

BOLETIM TÉCNICO Nº 143

**Doenças em viveiros florestais de  
*Eucalyptus* spp., *Corymbia* spp., *Pinus* spp.  
e *Ilex paraguariensis*, micorrização  
e estratégias de controle**

**Gilson José Marcinichen Gallotti**



**EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA E EXTENSÃO  
RURAL DE SANTA CATARINA S.A.  
FLORIANÓPOLIS  
2008**

Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina S.A. – Epagri  
Rodovia Admar Gonzaga, 1.347, Itacorubi, Caixa Postal 502  
88034-901 Florianópolis, SC, Brasil  
Fone: (48) 3239-5500, fax: (48) 3239-5597  
Internet: [www.epagri.sc.gov.br](http://www.epagri.sc.gov.br)  
E-mail: [epagri@epagri.sc.gov.br](mailto:epagri@epagri.sc.gov.br)

Editado pela Gerência de Marketing e Comunicação – GMC /Epagri.

Assessoria científica deste trabalho: Eliane Rute de Andrade  
João Américo Wordell Filho

Primeira edição: agosto de 2008  
Tiragem: 1.000 exemplares  
Impressão: Epagri

É permitida a reprodução parcial deste trabalho desde que citada a fonte.

## Referência bibliográfica

EPAGRI. *Doenças em viveiros florestais de Eucalyptus spp., Corymbia spp., Pinus spp. e Ilex paraguariensis, micorrização e estratégias de controle.* Florianópolis, 2008. 45p. (Epagri. Boletim Técnico, 143).

Viveiro florestal; Doença de planta

ISSN 0100-7416



# SUMÁRIO

	Pág.
1 Introdução .....	5
2 Doenças em viveiros de pinus – <i>Pinus</i> spp. ....	6
2.1 Tombamento de mudas – <i>Cylindrocladium</i> sp.; <i>Fusarium</i> sp.; <i>Pythium</i> sp.; <i>Phytophthora</i> sp. e <i>Rhizoctonia solani</i> .....	6
2.2 Podridão de raízes – <i>Cylindrocladium</i> sp.; <i>Fusarium</i> sp. e <i>Phytophthora</i> sp. ....	7
2.3 Seca das pontas – <i>Sphaeropsis sapinea</i> ( <i>Diplodia pinea</i> ) .....	8
2.4 Queima de acículas de <i>Pinus</i> spp. – <i>Cylindrocladium pteridis</i> . ....	8
2.5 Fumagina .....	8
2.6 Nematóides .....	9
2.7 Geadas .....	10
3 Doenças em viveiros de eucalipto – <i>Eucalyptus</i> spp. e <i>Corymbia</i> spp. ....	10
3.1 Tombamento de mudas – <i>Cylindrocladium</i> sp.; <i>Botrytis</i> sp.; <i>Fusarium</i> sp.; <i>Pythium</i> sp.; <i>Phytophthora</i> sp. e <i>Rhizoctonia</i> <i>solani</i> .....	10
3.2 Podridão de raízes – <i>Phytophthora</i> sp.; <i>Pythium</i> sp.; e <i>Fusarium</i> sp. ....	11
3.3 Podridão de estacas – <i>Cylindrocladium candelabrum</i> , <i>Colletotrichum</i> sp.; <i>Fusarium</i> spp.; <i>Botryosphaeria ribis</i> e <i>Rhizoctonia solani</i> .....	12
3.4 Ferrugem – <i>Puccinia psidii</i> .....	12
3.5 Mancha de <i>Cylindrocladium</i> – <i>Cylindrocladium</i> spp. ....	14
3.6 Mofo cinzento – <i>Botryotinia fuckeliana</i> ( <i>Botrytis cinerea</i> ) .....	14
3.7 Oídio – <i>Oidium</i> sp. ....	15
3.8 Mancha de <i>Phaeoseptoria</i> – <i>Phaeoseptoria</i> sp. ....	16
3.9 Outras manchas foliares .....	16
3.10 Doenças causadas por nematóides .....	16
4 Doenças em viveiros de erva-mate – <i>Ilex paraguariensis</i> .....	17
4.1 Tombamento de mudas – <i>Fusarium</i> sp.; <i>Rhizoctonia</i> sp.; <i>Phytophthora</i> sp.; <i>Pythium</i> sp.; <i>Cylindrocladium</i> sp. e <i>Botrytis</i> sp. ....	17

4.2	Podridão de raízes - <i>Fusarium</i> sp.; <i>Cylindrocladium</i> sp.; <i>Pythium</i> sp. <i>Rhizoctonia</i> sp. ....	18
4.3	Manchas foliares – <i>Colletotrichum</i> sp.; <i>Cylindrocladium</i> <i>spathulatum</i> e <i>Cercospora</i> sp. ....	19
4.4	Doenças causadas por nematóides .....	21
5	Sistema de produção de mudas na Região do Planalto Norte Catarinense .....	21
6	Manejo integrado de doenças em viveiros .....	22
6.1	Material de propagação e diagnose precoce da doença .....	23
6.2	Sementes, substrato, água e higienização .....	23
6.3	Seleção do local de implantação do viveiro .....	24
6.4	Rotação de culturas e plantas de cobertura .....	25
6.5	Adubação orgânica .....	26
6.6	Substratos e recipientes .....	26
6.7	Data de semeadura .....	27
6.8	Densidade de semeadura, seleção e rustificação de mudas .....	28
6.9	Fertilização .....	28
6.10	Irrigação .....	29
6.11	Controle da temperatura .....	29
6.12	Erradicação de hospedeiros alternativos e instalação de quebra-vento .....	29
6.13	Sombreamento .....	30
6.14	Métodos químicos .....	30
6.15	Medidas físicas .....	31
6.16	Medidas biológicas .....	31
6.17	Micorrizas .....	32
6.17.1	Endomicorrizas .....	32
6.17.2	Ectomicorrizas .....	33
6.18	Micorrização das mudas .....	37
6.19	Promoção do crescimento vegetal .....	40
7	Considerações finais .....	42
8	Literatura citada .....	42

# **Doenças em viveiros florestais de *Eucalyptus* spp., *Corymbia* spp., *Pinus* spp. e *Ilex paraguariensis*, micorrização e estratégias de controle**

Gilson José Marcinichen Gallotti<sup>1</sup>

## **1 Introdução**

O Estado de Santa Catarina tem posição destacada no setor florestal brasileiro, sendo o segundo Estado maior exportador de produtos florestais com 56% dos móveis de madeira, 19% da madeira e derivados, 14% do papel produzido no ano de 2004 (Síntese anual..., 2005). Da superfície territorial do Estado, 5,4% é coberta por florestas plantadas, sendo estimada em mais de 600 mil hectares a área total com silvicultura. Esta área corresponde a 10% da área de florestas plantadas no País.

Várias são as doenças que prejudicam o cultivo das principais espécies. Em condições de viveiro, as doenças fúngicas são as mais importantes, causando tombamento de mudas, podridões de raízes e estacas e seca de folhas e acículas. Raramente, nematóides têm sido encontrados e quando ocorrem não causam sérios danos.

A diagnose de doenças de plantas constitui o passo básico e fundamental para o manejo correto das doenças, onde se procura identificar o agente causal responsável pelo distúrbio fisiológico da planta. Tais agentes podem ser de natureza biótica (infecciosa), como fungos, algas, bactérias, vírus, viróides, entre outros e abiótica (não infecciosa), como altas e baixas temperaturas, excesso ou deficiência de umidade, gases tóxicos na atmosfera, toxidez por agroquímicos, excesso ou deficiência de nutrientes, queima por raios solares, chuva de granizo, luminosidade excessivamente baixa ou excessivamente alta, dentre outros. Geralmente, as doenças bióticas iniciam com baixa incidência e severidade,

---

<sup>1</sup>Eng. agr., M.Sc., Epagri/Estação Experimental de Canoinhas, C.P. 216, 89460-000 Canoinhas, SC, fone/fax: (47) 3624-1144, e-mail: gallotti@epagri.sc.gov.br.

aumentando gradativamente com o decorrer do tempo, ao passo que nas doenças abióticas a incidência inicial tende a ser elevada.

Este trabalho tem por objetivo fornecer subsídios para viveiristas e profissionais da agronomia no reconhecimento das doenças, nas condições favoráveis ao desenvolvimento das doenças, nas medidas preventivas para controle das doenças e na importância da micorrização das mudas no viveiro.

## **2 Doenças em viveiros de pínus – *Pinus* spp.**

As doenças fúngicas são as mais comuns e mais importantes. Os nematóides raramente causam danos sérios, mas se constituem num problema em potencial. Problemas de natureza não infecciosa também podem ocorrer, sendo neste caso os danos causados por baixas temperaturas os mais freqüentes, na Região do Planalto Norte Catarinense.

### **2.1 Tombamento de mudas – *Cylindrocladium* sp.; *Fusarium* sp.; *Pythium* sp.; *Phytophthora* sp. e *Rhizoctonia solani***

O tombamento de mudas é um sintoma de doenças muito comum a praticamente qualquer tipo de cultura. As doenças que causam este sintoma são um dos principais problemas em viveiros florestais. Com o desenvolvimento das técnicas de produção de mudas em sacos ou tubetes plásticos, diminuiu-se consideravelmente o impacto destas doenças, cuja maior incidência pode ser observada em viveiros com sistema de produção de mudas em sementeiras e posterior repicagem, sem o uso de medidas sanitárias preventivas.

As doenças são causadas por fungos de solo dos gêneros *Fusarium*, *Cylindrocladium* e *Rhizoctonia* e algas dos gêneros *Pythium* e *Phytophthora* (Ferreira, 1989).

Estes fungos e algas são parasitas facultativos que têm vida saprofítica no solo e, eventualmente, podem infectar plantas vivas. No solo e em material vegetal colonizado, estes patógenos produzem estruturas de resistência que lhes garantem sobreviver por longos períodos adversos. *Cylindrocladium* tem como estruturas de resistência os clamidósporos e microescleródios; *Fusarium* tem os clamidósporos; *Rhizoctonia*, os escleródios; *Pythium* e *Phytophthora* produzem oósporos. Em condições favoráveis de temperatura e umidade estas estruturas podem germinar e infectar tecidos vegetais.

**Sintomas** – A infecção, no período de pré-emergência, ocasiona apodrecimento das sementes ou morte de plântulas. Nas plântulas há destruição dos tecidos tenros e suculentos durante a germinação. Em infecções, após a emergência da plântula, ocorrem lesões necróticas no hipocótilo ou nas radículas, em geral, no nível do solo. Podem ocorrer, também, lesões no epicótilo, nos cotilédones e na gema apical. O tombamento da planta decorre do desenvolvimento rápido das lesões no colo, seguido de murcha e morte da parte aérea. Sinais dos patógenos, como micélio e esporos, podem surgir sobre os tecidos lesionados ou em plântulas mortas (Auer et al., 2001).

