

020

DIVERSIDADE E DISTRIBUIÇÃO SAZONAL DA PRODUTIVIDADE DE CORPOS FRUTÍFEROS DE FUNGOS ECTOMICORRÍZICOS ASSOCIADOS A PLANTAÇÕES DE *Pinus* spp. E *Eucalyptus* spp. DA *Embrapa Florestas*¹

Maira Peres de Carvalho²

Maria Angela Lopes de Almeida Amazonas³

RESUMO

Fungos ectomicorrízicos são de fundamental importância nos ecossistemas florestais de clima temperado e alguns tropicais, sendo a formação simbiótica requerida para a sobrevivência de muitas espécies de árvores, incluindo as comercialmente importantes como *Pinus* spp. e *Eucalyptus* spp. O presente estudo teve por objetivo monitorar a diversidade e a distribuição sazonal da produtividade de corpos frutíferos dos fungos ectomicorrízicos, no período de um ano, em sítios distintos, compreendendo três áreas de plantio de *Pinus* spp. e duas de *Eucalyptus* spp., localizadas na Embrapa Florestas, Colombo, Paraná, Brasil. Os corpos frutíferos dos fungos ectomicorrízicos encontrados foram contados, coletados, identificados taxonomicamente e desidratados para depósito na coleção de referência daquela instituição. Foi feita ainda a estimativa da produção de biomassa dos corpos frutíferos por hectare e o isolamento das espécies de maior potencial para uso alimentício em meio de cultura. Pelos resultados obtidos, observou-se uma grande variação sazonal na frutificação dos fungos. Em um ano foram encontradas oito espécies em plantações de *Pinus* spp. (*Amanita muscaria*, *Inocybe curvipes*, *Lactarius deliciosus*, *Rhizopogon* sp., *Russula consobrina*, *Scleroderma citrinum*, *Suillus cothurnatus* e *S. granulatus*) e cinco em plantações de *Eucalyptus* spp. (*Laccaria fraterna*, *Ramaria toxica*, *Scleroderma verrucosum*, *Tricholoma* sp. e *T. eucalypticum*). Em relação ao número e à produção de biomassa dos corpos frutíferos, em plantações de *Pinus* spp., destacou-se a espécie *Suillus cothurnatus*; em plantações de *Eucalyptus* spp., *Laccaria fraterna* apresentou o maior número, enquanto que *Tricholoma eucalypticum* foi responsável pela maior produção de biomassa. Enfatizamos que os dados do levantamento aqui apresentados são válidos apenas como um trabalho introdutório, sendo necessário um monitoramento sistemático dos fungos ao longo de vários anos e um maior entendimento das relações planta-fungo-ambiente para que qualquer tipo de correlação seja estabelecido.

¹ Trabalho realizado na *Embrapa Florestas*, apresentado como requisito parcial para obtenção do Grau de Bacharel em Biologia.

² Aluna da Pontifícia Universidade Católica do Paraná

³ Pesquisadora da *Embrapa Florestas* angela@cnpf.embrapa.br

1. INTRODUÇÃO

Fungos ectomicorrízicos são os micobiontes predominantes de muitas essências florestais comercialmente importantes, entre as quais *Pinus* e *Eucalyptus*. A função desses organismos na absorção de nutrientes e crescimento das árvores tem sido extensivamente pesquisada e documentada. Embora não seja, ainda, uma prática amplamente adotada como parte do manejo silvicultural, a inoculação de mudas com determinados fungos ectomicorrízicos ou a introdução de serrapilheira contendo seus micélios acarreta benefícios na melhoria da sobrevivência das árvores e na produção florestal demonstrados em estudos de campo.

Além disso, os corpos frutíferos de alguns desses fungos merecem atenção especial como recursos florestais não madeiráveis, de considerável valor agregado por sua comestibilidade, cuja exploração em alguns casos constitui uma promissora fonte alternativa de renda, sendo, ainda, de importância para a própria fauna. Em plantações de *Pinus*, onde a fauna é muito pobre pela escassez de estrato herbáceo, são fonte de alimento, em especial para roedores e insetos. Algumas espécies de fungos ectomicorrízicos, porém, são tóxicas. Em plantações de *Eucalyptus*, com o crescente aumento do seu uso para serraria - o que demanda um tempo maior de permanência dos talhões no campo -, a prática de soltar gado e cavalos para pasteio, normalmente após o primeiro desbaste, vem se tornando cada vez mais comum. Uma espécie tóxica representa aí um certo grau de risco; há relatos de morte de gado em todos os estados do sul do Brasil em decorrência da ingestão de *Ramaria toxica*. Esta espécie é, após cozimento, comestível e bastante apreciada pela comunidade de descendência japonesa, mas altamente tóxica quando ingerida crua.

Este estudo apresenta um monitoramento da diversidade e da distribuição sazonal da produtividade de cogumelos ectomicorrízicos, no período de um ano, em sítios distintos, compreendendo áreas de plantio de *Pinus* spp. e *Eucalyptus* spp. - na Embrapa Florestas, Colombo, Paraná -, como um primeiro passo para a inclusão desses organismos na pauta das discussões sobre planos de manejo florestal dessas duas essências arbóreas exóticas de grande importância econômica para o setor florestal brasileiro.

