

FUNGOS EM ACÍCULAS DA SERAPILHEIRA DE *Pinus taeda* L. EM POVOAMENTOS COM DIFERENTES IDADES

Celso Garcia Auer*, Angela Michelato Ghizelini**, Ida Chapaval Pimentel***, Rafaela Mazur Bizi****

*Eng. Florestal, Dr., Embrapa Florestas - auer@cnpf.embrapa.br

**Bióloga, M.Sc. - angiemighi@hotmail.com

***Eng.^a. Agrônoma, Dr.^a, Depto. de Patologia Básica, UFPR - ida@ufpr.br

****Bióloga, M.Sc. - rafaelabizi@yahoo.com

Recebido para publicação: 26/06/2006 – Aceito para publicação: 31/08/2006

Resumo

A ação fúngica na decomposição e mineralização da serapilheira em florestas permite a ciclagem de nutrientes, sua produtividade e sustentabilidade. Este estudo avaliou a diversidade dos fungos presentes durante a decomposição de acículas de *Pinus taeda* sob povoamentos com 6, 10, 14, 17 e 29 anos de idade, em Três Barras, SC, Brasil. Acículas recém-caídas foram coletadas em abril/2006, fragmentadas, submetidas a lavagens sucessivas em água destilada estéril e implantadas em placas de Petri contendo meio BDA mais ácido láctico. Os fungos encontrados pertencem aos gêneros: *Aureobasidium*, *Candida*, *Cladosporium*, *Exophiala*, *Fusarium*, *Penicillium*, *Pestalotia*, *Rhizoctonia*, *Rhizopus*, *Trichoderma* e *Tubercularia*. Os gêneros *Pestalotia*, *Trichoderma* e *Penicillium* foram os mais frequentes. A diversidade fúngica foi maior nos plantios mais velhos e deve garantir o retorno dos nutrientes e a sustentabilidade em rotações mais longas de pinus.

Palavras-chave: Decomposição; diversidade biológica; matéria orgânica.

Abstract

Fungi on needles from litter of Pinus taeda in plantations with different ages. Fungal activities during litter decomposition and mineralization process are responsible for productivity, nutrient cycling and sustainability of ecosystem. This study evaluated fungal diversity during needle decomposition of *Pinus taeda* under plantations with 6, 10, 14, 17 and 29 years old, located at Três Barras, SC, Brazil. Recent fallen needles were collected in April/2006, fragmented, submitted at 20 successive water washings, inserted in Petri dishes containing PDA medium with lactic acid and incubated at environmental conditions. *Aureobasidium*, *Candida*, *Cladosporium*, *Exophiala*, *Fusarium*, *Penicillium*, *Pestalotia*, *Rhizoctonia*, *Rhizopus*, *Trichoderma* and *Tubercularia* genera were identified. The most abundant genera were *Pestalotia*, *Trichoderma* and *Penicillium*. Fungal diversity was higher in older stands and can promote nutrient cycling and sustainability in longer rotation of pine plantations.

Keywords: Biological diversity; decomposition; organic matter.

INTRODUÇÃO

Os plantios comerciais brasileiros com espécies do gênero *Pinus* têm ocupado extensas áreas, principalmente com *P. taeda* L., para a produção de celulose e papel, embalagens, aglomerados, mobiliário, compensados e chapas, dentre outras aplicações. Atualmente, quase dois milhões de hectares são ocupados por espécies de *Pinus* no Brasil (SOCIEDADE BRASILEIRA DE SILVICULTURA, 1998).

A produtividade dessas florestas é função de interações entre fatores biofísicos e biológicos do sítio, decorrentes das condições ambientais presentes. Os fatores ligados ao solo desempenham papel preponderante na definição da qualidade do sítio (GONÇALVES *et al.*, 1990). A ciclagem biológica e a retranslocação de nutrientes são responsáveis pelo aparente bom estado nutricional apresentado pelas acículas de pinus (REISSMANN; WISNIEWSKI, 2000).

A serapilheira depositada na superfície do solo apresenta quantidades significativas de nutrientes, que retornam ao solo após a sua decomposição e são absorvidos novamente pelas árvores. A

decomposição da serapilheira ocorre pela ação dos microrganismos decompositores de matéria orgânica. A quantidade disponibilizada desses nutrientes depende da velocidade de decomposição que, por sua vez, depende de outros fatores, como composição da serapilheira, temperatura, pH do solo, precipitação pluviométrica e qualidade do sítio (CARVALHO *et al.*, 1999; REISSMANN; WISNIEWSKI, 2000). A camada de serapilheira em sítios pouco produtivos é significativamente mais espessa, quando comparada com sítios mais produtivos (REISSMANN; WISNIEWSKI, 2000).