## **2.2 Podridão de raízes – *Cylindrocladium* sp.; *Fusarium* sp. e *Phytophthora* sp.**

A podridão de raízes, causada por diversos fungos e algas, apresenta, em geral, sintomas similares.

**Sintomas** – A incidência da podridão de raízes por fungos do gênero *Cylindrocladium* nos viveiros é baixa. Os sintomas são observados em mudas, a partir do segundo mês de idade. As raízes, no início de seu desenvolvimento, são destruídas. Em tecidos mais desenvolvidos das raízes, ocorrem inicialmente lesões escuras que podem progredir no sentido do comprimento ou da circunferência das raízes, estrangulando-as. A região do lenho é mais resistente ao ataque, permanecendo com coloração clara, ao contrário da região da casca que escurece, em virtude da destruição dos tecidos. As mudas infectadas podem apresentar sintomas de murcha e amarelecimento da parte aérea. A destruição do sistema radicular ocasiona a morte da muda (Auer et al., 2001).

Na podridão de raízes causada por fungos do gênero *Fusarium*, inicialmente, as acículas tornam-se de cor amarelada ou púrpura e secam na parte apical da muda. O sistema radicular das mudas apresenta-se com poucas raízes laterais e as existentes tornam-se escuras. A casca pode ser facilmente retirada do lenho. Na ausência de plantas hospedeiras, a maioria das espécies de *Fusarium* permanece dormente no solo ou sobre material orgânico em decomposição por meio de estruturas de resistência chamadas clamidósporos. As raízes de plantas doentes de culturas anteriores, quando o sistema de produção é realizado em canteiros fixos, são fontes de inóculo para novas infecções. Os clamidósporos são estimulados a germinar quando os exsudatos radiculares estão presentes. Sob as condições favoráveis, os fungos crescem na superfície das raízes, penetram a epiderme e se disseminam

através do córtex e xilema das raízes infectadas, resultando na morte dos tecidos infectados.

### **2.3 Seca das pontas – *Sphaeropsis sapinea* (*Diplodia pinea*)**

Não tem importância para as condições brasileiras, uma vez que as espécies de *Pinus radiata* e *P. pinaster*, em que a doença foi observada no Brasil, não se adaptaram silviculturalmente em nosso país (Ferreira, 1989).

Quanto ao grau de suscetibilidade, *P. radiata* é altamente suscetível, seguida por *P. nigra*, *P. pinaster*, *P. sylvestris*, *P. ponderosa* e *P. canariensis*. *P. patula* é de suscetibilidade intermediária. O fungo infecta, também, outros gêneros de coníferas (Auer, et al., 2001). No caso de ocorrência desta doença em mudas de viveiro, recomenda-se fazer pulverizações com fungicidas. *P. caribaea*, *P. elliottii* e *P. taeda* são relatadas como resistentes a essa doença (Auer et al., 2001)

**Sintomas** – Inicialmente as acículas localizadas nos terminais da haste principal exibem tonalidade avermelhada e em seguida morrem, tomando tonalidade palha. No viveiro, a doença pode causar anelamento de hastes de mudas.

### **2.4 Queima de acículas de *Pinus* spp. – *Cylindrocladium pteridis***

Esta doença tem sido observada em viveiros e plantações de *Pinus caribea* var. *hondurensis* no Estado do Pará, de maneira esparsa, sem a mínima importância no que se refere aos danos às plantas (Ferreira, 1989).

**Sintomas** – Nas acículas ocorrem lesões de coloração amarelo-amarronzada, medindo 2 a 5mm de comprimento. Mais tarde, a lesão anela constrigentemente a acícula e a porção desta, além da lesão, morre e adquire coloração marrom-avermelhada (Ferreira, 1989).

### **2.5 Fumagina**

A fumagina origina-se do ataque de insetos (pulgões) do gênero *Cinara* que, sugando a seiva dos ramos e das acículas, excretam um líquido açucarado. Sobre este líquido se desenvolve um mofo superficial

de coloração parda-negra, interferindo na fotossíntese da planta. Normalmente, os fungos do gênero *Capnodium* estão associados à fumagina (Auer, 2000). O controle de pulgões elimina a fumagina.

## 2.6 Nematóides

Os nematóides, principalmente do gênero *Meloidogyne*, podem eventualmente infectar o sistema radicular de mudas, quando o substrato não é desinfestado.

**Sintomas** – Ocorrem deformações radiculares e galhas nas raízes. Como consequência, as mudas ficam debilitadas, com redução do sistema radicular, redução do crescimento da parte aérea, amarelecimento e redução do tamanho das acículas (Figuras 1 e 2).



Figura 1. Sintomas do nematóide das galhas nas raízes



Figura 2. Sintomas do nematóide das galhas nas raízes e parte aérea

## 2.7 Geadas

As mudas afetadas por geadas apresentam-se com o ponteiro encurvado e, nesta região encurvada, a coloração fica azulada. A parte posterior ao dano murcha. Para evitar este problema, as mudas devem ser protegidas, no viveiro, no período do inverno, principalmente quando as mudas se apresentam com os tecidos tenros, não estando adaptadas para o período do inverno e, conseqüentemente, às geadas.

## 3 Doenças em viveiros de eucalipto – *Eucalyptus* spp. e *Corymbia* spp.

As doenças fúngicas são mais comuns e mais importantes. Os nematóides raramente causam danos sérios, mas se constituem num problema potencial. Problemas de natureza não infecciosa aparecem também com freqüência, causados por temperatura excessivamente elevada ou baixa, umidade excessiva, déficit hídrico, luminosidade excessivamente baixa ou excessivamente elevada, acidez e alcalinidade excessiva do solo, deficiências e toxicidade mineral em plantas, fitotoxicidade, poluição do ar, competição de plantas e alelopatia, ventos, malformação anatômica, anormalidades genéticas, descargas elétricas e chuva de granizo (Ferreira, 1989).

### 3.1 Tombamento de mudas – *Cylindrocladium* sp.; *Botrytis* sp.; *Fusarium* sp.; *Pythium* sp.; *Phytophthora* sp. e *Rhizoctonia solani*

O tombamento de mudas pode ser resultado de doenças causadas pelos seguintes fungos de solo: *Cylindrocladium* sp.; *Botrytis* sp.; *Rhizoctonia* sp.; *Fusarium* sp. e pelas algas *Pythium* sp. e *Phytophthora* sp. (Ferreira, 1989; Santos et al., 2001). O problema causado por estes patógenos já foi relevante quando o eucalipto era manejado em sementeiras. Diminuiu de importância quando as sementes começaram a ser colocadas diretamente nos recipientes (tubetes suspensos). Hoje é considerada uma doença de importância secundária.

No manejo da semeadura direta, as mudas ficam individualizadas em cada recipiente, tendo melhor arejamento por área, além dos recipientes funcionarem como barreiras individuais à disseminação da doença via raiz-raiz. A dispersão de inóculo por água de irrigação ou de chuva ocorre

no regime de semeadura direta, mas com chance de ser muito menos freqüente do que nas sementeiras (Ferreira, 1989).

A reutilização de sementeiras pode permitir a sobrevivência de patógenos na forma de hifas ou estruturas de resistência nas paredes ou nas camadas de solo mais inferiores dos leitos, onde a fumigação poderia ser ineficaz (Ferreira, 1989). Na semeadura direta o substrato é utilizado uma só vez.

A associação de substratos estéreis num manejo de semeadura direta, facilmente manipulável, como a produção de mudas em tubetes, só vem concorrer para a menor incidência do tombamento de mudas. Outra, alternativa, seria o uso de terra de barranco ou subsolo como substrato para recipiente, que é pobre em matéria orgânica e microflora, sendo pouco apropriada à vida dos fungos causadores das doenças que provocam o tombamento das mudas (Ferreira, 1989).

**Sintomas** – Na infecção em pré-emergência das mudas, tanto no manejo de semeadura direta quanto no de sementeiras, parte das sementes pode não germinar. Já quando a infecção ocorre em pós-emergência, o sintoma nas mudas se manifesta pelo tombamento, devido à infecção dos tecidos tenros da radícula e do caulículo. A doença decorre do anelamento do coleto das mudas, que pode atingir tamanhos variáveis no caulículo. Inicialmente, um aspecto encharcado é visualizado, causando uma depressão na área e depois adquirindo coloração escura, resultante da necrose dos tecidos, podendo ocorrer posterior arqueamento de suas hastes no solo. Esses sintomas ocorrem, geralmente, apenas no estágio de pré-repicagem ou de pré-desbaste. Nos estádios subseqüentes geralmente não se observa o prostramento das hastes no solo, pois ocorre apenas o anelamento das mesmas, conseqüentemente murcha, morte e seca das mudas em pé. Sintomas secundários da doença, tais como murcha, enrolamento e secamento dos cotilédones e das primeiras folhas verdadeiras, podem ser observados, dependendo da idade e do tamanho das mudas. Nas sementeiras, o resultado desses anelamentos, com ou sem prostramento de hastes, manifesta-se na forma de reboleiras de plantas mortas. Quando se efetua a semeadura direta, a doença tende a ocorrer esparsamente. Isto porque as mudas ficam separadas de um recipiente para outro, dificultando a disseminação do patógeno de uma planta para outra.

### **3.2 Podridão de raízes – *Phytophthora* sp.; *Pythium* sp. e *Fusarium* sp.**

A ocorrência de fungos e algas causadores de podridão de raízes em viveiros é comum. Condições desfavoráveis ao crescimento das mudas predispõem as raízes à infecção por fitopatógenos. O uso de substrato de má drenagem, criando condições de alta umidade e aeração deficitária, juntamente com a presença de inoculo, cria condições favoráveis à infecção por fungos e algas fitopatogênicos (Krugner & Auer, 1997; Santos et al., 2001).

**Sintomas** – As raízes em estágio inicial de desenvolvimento são destruídas. As raízes mais desenvolvidas tornam-se escuras.

### **3.3 Podridão de estacas – *Cylindrocladium candelabrum*, *Colletotrichum* sp.; *Fusarium* spp.; *Botryosphaeria ribis* e *Rhizoctonia solani***

O enraizamento de estacas de eucalipto dentro de casas de vegetação perfaz um complexo extremamente favorável à atuação de fungos causadores de lesões ou apodrecimento. Isto ocorre devido às condições ambientais, onde as estacas recebem constantes nebulizações de água, na maioria das vezes a intervalos menores que 10 minutos, a temperatura é mantida relativamente elevada no interior das casas de vegetação, a umidade é excessiva e o material está fisiologicamente debilitado pelas injúrias mecânicas de preparo das estacas (Ferreira, 1989).

