

# LEVANTAMENTO DE FUNGOS ECTOMICORRÍZICOS

## EM FLORESTA DE *PINUS TAEDA* EM CAÇADOR – SC

Cassio Geremia Freire<sup>1</sup>  
Roger Francisco Ferreira de Campos<sup>2</sup>  
Leyza Paloschi de Oliveira<sup>3</sup>

### RESUMO

A diversidade de fungos ectomicorrízicos encontrada na região sul do Brasil, notavelmente em Santa Catarina, é ainda pouco estudada e conhecida. O objetivo deste trabalho foi coletar e identificar os gêneros de fungos ectomicorrízicos presentes em reflorestamento de *Pinus taeda* no município de Caçador, meio-oeste catarinense. Foram encontrados nove espécies pertencentes à seis gêneros distintos: *Amanita*, *Lactarius*, *Laccaria*, *Scleroderma*, *Boletinus* e *Russula*. Sendo que este levantamento foi o primeiro registro do gênero *Russula* para o meio-oeste catarinense e *Boletinus* sp. o primeiro registro para o Brasil. As características e informações obtidas neste levantamento serviram de base para a elaboração de um herbário virtual que será hospedado na página [www.uniarp.edu.br](http://www.uniarp.edu.br). Enfatizamos que os dados deste levantamento são válidos como um trabalho introdutório, sendo necessário um monitoramento sistemático destes fungos ao longo de vários anos e a realização de análises biomoleculares para correlacionar as características morfológicas dos táxons encontrados.

**Palavras-chave:** *Amanita*, *Boletinus*, *Laccaria*, *Lactarius*, *Pinus*, *Russula*, *Scleroderma*

### ABSTRACT

The diversity of ectomycorrhizal fungi found in southern lowland of Brazil, notably in Santa Catarina, is little studied and known yet. The aim of this work was to collect and identify the genus of ectomycorrhizal fungi present in reforestation of *Pinus taeda* in the city of Caçador, middle-west of Santa Catarina. We found nine species belonging to six different genera: *Amanita*, *Lactarius*, *Laccaria*, *Scleroderma*, *Russula* and *Boletinus*. Being that this survey was the first record of the genus *Russula* in the middle-west of Santa Catarina and *Boletinus* sp. the first record for

---

<sup>1</sup> Graduando em Ciências Biológicas pela Universidade Alto Vale do Rio do Peixe – Caçador/SC. e-mail: [cassio\\_1402@hotmail.com](mailto:cassio_1402@hotmail.com).

<sup>2</sup> Graduando em Engenharia Ambiental pela Universidade Alto Vale do Rio do Peixe – Caçador/SC. e-mail: [rogerferreirinha@gmail.com](mailto:rogerferreirinha@gmail.com).

<sup>3</sup> Engenheira Agrônoma, Mestre em Biotecnologia pela Universidade Federal de Santa Catarina e Docente da Universidade Alto Vale do Rio do Peixe, Campus Caçador – e-mail: [leyza@uniarp.edu.br](mailto:leyza@uniarp.edu.br).

Brazil. The characteristics and information obtained in this survey were the basis for the development of a virtual herbarium hosted on page [www.uniarp.edu.br](http://www.uniarp.edu.br). We emphasize that the data from this survey are valid as an introductory work requiring systematic monitoring of these fungi over several years and biomolecular analyzes to correlate the morphological characteristics of the taxa identified.

**Keywords:** Amanita, Boletinus, Laccaria, Lactarius, Pinus, Russula, Scleroderma.

## 1 INTRODUÇÃO

O estudo dos fungos ectomicorrízicos tem sido ampliado devido a estes seres apresentarem grande importância na ecologia de habitats e em diversas pesquisas nos setores comercial e industrial (MARX, 1980; GURGEL, 2009). Eles fazem associações com as essências florestais do tipo ectomicorrizas, micorrizas arbusculares e ectoendomicorrizas, sendo as ectomicorrizas as mais frequentes e diversificadas.

Caçador, município do meio-oeste de Santa Catarina, representa uma das principais regiões produtoras de *Pinus taeda* neste estado, que por sua vez, contribuiu com aproximadamente 31% da área total de *Pinus* sp. plantado no Brasil no biênio 2009-2010 (INSTITUTO DE PLANEJAMENTO E ECONOMIA AGRÍCOLA DE SANTA CATARINA, 2010).

Os fungos ectomicorrízicos contribuem para o crescimento das plantas pela maior disponibilização e absorção de nutrientes (N, P, K, Ca, Zn, Cu, Fe); pela ampliação da área de exploração do solo pelas raízes (FINLAY; READ, 1986; MARTIN; BOTTON, 1993; MARSCHNER; DELL, 1994; TIBBETT; SANDERS, 2002); por solubilizarem elementos aprisionados em rochas pela liberação de ácidos, disponibilizando fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) (WALLANDER; WICKMAN; JACKS, 1997; WALLANDER, 2000; LANDEWEERT *et al.*, 2001); por aumentarem a absorção de água pelo sistema radicular vegetal (DUDDRIDGE; MALIBARI; READ, 1980), permitindo maior tolerância à seca (PARKE; LINDERMAN; BLACK, 1983); por protegerem a planta da ação de patógenos pela formação de uma barreira física – o manto (MARX; DAVEY, 1969), além de ampliar essa proteção através da produção e liberação de antibióticos no meio (TSANTRIZOS *et al.*, 1991; BAUMERT *et al.*, 1997). Os fungos ectomicorrízicos também apresentam uma grande diversidade de respostas a

elementos potencialmente tóxicos, auxiliando as plantas na tolerância à acidificação do solo e à fitotoxicidade (TURNAU; KOTTKE; DEXHEIMER, 1996; MEHARG; CAIRNEY, 2000; BRUNNER, 2001).

Os fungos ectomicorrízicos desempenham um papel ecológico importante em florestas naturais e em áreas reflorestadas. É relevante mencionar que estes fungos são fonte de alimento para muitos animais como mamíferos e insetos nestes ecossistemas. Assim, eles participam de forma relevante da cadeia trófica e contribuem para a manutenção da estabilidade dessas áreas (OLIVEIRA, GIACHINI, 1999). Além disso, os fungos ectomicorrízicos atuam ativamente na biodiversidade que está presente nestes ecossistemas, pois estão intimamente relacionados com outros microorganismos do solo e com diversos vegetais (SIDDIQUI; AKHTAR; FUTAI, 2008).