Sabendo-se da dependência entre a produtividade do sítio e a ciclagem de nutrientes (JORGENSEN *et al.*, 1944; SWITZER; NELSON, 1972; WISNIEWSKI, 1989) e da ciclagem de nutrientes com o processo de decomposição da serapilheira acumulada, o conhecimento da micobiota responsável pela decomposição nessas áreas parece ser um caminho adequado para se obter respostas sobre a produtividade e a demanda de nutrientes.

Na biosfera, o hábitat mais rico em fungos é o solo. A principal função desses organismos no solo é a degradação da matéria orgânica, tendo um papel importante na degradação da celulose e lignina, gerando biomassa protéica ou mesmo servindo como alimento para outros organismos (ROITMAN *et al.*, 1991). Existe uma grande diversidade de fungos encontrados no solo, mas alguns gêneros são mais comuns do que outros. Os gêneros mais frequentemente isolados do solo são: *Mucor*, *Penicillium*, *Trichoderma* e *Aspergillus*, seguidos por *Rhizopus*, *Zygorhynchus*, *Fusarium*, *Cephalosporium* e *Verticillium* (ROITMAN *et al.*, 1991).

A decomposição de material vegetal envolve pelo menos quatro grupos distintos de microrganismos: celulolíticos, hemicelulolíticos, pectinolíticos e ligninolíticos. A degradação de um substrato complexo, folhas, tecidos microbianos mortos ou exoesqueletos de insetos é processada mais rapidamente na presença de uma comunidade microbiana do que na presença de uma única população (TAUK, 1990). De outro modo, no primeiro estágio de decomposição, a taxa de degradação está correlacionada com a colonização fúngica.

Para se saber o potencial de decomposição de folhas, torna-se necessário conhecer a população fúngica presente na filosfera antes e após a sua queda sobre o solo. Poucos são os estudos sobre os fungos da filosfera de *Pinus*, e vários desses feitos com diferentes espécies de pinus (VENEDIKIAN; GODEAS, 1996; VENEDIKIAN *et al.*, 2001; VIRZO de SANTO *et al.*, 2002; GHIZELINI, 2005).

Embora, muito se tenha estudado sobre povoamentos de pinus no Paraná, inclusive sobre a ciclagem de nutrientes em diversas áreas, poucas são as informações sobre a micobiota decompositora e a sucessão sobre a serapilheira durante o processo de decomposição, visto que as atividades microbianas são, provavelmente, as mais importantes na ciclagem de nutrientes de uma floresta (GHIZELINI, 2005).

O objetivo deste estudo foi fazer uma pesquisa exploratória sobre as populações fúngicas em acículas presentes sobre a serapilheira de plantios de *P. taeda* com diferentes idades, como forma de aumentar o conhecimento da diversidade dos fungos durante a decomposição inicial da serapilheira.

MATERIAL E MÉTODOS

Os plantios escolhidos para a coleta de acículas localizam-se no município de Três Barras/SC e pertencem à empresa RIGESA Westvaco do Brasil. Os plantios localizam-se a 26°07' S, 50°19' W, em altitude de 775 m acima do nível do mar, com clima Cfb, Mesotérmico Úmido, com temperatura média do mês mais quente inferior a 22 °C e a do mês mais frio inferior a 18 °C, ocorrendo mais de dez geadas por ano, principalmente nos meses de junho e julho. A precipitação média anual é de 1.434 mm, tendo distribuição equilibrada, com 8 a 10 % da precipitação anual ocorrendo em todos os meses. Nas áreas estudadas, há excedente hídrico nos meses de verão e não ocorre deficiência hídrica. Os solos encontrados são de textura argilosa e muito argilosa e envolvem as classes dos Latossolos, Argissolos, Cambissolos, Gleissolos, Neossolos Litólicos e Neossolos Flúvicos, com horizonte A espesso e com altos conteúdos de matéria orgânica. No aspecto químico, a maior parte da área está sob domínio de solos com médios a altos teores de fósforo e potássio, porém apresentando alto teor álico (altos teores de alumínio) e alto grau de distrofia, sendo, portanto, considerados de caráter distrófico (saturação de bases até 6%), sendo o cálcio o elemento que está sujeito à exaustão se não for repostado ao sistema.