**Sintomas** – A podridão é bem característica, tratando-se de uma lesão escura que progride da base para o ápice da estaca. Pode iniciar-se na região da interface estaca/substrato ou nas porções superiores da estaca. A lesão avança sobre os tecidos da estaca, escurecendo-a por completo, provocando a morte das gemas e impedindo o seu enraizamento (Krugner & Auer, 1997; Santos et al., 2001; Ferreira, 1989).

### **3.4 Ferrugem – *Puccinia psidii***

A ferrugem é de ampla distribuição no Brasil, afetando diversas espécies de mirtáceas nativas e cultivadas. Várias espécies de eucalipto foram constatadas como hospedeiras do fungo, entre elas: *Corymbia citriodora*, *Eucalyptus cloesiana*, *E. grandis*, *E. obliqua*, *E. pilularis* e *E. saligna*. Os danos causados pelo fungo no eucalipto podem ser consideráveis, dependendo do local, manejo silvicultural e da espécie/procedência utilizada. A doença ocorre, em espécies suscetíveis, nas mudas em viveiros e também nas plantações até os 2 primeiros anos de

idade, sendo os ataques mais severos nas plantações entre 3 e 12 meses de idade (Ferreira, 1985; Santos et al., 2001).

O controle da ferrugem, além do uso de fungicidas, pode ser efetuado evitando-se o plantio de espécies e procedências altamente suscetíveis, como *E. grandis* (procedência África do Sul) e *E. cloesiana*.

**Sintomas** – A infecção restringe-se aos órgãos tenros das plantas, como os primórdios foliares com seus pecíolos, e aos terminais de galhos, ramos e haste principal. Inicialmente, ocorrem pontuações cloróticas que se transformam em pústulas ou soros, de coloração amarela, principal característica para o diagnóstico da doença (Figura 3). A esporulação, sinal mais importante para a diagnose da doença, começa a desaparecer após duas a três semanas e os órgãos afetados exibem necroses e hipertrofiamento (Figura 4). Posteriormente, recuperando-se da doença, as plantas emitem brotações que podem ser infectadas pelo patógeno, se as condições ambientais forem favoráveis. Estas pústulas podem coalescer, recobrando a superfície das brotações do eucalipto quando a infecção é severa e, finalmente, os tecidos infectados morrem e secam. Nas folhas, as lesões aparecem dispersas em ambas as faces do limbo e às vezes sobre a nervura principal. São comumente delimitadas por um halo escuro-arroxeadado. Nos ramos, a característica verrugosa das lesões se torna bastante típica. Como a infecção se dá antes das folhas completarem seu desenvolvimento, estas frequentemente acabam ficando deformadas. Frutos jovens também podem ser infectados, deformando-se (Santos et al., 2001).



Figura 3. Sintomas iniciais da ferrugem nas folhas



Figura 4. Sintomas da ferrugem nas hastes e folhas

### 3.5 Mancha de *Cylindrocladium* – *Cylindrocladium* spp.

Várias espécies são citadas causando manchas foliares, como *Cylindrocladium candelabrum* Viégas; *C. illicicola* (Hawley) Boedjin & Reitsma; *C. parasiticum* (Crous, Wingf. & Alfenas); *C. pteridis* Wolf e *C. quinqueseptatum* Boedjin & Reitsma. A ocorrência de manchas foliares em viveiros de mudas e em plantações de eucalipto é comum. No entanto, dificilmente causa prejuízos sérios.

**Sintomas** – As manchas associadas a *Cylindrocladium* spp. têm forma, tamanho e coloração variáveis, dependendo da interação entre as espécies de *Eucalyptus* e de *Cylindrocladium* e das condições ambientais, onde a alta umidade é fator preponderante (Krugner & Auer, 1997). Especialmente em regiões de clima tropical ou subtropical, várias espécies têm sido encontradas como hospedeiras da doença, entre elas *E. dunnii*, *E. saligna*, *E. grandis*, entre outras, (Ferreira, 1989). As manchas iniciam no ápice ou nos bordos do limbo e progridem radialmente em direção à nervura principal ou pecíolo. São manchas que atingem dimensões consideráveis, afetando grande parte da folha. Quando há infecção nas hastes das mudas, estas podem apresentar sinais de esporulação branco-cristalina.

### 3.6 Mofo cinzento – *Botryotinia fuckeliana* (*Botrytis cinerea*)

Esta doença incide sobre grande número de hospedeiros. É encontrada freqüentemente no Sul e Sudeste do Brasil. No Estado de São Paulo e na Região Sul do Brasil, *B. cinerea* é muito freqüente nos viveiros que produzem mudas durante todo o ano, especialmente durante o inverno. Períodos longos com alta umidade são mais favoráveis às formações de micélio, conidióforo e conídios, que resultam no mofo cinzento.

**Sintomas** – O fungo infecta, de forma mais severa, as brotações novas, onde os tecidos são tenros. Uma vez estabelecido nos ramos (brotos), segue em direção à haste principal, matando os tecidos infectados. Os sintomas incluem enrolamento das folhas e posterior morte dos tecidos e queda das folhas. É comum ocorrer o desenvolvimento de um mofo acinzentado sobre os tecidos infectados. (Figura 5).



### 3.7 Oídio – *Oidium* sp.

Várias espécies de eucalipto são infectadas por *Oidium* sp., porém os danos são pequenos. Esta doença ocorre em casa de vegetação, em viveiros e no campo. Na espécie *C. citriodora*, a infecção por este fungo tem sido mais freqüente e importante desde a fase jovem até o estágio fenológico adulto. A doença também tem sido observada em *E. dunnii* na fase de viveiros (Santos et al., 2001). Períodos de estiagem favorecem a ocorrência da doença.

**Sintomas** – O aspecto acanoado das folhas mais desenvolvidas e enrugamento, deformações diversas nos limbos foliares novos e medianos são os sintomas mais comuns. Um sinal típico do patógeno é o aparecimento, sobre a superfície infectada, de uma massa pulverulenta, esbranquiçada, constituída pelo micélio e estruturas reprodutivas do fungo. As brotações e gemas são preferencialmente infectadas e, quando não morrem, causam a formação de limbos adultos enrugados, afilados e, geralmente, com uma metade mais estreita do que a outra. As brotações novas são também infectadas e, se isso ocorrer repetidamente, resulta em superbrotamento da planta. O superbrotamento afeta a qualidade da muda, porém é no campo que o problema toma importância pela perda da dominância apical, o que compromete a formação do fuste (Santos et al., 2001).

### 3.8 Mancha de *Phaeoseptoria* – *Phaeoseptoria* sp.

A mancha causada por *Phaeoseptoria* sp. pode ocorrer em condições de viveiro e de campo, porém é no viveiro, devido à alta umidade, que os danos são mais importantes.

**Sintomas** – A doença inicia com lesões angulares cloróticas, as quais posteriormente tornam-se marrom-arroxeadas e dispersas em ambas as superfícies do limbo ou agrupadas em alguma porção deste (Figura 6). As lesões podem coalescer, tomando parte ou todo o limbo e tornando-o necrosado. A desfolha provocada pela doença, em condições de alta umidade no viveiro, pode ser intensa, deixando a muda com apenas dois pares de folhas (Santos et al., 2001).



Figura 6. Sintomas da mancha de *Phaeoseptoria* nas folhas

### 3.9 Outras manchas foliares

Manchas foliares em mudas, causadas por *Cladosporium* sp., têm sido observadas, porém sem importância econômica (Santos et al., 2001).

### 3.10 Doenças causadas por nematóides

Os nematóides podem causar problemas tanto em viveiros como em condições de campo. O ataque desses patógenos pode muitas vezes

passar despercebido, uma vez que, ao parasitar o sistema radicular, eles podem causar pequena redução no vigor das mudas, sem a manifestação de outros sintomas mais visíveis.

Nematóides do gênero *Pratylenchus brackyrus*, de ocorrência generalizada no Brasil, já foram observados em mudas e plantas jovens de *E. saligna* e *E. Alba*. Este nematóide pode causar definhamento e amarelecimento pronunciado da copa das plantas, resultantes de seu ataque às raízes. O sistema radicular, por sua vez, se torna reduzido, necrosado e quebradiço. Morte de plantas atacadas poderá ocorrer também (Krügner, 1980). Outro gênero encontrado nos viveiros florestais é *Meloidogyne*. A diagnose é facilitada pela observação de galhas e deformações radiculares, reduzindo o sistema radicular e o crescimento das mudas. Dependendo da intensidade da infecção, as mudas podem morrer.

## **4 Doenças em viveiros de erva-mate – *Ilex paraguariensis***

As doenças fúngicas são as principais e normalmente estão associadas a sintomas de tombamento, podridões das raízes e manchas foliares.

### **4.1 Tombamento de mudas – *Fusarium* sp.; *Rhizoctonia* sp.; *Phytophthora* sp.; *Pythium* sp.; *Cylindrocladium* sp. e *Botrytis* sp.**

O tombamento das mudas ocorre nos estágios iniciais de desenvolvimento das mudas. As podridões de raízes podem ocorrer nos estágios iniciais de desenvolvimento ou quando as mudas já se encontram em estágios mais avançados de desenvolvimento. O tombamento e a podridão das raízes são os principais problemas sanitários das sementeiras.

**Sintomas** – De maneira geral, a sintomatologia é semelhante à que ocorre em eucalipto e pinus, anteriormente descritas. A morte em reboleras (Figura 7) das plântulas é um sintoma inicial característico, que progride em tamanho com o passar do tempo. As raízes apresentam-se com coloração marrom escura a preta e as folhas, inicialmente, apresentam manchas nas bordas, culminando com a morte de toda a parte aérea (Figura 8).



Figura 7. *Sintomas da morte de mudas em reboleiras, em canteiros de erva-mate*



Figura 8. *Sintomas em mudas de erva-mate infectadas por fungos e algas de solo*

#### 4.2 Podridão de raízes – *Fusarium* sp.; *Cylindrocladium* sp.; *Pythium* sp. e *Rhizoctonia* sp.

A ocorrência dos patógenos causadores de podridão de raízes é comum em sementeiras e mudas de erva-mate.

**Sintomas** – As conseqüências das lesões radiculares provocam, na parte aérea das mudas, manchas foliares, necrose nos bordos das folhas, sintomas de deficiência mineral e seca da muda ( Figuras 9 e 10).

Figura 9. *Sintomas na parte aérea de mudas de erva-mate, devido a podridões radiculares*



Figura 10. *Sintomas nas raízes e na parte aérea de mudas de erva-mate, provocados por fungos e algas causadores de podridões radiculares*

### 4.3 Manchas foliares – *Colletotrichum* sp.; *Cylindrocladium spathulatum* e *Cercospora* sp.

A ocorrência das manchas foliares causadas por fungos é comum nas mudas de erva-mate, quando estas estão nos viveiros.