Os fungos ectomicorrízicos apresentam também grande potencial em diversos setores como, por exemplo, o madeireiro (ALVES *et al.*, 2001; SOUZA; FILHO; OLIVEIRA, 2004), o alimentício (HALL; BROWN; BYARS, 1994; HALL; YUN; AMICUCCI, 2003; ROMÁN; BOA, 2004) e o farmacêutico (ANKE; BERGENDORFF; STERNER, 1989; VIDARI; VITA-FINZI, 1995). Nestas atividades, estes fungos desempenham papéis variados: podem servir como fontes de matéria-prima para a obtenção de subprodutos ou moléculas de interesse comercial, ou ainda serem utilizados como produto final, como é o caso de alguns fungos ectomicorrízicos comestíveis.

O maior número de fungos ectomicorrízicos conhecidos pertence ao filo Basidiomycota, mas há também representantes dos filos Ascomycota e Zygomycota. Os fungos ectomicorrízicos do Filo Basidiomycota se encontram nas classes Gasteromycetes e Hymenomycetes. A maioria dos gêneros relatados em associação com *Pinus taeda* pertencem a esta última classe.

Os gêneros de fungos ectomicorrízicos presentes nas plantações de *Pinus taeda* podem variar em função da idade do vegetal, da localização, das características dos plantios e da época do ano. Em Caçador, como a intensidade de plantios é alta e *Pinus taeda* é dependente da micorrização, diversos gêneros de fungos ectomicorrízicos estão presentes.

O objetivo deste trabalho foi realizar o levantamento de fungos ectomicorrízicos pertencentes ao Filo Basidiomycota encontrados em área de reflorestamento de *Pinus taeda* em Caçador/SC, pertencente à empresa ADAMI S/A,

no biênio 2011/2012, fazer registros fotográficos a campo e laboratório dos espécimes e identificar os principais gêneros. Este material serviu de base para elaboração de um herbário virtual que ficará disponível no endereço eletrnico da Universidade Alto Vale do Rio do Peixe: [www.uniarp.edu.br](http://www.uniarp.edu.br).

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

Foi selecionada uma área de um hectare de plantação de *Pinus taeda* no município de Caçador, meio-oeste do estado de Santa Catarina. A rea pertence à empresa ADAMI S/A MADEIRAS e não sofreu nenhuma inoculação com fungos ectomicorrízicos, tanto em nível de viveiro quanto a campo.

A rea foi visitada bimestralmente, cobrindo as quatro estações, por um período de um ano – junho de 2011 a junho de 2012. Foram coletados todos os fungos basidiomicetos não-saprofticos encontrados na área e cada coleta ficou restrita a um período máximo de duas horas. A condição inicial da área foi restaurada (dentro do possível) após cada intervenção de coleta dos fungos.

As amostras foram coletadas com o auxílio de ps de jardim, ancinhos e estiletes e os basidiomas foram acondicionados individualmente e transportados em sacos de papel e/ou frascos plásticos até o laboratório, onde foram mantidos em geladeira ( $\pm 6^\circ\text{C}$ ) até o processamento. Os basidiomas coletados foram devidamente identificados, catalogados, e fotografados. A identificação inicial das espécies fúngicas foi feita via análise das características morfológicas com o auxílio de microscópio estereoscópico, microscópio óptico e da literatura vigente. Estas características foram descritas em fichas padronizadas de laboratório e todos os basidiomas foram fotografados por espécie, a fim de criar um banco de informações.

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Existe uma diversidade de fungos basidiomicetos que formam associações ectomicorrízicas com as essências florestais como o pinus. Estes fungos se dividem em duas classes: Hymenomyces e Gasteromyces, sendo a primeira a mais freqüente e diversificada. Neste levantamento, a identificação avaliada foi ao nível de gênero, pois as análises se basearam em características macro- e

micromorfológicas. Apesar disso, alguns fungos puderam ser caracterizados ao nível de espécime por haver um grande número de informações morfológicas citadas por diversos autores renomados sobre eles.

Esta diversidade de fungos ectomicorrízicos, notavelmente de himenomicetos, associadas às essências florestais, foi confirmada no levantamento realizado no biênio 2011/2012, no município de Caçador/SC, onde foram encontrados cinco gêneros pertencentes à classe Hymenomycetes e um da classe Gasteromycetes.

Neste levantamento foram encontradas nove (9) espécies distribuídas em seis (6) gêneros distintos e estão descritos a seguir. Cada gênero será caracterizado segundo informações descritas por diversos autores e confrontadas com as características encontradas nos basidiomas coletados.

## **Família Amanitaceae**

### **Gênero Amanita**

As espécies do gênero *Amanita*, Hymenomycetes, apresentam basidiomas grandes e carnosos putrescíveis (SILVEIRA, 1995; LARGENT, 1986), geralmente de colorações atrativas (Figuras 1A e 1C). Possuem himênio lamelar na parte inferior do píleo (Figura 1A) e lamelas livres (Figura 1D) ou levemente adnexas. Destacam-se por apresentar, geralmente, anel e volva no estipe e, ocasionalmente, escamas no píleo (Figuras 1A, 1C, 1E e 1F) (LARGENT, 1986; ALEXOPOULOS; MIMS; BACKWELL, 1996). O anel pode ser extremamente conspicuo como em *Amanita muscaria* (Figura 1A), assim como a base bulbosa (Figuras 1C e 1D), características marcantes do gênero *Amanita*.



**Figura 1.** *Amanita*. Basidiomas maduros (A e C); basídia com basidiósporos (B); esporos lisos, hialinos, de paredes delgadas, com formato variando do subgloboso ao elipsóide e não-amilóides, cor vermelha decorrente do reagente Vermelho do Congo (a, b e c); píleo com lamelas livres (D); basidiomas jovens e escamas no píleo (E e F); esporada (G).  
 Fonte: Os autores

A esporada possui, predominantemente, coloração branca (Figura 1G) (BRUNETT *et al.*, 1996; ALEXOPOULOS; MIMS; BACKWELL, 1996; SILVEIRA, 1995), podendo raramente apresentar coloração creme, amarelada, bege ou ainda cores verde ou rosa claro. Os esporos, sob microscopia óptica, são lisos, hialinos, de paredes delgadas, com formato variando do subgloboso ao elipsóide e não-amilóides (Figuras 1a, 1b e 1c) (BRUNETT *et al.*, 1996). As basídias são típicas, clavadas, intumescidas e apresentando quatro esterigmas com quatro basidiósporos (Figura 1B).

Algumas espécies produzem substâncias bioativas de grande importância como as de potencial alucinógeno e tóxico de *Amanita muscaria* - espécie encontrada neste levantamento (Figuras 1C e 1E) – e de *Amanita phalloides* (ALEXOPOULOS; MIMS; BACKWELL, 1996).

Espécies deste gênero já haviam sido encontradas e descritas anteriormente no Paraná por Carvalho e Amazonas (2002) e no sul brasileiro por Giachini *et al.* (2000) e Giachini, Souza e Oliveira (2004) e são frequentemente encontradas em florestas de pinus.