2. REVISÃO DE LITERATURA

As micorrizas são associações mutualísticas, nas quais as raízes de plantas vasculares são invadidas por fungos específicos, ocorrendo uma perfeita integração morfológica e funcional entre os simbioses. Trata-se de uma simbiose praticamente universal, não só pelo grande número de plantas suscetíveis à micorrização, como também por sua ocorrência generalizada na maioria dos habitats naturais (Silveira, 1992).

A simbiose entre fungos e as raízes de plantas aparece desde os fósseis mais primitivos (Trappe, 1977). Pirozynsk e Malloch, citados por Trappe (1977), postularam que a evolução das plantas terrestres, provenientes de um ambiente semi-aquático foi possível somente através da associação mutualística entre algas e fungos; nas fanerógamas, esta interdependência desenvolveu-se como micorrizas.

Com base nas características morfológicas e anatômicas, as micorrizas podem ser divididas em três grandes grupos: ectomicorrizas, endomicorrizas e ectoendomicorrizas (Silveira, 1992).

Os fungos ectomicorrízicos são de fundamental importância em muitos ecossistemas florestais, sendo a simbiose requerida para a sobrevivência de muitas espécies de árvores (Giachini *et al.*, 2000). Microscopicamente, três componentes fúngicos são identificados: a manta, uma massa de hifas de estrutura e espessura variáveis que envolve externamente as raízes; a rede de Hartig, uma região em que o fungo penetra a raiz, intercelularmente, ocupando algumas camadas do córtex, sem, porém, ultrapassar a endoderme; e o micélio circundante, que se irradia no solo, podendo incluir hifas isoladas, feixes de hifas ou rizomorfas, esclerócios e frutificações (Bellei & Carvalho, 1992).

Durante o processo de colonização das raízes, ocorre a identificação mútua fungo-planta na região da rizosfera; este reconhecimento parece ser mediado por substâncias exsudadas pela raiz que provocam o crescimento do micélio. Esta fase é responsável pela subsequente aceitação

ou rejeição entre os simbioses (Peterson & Bonfante, 1994). Feito o reconhecimento, é produzido o contato intercelular até a formação de uma estrutura denominada apressório. Assim, ocorrem mudanças morfológicas e estruturais tanto nos tecidos colonizados da planta, como na organização da parede celular do fungo, de modo a permitir a interação fisiológica dos simbioses, alterando diversas atividades enzimáticas integrantes de seus processos metabólicos (Encina & Muñoz, 1999).

Segundo Bellei & Carvalho (1992), o desenvolvimento florestal na região dos trópicos é baseado na introdução de árvores exóticas, que dependem obrigatoriamente da simbiose para atingirem um desenvolvimento adequado nos viveiros e para sobreviverem em local definitivo. Nas condições brasileiras, a manipulação destes fungos ectomicorrízicos de essências exóticas assume significado especial, uma vez que não são nativos dos solos brasileiros (Carvalho & Carpanezzi, 1982).

Pinus e *Eucalyptus* foram introduzidos no Brasil no início do século 20, visando atender à crescente demanda de madeira. Ocupam atualmente uma área aproximada de 4,8 milhões de hectares, em função da sua expressiva importância econômica (Giachini *et al*, 2000). Estima-se um aumento na demanda para os próximos anos. Se novas técnicas que visem o aumento da produtividade florestal forem aplicadas, a necessidade de estabelecimento imediato de novas plantações poderá ser adiada. Neste sentido, a inoculação de mudas em viveiros com fungos ectomicorrízicos ou a introdução nestes locais de serrapilheira contendo estes fungos poderá contribuir para o processo.

A maioria dos fungos que forma ectomicorriza com árvores florestais faz parte do grupo dos basidiomicetos, os quais produzem, com frequência, corpos de frutificação, conhecidos como cogumelos. Alguns ascomicetos também podem formar ectomicorrizas. No Brasil, várias espécies de basidiomicetos têm sido observadas ocorrendo em viveiros e povoamentos de *Pinus* e *Eucalyptus*. Tendo sido introduzidas, estabeleceram-se e disseminaram em diferentes regiões do país onde estas essências florestais são cultivadas (Krugner, 1982).

Muitas espécies arbóreas que formam ectomicorrizas crescem pobremente sem a simbiose, mesmo em solos de alta fertilidade. Outras, particularmente *Pinus* spp., podem crescer satisfatoriamente durante o primeiro ou segundo ano, mas somente se a alta fertilidade for mantida e os patógenos presentes no solo controlados (Trappe, 1977).