**Sintomas** – Entre os fungos causadores de manchas foliares está o causador da antracnose (*Colletotrichum* sp.). Este fungo somente lesiona os tecidos tenros, novos, causando manchas e deformações foliares e, em muitos casos, a morte dos pontos de crescimento (Figura 11). Os tecidos lesionados adquirem coloração negra. A morte apical ativa as gemas laterais, estimulando a sua brotação.



Figura 11. *Sintomas da antracnose nos tecidos novos de mudas de erva-mate*

O fungo *Cylindrocladium spathulatum* causa mancha em folha mais madura, provocando intensa desfolha, quando não controlado adequadamente (Figura 12).



Figura 12. *Sintomas de desfolha causada por Cylindrocladium spathulatum*

Inicialmente, as lesões foliares são pequenas, arroxeadas (Figura 13), evoluindo em tamanho (Figura 14), podendo alcançar até 2cm de diâmetro, com o centro da lesão de cor mais clara. Em condições de umidade elevada é freqüente o aparecimento de estruturas vegetativas e reprodutivas do fungo, com grande produção de esporos.



Figura 13. *Sintomas iniciais da mancha da folha em erva-mate*



Figura 14. *Sintomas da mancha da folha*

Mudas que passam do ponto de plantio e estressadas podem ser infectadas por *Cercospora* sp. Os sintomas são lesões pequenas, com o centro esbranquiçado, apresentando pequenas pontuações pretas e bordas escuras (Figura 15).



Figura 15. *Sintomas da cercosporiose*

## 4.4 Doenças causadas por nematóides

Ataques de nematóides, principalmente do gênero *Meloidogyne* sp., causando reboleiras de mudas mortas, têm sido raramente detectados.

**Sintomas** – Ocorre diminuição do crescimento das mudas, amarelecimento das folhas, podendo culminar com a murcha e seca das mudas. A presença de galhas nas raízes facilita o diagnóstico.

## 5 Sistema de produção de mudas na Região do Planalto Norte Catarinense

A produção de mudas em essências florestais, na Região do Planalto Norte Catarinense, varia de acordo com a espécie. Para o eucalipto, produzem-se mudas em recipientes (Figura 16); para o pínus, em recipientes e canteiros com a venda de mudas em raiz nua (Figura 17). Para a erva-mate, as mudas são produzidas em canteiros fixos com posterior repicagem para os recipientes.

Cuidados especiais devem ser tomados durante a operação de repicagem, evitando o encaximamento (raízes não ficam acondicionadas na vertical) e afogamento do coleto (o colo da muda fica abaixo do nível do solo no plantio).



Figura 16. *Produção de mudas em viveiros suspensos*

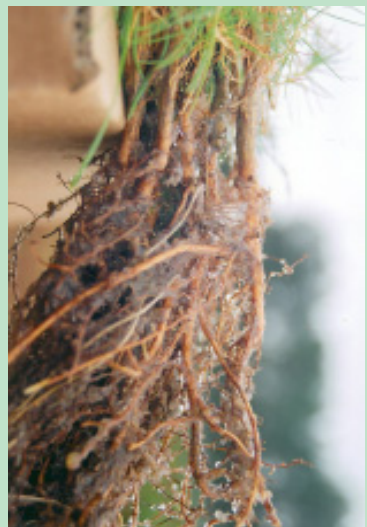


Figura 17. *Produção de mudas de pínus em raiz nua imersas em gel antes do plantio*

## 6 Manejo integrado de doenças em viveiros

Para o manejo integrado das doenças de plantas é necessário conhecer as condições que favorecem a ocorrência das doenças, como encharcamento, monocultivo, tecido vegetal tenro das mudas, microclima formado pela proximidade das mudas, baixa aeração, luminosidade excessivamente baixa ou alta, uso de substratos artificiais, entre outras. Assim, o manejo deve ser direcionado visando desfavorecer o patógeno e favorecer as mudas, desde a sementeira. A determinação das causas das anormalidades exige o exame minucioso de plântulas e plantas e do ambiente do viveiro. Nas plântulas e plantas avaliadas, deve-se fazer uma análise cuidadosa dos sintomas e dos sinais que freqüentemente surgem. Outros sintomas foliares, como manchas provocadas por fungos causadores de ferrugem, ocorrem inicialmente, exibindo corpos de frutificação em abundância e, posteriormente, no tecido necrosado, não se desenvolve frutificação do fungo, dificultando muitas vezes a identificação da doença em estágios avançados de desenvolvimento.

Muitas manchas foliares podem ser causadas por fatores abióticos, como condições ambientais desfavoráveis, fatores do solo ou problemas radiculares. A morte, ou sintomas de deficiência da parte superior das mudas, geralmente é um indicativo de problemas radiculares.

Entretanto, quando plântulas e plantas exibem sintomas como escurecimento de parte das raízes ou lesões escurecidas na região do córtex, geralmente a causa mais provável é a ocorrência de fungos, algas ou nematóides. As perdas ou danos causados por essas doenças podem variar bastante, de ano para ano, em função das condições climáticas serem mais ou menos favoráveis à ocorrência de patógenos.

Por fim, o agente causal da doença deve sempre ser corretamente identificado para que as recomendações de controle sejam eficientes.

As estratégias de manejo de doenças em viveiros são comuns para todas as espécies, sendo necessários cuidados na escolha do local, do substrato utilizado, na desinfestação de recipientes, no manejo das mudas, com a irrigação e drenagem, o sombreamento, a ventilação, a densidade de sementeira, a rustificação das mudas (aumento gradativo à exposição ao sol), etc.

Do ponto de vista epidemiológico, o controle de doenças de plantas envolve, basicamente, medidas que visam a reduzir a quantidade inicial de inóculo e medidas que visam à redução da taxa de infecção das mudas. A seguir, descrevem-se várias medidas a serem adotadas no manejo integrado.

## 6.1 Material de propagação e diagnose precoce da doença

O uso de materiais de propagação sadios é medida de grande importância. O treinamento dos viveiristas no manejo e na diagnose das doenças também é importante. A detecção precoce da causa por um especialista pode evitar perdas e, em muitos casos, impedir que o problema se torne inadmissível.

## 6.2 Sementes, substrato, água e higienização

É recomendado o uso de sementes de boa qualidade genética e sadias, tratamento prévio das sementes com fungicidas, substrato e água de irrigação livre de patógenos, emprego de substratos que permitam boa drenagem, uso de semeadura direta em tubetes suspensos (Figura 16), cobertura do solo do viveiro com brita ou material similar, evitar o sombreamento excessivo de mudas, raleio das plântulas o mais cedo possível, espaçamento das mudas (Figura 18), seleção e descarte das plantas doentes e mortas, retirada de recipientes sem mudas e com mudas mortas e de folhas caídas e senescentes, adubação equilibrada

das mudas e um sistema de irrigação adequado tanto em intensidade como frequência e, de preferência, no início da manhã (Krugner & Auer, 1997; Santos et al., 2001).

Para o caso de produção de mudas por estacas, deve-se realizar o tratamento de descontaminação das mesmas com solução de hipoclorito de sódio a 250ppm de cloro ativo durante um minuto e/ou fungicidas, assim como das caixas e recipientes a 780ppm de cloro ativo (Ferreira, 1989). Após cada safra de estacas, deve-se proceder a limpeza total da casa de vegetação, empregando-se solução de



Figura 18. *Produção de mudas em espaçamento adequado*

hipoclorito de sódio a 780ppm de cloro ativo (Ferreira, 1989) ou solução de sulfato de cobre a 5% (Grigoletti Junior et al., 2001).

### 6.3 Seleção do local de implantação do viveiro

São vários os fatores que influenciam na decisão de estabelecer um viveiro em determinado local, tais como mão-de-obra disponível, qualidade da água e microclima, sendo que um dos fatores mais importantes quando as mudas são produzidas em canteiros é o solo. Muitas doenças, insetos e problemas com ervas concorrentes estão intimamente relacionados com as propriedades do solo. Destas, é necessário avaliar a textura, a umidade, a temperatura, o pH, os nutrientes e o teor de matéria orgânica, após análise do solo e do substrato.

A textura é uma propriedade do solo, de grande importância, que afeta a severidade das doenças nas mudas (Anderson & Sutherland, 1989b). Os solos com textura média e bem drenados devem ser os escolhidos. Em solos com altos teores de argila, onde a umidade é maior, há dificuldade de fumigação. Solos recentemente utilizados por lavouras podem conter fungos patogênicos que infectam as mudas nos viveiros.

A umidade do solo interfere na incidência, desenvolvimento e controle das doenças. O ideal é que os solos sejam bem drenados. A umidade excessiva é um dos problemas mais comuns.

As doenças de solo são favorecidas pelo excesso de umidade. Fungos como *Rhizoctonia* sp., *Fusarium* sp., entre outros, e algas dos gêneros *Pythium* e *Phytophthora* necessitam de especial atenção aos níveis de umidade do solo para o controle destes patógenos.

A intensidade das doenças é influenciada pela temperatura. A podridão pré-emergente, causada por fungos de solo ou de sementes, como *Fusarium* spp., geralmente é mais severa durante e após período úmido com temperatura amena. Estas condições de tempo desfavorecem a resistência das mudas, tornando-as suscetíveis aos patógenos. A temperatura do solo afeta a germinação das sementes, o crescimento das mudas e o desenvolvimento das doenças. A temperatura do solo é determinada principalmente pelo clima, mas a umidade e cor também afetam a sua temperatura. Solos de coloração escura absorvem calor e apresentam maiores temperaturas que solos de coloração clara. A irrigação é uma prática comum utilizada para reduzir a temperatura do solo e das mudas.

Muitas essências florestais crescem em solos ligeiramente ácidos, com pH entre 5 e 6 (Anderson & Sutherland, 1989b). As doenças de solo são mais severas em pH maior que 6, pois esta faixa de pH desfavorece

o crescimento de mudas de erva-mate e de *Pinus* spp. Entretanto, há fungos tolerantes à acidez, como *Cylindrocladium* spp. Em viveiros com canteiros fixos ou semeadura direta em recipientes, o nível de pH acima de 6 reduz significativamente o desenvolvimento de ectomicorrizas sobre coníferas (Cordell, et al., 1989).

Os teores de nutrientes também podem afetar várias doenças. Deficiências de cálcio e fósforo contribuem para aumentar as perdas por patógenos que causam o tombamento e o nitrogênio em excesso aumenta a severidade das doenças (Anderson & Sutherland, 1989b).

O adubo orgânico, quando utilizado, deve ter sofrido um processo de compostagem. Sua utilização proporciona melhor nutrição, capacidade de reter umidade de solo arenoso e aeração em solos argilosos. Normalmente não afeta as doenças do solo quando aplicado em doses adequadas e manejado corretamente. Materiais orgânicos não decompostos, como a serragem, podem causar aumento da incidência de fungos como *Fusarium* spp. e *Cylindrocladium* spp.