## **Família Tricholomataceae**

### **Gênero Laccaria**

As espécies do gênero *Laccaria*, Hymenomyces, apresentam características bem variadas, com basidiomas muito pequenos (0,5cm) até grandes (20cm), com uma gama de colorações como lilás, laranja-amarronzado (Figura 2H), rosa, roxa, marrom (Figuras 2A, 2B e 2H), etc (LARGENT, 1986; LARGENT; BARONI, 1988; BRUNDRETT *et al.*, 1996). Apresentam basidiomas robustos (Figuras 2B e 2I) (SILVEIRA, 1995) e com haste (estipe) relativamente longa e fibrosa (Figuras 2A, 2C e 2F) (LARGENT, 1986). Possuem himênio lamelar na parte inferior do píleo (Figuras 2A, 2C e 2E) e lamelas anexas ao estipe, variando do adnato ao decorrente (BRUNDRETT *et al.*, 1996; LARGENT; BARONI, 1988). O píleo apresenta minúsculas escamas apressas (Figura 2D) que recobrem, muitas vezes, toda a superfície.



**Figura 2.** *Laccaria*. Basidiomas robustos (A, G); píleo convexo (B); himênio apresentando lamélulas subdistantes (C); píleo com escamas apressas (D); himênio lamelar e esporada de coloração branca (E); basidioma maduro e jovem, píleo de formato convexo e estipe de textura fibrosa (F); basidioma com estipe relativamente longo e fibroso (H e I).

Fonte: Os autores.

A esporada do gênero *Laccaria* é razoavelmente volumosa e com predominância da cor branca (Figura 2E), podendo ainda ocorrer outras cores claras como creme, amarelado, rosa ou cinza (LARGENT, 1986; ALEXOPOULOS; MIMS; BACKWELL, 1996; SILVEIRA, 1995; BRUNDRETT *et al.*, 1996). Sob microscopia óptica, os esporos obtidos da esporada são hialinos, equinulados (com espinhos), de paredes delgadas, com formato variando do globoso ao elipsóide e não reagindo com o Reagente de Melzer: não-amilóides (BRUNDRETT *et al.*, 1996).

O gênero *Laccaria* é comprovadamente ectomicorrízico e está associada às

essências florestais como *Pinus* sp. (BRUNDRETT *et al.*, 1996), além disso, podem ser encontradas no solo úmido de florestas nativas, sobre *Sphagnum* sp. (musgos) ou em solos encharcados, arenosos ou mesmo compactos (LARGENT; BARONI, 1988). Espécies deste gênero já haviam sido encontradas anteriormente no Paraná por Carvalho e Amazonas (2002) e no sul brasileiro por Giachini *et al.* (2000) e Giachini, Souza e Oliveira (2004).

## **Família Russulaceae**

### **Gênero Russula**

As espécies do gênero *Russula*, Hymenomycetes, apresentam basidiomas grandes e carnosos (Figuras 3A, 3B e 3C) (SILVEIRA, 1995), geralmente coloridos e com haste (estipe) frequentemente curta (LARGENT, 1986). Possuem himênio lamelar na parte inferior do píleo (Figura 3M) e lamelas adnatas (Figuras 3H e 3I) ou levemente adnexas (BRUNDRETT *et al.*, 1996; LARGENT, 1986; LARGENT; BARONI, 1988). Largent (1986) ainda cita que, uma das características macroscópicas mais marcante deste gênero é a textura “calcária” – semelhante à giz umedecido – de seus basidiomas, sendo muito quebradiços. Enquanto que Brundrett *et al.* (1996), definem a presença de esferocistos – células esféricas – na trama de hifas como a característica microscópica mais marcante.

*Russula* sp. possui esporada frequentemente volumosa e com predominância de colorações claras como creme (Figura 3F), branco e amarelado ou raramente ocre (LARGENT; JOHNSON; WATLING, 1977; LARGENT, 1986; ALEXOPOULOS; MIMS; BACKWELL, 1996; SILVEIRA, 1995; BRUNDRETT *et al.*, 1996). Sob microscopia óptica, os esporos obtidos da esporada são hialinos, verrugosos ou reticulados, de paredes delgadas e com formato variando do subgloboso ao elipsóide (Figuras 3J, 3K e 3L). A ornamentação externa é amilóide com o reagente de Melzer (Figura 3L) (BRUNDRETT *et al.*, 1996).

Entre as lamelas são encontradas projeções que as interligam lateralmente, esta organização lamelar é dita inter-venosa (Figura 3G). Nas espécies encontradas neste levantamento foram observadas em grande número nos basidiomas mais maduros do gênero *Russula*, enquanto que nos mais jovens ou inexistiam ou

existiam em pouca quantidade.



**Figura 3.** *Russula*. Basidiomas grandes e carnosos (A, B e C); píleos coloridos (D e E); esporada de coloração creme (F); lamelas dispostas de forma regular e inter-venosas vistas em microscópio estereoscópico, aumento de 3x (G); basidioma jovem com píleo de coloração roxa fraca e de formato convexo em vista lateral e em corte longitudinal, com lamelas adnatas e o estipe preenchido (H); píleo de coloração roxa fraca e de formato quase plano em vista lateral e em corte longitudinal (I); basídia madura com basidiósporos hialinos, aumento 1200x (J e K); esporos verrugosos e de paredes delgadas, com formato variando do subgloboso ao elipsóide. A coloração azul dos basidiósporos é decorrente da reação amilóide com Reagente de Melzer, aumento 400x (L); lamelas espessas e amareladas (M).

Fonte: Os autores

A grande maioria das espécies deste gênero é obrigatoriamente

ectomicorrízica, e estão principalmente associados com árvores de *Pinus* sp. (BRUNDRETT *et al*, 1996), como os registros anteriormente feitos no Paraná por Carvalho e Amazonas (2002). Entretanto, para o meio-oeste catarinense este é o primeiro registro de espécies do gênero *Russula*, tendo sido encontradas duas espécies distintas uma de coloração roxa (Figuras 3B, 3C, 3D, 3H e 3I) e outra de coloração amarelada (Figuras 3A e 3E).

