI, 2006). Outro mecanismo é impedir que os metais pesados cheguem até as raízes das plantas pela adsorção dos metais pesados às cargas existentes nas hifas fúngicas, reduzindo a mobilidade desses compostos para as plantas (GOHRE; PASZKOWSKI, 2006). Alternativamente, os fungos podem absorver preferencialmente os metais pesados e imobilizá-los no interior das hifas, impedindo que os mesmos cheguem até as raízes das plantas (GOHRE; PASZKOWSKI, 2006). Esses mecanismos demonstram que as micorrizas podem contribuir para o estabelecimento dos vegetais em áreas degradadas e contaminadas, sendo importante ferramenta para técnicas de fitorremediação.

Embora muitos dos efeitos nutricionais e não nutricionais descritos acima possam ser realizados igualmente por micorrizas arbusculares, estes últimos são biotróficos obrigatórios, fato que limita consideravelmente o processo de produção de inóculo em grande quantidade. Neste aspecto a utilização de fungos ectomicorrízicos apresenta importante vantagem, uma vez que o micélio vegetativo pode ser cultivado em cultura pura, facilitando sobremaneira o processo de produção de inóculo (BRUNDRETT et al., 1996). Além disso, a utilização de esporos coletados diretamente de basidiocarpos no campo pode ser uma alternativa viável para a inoculação de plantas em viveiro (BRUNDRETT et al., 2005). No entanto, poucos estudos foram realizados para determinar a sazonalidade e o potencial de produção de basidiocarpos em florestas plantadas no Brasil. A obtenção dessas informações subsidiará o estabelecimento de estratégias considerando a utilização de esporos de fungos ectomicorrízicos em programas de inoculação alternativa de baixo custo.

O objetivo deste trabalho foi identificar e avaliar a ocorrência de basidiocarpos de fungos ectomicorrízicos nas áreas plantadas com *Eucalyptus urograndis* na Zona da Mata de Minas Gerais.

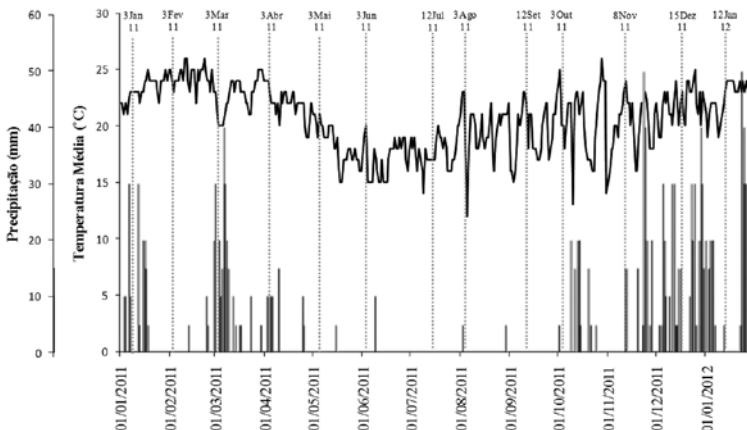
Material e Métodos

O presente trabalho foi realizado no município de Rio Pomba, na Zona da Mata de Minas Gerais, nas dependências do *Campus* Rio Pomba do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais. O plantio de *Eucalyptus urograndis* com 5 anos de idade apresenta área de 4,6 ha e está localizado a uma latitude de 21°14'34.72"S e longitude de 43°09'52.46"O. A plantação foi estabelecida em uma área de Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico, que era anteriormente destinado à pastagem.

Esse plantio foi escolhido por estar circundado por três condições muito contrastantes. Em sua face sul e mais alta, o plantio é limítrofe com pastagem de *Brachiaria decumbens*. Em sua face norte e mais baixa, a plantação é limítrofe com a área de mananciais do Instituto. No entanto, trata-se de uma região muito seca, pois a plantação encontra-se separada das lagoas por um talude que apresenta aproximadamente 10 metros de altura. A terceira área é limítrofe com uma área de mata secundária e é mais úmida e sombreada pela presença de árvores. A iluminância dessas áreas em julho de 2012 apresentou valores médios de 17.428 lx para a área próxima à pastagem, 38.342 lx para a área dos taludes e 6.448 lx para a área limítrofe à mata secundária.