O subsolo deve ser livre de camadas impermeáveis, principalmente em solos rasos. Caso haja problemas de drenagem no local, a solução inclui a subsolagem, a elevação das sementeiras e a instalação de um sistema de drenagem.

Os locais sombreados que mantenham umidade muito elevada devem ser evitados. A sementeira deve apresentar boa insolação e ventilação, facilitando a evaporação da água e evitando o estiolamento das mudas. A localização afastada de plantios comerciais é desejável, visando à diminuição de possíveis fontes de inóculo.

A disposição dos canteiros deve ser no sentido norte-sul. Esta disposição facilita a insolação entre os canteiros, principalmente quando ocorrem mudas de maior tamanho.

Caso o viveiro apresentar mudas de diversos tamanhos, as mudas maiores deverão estar dispostas na parte sul do canteiro, evitando que elas venham a sombrear as mudas menores. Quando as mudas apresentam tamanho uniforme e são pequenas, a disposição não tem importância.

## **6.4 Rotação de culturas e plantas de cobertura**

A rotação é eficiente, quando utilizada visando ao controle de patógenos invasores do solo. Estes patógenos, por serem parasitas especializados, sobrevivem somente enquanto há restos da cultura hospedeira, não se perpetuando no solo. Para patógenos habitantes do solo, como espécies dos gêneros *Pythium*, *Fusarium* e *Rhizoctonia*, que

podem sobreviver indefinidamente como saprófitas, pois são parasitas não especializados, com ampla gama de hospedeiros, a rotação é ineficiente para eliminar os patógenos do solo.

O cultivo contínuo de plantas da mesma espécie incrementa uma variedade de problemas, entre eles, fungos patogênicos, insetos, nematóides e erva daninhas.

Nos viveiros com leito fixo, a cobertura do solo é desejável para reduzir a erosão, aumentar o teor de matéria orgânica e a diversidade de microrganismos no solo. Assim, a alternância de essências florestais com gramíneas é boa alternativa de rotação nos viveiros de produção de mudas a céu aberto, que produzem mudas comercializadas na forma de raiz nua, como o pínus.

## **6.5 Adubação orgânica**

A adubação orgânica aumenta os nutrientes, a matéria orgânica do solo, a retenção da água, muitas vezes beneficiando a população de fungos do solo saprófitas, antagonistas e competidores e aumentando a degradação de resíduos químicos. As condições em que a matéria orgânica será utilizada devem ser controladas. Por exemplo, adubos orgânicos devem sofrer prévia compostagem e ser bem misturados ao substrato. Sem prévia compostagem, os adubos orgânicos podem favorecer o desenvolvimento de podridões radiculares, já que muitos fungos patogênicos vivem saprofiticamente em materiais orgânicos, podendo ser introduzidos e ter seu crescimento potencializado no solo. Já se forem utilizados após boa compostagem, a possibilidade de introdução de patógenos via adição de matéria orgânica é diminuída.

## **6.6 Substratos e recipientes**

O substrato utilizado deve ser desinfestado por métodos químicos e físicos, sendo mais recomendada a utilização de métodos físicos, como o calor. De forma prática, para pequenas áreas, o calor pode ser empregado pela rega do solo com água aquecida até a fervura, usando-se 10L/m<sup>2</sup> de canteiro. Também poderão ser utilizados o calor seco, o vapor de água com ou sem pressão (difícil implementação para pequenos viveiristas) e a solarização, que é mais utilizada em regiões com maior insolação anual (Grigoletti Junior et al., 2001). Os fungos causadores de tombamento e podridões de raízes são favorecidos pela utilização de substratos com elevado teor de material orgânico em estágios iniciais de decomposição. Caso se opte pela utilização da adubação orgânica,

doses elevadas devem ser evitadas e o material deve estar em estágio avançado de compostagem.

Para a produção de mudas de erva-mate, o que se tem observado na prática é que os melhores substratos e os mais utilizados são aqueles oriundos de terra de mato, onde se remove poucos centímetros da camada superficial para minimizar os problemas com ervas concorrentes. Estes substratos normalmente apresentam boa estrutura, um bom teor de matéria orgânica em estado avançado de decomposição, equilíbrio das populações de microrganismos, inclusive com a presença de micorrizas vesículo-arbusculares que desempenham importante associação simbiótica com mudas de erva-mate. Pode-se também preparar o substrato, na proporção de três partes de terra (horizonte B), uma parte de matéria orgânica (húmus de minhoca ou material em estado avançado de compostagem) e uma parte de material inerte (areia ou casca de arroz carbonizada ou vermiculita). Este substrato, no entanto, tem desempenho pior que a terra de mato (Gallotti, 2002a).

Vários são os substratos comerciais disponíveis no mercado e que são freqüentemente utilizados para produção de mudas de pinus e eucalipto. Uma alternativa que pode ser utilizada pelos viveiristas, quando estes não desejam adquirir substratos comerciais, seria o uso de terra de barranco misturada com areia ou vermiculita, devidamente corrigidas. O uso desse substrato alternativo, normalmente, é desfavorável à ocorrência de doenças radiculares. Por motivos ambientais, a fumigação do substrato deve preferencialmente ser evitada.

A utilização de serragem nos substratos sem prévia compostagem pode reduzir o crescimento das mudas, pois em sua decomposição ocorre imobilização do nitrogênio por microrganismos, principalmente pelas bactérias.

Os recipientes utilizados para acondicionarem as mudas florestais, como tubetes, laminados e sacos plásticos, deverão estar livres de patógenos e, em caso de reutilização de tubetes, a desinfestação poderá ser feita utilizando-se solução de hipoclorito a 0,6% de cloro ativo ou de sulfato de cobre a 5% de cobre por 24 horas (Grigoletti Junior et al., 2001).

## **6.7 Data de semeadura**

Deve-se, sempre que possível, potencializar o desenvolvimento das mudas, semeando as espécies na época mais favorável ao seu desenvolvimento. Semeaduras em épocas de frio e muita umidade do solo favorecem o desenvolvimento e disseminação de certos patógenos que causam tombamento, como *Pythium* e *Phytophthora*. Assim a semeadura

deve ser feita, preferencialmente, na época ótima para a germinação e o crescimento inicial das plântulas. Já a semeadura em solo com a temperatura mais elevada, quando medidas de controle de temperatura não são adotadas, pode causar escaldadura e mortalidade de plântulas recém-germinadas.

## **6.8 Densidade de semeadura, seleção e rustificação de mudas**

O controle da densidade, da profundidade de semeadura e do espaçamento das mudas reduz os danos causados por certos fungos. Em alta densidade, as mudas competem pelos nutrientes disponíveis, pela água e pela luz. A alta competitividade favorece o estiolamento das mudas e, conseqüentemente, o desenvolvimento de doenças. Maiores densidades promovem densa cobertura de folhagem, o que reduz o movimento do ar e promove um microclima mais favorável para patógenos causadores de doenças foliares e tombamento. Portanto, é necessário adotar um espaçamento que facilite a ventilação, a insolação e a irrigação. A seleção e o descarte de mudas fora de padrão facilita a melhor distribuição das mudas e dificulta contaminação para as mudas sadias. O manejo das mudas, além do controle de doenças, visa manter lotes homogêneos.

A alta densidade, comumente observada nos viveiros de canteiros fixos, provoca estresse nas mudas e um microclima favorável à intensificação de doenças. Para a cultura da erva-mate, por exemplo, quando se utilizam boas sementes, recomenda-se de 150 a 200g/m<sup>2</sup> de sementeira; entretando, é comum a utilização de maiores quantidades. Portanto, deve-se evitar os chamados “tapetes verdes” nos canteiros. Uma boa densidade é aquela em que se pode ver também parte do solo dos canteiros, permitindo melhor ventilação, insolação e aeração entre as mudas, dificultando o estiolamento e favorecendo a expressão natural da resistência das mudas (Gallotti, 2002a).

A rustificação das mudas no viveiro é importante tanto para o controle das doenças no viveiro quanto para evitar danos por queima do sol no local de plantio definitivo (Gallotti, 2002a).

## **6.9 Fertilização**

As doses, composição, tempo e métodos de aplicação de fertilizantes podem afetar de maneira significativa tanto a população de patógenos como também dos organismos benéficos. Doses inadequadas e formulações impróprias podem dificultar o crescimento das plantas,

causar fitotoxidez pela queima da folhagem, causar clorose e crescimento deficiente de raízes e micorrizas. As plantas estressadas são mais suscetíveis a doenças do solo e da folhagem. O excesso de fósforo inibe a formação de ectomicorrizas e endomicorrizas, bem como a salinidade provocada por excesso de adubos minerais.

## **6.10 Irrigação**

A água utilizada também é fundamental no controle de doenças do solo. A irrigação deve ser somente a necessária para o bom desenvolvimento das mudas. Assim como a fertilização inadequada, o manejo incorreto da água pode provocar amarelecimento da plântulas e mudas, redução de crescimento e mortalidade, principalmente durante tempo quente e seco. A excessiva umidade pode eliminar ou reduzir drasticamente a aeração do solo, causando mortalidade de raízes e aumentando a suscetibilidade a certos patógenos do solo. As irrigações, excessivas e repetidas, principalmente no final da tarde e noite, podem aumentar a incidência de doenças foliares, como *Botrytis* em mudas de eucalipto, diminuindo o desenvolvimento de micorrizas. Para que o substrato seja adequadamente umedecido durante a irrigação, as mudas devem estar adequadamente distribuídas no viveiro.

## **6.11 Controle da temperatura**

O controle da temperatura é um dos mais difíceis fatores ambientais para manipular em viveiros a céu aberto. Em casa de vegetação, onde as mudas são produzidas em recipientes, temperaturas adequadas são mais facilmente obtidas, pela combinação de aquecimento, aeração, luz solar e irrigação. A temperatura em viveiros, onde as mudas estão a pleno sol, pode ser reduzida pela irrigação. Espécies que são altamente intolerantes à alta temperatura, como a erva-mate, necessitam de sombreamento, principalmente nos estágios iniciais de crescimento. Já as baixas temperaturas do solo em viveiros a céu aberto podem ser evitadas retardando o plantio nas sementeiras até que a temperatura do solo seja favorável para uma rápida germinação e crescimento inicial das plântulas.

## **6.12 Erradicação de hospedeiros alternativos e instalação de quebra-vento**

Eliminar, sempre que possível, hospedeiros alternativos próximos dos viveiros. A relação de hospedeiros alternativos dependerá das espécies florestais a serem cultivadas nos viveiros. As barreiras quebra-

vento são úteis, principalmente, para reduzir a velocidade dos ventos, servem também como barreiras contra poeira, devem ser de espécies não suscetíveis às doenças das espécies cultivadas no viveiro e não devem ter falhas.