## **Família Russulaceae**

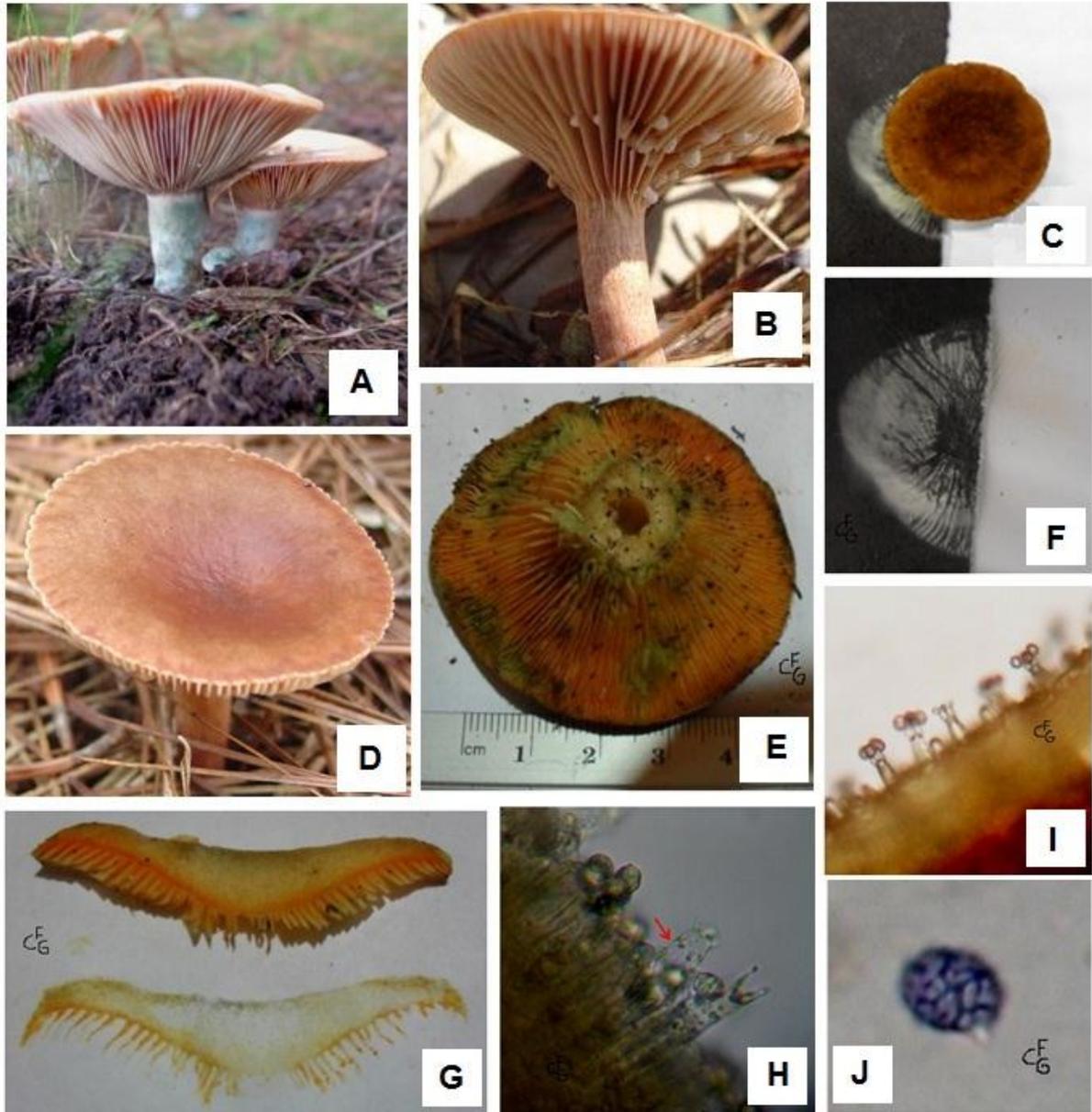
### **Gênero Lactarius**

As espécies do gênero *Lactarius*, Hymenomyces, estão intimamente relacionados com *Russula* sp. e compartilham várias das mesmas características (LARGENT; BARONI, 1988). Apresentam basidiomas grandes e carnosos (Figuras 4A, 4B e 4D) (SILVEIRA, 1995), geralmente coloridos e com haste (estipe) relativamente longa e estreita (LARGENT, 1986). Possuem himênio lamelar na parte inferior do píleo (Figuras 4A, 4B, 4D e 4E) e lamelas que podem estar anexas ao estipe de várias maneiras, principalmente adnatas ou adnexas (BRUNDRETT *et al*, 1996; LARGENT, 1986; LARGENT; BARONI, 1988).

Largent (1986) e Largent e Baroni (1988) descrevem que a característica distintiva do gênero *Lactarius* é a exsudação de látex das lamelas (Figura 4B) ou polpa quando são danificadas. Este látex pode ser de coloração branca e aparência opaca ou ainda apresentar diversas cores como azul, vermelho, amarelo, laranja e outras e ainda ter aparência brilhante. Após a exposição ao ar, este látex pode fazer com que a polpa mude de coloração, como a coloração verde encontrada em *Lactarius deliciosus* (Figuras 4E e 4G). Este látex pode ser tão abundante que deixando um pedaço do basidioma apenas poucos segundos sobre papel branco, é possível visualizar uma marca característica (Figura 4G).

A esporada do gênero *Lactarius* é frequentemente volumosa e com predominância de cores claras como creme (Figuras 4C e 4F), branco e amarelado ou ainda alaranjado e ocre (LARGENT, 1986; ALEXOPOULOS; MIMS; BACKWELL, 1996; SILVEIRA, 1995; BRUNDRETT *et al.*, 1996). Sob microscopia óptica, os esporos obtidos da esporada são hialinos, verrugosos ou reticulados, de paredes

delgadas e com formato variando do subgloboso ao elipsóide (Figuras 4I, 4H e 4J). A ornamentação externa é amilóide com o reagente de Melzer (Figura 4J) (LARGENT; JOHNSON; WATLING, 1977; BRUNDRETT *et al.*, 1996).



**Figura 4.** *Lactarius*. Basidiomas grandes e carnosos (A e D); exsudação de látex (B); esporada de coloração esbranquiçada (C e F); Himênio lamelar de coloração laranja e regiões esverdeadas decorrentes das reações do látex (E); fatia longitudinal do píleo com exsudação de látex alaranjado intenso que, ao ser deixado apenas alguns segundos sobre papel branco, forma uma marca característica (G); himênio em microscopia óptica, as basídias sem basidiósporos e parede espessa da basídia mais acima, aumento aproximado de 1200 x (H); basídias maduras com quatro basidiósporos verrugosos, aumento 1200 x (I); basidiósporo reticulado em microscopia óptica com reação amilóide (azul) da ornamentação decorrente do Reagente de Melzer, aumento 1200x (J). Fonte: Os autores

A grande maioria das espécies do gênero *Lactarius*, assim como em

*Russula* sp., é obrigatoriamente ectomicorrízica, e estão principalmente associados com árvores de *Pinus* sp. (BRUNDRETT *et al.*, 1996). Este táxon já fora anteriormente descrito na região sul por Giachini *et al.* (2000) e Giachini, Souza e Oliveira (2004) e no Paraná por Carvalho e Amazonas (2002).