O mapeamento e a identificação dos basidiocarpos foram realizados percorrendo-se mensalmente as estradas que circundavam a plantação no período de fevereiro de 2011 a janeiro de 2012. As datas de avaliação e as condições meteorológicas da região no período do trabalho estão descritas na Figura 1. Foram considerados apenas os basidiocarpos de fungos ectomicorrízicos presentes nas áreas adjacentes à plantação de *E. urograndis*. Os basidiocarpos foram identificados com base em avaliações macroscópicas considerando a composição, cor e textura do perídio e da gleba dos basidiocarpos. As observações foram comparadas com as descrições sumariadas na literatura (BOUGHER, 2009). Os indivíduos encontrados foram catalogados, indicando sua localização, medidos e fotografados. Visto que os basidiocarpos apresentavam formato predominantemente esférico, utilizou-se o diâmetro dos indivíduos para o cálculo de uma estimativa de seu volume. Esse valor foi calculado conforme o indicado pela equação a seguir: $EV = 4/3 \pi (DM/2)^2$, onde EV é a estimativa do volume do basidiocarpo e DM é o diâmetro médio do basidiocarpo, definido pela média dos diâmetros do basidiocarpo mensurados no campo.

Figura 1: Datas de avaliação, Precipitação diária (colunas - mm) e Temperatura média diária (linha - °C) no município de Rio Pomba/MG no período de janeiro de 2011 a fevereiro de 2012

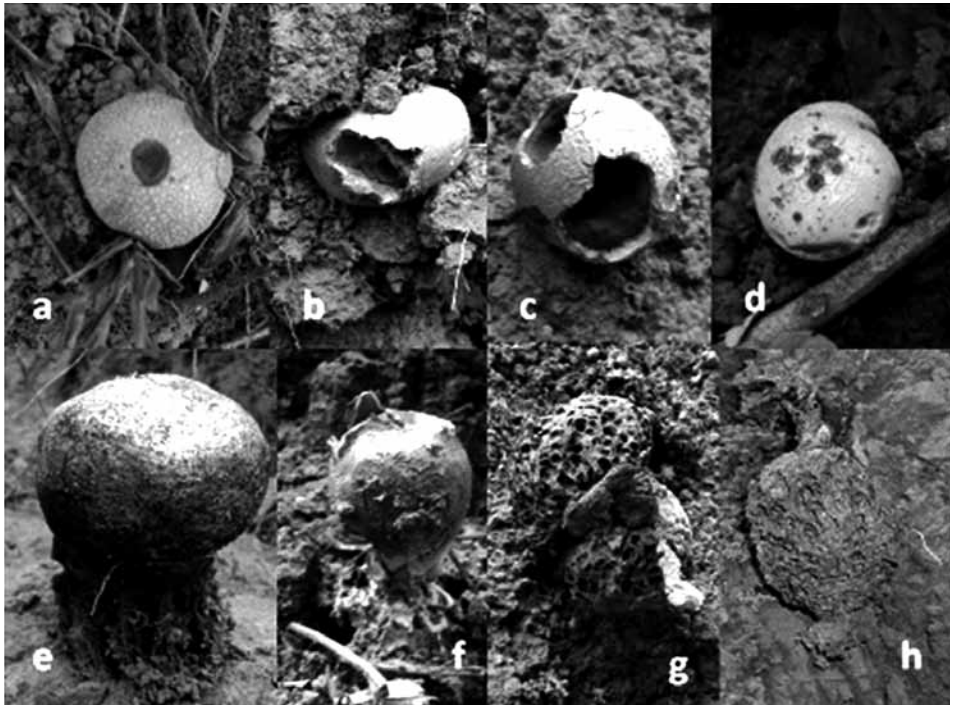


Fonte: Dados obtidos no Sistema de Meteorologia e Recursos Hídricos do Estado de Minas Gerais (SIMGE http://ricardonun.dominiotemporario.com/monitoramento/chuva_diaria.html#).

Resultados e discussão

Ao longo dos doze meses, observou-se a presença de basidiocarpos pertencentes a dois gêneros, *Pisolithus* sp. Alb. & Schein e *Scleroderma* sp. Pers. Os basidiocarpos observados apresentavam diversos estádios de desenvolvimento (Figura 2). Os gêneros identificados neste experimento foram observados em outras regiões do estado de Minas Gerais, bem como no Paraná e no Rio Grande do Sul (COELHO et al., 1997; CARVALHO e AMAZONAS, 2002; MELLO et al., 2006). Adicionalmente, em plantação de *E. camaldulensis* no estado de Minas Gerais foi observado também o gênero *Telephora* (COELHO et al., 1997). Em plantações de *E. dunnii* e de *E. benthanii* localizadas no estado do Paraná foram observados os gêneros *Laccaria*, *Scleroderma*, *Ramaria* e *Tricholoma* (CARVALHO; AMAZONAS, 2002). Embora neste estudo tenham sido identificados os fungos cosmopolitas *Pisolithus* e *Scleroderma*, a existência de outros gêneros de fungos ectomicorrízicos na Zona da Mata de Minas Gerais não pode ser descartada.