Os talhões de *P. taeda* possuem o mesmo sistema de manejo, conduzidos sem desrama e sem desbaste até o final da rotação, segundo o sistema adotado pela RIGESA. Os talhões escolhidos estão localizados em um mesmo distrito florestal, para minimizar os efeitos do ambiente.

Em abril de 2006, acículas recém-caídas sobre o solo foram coletadas em plantios de *P. taeda*, colocadas em sacolas de polietileno e levadas ao Laboratório de Fitopatologia da Embrapa Florestas, para análise da população fúngica presente. As acículas coletadas pertenciam aos estádios de decomposição L (acículas recém-caídas e não decompostas) e F (acículas marrom-escuras, intactas, reconhecíveis e colonizadas abundantemente por fungos) descritos por Millar (1974). Coletaram-se as acículas em plantios com 6, 10, 14, 17 e 29 anos de idade. Vale ressaltar que a coleta foi realizada ao final do verão, para representar a maior quantidade de fungos associados com a decomposição da acícula, em decorrência do período de maior temperatura e precipitação do ano.

As acículas foram cortadas em pequenos fragmentos de até 5 mm, com auxílio de bisturi esterilizado, que foram submetidos a lavagens sucessivas por um minuto cada, trocando-se por 20 vezes a água destilada esterilizada, para que fossem removidos os propágulos superficialmente aderidos, conforme a técnica dos estudos com discos de folhas de Pugh *et al.* (1972) para segmentos de acículas de pinus, adaptada por Ghizelini (2005).

Os fragmentos foram colocados em grupos de cinco, com auxílio de pinça esterilizada, em placas de Petri contendo meio Batata-Dextrose-Ágar (BDA) mais ácido láctico (5 gotas de solução 25 % por 100 mL de meio). Todo o material foi incubado por sete dias à temperatura e luminosidade ambiente. Foram utilizadas 20 placas para cada repetição, de onde as colônias fúngicas foram isoladas.

As colônias fúngicas originadas a partir dos fragmentos de acículas foram contadas e classificadas pela morfologia macroscópica. Posteriormente, pequenos fragmentos de meio de cultura contendo pontas de hifas de cada fungo foram transferidos para placas contendo meio BDA. As placas foram mantidas à temperatura e luminosidade ambiente para futuros estudos de fisiologia.

Para a identificação dos fungos, foram confrontadas as características macro e microscópicas. A identificação microscópica foi realizada por meio da observação das lâminas contendo estruturas de reprodução (sexual e assexual) dos fungos isolados, de acordo com a literatura especializada (ARX, 1974; BARNETT; HUNTER, 1972; ELLIS, 1971, 1976; HESSELTINE; ELIS, 1973; KONEMAN; ROBERTS, 1987; LARONE, 1987; ROSSMAN *et al.*, 1987; SILVEIRA, 1995). As lâminas foram preparadas com a colocação de estruturas fúngicas em lâmina e após serem coradas em lactofenol com 0,05 % de azul de algodão e lactofenol de Amann, foram observadas ao microscópio óptico. Os cultivos que não esporularam após um mês de incubação foram considerados como fungos não identificados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O número total de registros de fungos apresentou 635 isolados pertencentes a 11 gêneros, e 9 isolados não puderam ser identificados pela ausência de esporos e/ou estruturas reprodutivas. Da subdivisão Deuteromycetes foram constatados os gêneros *Cladosporium*, *Fusarium*, *Penicillium*, *Pestalotia* e *Trichoderma*. *Rhizopus* foi o gênero isolado pertencente à subdivisão Zygomycetes. *Aureobasidium* e *Rhizoctonia* são da subdivisão Basidiomycetes. A predominância de fungos pertencentes à subdivisão Deuteromycetes foi também detectada em diversos substratos (WATSON *et al.*, 1974; MAIA, 1983; KUTER, 1986; SCHOENLEIN-CRUSIUS; TAUKE, 1991; VENEDIKIAN; GODEAS, 1996; WELLBAUM *et al.*, 1999; VENEDIKIAN *et al.*, 2001; GHIZELINI, 2005).

Analisando-se o total de colônias originadas dos fragmentos de acículas, temos que os fungos mais frequentes foram *Pestalotia* sp. (32,76 %), *Trichoderma* sp. (20,63 %) e *Penicillium* sp. (15,75 %), que, juntos, participaram com 69,14 % do total encontrado (Tabela 1). Segue-se um segundo grupo intermediário, com *Fusarium* sp., *Rhizoctonia* sp., *Cladosporium* sp. e *Rhizopus*, com um total de 27,71%. Finalmente, o restante dos fungos participou com 3,15 %.