Neste levantamento, coletamos e identificamos *Lactarius deliciosus*, de coloração verde-alaranjada, exsudando látex brilhante e alaranjado que reage, tornando a polpa verde (Figuras 4A, 4E e 4G); e *Lactarius* sp., de basidioma menor e marrom, de estipe mais longo e estreito e exsudando um látex intenso e de coloração branca (Figuras 4B, 4C e 4D).

## **Família Boletaceae**

### **Gênero Boletinus**

O gênero *Boletinus*, Hymenomyces, difere dos demais gêneros apresentados neste levantamento, pois seu himênio fica inserido dentro de tubos ou poros (Figuras 5E e 5F), e não em lamelas como nos gêneros *Amanita* sp. ou *Lactarius* sp., por exemplo. Este himênio é dito poróide ou tubular (SILVEIRA, 1995). Apresentam basidiomas carnosos e com cores relativamente opacas como cinzas e marrons (Figuras 5A, 5B e 5G), podendo apresentar outras colorações.

O himênio apresenta-se com textura semelhante à de uma esponja (Figura 5E). Este himênio anexa-se ao estipe de forma decorrente (Figura 5G) ou às vezes, adnexa (BRUNDRETT *et al.*, 1996) e é facilmente removido do estipe. Estes mesmos autores ainda descrevem que este gênero apresenta restos do véu universal formando um anel conspícuo que muitas vezes recobre quase todo o estipe, como uma capa (Figuras 5A, 5B, 5C e 5G).

O gênero *Boletinus* apresenta esporada volumosa de colorações que variam do marrom ao oliváceo (Figura 5F) e cujos basidiósporos são lisos e de formato fusóide-elongados (Figura 5H). As basídias são relativamente pequenas se comparadas aos basidiósporos (BRUNDRETT *et al.*, 1996).

Apesar de muitas espécies serem ectomicorrízicas e estarem associadas com espécies de essências florestais cultivadas como o pinus (BRUNDRETT *et al.*, 1996), ainda não havia, anteriormente a este levantamento, relatos catarinenses ou

mesmo brasileiros de espécies deste gênero, sendo este levantamento o primeiro a caracterizar o gênero *Boletinus* associado com *Pinus* sp. para o Brasil.



**Figura 5.** *Boletinus*. Basidioma carnoso e com cores relativamente opacas como cinzas e marrons (A, B e G); basidioma com anel que recobre quase todo o estipe (B); estipe parcialmente desidratado com anel conspícuo (C); píleo de formato irregular e coloração marrom opaca (D); himênio poróide (tubular), de coloração marrom-olivácea e aspecto esponjoso (E); píleo e esporada de coloração marrom-oliva (F); basidioma parcialmente desidratado, aspecto geral e píleo recurvado em vista lateral e o outro com lamelas decorrentes e projeção do anel que recobre o estipe (G); basidiósporos lisos, hialinos e fusóide-elongados vistos em microscopia óptica – 400x (H).

Fonte: Os autores

## Família Sclerodermataceae

### Gênero Scleroderma

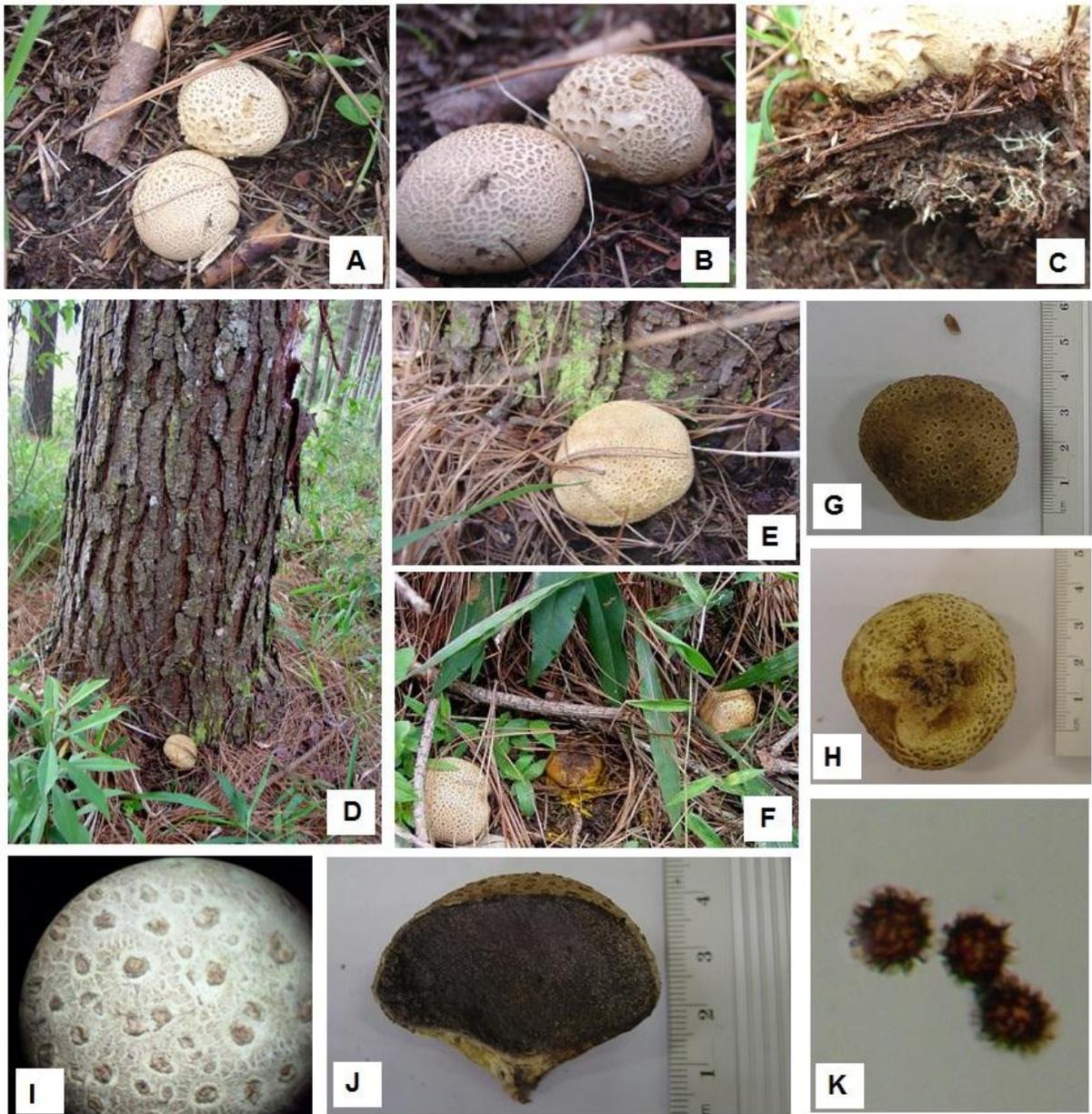
As espécies do gênero *Scleroderma* são basidiomicetos em que o himênio fica encerrado até que esteja totalmente maduro (Figuras 6A, 6B, 6E e 6F). Logo, este gênero pertence à classe Gasteromycetes, diferentemente dos outros gêneros aqui descritos como *Lactarius* e *Amanita* que são denominados himenomicetos, pois seus himênios ficam expostos ao meio externo mesmo antes de estarem maduros (SILVEIRA, 1995).