Figura 2: Basidiocarpos de *Scleroderma* sp. (a, b, c, d) e de *Pisolithus* sp. (e, f, g, h) observados na plantação de *Eucalyptus urograndis* localizada no município de Rio Pomba, Zona da Mata de Minas Gerais.

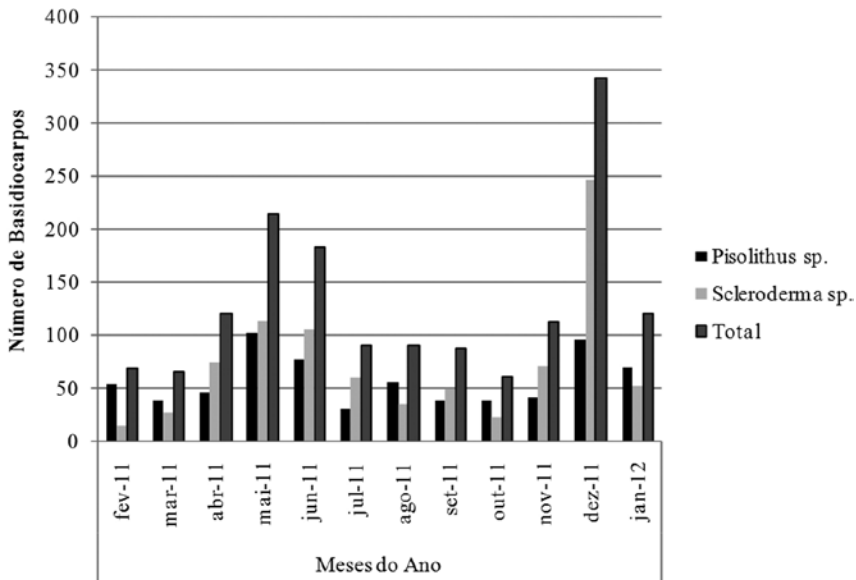


Nos meses de dezembro, maio e junho, foi observado o maior número de basidiocarpos (Figura 3). Já os meses de fevereiro, março e outubro apresentaram os menores valores. A precipitação foi o fator climático que apresentou maior influência na

produção de basidiocarpos, uma vez que os períodos que apresentaram maior contagem ocorreram de 45 a 60 dias após os períodos chuvosos. No estado do Espírito Santo relatou-se que as altas temperaturas e precipitação do verão provocaram aumento da taxa de colonização ectomicorrízica em plantios de *E. urograndis* (GRAZZIOTTI et al., 1998). Essa observação corrobora a hipótese de que a maior produção de basidiocarpos por esses fungos ocorra em épocas com alta temperatura e umidade.

A ocorrência dos gêneros *Scleroderma* e *Pisolithus* apresentou diferenças ao longo do período analisado. A maior contagem de basidiocarpos de *Pisolithus* ocorreu no mês de maio e o menor valor foi registrado no mês de julho (Figura 3). O mês de dezembro apresentou a maior produção de basidiocarpos de *Scleroderma* e o mês de fevereiro a menor (Figura 3). A diferença nos requerimentos climáticos que induzem à frutificação de espécies fúngicas ectomicorrízicas é pouco caracterizada. Para *Pisolithus*, relata-se que os períodos mais quentes e chuvosos do anos são os mais profícuos para a produção de basidiocarpos (CHAMBERS; CAIRNEY, 1999). No Paraná, observou-se a presença de *Scleroderma* em plantações de *E. benthamii* apenas no inverno (CARVALHO; AMAZONAS, 2002). Essas observações demonstram que existe uma diferença entre os requerimentos climáticos para produção de basidiocarpos entre esses dois gêneros.

Figura 3: Número de basidiocarpos de *Pisolithus* e *Scleroderma* observados ao longo do experimento entre fevereiro de 2011 e janeiro de 2012



Houve maior variação no número de basidiocarpos de *Scleroderma* ao longo do ano quando comparados ao número de basidiocarpos de *Pisolithus* (Figura 3). No

entanto, observou-se que muitos basidiocarpos de *Pisolithus* permaneciam na área por vários meses, enquanto os basidiocarpos de *Scleroderma* não eram observados em dois meses subsequentes. Esta última observação destaca o fato de que os basidiocarpos de *Scleroderma* eram mais efêmeros que os de *Pisolithus*. O maior tempo de permanência dos basidiocarpos de *Pisolithus* em campo pode ser reflexo direto das características dessa estrutura. O basidiocarpo de *Pisolithus* apresenta abundante matriz pigmentada de natureza fenólica e hidrofobinas em sua parede celular (CAMPOS; COSTA, 2010). Esses compostos inibem o crescimento de microrganismos degradadores (TZANDRIOS, 1991) e permitem que a estrutura fúngica permaneça no campo por mais tempo.