### **6.13 Sombreamento**

Plantas que crescem em ambientes excessivamente sombreados ficam estioladas e mais suscetíveis à infecção. Aliado ao crescimento estressado da planta, o ambiente com maior umidade e menor evaporação favorece os patógenos. Com o crescimento das mudas, o sombreamento deve ser reduzido, até o ponto das mudas ficarem em pleno sol, adequando-as, assim, ao plantio definitivo no campo.

### **6.14 Métodos químicos**

O controle químico deve ser visto como uma alternativa de controle, após uma série de outras medidas preventivas já terem sido adotadas. Os fungicidas que são registrados para uso em viveiros florestais são limitados em número e podem ser aplicados no solo via encharcamento ou em pulverizações foliares.

O controle químico, muitas vezes, é necessário antes e após a semeadura e inclui fumigação do solo, aplicação de defensivos no solo e na folhagem e o tratamento de sementes.

O controle químico pode ser mediante a fumigação do substrato com produtos de amplo espectro e/ou pela aplicação de fungicidas. Devido ao alto custo, periculosidade no manuseio e impacto ambiental, o uso da fumigação deve ser evitado. No entanto, a fumigação é o único controle que funciona eficientemente para substratos contendo patógenos como *Cylindrocladium* e *Fusarium*, os quais são pouco sensíveis à maioria dos fungicidas e apresentam estruturas altamente resistentes à ação desses produtos. O emprego de fungicidas deve ser feito através de rega ou pulverizações, em intervalos adequados (Santos et al., 2001). O uso preventivo de fungicidas para a produção de mudas de pínus deve ficar restrito ao primeiro mês de produção de mudas. Deve-se evitar a aplicação de fungicidas nos demais estágios de permanência das mudas de pínus no viveiro, a fim de se propiciar uma boa ectomicorrização. A preocupação de não se usar (ou usar o mínimo possível) fungicidas deve ser uma constante (Ferreira, 1989). O controle químico das doenças da parte aérea, por diferentes princípios ativos, tem sido eficiente. Quando for possível, diferentes princípios ativos devem ser utilizados para evitar o surgimento de patógenos resistentes.

## 6.15 Medidas físicas

Uma alternativa ao controle químico para desinfestação do substrato é o uso de calor, que pode ser aplicado de duas formas: aquecimento com vapor produzido em caldeira (80 a 90°C, por 7 a 8 horas) ou por solarização. As caixas e recipientes podem ser desinfestados com vapor ou água quente, a 70°C/3 minutos (Ferreira, 1977 e Garcia, 1995 citados por Santos et al., 2001; Krugner & Auer, 1997).

A partir de 1980, a erradicação ou diminuição do inóculo no solo tem sido obtida com o uso da solarização, uma medida que se baseia no calor seco. A solarização do solo é o aproveitamento da energia solar utilizando-se cobertura do solo com filme de polietileno fino de 30 a 50 micra e transparente, na estação quente do ano, antes do plantio, com objetivo de erradicar ou diminuir o inóculo do patógeno ou planta invasora do solo (Katan, 1981). O principal mecanismo de controle de doenças pela solarização é o efeito físico (elevação da temperatura). De forma geral, os patógenos de plantas são menos resistentes ao calor que muitos saprófitas e antagonistas, como *Trichoderma* e *Bacillus subtilis*, o que permite a continuidade do controle biológico após a solarização. Há vários exemplos de fitopatógenos que podem ser erradicados por este método, entre os quais se destacam: *Rhizoctonia solani*, *Fusarium* sp., *Pythium* sp., *Phytophthora* sp., etc. e nematóides pertencentes aos gêneros *Pratylenchus*, *Meloidogyne*, *Criconemella*, etc.

## 6.16 Medidas biológicas

O uso de micorrizas e de linhagens ou de espécies eficientes de *Trichoderma* tem apresentado bons resultados, experimentalmente, quando se faz a infestação prévia do substrato, antes da semeadura (Melo, 1998; Chet et al., 1979; Krugner & Auer, 1997; Santos et al., 2001). Atualmente há produtos comerciais à base de *Trichoderma* para serem incorporados ao substrato.

As técnicas de controle biológico são as mais desejáveis, tanto do ponto de vista ambiental quanto social, embora tenham uso restrito. Um exemplo de sucesso tem sido aplicação de fungos micorrízicos (ectomicorrízicos e endomicorrízicos).

Outro tipo de controle biológico inclui a utilização de material resistente a patógenos da parte aérea, pois como os patógenos radiculares são geralmente parasitas facultativos, é pouco provável obter-se material genético resistente aos agentes causadores do tombamento de plântulas e podridões radiculares. O uso de sementes selecionadas provenientes de materiais resistentes às doenças foliares é desejável.

A maioria dos fungos e bactérias existentes no solo são saprófitos, decompositores do material orgânico. Alguns fixam nitrogênio, outros são antagonistas competindo com os fungos patogênicos do solo. Certos fungos, como *Trichoderma* spp. são altamente antagônicos, competindo com fungos patogênicos e promovendo o controle de gêneros, como *Rhizoctonia*, *Fusarium*, *Pythium*, *Phytophthora*, etc. Alfenas & Mafia (2004) indicam a utilização de rizobactérias como agente de biocontrole de doenças associadas à propagação clonal do eucalipto.

## 6.17 Micorrizas

Devido à importância das micorrizas para as essências florestais e, neste trabalho, especialmente para espécies de pinus, elas são descritas a seguir de forma mais detalhada.

O termo micorriza foi proposto pelo botânico alemão Albert Bernad Frank, em 1885, originando-se do grego, onde “mico” significa fungo e “riza”, raízes. Segundo Frank, micorrizas representam “um fenômeno de ocorrência generalizada, resultante da união entre as raízes e o micélio dos fungos a um órgão morfológicamente independente, com dependência fisiológica íntima e recíproca”. Ele as considerou ainda como “o mais inesperado e surpreendente fenômeno da natureza” (Siqueira, 1993).

As micorrizas podem ser classificadas primariamente em dois tipos: endomicorrizas e ectomicorrizas. As ectomicorrizas, que ocorrem externamente, normalmente se encontram associadas com espécies como *Pinus*, *Eucalyptus*, etc. Já a erva-mate (*Ilex paraguariensis*), entre outras espécies florestais (nogueira, cinamomo, etc.), se associa às endomicorrizas, fungos que se desenvolvem internamente.

### 6.17.1 Endomicorrizas

As micorrizas vesículo-arbusculares (MVA) são de ocorrência generalizada, sendo encontradas em aproximadamente 300 mil espécies de plantas, incluindo a maioria das espécies cultivadas tanto nos trópicos quanto nas regiões temperadas. As MVA constituem “a regra e não a exceção na natureza”, não estando presentes nas Crucíferas, nas Chenopodiaceae, nas espécies tipicamente ectomicorrízicas (coníferas) e endomicorrizas septadas das Orquidaceae e Ericales (Harley & Smith, 1983). Ao contrário do que se verifica com as ectomicorrizas, as MVA não induzem alterações morfológicas visuais nas raízes. Esse tipo de micorriza caracteriza-se pelo desenvolvimento do fungo no córtex, com penetração inter e intracelular, formação de vesículas, pelotões, arbusculos e

crescimento micelial extra-radicular, com ramificações das hifas no solo. Nas hifas extra-radulares, geralmente formam-se os esporos que garantem a sobrevivência e a dispersão desses fungos.

Os esporos, que são estruturas de repouso, são comumente encontrados no solo e podem ser facilmente extraídos por peneiramento via úmida e observados ao microscópio. Os fungos que formam as MVA pertencem à ordem Glomales dos Zigomicetos. São conhecidas aproximadamente 140 espécies distribuídas nos gêneros *Glomus*, *Sclerocystis*, *Acaulospora*, *Gigaspora*, *Scutellospora* e *Entrophospora*. Esses fungos são simbioses obrigatórios (Siqueira, 1993).

O envolvimento das micorrizas na absorção de nutrientes pela planta é bastante evidente em condições de deficiência parcial de nutrientes, especialmente de fósforo. Já em condições de elevada disponibilidade de fósforo a taxa de colonização micorrízica e a contribuição da micorrização para a aquisição de fósforo são reduzidas (Siqueira, 1993). Mesmo sem dispor de inoculantes comerciais que possam ser usados em larga escala, sistemas alternativos para multiplicação de fungos MVA *in vivo*, utilizando-se plantas hospedeiras têm sido desenvolvidos e utilizados em programas de inoculação de culturas a partir de mudas micropropagadas, formadas em viveiros ou plantadas em solos fumigados. Os propágulos (inoculantes) de fungos, com elevada efetividade simbiótica, podem ser produzidos em vasos de cultivos com planta multiplicadora (durante 4 a 5 meses) em substrato ou solo desinfestado (Siqueira, 1993).

As micorrizas não são compatíveis com sistemas de produção que empregam elevado uso de agroquímicos (fertilizantes e pesticidas), onde elas são até mesmo desnecessárias do ponto de vista nutricional. Mas em solos de baixa fertilidade elas atuam de modo complementar aos fertilizantes aplicados (Siqueira, 1993).

### **6.17.2 Ectomicorrizas**

São conhecidas mais de 5 mil espécies de fungos que formam ectomicorrizas, sendo que a maioria pertence à subdivisão Basidiomycotina. Algumas espécies de Ascomycotina, Zigomicotina e fungos imperfeitos (mitospóricos) também formam ectomicorrizas. Muitos dos fungos ectomicorrízicos podem ser identificados a campo através de observações das frutificações (basidiocarpos e ascocarpos) associados às raízes das árvores ou em isolamento em meios de cultura no laboratório. Há evidência de especificidade na associação hospedeiro-fungo. Entretanto, em uma única árvore, podem ser encontrados até 30 espécies de fungos,

embora na maioria dos casos sejam encontradas apenas duas ou três espécies (Siqueira, 1993).

A elevação do pH para próximo à neutralidade, nos canteiros de formação de mudas de espécies florestais como *Pinus*, constitui uma limitação para o bom desenvolvimento do *Pisolithus tinctorius* e *Cenococcum graniforme* nas raízes (Siqueira, 1993).

As ectomicorrizas caracterizam-se como uma associação, onde os fungos crescem como um manto na superfície das raízes (Figura 19) e penetram o córtex apenas intercelularmente, formando uma malha fúngica conhecida como rede de Hartig. Entretanto, os segmentos de raízes micorrizadas apresentam ampla variação de formas, cores e tamanho, dependendo da espécie de planta hospedeira e fungo envolvidos na associação. As raízes micorrizadas apresentam acentuadas modificações morfológicas e isto permite sua distinção visual (Figura 19). Além da mudança de coloração, os segmentos micorrizados são desprovidos de pêlos radiculares e apresentam profundas modificações anatômicas (Siqueira, 1993).



Figura 19. Manto fúngico recobrindo as raízes

Os reflorestamentos em áreas novas, com espécies de *Pinus* que são altamente dependentes das micorrizas, em geral requerem micorrização artificial das mudas nos viveiros. Mudas com baixa micorrização apresentam poucas chances de estabelecimento quando transplantadas para locais definitivos, existindo vários casos de fracasso em programas de reflorestamento por falta de micorrização adequada das mudas e ausência do fungo no local de plantio (Siqueira, 1993).