Este gênero apresenta perídio relativamente duro (por isso a denominação *Scleroderma*: sclero = enrijecido; derma = pele), pouco elástico e quebradiço. A gleba (interior) é bem escura (Figura 6J), quase preta, e é extremamente pulverulenta (Figura 6F) (ALEXOPOULUS; MIMS; BLACKWELL, 1996; GUERRERO; HOMRICH, 1999). O perídio é coberto por projeções de hifas que se assemelham à escamas apressas e recobrem todo o basidioma (Figuras 6B, 6G, 6H e 6I). Estes fungos só conseguem disseminar seus esporos quando totalmente maduros, pois só então ocorre o rompimento do perídio e a exposição destes esporos ao meio externo. Para que a disseminação ocorra, é necessária a ação do vento, da chuva ou mesmo de animais (CAIRNEY; CHAMBERS, 1999).

As principais características de identificação e classificação do gênero *Scleroderma* são a análise morfológica dos basidiomas e as diferentes ornamentações e formas dos basidiósporos (CAIRNEY; CHAMBERS, 1999). Os basidiósporos dos gasteromicetos são relativamente maiores do que os encontrados em fungos ectomicorrízicos himenomicetos como *Amanita* sp., *Lactarius* sp. e *Russula* sp., por exemplo (BRUNDRETT *et al.*, 1996). Estes basidiósporos são coloridos, geralmente com tons de marrom, seu formato varia do globoso ao subgloboso e podem apresentar ornamentação rugosa, equinulada ou reticulada (Figura 6K).

O gênero *Scleroderma* é comprovadamente micorrízico e apresenta muitas espécies ectomicorrízicas associadas principalmente com as essências florestais como o pinus (CAIRNEY; CHAMBERS, 1999; GUERRERO; HOMRICH, 1999). Relatos destes fungos já haviam sido realizados no sul brasileiro por Cortez, Baseia e Silveira (2008) para o Rio Grande do Sul, Carvalho e Amazonas (2002) para o

Paraná, e por Giachini *et al.* (2000) e Giachini, Souza e Oliveira (2004) para a região.



**Figura 6.** *Scleroderma*. Basidiomas (A, B, E e F); micorrizas (C); associação visível com árvores de *Pinus taeda* (D); basidioma arredondado, vista aérea superior e inferior (G e H); perídio desidratado com 'escamas' apressas, microscópio estereoscópico, aumento de 2x (I); basidioma desidratado em corte longitudinal mostrando gleba escura, quase preta (J); esporos com coloração marrom, de forma subglobosa e ornamentação em forma de espículas, microscopia óptica, aumento 400 x (K).  
Fonte: Os autores.

A grande diversidade de fungos ectomicorrízicos associada com *Pinus taeda*, descrita neste levantamento, releva o fato destes seres estarem intimamente dependentes entre si numa complexa relação mutualística. Esta simbiose micorrízica está presente em nossas florestas e desempenham papéis extremamente

importantes, mas ainda pouco compreendidos, nos mais diversos ecossistemas.

#### **4 CONCLUSÃO**

Existe uma grande diversidade de fungos basidiomicetos que formam associações ectomicorrízicas com a essência florestal *Pinus* sp. Esta diversidade de fungos ectomicorrízicos, notavelmente de himenomicetos, foi confirmada neste levantamento, onde foram encontradas nove espécies distribuídas em seis (6) gêneros distintos, sendo cinco (5) deles pertencentes à classe Hymenomycetes e um (1) à classe Gasteromycetes. Os gêneros encontrados foram *Amanita* (*A. muscaria* e *Amanita* sp.), *Laccaria*, *Lactarius* (*L. deliciosus* e *Lactarius* sp.), *Scleroderma* (*S. citrinum*), *Russula* (*Russula* sp.1 e *Russula* sp.2) e *Boletinus*. Sendo os relatos do gênero *Russula* os primeiros para o meio-oeste catarinense e os de *Boletinus* sp. os primeiros registros para o Brasil.

Enfatizamos que os dados deste levantamento são válidos como um trabalho introdutório, sendo necessário um monitoramento sistemático destes fungos ao longo de vários anos e a realização de análises biomoleculares para correlacionar as características morfológicas dos táxons encontrados. Além disso, é necessária uma compreensão melhor dos papéis ecológicos destes fungos e um melhor entendimento das relações destes com os vegetais e os ecossistemas em que estão inseridos para que qualquer tipo de correlação seja estabelecido. Devido a estes resultados, podemos evidenciar que a diversidade de fungos ectomicorrízicos ainda é pouco conhecida e que novas pesquisas devem ser realizadas para ampliar os conhecimentos sobre sua importância natural e sua aplicação pela comunidade científica.

#### **AGRADECIMENTOS**

Agradecemos à Universidade Alto Vale do Rio do Peixe – UNIARP - pelas bolsas de estudo concedidas através do programa FAP – Fundo de Apoio à Pesquisa e à empresa ADAMI S/A MADEIRAS, pela disponibilização da área para coletas e apoio para a execução do projeto.