Observou-se que o volume médio dos basidiocarpos de *Pisolithus* foi maior que o de *Scleroderma* (Figuras 4A e 4B). No entanto, o tamanho dos basidiocarpos de *Pisolithus* apresentou maior variação no período do estudo em comparação aos basidiocarpos do gênero *Scleroderma*. Para *Pisolithus*, os maiores basidiocarpos foram observados nos meses de setembro, outubro e novembro, e os menores em fevereiro e maio (Figura 4A). Já para *Scleroderma*, os maiores basidiocarpos foram observados em agosto e dezembro e, os menores, em fevereiro e março (Figura 4B).

O mapeamento revelou que a ocorrência de basidiocarpos varia de acordo com a ocupação da área limítrofe ao eucaliptal (Figura 5). Na área próxima à pastagem de braquiária observou-se maior quantidade de basidiocarpos em 8 dos 12 meses de estudo. Nesta área, observou-se maior número de basidiocarpos do gênero *Scleroderma*, principalmente nos meses de abril, julho e dezembro (Figura 5). Na área próxima às represas, observou-se a predominância de *Pisolithus* em 11 dos 12 meses observados. A área limítrofe com a mata apresentou menor número de basidiocarpos quando comparada às duas primeiras (Figura 5). No entanto, nesta área houve equilíbrio entre os basidiocarpos dos dois gêneros fúngicos.

Os locais que recebem a incidência direta de radiação solar apresentaram maior quantidade de basidiocarpos. A maior parte dos basidiocarpos foi observada em locais que apresentavam solo exposto, o que ficou evidenciado pelo grande número de basidiocarpos na área do talude e na área próxima da pastagem. Interessantemente, observou-se grande quantidade de basidiocarpos nas erosões formadas pelo escoamento da água de chuva e nos barracos que cercavam os aceiros. A luz é importante fator climático na indução da frutificação de espécies fúngicas tais como *Psilocibe cubensis*, *Coprinus lagopus* e *C. macrorhizus* (LU, 1974; KAMADA et al., 1978; BADHAN, 1980). Nossos resultados, somados às informações sobre a importância da luz para a indução da formação de primórdios de basidiocarpos, sugerem que a luz é um importante fator para a frutificação em fungos ectomicorrízicos.

Figura 4: Estimativa do volume (cm^3) dos basidiocarpos de *Pisolithus* sp. (A) e de *Scleroderma* sp. (B) avaliados no período de fevereiro de 2011 a janeiro de 2012 em plantação de *Eucalyptus urograndis* no município de Rio Pomba, Zona da Mata de Minas Gerais.