O fungo se beneficia da associação micorrízica utilizando os carboidratos fotossintetizados pela planta. Por sua vez, facilita a absorção de nitrogênio, fósforo, outros minerais e água pela árvore. Além disso, produz antibióticos, hormônios e vitaminas essenciais para as plantas. Assim, os fungos promovem um bom desenvolvimento das raízes e as protegem contra patógenos - possibilitando redução considerável no uso de fertilizantes e biocidas e, conseqüentemente, o estabelecimento de uma silvicultura menos dependente de energia e menos poluidora do ecossistema -, amenizam os efeitos causados por metais tóxicos e ajudam a manter a estabilidade dos agregados do solo (Amaranthus & Luoma, 1997; Bellei & Carvalho, 1992).

A maior absorção de nutrientes e água pelas raízes micorrizadas pode ser explicada pelo aumento da sua superfície devido ao crescimento das hifas e cordões miceliais. Estas estruturas se estendem, explorando eficientemente um maior volume de solo, o que possibilita a remoção de elementos de baixa difusibilidade, como os íons fosfato, que podem, assim, chegar à planta a partir de locais mais distantes.

O estabelecimento na rizosfera de uma população microbiana antagônica (produção de antibióticos), a formação de uma barreira mecânica criada pelo manto fúngico e a mudança na composição dos exsudatos das raízes são alguns exemplos de mecanismos utilizadas pelos fungos ectomicorrízicos para o controle de fitopatógenos presentes no solo (Krugner, 1982).

As micorrizas podem se estabelecer em qualquer período de vida das plantas; desenvolvem-se com maior abundância nas raízes que se estendem horizontalmente na superfície dos restos orgânicos em decomposição. As raízes envolvidas nas formações ectomicorrízicas são as menores do sistema radicular, as quais ramificam-se abundantemente para constituir um sistema que aumenta a capacidade da planta para absorver água e minerais do húmus e da matéria orgânica do solo em decomposição. A existência de fosfatases na superfície das micorrizas lhes permite explorar fosfatos orgânicos do solo mais eficientemente que as raízes não micorrizadas (Herrera *et al.*, 1990).

A intensidade da formação micorrízica depende de diversos fatores, como temperatura, umidade, pH do substrato e poluição ambiental. A temperatura possui ação direta sobre a

porcentagem de crescimento radicial e sobre a produção de novas raízes. Para o crescimento da maioria dos fungos ectomicorrízicos, a temperatura encontra-se entre 8°C e 27°C. Estes fungos demonstram grande tolerância a variações de pH. Geralmente, se desenvolvem em pH 3,0 a 7,0. A poluição tem efeito direto na fisiologia da árvore e pode ser responsável por efeitos negativos indiretos na ocorrência ectomicorrízica (Survecha *et al.*, 1991).

As formações micorrízicas são ainda influenciadas pela umidade e aeração do solo. O crescimento micelial é diminuído a uma baixa concentração de oxigênio. Portanto, a formação micorrízica é inibida em solos argilosos, devido à baixa aeração, além da dificuldade da penetração das raízes.

A importância da associação micorrízica para o desenvolvimento e sobrevivência das árvores de interesse florestal ficou evidente quando as tentativas de introdução de *Pinus*, em regiões desprovidas destes fungos, falharam em vários países (Mikola, 1973). Já foi verificada a perda de plantios inteiros de *Pinus* por falta de adequada formação de ectomicorrizas nas raízes das mudas plantadas (Krugner, 1982).

Melin (1925), citado por Trappe (1977), reconheceu que diferentes fungos ectomicorrízicos podem afetar os hospedeiros de diferentes maneiras. Rosendhal (1942), citado por Mikola (1973), foi o primeiro a mostrar que diferentes espécies de fungos ectomicorrízicos podem variar na capacidade de viabilizar fósforo e potássio para o hospedeiro. Portanto, a seleção cuidadosa dos fungos é um importante passo nos programas de inoculação. Segundo Bellei e Carvalho, 1992, a introdução de fungos ectomicorrízicos é obrigatória quando o hospedeiro encontra-se fora do habitat natural; em solos sujeitos a erosão, desinfestação, fertilização e uso de defensivos agrícolas; em substratos inertes, como a vermiculita, utilizados nos viveiros e em regiões sujeitas a queimadas sistemáticas.

Solos erodidos e de áreas de mineração são praticamente desprovidos de propágulos de fungos micorrízicos. A introdução de tais fungos seria altamente benéfica para o processo de recuperação dessas áreas degradadas (Silveira, 1992).

Muitas formas de inóculos têm sido utilizadas, dentre as quais se destacam a inoculação através de esporos, de corpos frutíferos e do micélio (Grove & Malacjuczuk, 1994). No Brasil, um dos métodos mais utilizados consiste em depositar, nos viveiros, acículas ou outros componentes da serrapilheira em decomposição de florestas estabelecidas. Este método, apesar de conter uma boa mistura de fungos ectomicorrízicos, possui a desvantagem de não permitir a seleção dos fungos, pois não há controle sobre as espécies que estão contidas no material. Outro aspecto negativo está na possibilidade deste tipo de material veicular a disseminação de agentes fitopatogênicos, pragas e ervas daninhas (Krugner, 1982).