O primeiro grupo foi constituído por fungos saprófitos e decompositores de celulose e de extrativos solúveis das acículas, tal como acontece em material vegetal nos estádios iniciais da decomposição (MASON, 1980). O segundo grupo também é composto por fungos com reconhecida capacidade degradativa de celulose e lignina, como *Rhizoctonia*, *Fusarium* e *Cladosporium*, e de açúcares simples, como *Rhizopus*. Os fungos de menor expressão em quantidade também podem ser degradadores, mas sua baixa frequência pode estar indicando que participarão em uma etapa seguinte na sucessão fúngica.

Ghizelini (2005), em um estudo da sucessão fúngica em acículas de *P. taeda* sob árvores de quatro anos de idade, durante o primeiro ano de decomposição sobre o solo, na mesma região, relatou que ao longo das estações do ano existe uma alternância de fungos presentes, provavelmente pelas condições

ecológicas existentes (alimento, comunidades, temperatura, umidade e outros). Outra constatação foi que o principal gênero de fungos associados às acículas foi *Trichoderma*, seguido por *Fusarium*, *Verticillium*, *Pestalotia* e *Mucor*.

Tabela 1. Número de colônias de fungos obtidos em meio BDA, originados de acículas de *Pinus taeda*, coletadas de talhões de diferentes idades.

Table 1. Number of colonies of fungi obtained on PDA medium, originated from *Pinus taeda* needles collected in plantations of different ages.

Fungo	Idade do talhão (anos)					Total	Participação (%)
	6	10	14	17	29		
<i>Pestalotia</i>	23*	36	54	37	58	208	32,76
<i>Trichoderma</i>	17	22	20	49	23	131	20,63
<i>Penicillium</i>	48	14	10	26	2	100	15,75
<i>Fusarium</i>	4	11	11	8	26	60	9,45
<i>Rhizoctonia</i>	4	11	14	7	15	51	8,03
<i>Cladosporium</i>	2	9	14	0	13	38	5,98
<i>Rhizopus</i>	14	9	0	1	3	27	4,25
<i>Aureobasidium</i>	0	0	0	0	3	3	0,47
<i>Candida</i>	0	0	0	0	3	3	0,47
<i>Tubercularia</i>	0	0	0	0	3	3	0,47
<i>Exophiala</i>	0	0	0	0	2	2	0,31
Não identificado	0	0	0	0	9	9	1,43
Total	112	112	123	128	160	635	100
Participação (%)	17,67	17,64	19,37	20,15	25,20	100	

* Cada valor representa o número de colônias surgidas em 100 fragmentos de acículas.

No presente estudo, alguns dos fungos encontrados por Ghizelini (2005) foram recuperados dos isolamentos e ainda mantiveram-se como os principais associados. Por outro lado, outros gêneros foram isolados, como *Aureobasidium*, *Candida*, *Exophiala* e *Tubercularia*. Possivelmente, a coleta em outros locais e idades e a utilização do meio BDA mais ácido láctico ao invés de Extrato de Malte mais sulfato de estreptomicina facilitaram o isolamento desses outros gêneros.

O número de colônias aumentou ao longo das idades dos talhões, mostrando a maior quantidade (25,2 %) aos 29 anos (Tabela 1). Essa tendência indica que em florestas mais adultas de *P. taeda* deve ocorrer uma maior associação de fungos nas acículas em decomposição. A cobertura do solo e da serapilheira e as condições microclimáticas favoráveis por longos períodos de tempo devem criar condições adequadas para a adaptação dos fungos ao substrato acicular.

A forma de manejo dos povoamentos estudados deve influenciar positivamente na colonização fúngica da camada de acículas na serapilheira. Como não são feitos desrama e desbaste, o dossel da floresta protege a serapilheira da incidência solar nos plantios mais jovens e permite um microclima mais úmido, que estimula a decomposição. Nos povoamentos mais adultos, ainda ocorre uma desrama e mortalidade naturais das árvores plantadas, que permite uma maior insolação sobre a serapilheira e o solo, alterando o microclima, até mesmo permitindo a regeneração natural de outras espécies vegetais. Essas condições diferenciadas devem influenciar a decomposição e a diversidade biológica associada. A presença de outros compostos orgânicos decorrentes da queda de folhas de espécies arbóreas nativas e de gramíneas pode estimular ou não a decomposição das acículas (THOMAS, 1968; PRESCOTT *et al.*, 2000; MORRISON, 2003). Desse modo, rotações mais longas de florestas plantadas de pinus possuem maior diversidade fúngica e possuem maior possibilidade de garantir a mineralização dos nutrientes do que em rotações mais curtas.