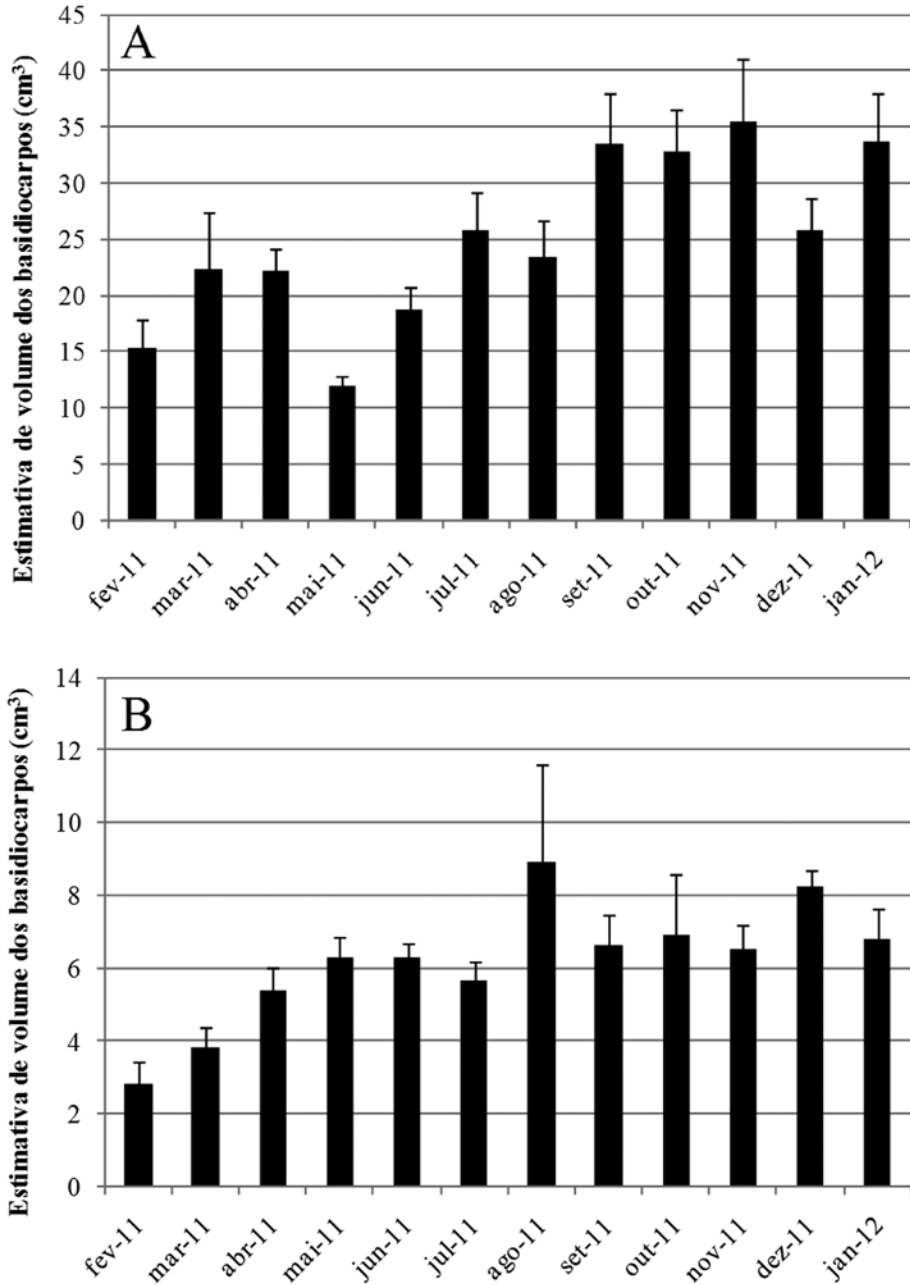
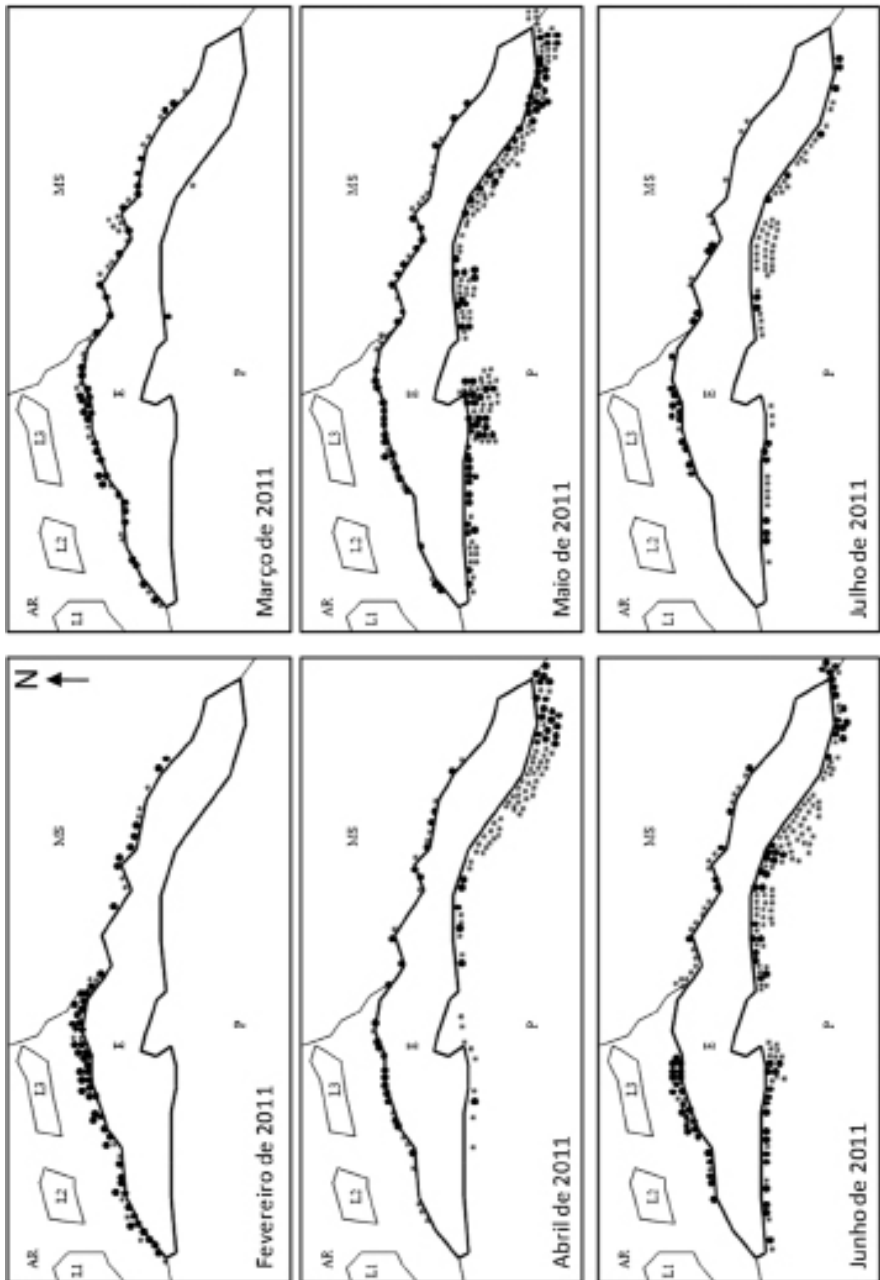