A inoculação através de esporos tem sido amplamente praticada, pois a sua aplicação é relativamente fácil, sendo feita através da mistura dos esporos no solo dos viveiros. Camadas de esporos colocadas nas sementes também são utilizadas para induzir a formação ectomicorrízica. A maior desvantagem da uso de inóculos de esporos é a sua baixa viabilidade - resultando em baixa germinação - e o alto número de esporos requeridos para a colonização das raízes.

A inoculação via micélio é feita através da sua mistura em vermiculita ou em cápsulas de alginato. Há um grande interesse no uso do micélio encapsulado em alginato, pois esta forma de inóculo possui a vantagem de ser altamente efetiva e a capacidade de ser estocada durante vários meses. Além disso, protege o micélio contra condições adversas (Grove & Malacjuczuk, 1994).

Para selecionar um fungo ectomicorrízico para o processo de inoculação, deve-se considerar, além da sua capacidade de aumentar a produtividade florestal, a sua habilidade e persistência na colonização das raízes (Bowen & Theodorou, 1973). Deve ser produzido em cultura axênica e possuir um estado fisiológico consistente e apropriado para estocagem, bem como conter material que proteja a biomassa contra estresse fisiológico durante a produção (Kuek, 1994). A maioria dos fungos ectomicorrízicos é de crescimento lento, razão pela qual é preferível selecionar os fungos que apresentem maiores taxas de crescimento. Deve ser levada em consideração a competitividade na interação deste fungo com a microbiota nativa do solo, a adaptabilidade às condições climáticas e edáficas da região e a baixa especificidade para o conjunto de árvores simbiotes da região (Bellei & Carvalho, 1992).

3. MATERIAL E MÉTODOS

Cinco parcelas experimentais localizadas na Embrapa Florestas, 25°19'S e 49°09'W, 940m, Colombo, Paraná, Brasil - sendo três de plantações de *Pinus* (1: *Pinus taeda*; 2: *Pinus taeda*; e 3: *Pinus taeda* e *P. elliotti*) e duas de *Eucalyptus* (4: *Eucalyptus dunnii* e 5: *Eucalyptus benthamii*) - foram monitoradas no período de 21 de setembro de 2001 a 21 de setembro de 2002, totalizando 36 levantamentos de campo por parcela.

As parcelas estudadas estão situadas em locais de topografia levemente ondulada, com predominância de solo argiloso, de coloração avermelhada, em contraste com a camada superficial de cor quase preta devido aos altos teores de matéria orgânica. O clima ocorrente enquadra-se no tipo Cfb, da classificação de Köppen, ou seja, clima mesotérmico úmido, sem estação seca, com verões frescos e com média do mês mais quente inferior a 22°C .

As áreas das parcelas e respectivos números de árvores estão apresentados na tabela 1.

Tabela 1. Áreas das parcelas monitoradas para fungos ectomicorrízicos e respectivos números de árvores por hectare.

Parcelas / Espécies Arbóreas	Áreas (ha)	Árvores/ha
1. <i>Pinus taeda</i>	0.7749	104.53
2. <i>Pinus taeda</i>	0.2391	163.11
3. <i>Pinus taeda</i> e <i>P. elliotti</i>	0.3963	398.69
4. <i>Eucalyptus dunnii</i>	0.1720	401.16
5. <i>Eucalyptus benthamii</i>	0.6091	311.93

Os corpos frutíferos dos fungos ectomicorrízicos encontrados foram coletados e encaminhados ao laboratório de Microbiologia da Embrapa Florestas, onde foram identificados, contados e desidratados em estufas munidas de lâmpadas de 40 Watts, com circulação de ar a 40-45°C. Após desidratação, um exemplar bem desenvolvido de cada espécie foi pesado para se obter uma estimativa da produção de biomassa, o que foi determinado multiplicando-se os pesos pelos números de corpos frutíferos coletados nas respectivas parcelas. Todo o material seco foi, então, acondicionado em sacos plásticos, com naftalina, selados e depositados na coleção de referência da Embrapa Florestas, após checagem da identificação taxonômica pelo micólogo André de Meijer, consultor da instituição.

Dados meteorológicos de uma estação localizada no município de Pinhais, na fazenda da UFPR, 25°42' S e 49°13' W, 930 m, foram gentilmente fornecidos pelo SIMEPAR (tabela 2) e correlacionados com a ocorrência das espécies fúngicas.

Tabela 2. Temperatura média e índice pluviométrico médio registrados para as quatro estações no período de 21.09.2001 a 20.09.2002 *.

Parâmetros meteorológicos	Primavera	Verão	Outono	Inverno
Temperatura média (°C)	17,76	20,18	18,58	13,89
Índice pluviométrico (mm)	553,2	518,2	153,0	236,8

* Fonte: SIMEPAR (2002), comunicação pessoal

Um exemplar jovem de cada uma das espécies *Suillus granulatus*, *S. cothurnatus*, *Lactarius deliciosus*, *Russula consobrina* e *Tricholoma eucalypticum* foi usado para isolamento no meio de cultura Ágar de Melin-Norkrans (MMN modificado) (Marx, 1969), que tem a seguinte composição por litro: extrato de malte (3 g); D-Dextrose (10 g); (NH₄)₂HPO₄ (0,25 g); KH₂PO₄ (0,5

g); MgSO₄.7H₂O (0,15 g); CaCl₂ (0,05 g); FeCl₃ 1% (1,2 ml); NaCl (0,025 g); Tiamina-HCl 0,1% (100 µl); e ágar (15 g).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos revelaram grande variação sazonal na frutificação dos fungos ectomicorrízicos, no período de 21 de setembro de 2001 a 21 de setembro de 2002, em todas as parcelas monitoradas (tabelas 2 e 3).