As ectomicorrizas reduzem significativamente o ataque de patógenos no sistema radicular como *Fusarium*, *Phytophthora*, *Pythium*, *Rhizoctonia*

e nematóides. Devido a esse efeito, os fungos ectomicorrízicos são considerados agentes de biocontrole de doenças, atuando, segundo Siqueira (1993), através de mecanismos físicos e químicos diversos como: a) competição por substratos ou compostos estimulatórios dos patógenos da micorrizosfera; b) formação de barreira física, resultante do desenvolvimento do manto fúngico que envolve e protege as raízes absorventes contra a penetração de patógenos; c) produção de substâncias antimicrobianas, microbiostáticas e antibióticas (há indicações de que pelo menos 60% dos fungos ectomicorrízicos produzem pelo menos um antibiótico em condições experimentais); d) modificações no espectro e quantidade de exsudatos que estimulam e dão sustentação à comunidade microbiana com ação protetora ou antagonística aos patógenos; e) acúmulo de substâncias antimicrobianas nas células corticais, como a camada de tanino que funciona como barreira química.

A introdução das ectomicorrizas pode ser feita de várias maneiras, utilizando-se inoculantes de diversos tipos e até terriço coletado em áreas povoadas, conforme resumidos na Tabela 1.

Tabela 1. *Tipos de inoculantes de fungos ectomicorrízicos e algumas considerações sobre seu uso*

<b>Tipo de inoculante</b>	<b>Considerações relevantes</b>
Micélio vegetativo (Cultura pura)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Produção em escala industrial</li> <li>- Aplicação em canteiros e em mudas micropropagadas, encapsulação de sementes</li> <li>- Custo elevado</li> </ul>
Esporos/basidiocarpo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Basidiocarpos triturados e aplicados na rega, incorporados ao solo, confecção de <i>pellets</i> de esporos e sementes</li> <li>- Produção sazonal de basidiocarpos</li> <li>- Impossibilidade de controle genético</li> </ul>
Terriço, serrapilheira	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Coletado em povoamentos adultos e aplicado no canteiro (incorporado ou em cobertura)</li> <li>- Qualidade variável e possibilidade de disseminação de patógenos e ervas daninhas</li> </ul>

Fonte: Marx, 1992; citado por Siqueira, 1993.

Vários fungos ectomicorrízicos têm sido utilizados para produção comercial de inoculantes. Estes têm mostrado elevada eficácia na micorrização de mudas em viveiros de coníferas nos Estados Unidos e Europa (Marx, 1992 citado por Siqueira, 1993). Como inoculantes comerciais não estão disponíveis no mercado brasileiro, viveiristas e reflorestadores usam “terriço” ou basidiocarpos (corpo de frutificação do fungo) coletados em florestas estabelecidas para promover a micorrização das mudas no viveiro. A eficiência e economicidade desta prática são muito questionadas (Siqueira, 1993).

Atualmente o uso comercial de inoculantes de fungos micorrízicos restringe-se aos ectomicorrízicos, mesmo assim em escala limitada e em alguns países. Para os endomicorrízicos, embora algum progresso tenha sido alcançado nos últimos anos, o uso é restrito à escala experimental. Do ponto de vista tecnológico da produção de inoculantes e aplicação no campo, a situação é bem mais definida para os ectomicorrízicos, como o *Pisolithus tinctorius*, *Telephora terrestris*, *Rhizopogon* spp., *Hebeloma* spp., *Laccaria laccata* e outros que se multiplicam vegetativamente, no laboratório, em meios de cultura. Já os que formam as MVA, até o presente não foram cultivados em meios artificiais, sem raízes fisiologicamente ativas (vivas) (Siqueira & Franco, 1988).

Os esporos das ectomicorrizas, produzidos em corpos de frutificação (cogumelos), são transportados pelo vento, infectando mudas de espécies florestais cultivadas em viveiros onde houve a fumigação de seu solo. Pode-se citar como exemplo *Telephora terrestris*, fungo ectomicorrízico freqüentemente encontrado em mudas nos viveiros (Figura 20).



Figura 20.  
*Frutificação de  
Telephora sp. em  
mudas de pínus*

As plântulas, principalmente as de espécies dependentes de endomicorrizas que crescem em viveiros onde houve fumigação do solo ou onde o substrato é esterilizado, podem ter pouca colonização por endomicorrizas, em função das endomicorrizas não possuírem a capacidade para rapidamente recolonizar o solo ou substrato esterilizado. As ectomicorrizas, por outro lado, produzem corpos de frutificação e disseminação de seus esporos pelo vento. Assim, devido à colonização inadequada das raízes por fungos endomicorrízicos, quando substratos artificiais são utilizados, as plântulas podem ter pouco crescimento no viveiro, quando produzidas em recipientes, como tubetes. Em mudas produzidas sob condições artificiais, a inoculação artificial pode ser a única maneira para o desenvolvimento das micorrizas. A inoculação de fungos micorrízicos, em mudas obtidas a partir de recipientes em substratos artificiais, é freqüentemente necessária.

Para a cultura da erva-mate, tradicionalmente, utiliza-se terra de mato nos viveiros para produzir as mudas em canteiros fixos que, posteriormente, são repicadas para os recipientes. Deste modo, a infecção por endomicorrizas, neste sistema de produção, tende a ocorrer naturalmente, embora sem que se tenha uma prévia seleção das espécies mais eficientes.

## **6.18 Micorrização das mudas**

As espécies de *Eucalyptus* e *Pinus*, que são as mais utilizadas para reflorestamento na Região do Planalto Norte Catarinense, encontram-se entre aquelas que dependem da simbiose micorrízica, particularmente do tipo ectomicorriza, para sobrevivência e crescimento. Além da seleção dos fungos mais eficientes para o estabelecimento de programas de inoculação micorrízica, é necessário produzir inoculantes dos fungos em escala industrial. Esta etapa tem sido uma das principais limitações ao uso rotineiro destes fungos nos programas de reflorestamento, devido à dificuldade na sua multiplicação (Rossi, 2006).

No Brasil, a inoculação micorrízica em escala comercial limita-se ao uso de substratos contendo propágulos dos fungos, obtidos da compostagem de cascas e folhas, ou ao uso de esporos obtidos de frutificações. A desvantagem desse tipo de inoculante, dito natural, reside no fato de não permitir avaliar previamente a compatibilidade e a eficiência do fungo introduzido em relação à planta hospedeira. Além disso, a variabilidade na qualidade do inoculante é muito alta, apresentando, ainda, riscos de introdução de doenças e pragas e a perpetuação de espécies ineficientes (Rossi, 2006).

Os inoculantes mais apropriados são os micelianos ou vegetativos, produzidos em cultura pura, que permitem a utilização de isolados previamente testados quanto à sua compatibilidade e eficiência. Um método que permite a produção em maior escala, e com menos espaço, é representado pelo cultivo submerso desses fungos em biorreatores, seguido de veiculação numa matriz protetora, como em gel de alginato de cálcio. O inoculante encapsulado proporciona maior facilidade no armazenamento e transporte. Já há tecnologia, no Brasil, para produção de biomassa de fungos ectomicorrízicos, em biorreator “airlift”, no laboratório de ectomicorrizas do departamento de microbiologia e parasitologia da Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. O encapsulamento do micélio em gel de alginato de cálcio, com utilização de carvão ativo, é eficiente para a manutenção da viabilidade por períodos de refrigeração acima de 6 meses (Rossi, 2006).

Atualmente no Brasil não há comercialização de inóculo de micorrizas, esporos ou micélio, uma prática que ocorre nos Estados Unidos da América e que facilita em muito a inoculação de solos com micorrizas, principalmente nos substratos esterilizados.

Para *Pinus*, a associação com micorrizas ocorre com fungos ectomicorrízicos. Em *Eucalyptus*, observa-se a ocorrência de dois tipos de micorrizas, as ectomicorrizas e as endomicorrizas vesículo-arbusculares. Observa-se, geralmente, a colonização inicial com fungos endomicorrízicos, até a idade aproximada de 120 dias, seguida de aumento de colonização e dominância proporcionada pelos fungos ectomicorrízicos (Oliveira et al., 1994; Bellei et al., 1992).

O que se observa na prática é que há viveiristas que produzem mudas com boa colonização por fungos micorrízicos e viveiristas que não produzem mudas com adequada micorrização. Conseqüentemente, há crescimento deficiente das mudas, principalmente do gênero *Pinus* (Gallotti, 2002b).

Normalmente, a deficiência na micorrização (Figura 21) no caso de *Pinus* spp., ocorre por desconhecimento do viveirista de como proceder à inoculação do substrato. Para que ocorra uma boa micorrização das mudas de *Pinus*, há necessidade de inoculação, que pode ser feita via adição ao substrato de acículas picadas de pínus ou providenciando cobertura morta com acículas picadas de pínus, quando se faz a semeadura direta, ou, ainda, adicionando-se ao substrato terra oriunda de plantios de pínus. Em todos os casos citados, os materiais (acículas ou solo) devem ser provenientes de plantios com boa micorrização, pois nas acículas há, principalmente, esporos de várias espécies ectomicorrízicas que posteriormente irão germinar e colonizar as raízes. No solo, além dos

esporos, existem estruturas vegetativas de fungos micorrízicos como hifas e micélio. Pode-se também inocular o substrato com basidiósporos provenientes de basidiocarpos (Figura 22). Neste caso, para direcionar os esporos dos fungos ao substrato, pode-se fazer uma suspensão de esporos e, posteriormente, regar o substrato. A desvantagem de se utilizarem esporos provenientes de basidiocarpos é que se limitam às espécies micorrízicas coletadas. Há que se ter conhecimento das espécies micorrízicas ao se coletarem os basidiocarpos e estes basidiocarpos não estão disponíveis durante todo o ano para serem coletados. (Gallotti, 2002b).



Figura 21. *Mudas de pinus com micorrização adequada e deficiente*



Figura 22.  
*Basidiocarpo de Sclerotinia sp. com basidiosporos em seu interior*

## 6.19 Promoção do crescimento vegetal

Uma das estratégias para promover o crescimento das plantas florestais de interesse comercial é a exploração da simbiose ectomicorrízica através da inoculação das plantas com fungos capazes de promover o crescimento vegetal. Embora freqüentes nas florestas e plantações, os fungos ectomicorrízicos se diferenciam na capacidade de colonizar as raízes e na intensidade dos benefícios conferidos às plantas (Marx & Cordell, 1989).