De acordo com os principais grupos verificados, as populações iniciais nas acículas participam se alimentando dos extrativos solúveis (proteínas e açúcares simples) e da celulose. Posteriormente, surgirão os grupos que possuem capacidade de atuar sobre os compostos fenólicos simples e até mesmo sobre a lignina. Um aspecto que deve ser abordado é que esse estudo se ateve somente a acompanhar os fungos associados com a decomposição das acículas em seus estádios iniciais, sem se preocupar com a meso e macrofauna, apesar de considerar que tais organismos são importantes na decomposição, pela fragmentação e deposição de excrementos (fonte de N), que facilitarão o ataque dos fungos decompositores (MASON, 1980).

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A análise das populações fúngicas em estádios iniciais de decomposição de acículas de *P. taeda* mostrou que os principais gêneros presentes foram *Pestalotia*, *Trichoderma* e *Penicillium*. Esses fungos, reconhecidamente celulolíticos, devem participar do processo de degradação de celulose, juntamente com alguns dos outros presentes em menor frequência nas acículas.

O número de fungos isolados aumentou com a idade dos talhões estudados, indicando uma maior diversidade aos 29 anos. Os resultados indicam que no sítio estudado existe uma diversidade biológica suficiente para garantir a decomposição, a mineralização dos nutrientes e a sustentabilidade das florestas plantadas de pinus manejadas para rotações longas.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à empresa RIGESA, pelas facilidades oferecidas para a coleta de material, e ao CNPq, pelo apoio financeiro dado pelo projeto 472297/2003-1, sem o qual este estudo não poderia ter sido desenvolvido.

REFERÊNCIAS

- ARX, J. A. VON. **The genera of fungi sporulating in pure culture**. 2.ed. Vanduz: J. Cramer, 1974. 351p.
- BARNETT, H. C.; HUNTER, B. B. **Illustrated genera of imperfect fungi**. 3.ed. Mineapolis: Burgess, 1972. 241 p.
- CARVALHO, A. P. de; MENEGOL, O.; OLIVEIRA, E. B. de; MACHADO, S. A.; POTTER, R. O.; FASOLO, P. J.; FERREIRA, C. A.; BARTOZESCK, A. Efeitos de características do solo sobre a capacidade produtiva de *Pinus taeda*. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n.9, p.1-66, jul./dez., 1999.
- ELLIS, M. B. **Dematiaceous hyphomycetes**. Surrey: Comm. Mycol. Inst., 1971. 507p.
- ELLIS, M. B. **More dematiaceous hyphomycetes**. Surrey: Comm. Mycol. Inst., 1976. 507p.
- GHIZELINI, A. M. **Sucessão de fungos em acículas de *Pinus taeda* em decomposição**. 61f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.
- GONÇALVES, J. L. M.; DEMATTÊ, J. L. I.; COUTO, H. T. Z. Relações entre a produtividade de sítios florestais de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus saligna* com as propriedades de alguns solos de textura arenosa e média no Estado de São Paulo. **IPEF**, Piracicaba, n.43/44, p.24-39, 1990.
- HESELTINE, C. W.; ELIS, J. J. Mucorales. In: AINSWORTH, G. C.; SPARROW, F. K.; SUSSMAN, A. S. (Eds.). **The fungi: an advanced treatise**. New York: Academic, 1973. 4B, p.187-217.
- JORGENSEN, J. R.; WELLS, C. G.; METZ, L. J. The nutrient cycle: key to continuous forest production. **Journal of Forestry**, Washington, v.73, n.7, p.400-403, 1975.
- KONEMAN, E. W.; ROBERTS, G. D. **Micologia prática de laboratório**. Buenos Aires: Médica Panamericana, 1987. 221p.
- KUTER, G. A. Microfungal populations associated with the decomposition of sugar maple leaf litter. **Mycologia**, New York, v.78, p.114-126, 1986.
- LARONE, D. H. **Medically important fungi: a guide to identification**. New York: Elsevier, 1987. 230p.
- MAIA, L. C. **Sucessão de fungos em folheto de floresta tropical úmida**. 196f. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 1983.
- MASON, C. F. **Decomposição**. São Paulo: EDUSP, 1980. 63p.