Tabela 2. Número de corpos frutíferos por hectare das diversas espécies de fungos ectomicorrízicos registradas nas parcelas monitoradas durante as quatro estações no período de 21.09.2001 a 20.09.2002.

Parcelas/ Espécies arbóreas	Espécies fúngicas	Estações				
		Primavera	Verão	Outono	Inverno	Total
1. <i>Pinus taeda</i>	<i>Amanita muscaria</i>				5,16	5,16
	<i>Inocybe curvipes</i>	5,16		11,60		16,76
	<i>Lactarius deliciosus</i>			7,74		7,74
	<i>Russula consobrina</i>	70,98		233,58		304,56
	<i>Scleroderma citrinum</i>	6,45	37,42			43,87
	<i>Suillus cothurnatus</i>	1,29	210,35	174,22		385,86
	<i>Suillus granulatus</i>			51,62		51,62
2. <i>Pinus taeda</i>	<i>Amanita muscaria</i>				20,91	20,91
	<i>Inocybe curvipes</i>	83,65	150,56			234,21
	<i>Rhizopogon</i> sp.			96,19		96,19
	<i>Russula consobrina</i>			8,36		8,36
	<i>Suillus cothurnatus</i>	58,55	1.861,15	445,88	12,55	2.378,13
	<i>Suillus granulatus</i>	37,64	322,04	320,50	37,64	717,82
3. <i>Pinus taeda</i> e <i>P. elliotti</i>	<i>Lactarius deliciosus</i>		5,05		7,57	12,62
	<i>Russula consobrina</i>	305,32	40,37	52,99		398,68
	<i>Scleroderma citrinum</i>		32,80			32,80
	<i>Suillus cothurnatus</i>	2,52	444,11		2,52	449,15
4. <i>Eucalyptus dunnii</i>	<i>Laccaria fraterna</i>	424,42		372,09	389,53	1.186,04
5. <i>Eucalyptus benthamii</i>	<i>Laccaria fraterna</i>	830,73		57,46	55,82	944,01
	<i>Ramaria toxica</i>			3,28		3,28
	<i>Scleroderma verrucosum</i>				3,28	3,28
	<i>Tricholoma</i> sp.				1,64	1,64
	<i>Tricholoma eucalypticum</i>				252,83	252,83

Tabela 3. Estimativa da produção de biomassa seca de corpos frutíferos (g/ha), das diversas espécies de fungos ectomicorrízicos registradas nas parcelas monitoradas durante as quatro estações no período de 21.09.2001 a 20.09.2002.

Parcelas/ Espécies arbóreas	Espécies fúngicas	Estações				
		Primavera	Verão	Outono	Inverno	Total
1. <i>Pinus taeda</i>	<i>Amanita muscaria</i>				35,38	35,38
	<i>Inocybe curvipes</i>	0,59		1,33		1,92
	<i>Lactarius deliciosus</i>			73,81		73,81
	<i>Russula consobrina</i>	146,43		481,87		628,30
	<i>Scleroderma citrinum</i>	23,66	137,26			160,92
	<i>Suillus cothurnatus</i>	2,79	454,35	376,31		833,45
	<i>Suillus granulatus</i>			186,35		186,35
2. <i>Pinus taeda</i>	<i>Amanita muscaria</i>				147,41	147,41
	<i>Inocybe curvipes</i>	9,62	17,31			26,93
	<i>Rhizopogon</i> sp.			290,01		290,01
	<i>Russula consobrina</i>			17,25		17,25
	<i>Suillus cothurnatus</i>	126,47	4.020,08	936,10	27,11	5.109,76
	<i>Suillus granulatus</i>	135,88	1.102,17	1.162,56	135,88	2.536,49
3. <i>Pinus taeda</i> e <i>P. elliotti</i>	<i>Lactarius deliciosus</i>		48,16		72,19	120,35
	<i>Russula consobrina</i>	629,87	82,28	109,32		821,47
	<i>Scleroderma citrinum</i>		67,66			67,66
	<i>Suillus cothurnatus</i>	5,44	959,28		5,44	970,16
4. <i>Eucalyptus dunnii</i>	<i>Laccaria fraterna</i>	22,92		20,09	15,63	58,64
5. <i>Eucalyptus benthamii</i>	<i>Laccaria fraterna</i>	44,86		3,10	3,01	50,97
	<i>Ramaria toxica</i>			15,42		15,42
	<i>Scleroderma verrucosum</i>				6,18	6,18
	<i>Tricholoma</i> sp.				0,77	0,77
	<i>Tricholoma eucalypticum</i>				950,64	950,64