## REFERÊNCIAS

- ALEXOPOULOS, C. J.; MIMS, C. W.; BLACKWELL, M. **Introductory Mycology**. 4 ed., Wiley, USA, 1996.
- ALVES, J. R.; SOUZA, O.; PODLECH, P. A. S.; GIACHINI, A. J.; OLIVEIRA, V. L. **Efeito de inoculante ectomicorrízico produzido por fermentação semi-sólida sobre o crescimento de *Eucalyptus dunnii* Maiden**. *Pesq. Agropec. Bras.*, Brasília, v. 36, n. 2, pp. 307-313, fev, 2001.
- ANGELINI, G. A. R. **Seleção de fungos micorrízicos arbusculares e ectomicorrízicos para simbioses eficientes com leguminosas arbóreas do gênero *Acacia***. 2008. 93 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Agronomia – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- ANKE, H; BERGENDORFF, O.; STERNER, O. **Assays of the biological activities of guaiane sesquiterpenoids isolated from the fruit bodies of edible *Lactarius* species**. *Fd Chem. Toxic.* v. 27, n. 6, pp. 393-397, 1989.
- BAUMERT, A. et al. Triterpenoids from *Pisolithus tinctorius* isolates and ectomycorrhizas. **Phytochemistry**, New York, v. 43, n. 3, p. 499-504, 1997.
- BARKER, S.J.; TAGU, D.; DELP, G. Regulation of root and fungal morphogenesis in mycorrhizal symbioses. **Plant Physiology**, Rockville, v. 116, n. 4, p. 1021-1207, 1998.
- BAUMERT, A. et al. Triterpenoids from *Pisolithus tinctorius* isolates and ectomycorrhizas. **Phytochemistry**, New York, v. 43, n. 3, p. 499-504, 1997.
- BERBEE, M.L.; TAYLOR, J.W. Dating the evolutionary radiations of the true fungi. **Canadian Journal of Botany**, Ottawa, v. 71, n. 8, p. 1114-1127, 1993.
- HIBBETT, D.S.; GILBERT, L-B.; DONOGHUE, M.J. Evolutionary instability of ectomycorrhizal symbioses in basidiomycetes. **Nature**, London, v. 407, n. 6803, p. 506-598, 2000.
- BRUNDRETT, M. C. **Coevolution of roots and mycorrhizas of land plants**. *New Phytologist* 154: 275-304. 2002.
- BRUNDRETT, M. C.; BOUGHER, C.; DELL, B.; GROVE, T.; MALAJCZUK, N. **Working with Mycorrhizas in Forestry and Agriculture**. ACIAR Monograph 32. 374. 1996.
- BRUNNER, I. Ectomycorrhizas: their role in forest ecosystems under the impact of acidifying pollutants. **Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics**, Zürich, v. 4, n. 1, p.13-27, 2001.
- CAIRNEY, J. W. G.; CHAMBERS, S. M. **Ectomycorrhizal fungi: key genera in profile**. Springer, 1999.
- 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.** I EVENTO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA Embrapa Florestas. Colombo – 03 a 05 de dezembro de 2002.

CORTEZ, G. C.; BASEIA, I. G.; SILVEIRA, R. M. B. **Gasteromicetos (Basidiomycota) no Parque Estadual de Itapuã, Viamão, Rio Grande do Sul, Brasil.** Revista Brasileira de Biociências, Porto Alegre, v. 6, n. 3, p. 291-299, jul./set. 2008.

CHEN, D.M. et al. Identification of laccase-like genes in ectomycorrhizal basidiomycetes and transcriptional regulation by nitrogen in *Piloderma byssinum*. **New Phytologist**, New York, v. 157, n. 3, p. 547-554, 2003.

DIGHTON, J.; MASON, P.A. Mycorrhizal dynamics during forest tree development. In: MOORE, D. et al. (Eds.). **Developmental Biology of Higher Fungi**. Cambridge: Cambridge University Press, 1985. p. 177-139.

DUDDRIDGE, J.A.; MALIBARI, A., READ, D.J. Structure and function of mycorrhizal rhizomorphs with special reference to their role in water transport. **Nature**, London, v. 287, n. 5785, p. 235, 1980.

DAHLBERG, A.; FINLAY, R.D. *Suillus*. In: CAIRNEY, J.W.G.; CHAMBERS, S.M.(Eds). **Ectomycorrhizal Fungi: key genera in profile**. Berlin: Springer-Verlag, 1999. p. 33-64.

EATON, G. K.; AYRES, M.P. Plasticity and constraint in growth and protein mineralization of ectomycorrhizal fungi under simulated nitrogen deposition. **Mycologia**, New York, v. 94, n. 6, p. 921-932, 2002.

JEFFRIES, P. *Scleroderma*. In: CAIRNEY, J.W.G.; CHAMBERS, S.M.(Eds). **Ectomycorrhizal fungi: key genera in profile**. Berlin: Springer-Verlag, 1999. p. 187-200.

GUZMÁN, G. Monografía del genero *Scleroderma* Pers. Emend. Fr. (*Fungi-Basidiomycetes*). **Darwiniana**, San Isidro, v. 16, n. 1/2, p. 233-407, 1970.

INSTITUTO DE PLANEJAMENTO E ECONOMIA AGRÍCOLA DE SANTA CATARINA. Desempenho do Setor Florestal. In: **Síntese Anual da Agricultura de Santa Catarina - 2009-2010**. Florianópolis: Instituto CEPA/SC, 2010. p. 251-279.

FINLAY, R.D.; READ, D.J. The structure and function of the vegetative mycelium of ectomycorrhizal plants. 1. Translocation of C14- labeled carbon between plants interconnected by a common mycelium. **New Phytologist**, New York, v. 103, n. 1, p. 143-156, 1986.

GIACHINI, A.J. *et al.* Ectomycorrhizal fungi in *Eucalyptus* e *Pinus* plantations in southern Brazil. **Mycologia**, New York, v. 92, n. 6, p. 1166-1177, 2000.

GIACHINI, A.J.; OLIVEIRA, V.L. Ectomycorrhizal fungi in eucalyptus and pinus plantations in Santa Catarina Southern Brazil. **Abstracts of the First International**

**Conference on Mycorrhizas**, Berkeley: University of California Berkeley, 1996. p. 52.

GIACHINI, A.J.; SOUZA, L.A.B.; OLIVEIRA, V.L. Species richness and seasonal abundance of ectomycorrhizal fungi in plantations of *Eucalyptus dunnii* and *Pinus taeda* in southern Brazil. **Mycorrhiza**, New York, 14:375-381, 2004.

GIBSON, F.; DEACON, J.W. Establishment of ectomycorrhizas in aseptic culture: effects of glucose, nitrogen and phosphorus in relation to successions. **Mycological Research**, Cambridge, v. 94, n. 2, p. 166-172, 1990.

GUERRERO, R. T.; SILVEIRA, R. M. B. **Glossário Ilustrado de Fungos: termos e conceitos aplicados à micologia**. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS, 1996.

GURGEL, F. E. **Fungos ectomicorrízicos em áreas de mata atlântica do nordeste brasileiro**. 2009. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Ciências Biológicas – Universidade Federal do Rio Grande do Norte – Natal/RN.

HALL, I. R.; BROWN, G.; BYARS, J. **The Black Truffle: Its History, Uses and Cultivation**. Crop and Food Research, Lincoln, New Zealand. 1994.

HALL, I. R.; YUN, W.; AMICUCCI, A. **Cultivation of edible ectomycorrhizal mushrooms**. **TRENDS in Biotechnology**: Elsevier. v. 21. n. 10. 2003.

MARTIN, F.; BOTTON, B. Nitrogen metabolism of ectomycorrhizal fungi and ectomycorrhiza. In: **Advances in plant pathology**. London: Academic press, v. 9, 1993. p. 83-102.

MARX, D. H. Ectomycorrhizal fungus inoculations, a tool for improvising forestation practices. In: **Tropical Mycorrhizas Research** (P. Mikola). Oxford University Press. London. pp. 13-71. 1980.