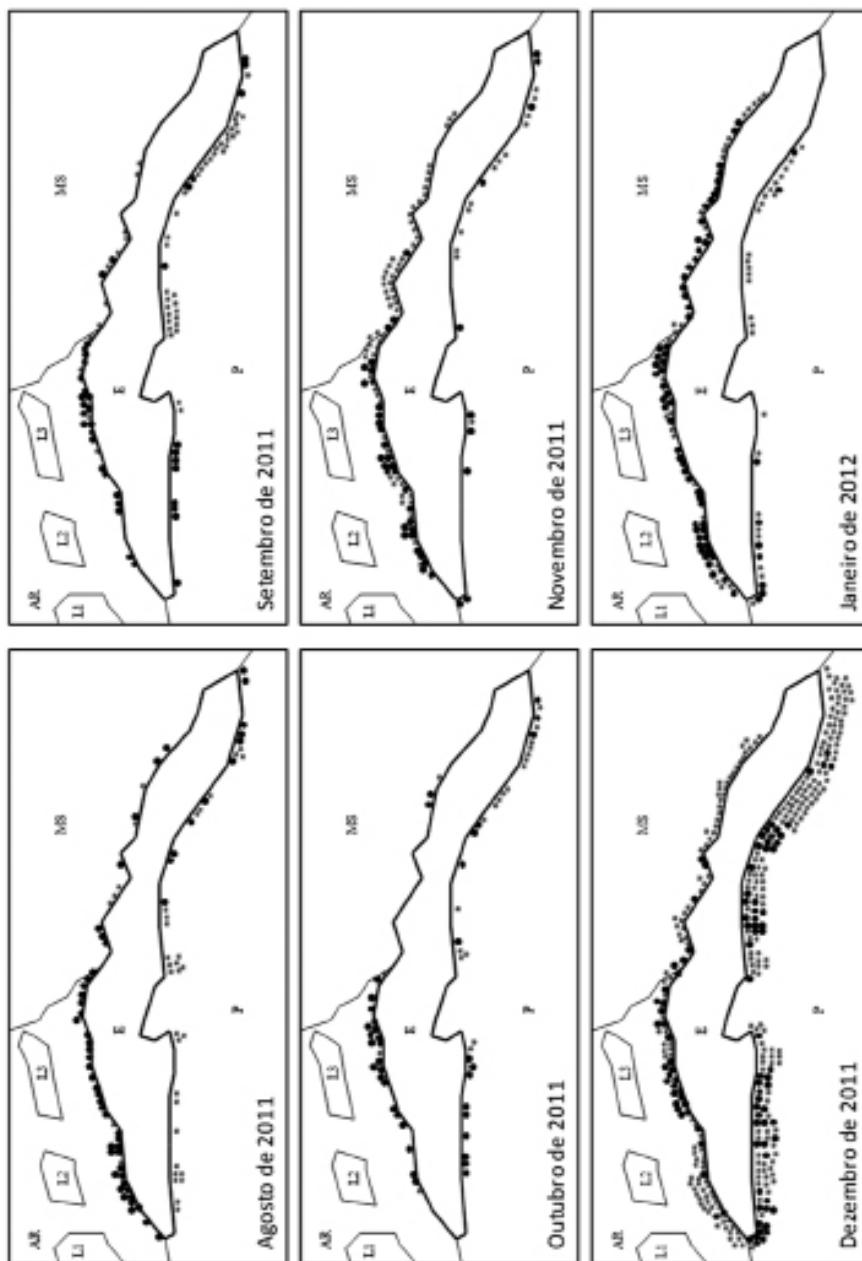