Em plantações de *Pinus* spp., na parcela 1 (*Pinus taeda*), foram encontradas sete espécies de fungos: *Amanita muscaria*, *Inocybe curvipes*, *Lactarius deliciosus*, *Russula consobrina*, *Scleroderma citrinum*, *Suillus cothurnatus* e *Suillus granulatus* (tabela 2). Na primavera, houve uma baixa produção de corpos frutíferos, embora tenha sido registrada a ocorrência de quatro espécies - *Inocybe curvipes*, *Russula consobrina*, *Scleroderma citrinum* e *Suillus cothurnatus* -, o que pode ser considerado, dentro dos padrões observados, um alto índice de diversidade. No verão, ocorreu uma queda na diversidade, tendo-se registrado apenas *Scleroderma citrinum* e *Suillus cothurnatus*, porém com alta produção de biomassa atribuída principalmente à segunda (tabela 3). Apesar de uma queda brusca da precipitação ter ocorrido no outono, uma alta diversidade de espécies - *Inocybe curvipes*, *Lactarius deliciosus*, *Russula consobrina*, *Suillus cothurnatus* e *S. granulatus* - e uma elevada produção de biomassa foram registradas. No inverno, somente a espécie *Amanita muscaria* foi registrada. No cômputo geral, a espécie que apresentou maior número de corpos de frutificação foi *Suillus cothurnatus*, seguida por *Russula consobrina*; os menores números foram observados para *Amanita muscaria* e *Lactarius deliciosus*.

Na parcela 2 (*Pinus taeda*), pelos resultados obtidos, observa-se uma média variação sazonal, com a ocorrência de seis espécies de fungos ectomicorrízicos: *Amanita muscaria*, *Inocybe curvipes*, *Rhizopogon* sp., *Russula consobrina*, *Suillus cothurnatus* e *Suillus granulatus* (tabela 2). Foram registradas, na primavera e verão, três espécies (*Inocybe curvipes*, *Suillus cothurnatus* e *S. granulatus*), com maior produção de biomassa na segunda estação. No outono, foi registrada a ocorrência de *Rhizopogon* sp., *Russula consobrina*, *Suillus cothurnatus* e *S. granulatus*, com maior produção de biomassa atribuída à última espécie. Durante o inverno, foram verificadas *Amanita muscaria*, *Suillus cothurnatus* e *S. granulatus*, todas com baixo número de

corpos frutíferos. No cômputo geral, a espécie que apresentou maior número de corpos de frutificação e produção de biomassa foi *Suillus cothurnatus*.

Na parcela 3 (plantação de *Pinus taeda* e *P. elliotti*), observa-se uma grande variação sazonal, com a ocorrência de quatro fungos ectomicorrízicos: *Lactarius deliciosus*, *Russula consobrina*, *Scleroderma citrinum* e *Suillus cothurnatus* (tabela 2). Durante a primavera foram registradas duas espécies, *Russula consobrina* - que apresentou maior número de corpos frutíferos e produção de biomassa - e *Suillus cothurnatus* (tabela 3). No verão, foi verificada a ocorrência de *Lactarius deliciosus*, *Russula consobrina*, *Scleroderma citrinum* e *Suillus cothurnatus*. Nesta estação, *Suillus cothurnatus* ultrapassou as demais em produção de biomassa e número de corpos de frutificação. Durante o outono, foi registrada a ocorrência de somente uma espécie, *Russula consobrina*. No inverno foram verificadas as espécies *Lactarius deliciosus* e *Suillus cothurnatus*, com a primeira espécie apresentando maior número de corpos frutíferos e produção de biomassa. No cômputo geral, *Suillus cothurnatus* apresentou maior número de corpos de frutificação e produção de biomassa.

Em plantações de *Eucalyptus* spp., na parcela 4 (*Eucalyptus dunnii*), foi registrada a ocorrência de somente *Laccaria fraterna*, enquanto que na parcela 5 (*Eucalyptus benthamii*), além dessa espécie, foram registradas *Ramaria toxica*, *Scleroderma verrucosum*, *Tricholoma* sp. e *Tricholoma eucalypticum* (tabela 2).

Assim, os resultados obtidos revelaram grande variação sazonal na frutificação dos fungos ectomicorrízicos monitorados. Em um ano, foram encontradas oito espécies (*Amanita muscaria*, *Inocybe curvipes*, *Lactarius deliciosus*, *Rhizopogon* sp., *Russula consobrina*, *Scleroderma citrinum*, *Suillus cothurnatus* e *S. granulatus*) nas plantações de *Pinus* spp. A que apresentou maior número de corpos frutíferos e maior produção de biomassa foi *Suillus cothurnatus*. Segundo Guerrero & Homrich (1999), as espécies *Suillus cothurnatus* e *Suillus granulatus*, são encontradas comumente em plantações de *Pinus* spp., onde crescem formando micorrizas. Watling & de Meijer (1997), afirmam que no estado do Paraná, *Suillus cothurnatus* foi encontrado associado a *Pinus elliotti* e *P. taeda* e *Suillus granulatus* a *P.elliotti*, *P. patula* e *P. taeda*. Meijer (2001) afirma que no Paraná, *Suillus cothurnatus* é a espécie mais comum dentro do gênero, estando associada *P. elliotti* e *P. taeda*.