MARX, D.H.; DAVEY, C.B. The influence of ectotrophic mycorrhizal fungi on the resistance of pine roots to pathogenic infections. IV. Resistance of naturally occurring mycorrhizae to infections by *Phytophthora cinnamomi*. **Phytopathology**, St. Paul, v. 59, n. 5, p. 559-565, 1969.

MARSCHNER, H.; DELL, B. Nutrient uptake in mycorrhizal symbiosis. In: ROBSON, A.D.; ABBOT, L.K.; MALAJCZUK, N. (Eds.). **Management of Mycorrhizas in Agriculture, Horticulture and Forestry**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1994, p. 89-102.

MASON, P.A. et al. Ecology of some fungi associated with an ageing stand of birches (*Betula pendula* and *B. pubescens*). **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 4, n.1, p. 19- 39, 1982.

MEHARG e CAIRNEY, 2000; MEHARG, A. A.; CAIRNEY, J.W.G. Ectomycorrhizas – extending the capabilities of rhizosphere remediation? **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v. 32, n. 11-12, p. 1475-1484, 2000.

MOLINA, R. et al. *Rhizopogon*. In: CAIRNEY, J.W.G.; CHAMBERS, S.M. (Eds). **Ectomycorrhizal fungi: key genera in profile**. Berlin: Springer-Verlag, 1999. p. 129-

161.

MÜNZENBERGER, B. *et al.* Detoxification of ferulic acid by ectomycorrhizal fungi. **Mycorrhiza**, New York, v. 13, n. 2, p.117-121, 2003.

LARGENT, D. L. **How to identify mushrooms to genus I: Macroscopic Features.** Ed. Rev. Mad River Press. 1986.

LARGENT, D. L.; BARONI, T. J. **How to identify mushrooms to genus VI: modern genera.** Mad River Press. 1988.

LARGENT, D. L.; JOHNSON, D.; WATLING, R. **How to identify mushrooms to genus III: microscopic features.** Mad River Press. 1977.

LAST, F.T. *et al.* Succession of fruitbodies of sheathing mycorrhizal fungi associated with *Betula pendula*. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 9, n. 3, p. 229-234, 1984.

\_\_\_\_\_, F.T.; DIGHTON, J.; MASON, P.A. Successions of sheathing mycorrhizal fungi. **Trends in Ecology and Evolution**, Oxford, v. 2, n. 6, p. 157-161, 1987.

OLIVEIRA, L.P. **Produção de inoculante, seleção e aplicação de fungos ectomicorrízicos em mudas de *Pinus taeda* L.** Dissertação de Mestrado. Florianópolis, UFSC, 2004. 77p.

OLIVEIRA, V.L.; GIACHINI, A.J. Ecologia e aplicação de ectomicorrizas. In: \_\_\_\_\_ SIQUEIRA *et al.* (Eds.). **Inter-relação fertilidade, biologia do solo e nutrição de plantas.** Viçosa: SBCS, Lavras: UFLA/DCS, 1999. p. 775-796.

\_\_\_\_\_, V.L.; OLIVEIRA, L.P.; ROSSI, M.J. **Ectomicorrizas no Brasil: diversidade de fungos e aplicação.** In: *Micorrizas: 30 anos de pesquisas no Brasil.* Lavras: UFLA, 2010. 22: 645-677.

PARKE, J.L.; LINDERMAN, R.G.; BLACK, C.H. The role of ectomycorrhizas in drought tolerance of Douglas-fir seedlings. **New Phytologist**, New York, v. 95, n. 1, p. 83-95, 1983.

PIROZYNSKI, K.A. Interactions between fungi and plants through the ages. **Canadian Journal of Botany**, Ottawa, v. 59, n. 10, p. 1824-1827, 1981. \_\_\_\_\_; MALLOCH, W. The origin of land plants: a matter of mycotrophism. **BioSystems**, Clare, v. 6, n. 3, p.153-164. 1975.

REDECKER, D.; KODNER, R.; GRAHAM, L.E. Glomalean fungi from the Ordovician. **Science**, Washington, v. 289, n. 5486, p. 1920-1921, 2000.

ROMÁN, M; BOA, E. **Collecting, marketing and cultivation of edible fungi in Spain.** *Micologia aplicada internacional.* v. 26. n. 2. pp. 25-33. 2004.

SIDDIQUI, Z. A.; AKHTAR, M. S.; FUTAI, K. **Mycorrhizae: sustainable agriculture and forestry.** Springer Science. 2008.

SILVEIRA, V. D. **Micologia.** 5.ed. Rio de Janeiro: Âmbito Cultural, 1995. p.227-230,

33-53.

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

SIMS, K.P.; WATLING, R.; JEFFRIES, P. A revised key to the genus *Scleroderma*. **Mycotaxon**, Ithaca, v. 56, p. 403-420, 1995.

TIBBETT, M.; SANDERS, F.E. Ectomycorrhizal symbiosis can enhance plant nutrition through improved access to discrete organic nutrient patches of high resource quality. **Annals of Botany**, Oxford, v. 89, n. 6, p. 783-789, 2002.

TURNAU, K.; KOTTKE, I.; DEXHEIMER, J. Toxic element filtering in *Rhizopogon roseolus*/*Pinus sylvestris* mycorrhizas collected from calamine dumps. **Mycological Research**, New York, v. 100, n. 1, p. 16-22, 1996.

TSANTRIZOS, Y.S. et al. Antifungal antibiotics from *Pisolithus tinctorius*. **Phytochemistry**, New York, v. 30, n. 4, p. 1113-1118, 1991.

VIDARI, G; VITA-FINZI, P. **Sesquiterpenes and other secondary metabolites of genus *Lactarius* (Basidiomycetes): chemistry and biological activity**. Studies in Natural Products Chemistry: Elsevier Science. v.17. pp-153-206. 1995.

WALLANDER, H. Uptake of P from apatite by *Pinus sylvestris* seedlings colonized by different ectomycorrhizal fungi. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 218, n. 1-2, p. 249-256, 2000.

\_\_\_\_\_ ; WICKMAN, T.; JACKS, G. Apatite as P source in mycorrhizal and nonmycorrhizal *Pinus sylvestris* seedlings. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 196, n. 1, p. 123-131, 1997.

WILCOX, H.E. Mycorrhizal Associations. In: NAKAS, J.P.; HAGEDORN, C. (Eds). **Biotechnology of Plant-Microbe Interactions**. New York, McGraw-Hill, 1990. p. 227-255.

YANG, Z.L. et al. *Amanita*. In: CAIRNEY, J.W.G.; CHAMBERS, S.M. (Eds.). **Ectomycorrhizal fungi: key genera in profile**. Berlin: Springer-Verlag, 1999. p. 201-230.