Figura 5: Localização dos basidiocarpos identificados na floresta de *Eucalyptus urograndis* no município de Rio Pomba no período de fevereiro de 2011 a janeiro de 2012. (●) Basidiocarpos de *Pisolithus* sp. (*) Basidiocarpos de *Scleroderma* sp. A indicação do posicionamento geográfico da área encontra-se no mapa de janeiro de 2011. AR: Área das represas, L1 a L3: Lagoas, E: Plantação de *Eucalyptus urograndis*, MS: Mata secundária, P: Pastagem de *Brachiaria decumbens*.





Conclusões

Conclui-se que os gêneros *Pisolithus* e *Scleroderma* estão presentes no município de Rio Pomba, Zona da Mata de Minas Gerais. Os basidiocarpos de *Scleroderma* são mais

efêmeros que os basidiocarpos de *Pisolithus*. As condições edafoclimáticas apresentam influência no processo de formação de basidiocarpos. O aumento da precipitação desencadeia o desenvolvimento de novos basidiocarpos de fungos ectomicorrízicos. Adicionalmente, conclui-se que a luz é um fator preponderante para a formação de basidiocarpos de fungos ectomicorrízicos. Essas informações poderão subsidiar estratégias de coleta de basidiocarpos, com vistas à utilização de esporos em programas de inoculação de mudas para recuperação de áreas degradadas.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq, ao MEC-SETEC/MAPA – Núcleos de Estudo em Agroecologia e ao IF Sudeste MG – *Campus* Rio Pomba pelo apoio financeiro para realização deste trabalho.

Referências

- ABRAF. Anuário estatístico da ABRAF 2010: ano base 2009. Brasília: ABRAF, 2010. 140 p.
- ASHFORD, A.E.; ALLAWAY, W.G.; PETERSON, C.A.; CAIRNEY, J.W.G. Nutrient transfer and the fungus-root interface. Australian Journal of Plant Physiology, v.16, p. 85-97, 1989.
- BADHAM, E. R. The effect of light upon basidiocarp initiation in *Psilocybe cubensis*. Mycologia, v. 72, p. 136-142, 1980.
- BOUGHER, N. L. Fungi of Perth Region and beyond: A self-managed field book. Perth, Australia: Wertern Australia Naturalist's Club, 2009. 280p.
- BRUNDRETT, M.; BOUGHER, N.; DELL, B.; GROVE, T.; MALAJCZUK, N. Working with mycorrhizas in forestry and agriculture. Canberra: Pirie Printers. 1996. 374p. (ACIAR Monograph 32).
- BRUNDRETT, M.; MALAJCZUK, N.; MINGQIN, G.; DAPING, X.; SNELLING, S.; DELL, B. Nursery inoculation of *Eucalyptus* seedlings in western Australia and Southern China using spores and mycelium inoculum of diverse ectomycorrhizal fungi from different climatic regions. Forest Ecology and Management, v. 209, p. 193-205, 2005.
- BRUNDRETT, M.C. Coevolution of roots and mycorrhizas of land plants. New Phytologist, v. 154, p. 275-304, 2002.

CAMPOS, A. N. R.; COSTA, M. D. Histochemistry and storage of organic compounds during basidiosporogenesis in the ectomycorrhizal fungus *Pisolithus microcarpus*. World Journal of Microbiology and Biotechnology, v.26, p. 1745-1753, 2010.

CARVALHO, M.P.; AMAZONAS, M.A.L.A. Diversidade e distribuição sazonal da produtividade de corpos frutíferos de fungos ectomicorrízicos associados a plantações de *Pinus* spp. e *Eucalyptus* spp. da EMBRAPA Florestas. In: EVENTO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA FLORESTAS, 1., Colombo, 2002. Anais... Colombo: EMBRAPA Florestas, 2002. p.1-10.

CHAMBERS, S.M.; CAIRNEY, J.W.G. *Pisolithus*. In: CAIRNEY, J.W.G.; CHAMBERS, S.M. (Org.). Ectomycorrhizal fungi: Key genera in profile. Berlin: Springer-Verlag, 1999. p. 1-31.

COELHO, F.C.; BORGES, A.C.; NEVES, J.C.L.; BARROS, N.F.; MUCHOVEJ, R.M.C. Caracterização e incidência de fungos micorrízicos em povoamentos de *Eucalyptus camaldulensis* dehn., nos municípios de Paraopeba, Bocaiuva e João Pinheiro, Minas Gerais. Revista Árvore, v. 21, p. 393-404, 1997.

FRANCO, A. A.; CAMPELLO, E. F. C.; SILVA, E. M. R.; FARIA, S. M. Revegetação de solos degradados. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 1992, 9p. (Embrapa Agrobiologia: Comunicado técnico; nº 9).

FRANCO, A. A.; DIAS, L. E.; FARIA, S. M. CAMPELLO, E. F. C.; SILVA, E. M. R. Uso de leguminosas florestais noduladas e micorrizadas como agentes de recuperação e manutenção da vida do solo: Um modelo tecnológico. In: ESTEVES, F. A. Oecologia Brasiliensis, 1995. Volume I: Estrutura, funcionamento e manejo de ecossistemas brasileiros. p. 459-467.