Em um estudo detalhado realizado por Giachini et al. (2000) sobre a diversidade ectomicorrízica, em plantações de pinus e eucalipto no Estado de Santa Catarina, foram descritas 49 espécies de fungos ectomicorrízicos, representando 9 ordens e 12 famílias, das quais muitas foram descritas pela primeira vez na América do Sul. Nesse estudo verificou-se que os gêneros *Laccaria* e *Scleroderma* apresentaram a maior quantidade de espécies.

Recentemente, foram realizados estudos com isolados de fungos ectomicorrízicos para produção de inoculantes para *Eucalyptus dunnii* (Souza, 2003; Souza et al., 2004) e *Pinus taeda* (Oliveira, 2004). Esses estudos, conduzidos em casa de vegetação, permitiram selecionar isolados dos gêneros *Pisolithus* (Figura 23), *Scleroderma* (Figura 24), *Amanita* (Figura 25), *Rhizopogon* e *Chondrogaster*, com potencial para promover o crescimento das plantas e para produção em escala comercial (Rossi, 2006).



Figura 23.  
*Frutificação de  
Pisolithus sp.*

Figura 24.  
*Frutificação de*  
*Scleroderma sp.*

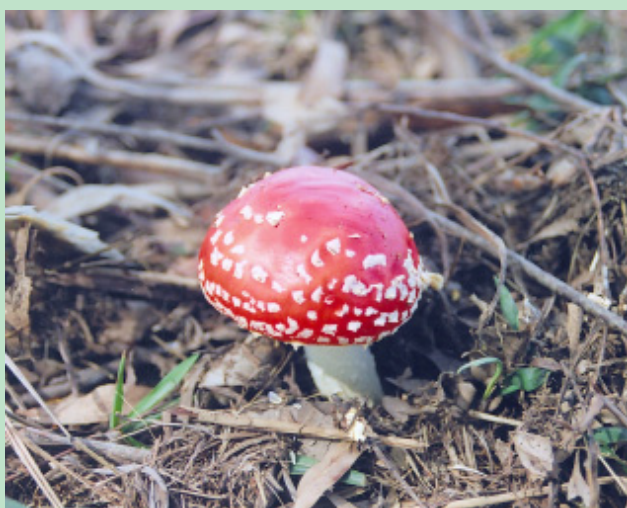


Figura 25.  
*Frutificação de*  
*Amanita sp.*

Substratos comerciais, em cuja composição há casca de pinus, que também contêm esporos ou outros propágulos, são mais comumente utilizados. Entretanto, não há nas normas de produção de mudas informações definindo a quantidade de serrapilheira, de solo de plantios comerciais, ou a concentração de esporos para utilização como inoculante (Gallotti, 2002b).

Resultados de pesquisa mostram que a prática de controle da micorrização pode ser considerada como uma alternativa aos métodos tradicionais para o aumento da produtividade das plantações (Rossi, 2006).

A dependência micorrízica apresentada por espécies florestais, no caso das espécies dos gêneros *Pinus* e *Eucalyptus* por ectomicorrizas e, a erva-mate (*Ilex paraguariensis*) por endomicorrizas, sugere a necessidade de programas de controle da micorrização que permitam a introdução de fungos micorrízicos eficientes nos sistemas de produção de mudas.

## 7 Considerações finais

Este trabalho foi elaborado para atender as freqüentes consultas por viveiristas florestais e técnicos sobre a etiologia das doenças que ocorrem nos viveiros florestais e apontar o controle adequado para essas doenças nas mudas de pínus, eucalipto e erva-mate. As doenças, geralmente as mais severas, são aquelas que causam sintomas de tombamento nas mudas e podridões de raízes, que devem ter um controle, preferencialmente profilático. Várias são as estratégias preventivas de controle a serem adotadas. O uso de fungicidas, quando necessário, pode ser utilizado, ressaltando-se que há poucos princípios ativos registrados e que devem ser corretamente aplicados, visando basicamente ao controle das doenças foliares onde há eficiência no controle.

## 8 Literatura citada

1. ALFENAS, A.C.; MAFIA, R.G. Rizolyptus: rizobactérias como indutoras do enraizamento, crescimento e como agentes de biocontrole de doenças associadas à propagação clonal do eucalipto. *Fitopatologia Brasileira*, v.29, S11, 2004.
2. ANDERSON, R.L.; CORDELL, C.E.; LANDIS, T.D. et ai. Diagnosis of pest problems. In: CORDELL, C.E.; ANDERSON, R.L.; HOFFARD, W.H. (Coord.). *Forest nurseiy pests*. Washington: Usda. Forest Service, 1989a. p.1-4. (Usda. Agriculture Handbook, 680).
3. ANDERSON, R.L.; SUTHERLAND, J.R. Soil-pest relationships. in: CORDELL, C.E.; ANDERSON R.L.; HOFFARD, W.H. (Coord.). *Forest*

- nursery pests*. Washington: Usda. Forest Service, 1989b. p.16-17. (Usda. Agriculture Handbook, 680).
4. AUER, C.G. Doenças em *Pinus* no Brasil. Ipef, Série Técnica, Piracicaba, v.13, n.33, p.67-73, mar. 2002. Edição dos Anais do Simpósio do Cone Sul sobre Manejo de Pragas e Doenças de Pínus, 1, 2000, Piracicaba, SP.
  5. AUER, C.G.; GRIGOLETTI JUNIOR, A.; SANTOS, A.E. dos. *Doenças em pínus: identificação e controle*. Colombo: Embrapa Florestas, 2001. 28p. (Embrapa Florestas. Circular Técnica, 48).
  6. BELLEI, M.M.; GARBAYE, J.; GIL, M. Mycorrhizal succession in young *Eucalyptus viminalis* plantations in Santa Catarina (Southern Brazil). *Forest Ecology and Management*, v.54, p.205-213, 1992.
  7. CHET, I.; HADAR, Y.; ELAD J. et al. Biological control of soil-borne plant pathogens by *Trichoderma harzianum*. In: SCHIPPERS, B.; GAMS, W. (Eds.). *Soil-Borne plant pathogens*. London: Academic Press, 1979. p.585-591.
  8. CORDELL, C.E.; KELLEY, W.D.; SMITH, R.S. Integrated nursery pest management. In: CORDELL, C.E.; ANDERSON, R.L.; HOFFARD, W.H. (Coord.). *Forest nursery pests*. Washington: Usda. Forest Service, 1989. p.7- 13. (Usda. Agriculture Handbook, 680).
  9. FERREIRA, F.A. *Patologia florestal: principais doenças florestais no Brasil*. Viçosa, MG: SIF, 1989. 570p.
  10. FERREIRA, F.A. *Principais doenças do eucalipto no Estado de Minas Gerais*. Belo Horizonte: Epagrig, 1985. 32p. (Epagri. Boletim Técnico, 23).
  11. GALLOTTI, G.J.M. Doenças fúngicas em viveiros de erva-mate. *Agropecuária Catarinense*, Florianópolis, v.15, n.3, p.62-64, nov. 2002a.
  12. GALLOTTI, G.J.M. Importância da micorrização em viveiros de *Pinus* spp. *Agropecuária Catarinense*, Florianópolis, v.15, n.3, p.60-61, nov. 2002b.

13. GIACHINI, A.J.; OLIVEIRA, V.L.; CASTELLANO, M.A. et al. Ectomycorrhizal fungi in *Eucalyptus* and *Pinus* plantation in Southern Brazil. *Mycologia*, v.92, p.1166-1177, 2000.
14. GRIGOLETTI JUNIOR, A.; AUER, C.G.; SANTOS, A.F. dos. *Estratégias de manejo de doenças em viveiros florestais*. Colombo, PR: Embrapa Florestas, 2001. 6p. (Embrapa Florestas. Circular Técnica, 47).
15. HARLEY, J.L.; SMITH, S.E. *Mycorrhizal symbiosis*. London: Academic Press, 1983. 483p.
16. KATAN, J. Solar heating (solarization) of soil for control of soilborne pests. *Annual Review Phytopathology*, v.19, p.211-36. 1981.
17. KRÜGNER, T.L.; AUER, C.G. Doenças do eucalipto - *Eucalyptus* spp. In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A. et al. (Eds.). *Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas*. 3.ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1997. v.2, p.359-375.
18. KRÜGNER, T.L. Doenças do eucalipto – *Eucalyptus* spp. In: GALLI, F.; CARVALHO, P.de C.T.de; TOKESHI, H. et al. (Eds.). *Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas*. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. v.2, p.275-296.
19. MARX, D.H.; CORDELL, C.E. The use of specific ectomycorrhizas to improve artificial forestation practices. in: WHIPPS, J.M., LUMSDEN, R.D. (Eds.). *Biotechnology of fungi improving plant growth*. New York: Cambridge University Press, 1989. p.1-25.
20. MELO, I.S. de Agentes microbianos de controle de fungos fitopatogênicos. In: MELO, I.S. de ; AZEVEDO, J.L.de (Eds.). *Controle biológico*. Jaguariúna, SP: Embrapa, 1998. 264p. (Embrapa-CNPMA. Documentos, 11).
21. OLIVEIRA, L.P. *Produção de inoculante, seleção e aplicação de fungos ectomicorrízicos em mudas de Pinus taeda L.* 2004. 77p. Tese (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2004.
22. OLIVEIRA, V.L.; SCHMIDT, V.D.B.; GOMES, N.C. et al. Spécificité de champignons ectomycorrhiziens vis-à-vis d' *Eucalyptus viminalis* Labill et *E. dunnii* Maiden. *Agronomie*, v.14, p.57-62, 1994.

23. ROSSI, M.J. *Tecnologia para produção de inoculantes de fungos ectomicorrízicos utilizando cultivo submerso em biorreator Airlift*. 2006. 188p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2006.
24. SANTOS, A.F.; AUER, C.G.; GRIGOLETTI JUNIOR, A. *Doenças do eucalipto no sul do Brasil: identificação e controle*. Colombo, PR: Embrapa Florestas, 2001. 20p. (Embrapa Florestas. Circular Técnica, 45).
25. SÍNTESE ANUAL DA AGRICULTURA DE SANTA CATARINA 2004-2005. Florianópolis: Epagri/Cepa, 2005. 400p.
26. SIQUEIRA, J.O.; FRANCO, A.A. *Biotechnologia do solo: fundamentos e perspectivas*. Brasília: MEC/Abeas; Lavras: Esal/Faepe, 1988. 236p.
27. SIQUEIRA, O. *Biologia do solo*. Lavras: Esal/Faepe, 1993. 230p.
28. SOUZA, L.A.B. *Seleção de fungos ectomicorrízicos eficientes para promoção do crescimento de Eucalyptus dunnii Maiden*. 2003. 97p. Tese (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2003.
29. SOUZA, L.A.B.; SILVA FILHO, G.N.; OLIVEIRA, V.L. Eficiência de fungos ectomicorrízicos na absorção de fósforo e na promoção de crescimento de eucalipto. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.39, n.4, p.349-355, abr. 2004.



9770100741301