Giachini *et al.* (2000), relatam que *Laccaria fraterna* teve sua ocorrência registrada no Uruguai, América do Norte, África, sendo muito comum do norte ao sul da Austrália, sempre associada a *Eucalyptus* spp; o número de corpos frutíferos de *Laccaria* spp. e *Scleroderma* spp. é maior durante a primavera, devido ao elevado índice pluviométrico; com a diminuição da precipitação, estas populações entram em declínio, principalmente no inverno. Na Embrapa Florestas, *Laccaria fraterna* foi responsável pelo maior índice de corpos frutíferos durante o ano monitorado. A maior produção de biomassa foi da espécie *Tricholoma eucalypticum*.

Para o Estado de Santa Catarina, Giachini, *et al.* (2000) relatam as seguintes espécies de fungos ectomicorrízicos encontradas em plantações de *Pinus* spp.: *Amanita muscaria*, *A. pantherina*, *Chalciporus piperatus*, *Laccaria amethystina*, *L. bicolor*, *L. laccata*, *L. proxima*, *L. pumila*, *L. tortilis*, *Lactarius argillaceifolius*, *L. deliciosus*, *L. rufus*, *Rhizopogon fuscorubens*, *R. nigrescens*, *R. vulgaris*, *R. zelleri*, e *Russula fragilis* *Suillus cothurnatus* e *S. granulatus*. Em plantações de *Eucalyptus* spp., os autores citam as espécies: *Chondrogaster angustisporus*, *Cortinarius castaneo-fulvus*, *Descomyces albellus*, *D. albus*, *Hysterangium gardneri*, *Inocybe australiensis*, *Laccaria amethystina*, *L. bicolor*, *L. laccata*, *L. lateritia*, *L. pumila*, *L. tortilis*, *Pisolithus albus*, *Ramaria anziana*, *R. junquilleo-vertex* e *Setchelliogaster tenuipes*.

Para o Estado do Paraná, Watling & Meijer (1997) e Meijer (2001) registram, em plantações de *Pinus* spp., as espécies *Amanita muscaria*, *Chalciporus piperatus*, *Coltricia perennis*, *Hebeloma sacchariolens*, *Inocybe curvipes*, *Laccaria proxima*, *Rhizopogon luteorubescens*, *Suillus cothurnatus*, *S. granulatus*, *S. luteus* e *Tricholoma* sp. B; e, em plantações de *Eucalyptus* spp., *Inocybe australiensis*, *Laccaria fraterna*, *Pisolithus* sp, *Ramaria toxica*, *Tricholoma* sp. C e *Tricholoma eucalypticum*.

Neste trabalho, *L. deliciosus*, *S. granulatus*, *S. cothurnatus*, e *T. eucalypticum* foram inicialmente isolados com sucesso. As culturas, no entanto, foram perdidas na segunda repicagem por problemas de contaminação, devendo ser re-isoladas oportunamente e conservadas na coleção de culturas da Embrapa Florestas. Em duas tentativas de se isolar *Russula consobrina*, não se obteve sucesso. É possível que este fungo seja mais exigente nutricionalmente. Na preparação do meio MMN modificado, a tiamina deveria ter sido esterilizada por filtração e

adicionada assepticamente, após a autoclavagem do meio. Pela não disponibilidade de membranas esterilizantes no laboratório na ocasião, decidiu-se adicionar a vitamina antes da autoclavagem, o que pode estar relacionado com o fracasso nas tentativas de isolamento do referido fungo.

5. CONSIDERAÇÃO FINAL

Enfatizamos que os dados do levantamento aqui apresentados são válidos apenas como um trabalho introdutório, sendo necessário um monitoramento sistemático dos fungos ao longo de vários anos e um melhor entendimento das relações planta-fungo-ambiente para que qualquer tipo de correlação seja estabelecido.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARANTHUS, M. P.; LUOMA, D. L. Diversity of Ectomycorrhizal Fungi in Forest Ecosystems: importance and conservation. In: MARTINS, M. T.; SATO, M. I. Z.; TIEDJE, J. M.; HAGLER, L. C. N.; DÖBEREINER, J.; SANCHEZ, P. S. (Eds.). **Progress in Microbial Ecology**. Santos: SBM/ICOME, 1997, p. 99-105.

BELLEY, M. M.; CARVALHO, E. M. S. Ectomicorrizas. In: CARDOSO, E. J. B. N.; TSAI, S. M.; NEVES, M. C. P. (Coord.). **Microbiologia do solo**. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1992. p.297-318.

BOWEN, G. D.; THEODOROU, C. Growth of ectomycorrhizal fungi around seeds and roots. In: MARKS, G. C.; KOZLOWSKI, T. T. (Ed.). **Ectomycorrhizae: their ecology and physiology**. New York: Academic Press, 1973. p. 107-150.