GOHRE, V.; PASZKOWSKI, U.. Contribution of the arbuscular mycorrhizal symbiosis to heavy metal phytoremediation. Planta, v. 223, p.1115-1122, 2006.

GRAZZIOTTI, P.H.; BARROS, N.F.; BORGES, A.C.; NEVES, J.C.L.; FONSECA, S. Variação sazonal da colonização de raízes de clones de híbridos de eucalipto por fungos micorrízicos no estado do Espírito Santo. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 22, p. 613-619, 1998.

KAMADA, T.; KURITA, R.; TAKEMARU, T. Effects of light on basidiocarp maturation in *Coprinus macrorrhizus*. Plant Cell Physiology, v. 19, p. 263-275, 1978.

KHAN, A.G.; KUEK, C.; CHAUDHRY, T.M.; KHOO, C.S.; HAYES, W.J. Role of plants, mycorrhizae and phytochelatins in heavy metal contaminated land remediation. Chemosphere, v. 41, p.197-207, 2000.

LAMHAMEDI, M.S.; FORTIN, J.A. Genetic variations of ectomycorrhizal fungi: extramatrical phase of *Pisolithus* sp. Canadian Journal of Botany, v. 69, p. 1927-1934, 1991.

LEE, J.; SHIM, D.; SONG, W.Y.; HWANG, I.; LEE, Y. *Arabidopsis* metallothioneins 2 and 3 enhance resistance to cadmium when expressed in *Vicia faba* guard cells. Plant Molecular Biology, 54, p. 805-815. 2004.

LEI, J.; DEXHEIMER, J. Ultrastructural localization of ATPase activity in the *Pinus sylvestris*/*Laccaria laccata* ectomycorrhizal association. New Phytologist, v. 108, p. 329-334, 1988.

LU, B. Meiosis in *Coprinus*. V. The role of light on basidiocarp initiation, mitosis, and hymenium differentiation in *Coprinus lagopus*. Canadian Journal of Botany, v. 52, p. 299-305, 1974.

MARSCHNER, P.; GODBOLD, D. L.; JENTSCHKE, G. Dynamics of lead accumulation in mycorrhizal and non-mycorrhizal Norway Spruce (*Picea abies* (L.) Karst.). Plant and Soil, v. 178, p. 239-245, 1996.

MARTIN, F. Fair trade in the underworld: the ectomycorrhizal symbiosis. In: HOWARD, R.J.; GOW, N.A.R. (Org.) Biology of the Fungal Cell: The Mycota VIII. 2. ed. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 2007. p.237-293.

MELLO, A.H.; ANTONIOLLI, Z.I.; KAMINSKI, J.; SOUZA, E.L.; OLIVEIRA, V.L. Fungos arbusculares e ectomicorrízicos em áreas de eucalipto e de campo nativo em solo arenoso. Ciência Florestal, v. 16, p. 293-301, 2006.

NOGUEIRA, M.A. Micorrizas arbusculares e metais pesados. In: SILVEIRA, A.P.D.; FREITAS, S.S. (Org.). Microbiologia dos solos e qualidade ambiental. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, 2007. p. 219-238.

PETERSON, R.L.; FARQUHAR, M.L. *Mycorrhizas* – Integrated development between roots and fungi. Mycologia, v. 86, p. 311-326, 1994.

REDECKER, D.; MORTON, J.B.; BRUNS, T.D. Ancestral lineages of arbuscular mycorrhizal fungi. Molecular Phylogenetics and Evolution, v. 14, p. 276-284, 2000.

ROUSSEAU, J.V.D.; SYLVIA, D.M.; FOX, A.J. Contribution of ectomycorrhiza to the potential nutrient-absorbing surface of Pine. New Phytologist, v. 128, p. 639-644, 1994.

SMITH, S.E.; READ, D.J. Mycorrhizal symbiosis. 2. ed. London: Academic Press, 2008. 787p.

THOMSON, B.D.; GROVE, T.S.; MALAJCZUK, N.; HARDY, G.E.S.T. The effectiveness of ectomycorrhizal fungi in increasing the growth of *Eucalyptus globulus* Labill. In relation to root colonization and hyphal development in soil. New Phytologist, v.126, p. 517-524, 1994.

TSANTRIZOS, Y.S. Antifungal antibiotics from *Pisolithus tinctorius*. Phytochemistry, v. 30, p. 1113-1118, 1991.

Artigo recebido em: 23 maio 2012

Aceito para publicação em: 1 fev. 2013