CARVALHO, P. E. R.; CARPANEZZI, A. A. Espécies florestais com associações simbióticas, promissoras ou indicadas para plantio no Sul do Brasil. In: SEMINÁRIO SOBRE ATUALIDADES E PERSPECTIVAS FLORESTAIS: Associações Biológicas entre Espécies Florestais e Microorganismos para Aumento da Produtividade Econômica dos Reflorestamentos, 7., 1982, Curitiba. **Anais...** Curitiba: EMBRAPA-URPFCS, 1982. p. 7-18. (EMBRAPA-URPFCS. Documentos, 12).

ENCINA, C. L.; BARCELÓ-MUÑOZ, A. Sobre micorrizas. **Encuentros en la Biología**, v. 7, n. 55, p. 6-8. 1999. Disponível em: www.ciencias.uma.es/publicaciones/encuentros/ENCUENTROS55/micorrizas.html. Acesso: 29/10/2002.

GIACHINI, A. J.; OLIVEIRA, V. L.; CASTELLANO, M. A.; TRAPPE, J. M. Ectomycorrhizal Fungi in *Eucalyptus* and *Pinus* plantations in southern Brazil. **Mycologia**. v. 92, n. 6, p. 1166-1177, 2000.

GROVE, T. S.; MALAJCZUK, N. The potential for management of ectomycorrhiza in forestry. In: ROBSON, A. D.; ABBOTT, L. K.; MALAJCZUK, N. (Eds.) **Management of Mycorrhizas in agriculture, horticulture and Forestry**. Kluwer Academic Publishers, 1994. p. 201-210.

GUERRERO, R. T.; HOMRICH, M. H. Fungos macroscópicos comuns do Rio Grande do Sul: guia para identificação. Porto Alegre: UFRGS, 1999, p.42.

HERRERA, T.; ULLOA, M. Micorrizas. In: HERRERA, T.; ULLOA, M. **El Reino de los Hongos: micología básica e aplicada**. México, 1990. p. 364-371.

KRUGNER, T. L. Associações micorrízicas em árvores florestais. In: SEMINÁRIO SOBRE ATUALIDADES E PERSPECTIVAS FLORESTAIS: Associações Biológicas entre Espécies Florestais e Microorganismos para Aumento da Produtividade Econômica dos Reflorestamentos, 7., 1982, Curitiba. **Anais...** Curitiba: EMBRAPA-URPFCS, 1982. p. 67-76. (EMBRAPA-URPFCS. Documentos, 12).

KUEK, C. Issues concerning the production and use of inocula of ectomycorrhizal fungi in

increasing the economic productivity of plantations. . In: ROBSON, A . D.; ABBOTT, L. K.; MALAJCZUK, N. (Eds.) **Management of mycorrhizas in agriculture, horticulture and forestry**. Kluwer Academic Publishers, 1994. p. 221-230.

MARX, D. H. The influence of ectotrophic mycorrhizal fungi on the resistance of pine roots to pathogenic infections. I. Antagonism of mycorrhizal fungi to root pathogenic fungi and soil bacteria. **Phytopathology**, v.59, p.153-163, 1969.

MEIJER, A. A. R. de. Mycological work in the Brazilian state of Paraná. **Nova Hedwigia**. Stuttgart, v. 72, n. 1-2, p. 105-159, 2001.

MIKOLA, P. Application of mycorrhizal symbiosis In forestry practice. In: MARKS, G. C.; KOZLOWSKI, T. T. (Ed.). **Ectomycorrhizae: their ecology and physiology**. New York: Academic Press, 1973. p. 383-411.

PETERSON, R. L.; BONFANTE, P. Comparative structure of vesicular arbuscular mycorrhizas and ectomycorrhizas. **Plant and Soil**, v. 159, n 1, p. 79-88, 1994.

SILVEIRA, A. P. D. Micorrizas. In: CARDOSO, E. J. B. N.; TSAI, S. M.; NEVES, M. C. P. (Coord.). **Microbiologia do solo**. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1992. p. 257-282.

SUVERCHA; MUKERJI, K. G.; ARORA, D. K. Ectomycorrhiza. In: ARORA, D. K.; RAI, B.; MUKERJI, K. G.; KNUDSEN, G. R. (Ed.). **Soil and plants**. New York: Marcel Dekker, 1991. p. 187-215. (Handbook of Applied Mycology, 1).

TRAPPE, J. M. Selection of fungi for ectomycorrhizal inoculation in nurseries. **Annual Review of Phytopathology**, p. 203-222, 1977.

WATLING, R.: MEIJER, A. A. R. de. Macromycetes from the State of Parana, Brazil: 5. Poroid and lamellates boletes. **Edinburgh Journal of Botany**. v.54, n. 2, p. 231-251, 1997.

AGRADECIMENTOS

Os autores são profundamente gratos ao micólogo André de Meijer, pela identificação taxonômica dos fungos e revisão do manuscrito, ao pesquisador Sérgio Gaiad, pelas freqüentes discussões durante a execução do trabalho, e à bibliotecária Lídia Woronkoff, pela revisão das referências bibliográficas.