- MILLAR, C. S. Decomposition of coniferous leaf litter. In: DICKINSON, C. H.; PUGH, G. J. F. (Ed.). **Biology of plant litter decomposition**. London: Academic, 1974. v.4, p.105-128.
- MORRISON, I. K. Decomposition and element release from confined jack pine needle litter on na in the feathermoss layer. **Canadian Journal of Forest Research**, Ottawa, v.33, n.1, p.16-22, 2003
- PRESCOTT, C. E.; ZABEK, L. M.; STALEY, C. L.; KABZEMS, R. Decomposition of broadleaf and needle litter in forests of British Columbia: influences of litter type, forest type, and litter mixtures. **Canadian Journal of Forest Research**, Ottawa, v.30, n.11, p.1742-1750, 2000.
- PUGH, G. J. F.; BUCKEY, N. G.; MULDER, J. The role of phylloplane fungi in the early colonization of leaves. **Symposium Biological Hungarian**, [S.l.], v.11, p.329-333, 1972.
- REISSMANN, C. B.; WISNIEWSKI, C. Aspectos nutricionais de plantios de Pinus. In: GONÇALVEZ, J. L. M.; BENEDETTI, V. (Eds.). **Nutrição e Fertilização Florestal**. Piracicaba: Piracicaba, 2000. v.1, p. 135-165.
- ROITMAN, I.; TRAVASSOS, L. R.; AZEVEDO, J. L. **Tratado de Microbiologia**. São Paulo: Manole, v.2, 1991.
- ROSSMAN, A. Y.; PALM, M.; SPIELMAN, L. J. **A literature guide for the identification of plant pathogenic fungi**. St. Paul: APS, 1987. 252 p.
- SCHOENLEIN-CRUSIUS, I. H.; TAUKE, S. M. Fungal succession on *Ocotea pulchella* (Nees) Mez. leaves decomposition on "cerrado" soil treated with vinasse. **Revista de Microbiologia**, São Paulo, v.22, n.2, p.179-183, 1991.
- SILVEIRA, V. D. **Micologia**. 5.ed. Rio de Janeiro: Âmbito Cultural, 1995. 336 p.
- SOCIEDADE BRASILEIRA DE SILVICULTURA. **O Setor Florestal Brasileiro**: fatos e números. São Paulo, 1998. 18p.
- SWITZER, G. L.; NELSON, L. E. Nutrient accumulation and cycling in loblolly pine (*Pinus taeda*) plantation ecosystems: the first twenty years. **Soil Science Society of America Proceedings**, Madison, v.36, n.1, p.143-147. 1972.
- TAUKE, S. M. Biodegradação de resíduos orgânicos no solo. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v.20, n.1-4, p.299-301 1990.
- THOMAS, W. A. Decomposition of loblolly pine needles with and without addition of dogwood leaves. **Ecology**, Durham, v.49, n.3, p.568-571, 1968.
- VENEDIKIAN, N.; GODEAS, A. M. Estudio de la filosfera de *Pinus taeda* (Pinaceae). I. Poblaciones Fungicas. **Boletim da Sociedade Argentina de Botanica**, Córdoba, v.31, n.3-4, p.193-200, 1996.
- VENEDIKIAN, N.; BONAVENTURA, S. M.; GODEAS, A. M. Estudio de las comunidades fungicas de la filosfera de *Pinus taeda* L. (Pinaceae) I. Variacion estacional. **Gayana Botânica**, Concepcion, v.58, n.2, 2001.
- VIRZO De SANTO, A.; RUTIGLIANO, F. A.; BERG, B.; FIORETTO, A.; PUPPI, G.; ALFANI, A. Fungal mycelium and decomposition of needle litter in three contrasting coniferous forests. **Acta Oecologica**, Paris, v.23, p.247-259, 2002.
- WATSON, E. S.; McCLURKIN, D. C.; HUNEYCUTT, M. B. Fungal succession on loblolly pine and upland hardwood foliage and litter in north Mississippi. **Ecology**, Durham, v.55, p.1128-1134, 1974.
- WELLBAUM, C.; SCHOENLEIN-CRUSIUS, I. H.; SANTOS, V. B. Fungos filamentosos em folhas do ambiente terrestre e aquático da Ilha dos Eucaliptos, Represa do Guarapiranga, São Paulo, SP. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.22, n.1, p.69-74, 1999.
- WISNIEWSKI, C. **Variação estacional da deposição de serapilheira e de nutrientes em povoamentos de Pinus taeda na região de Ponta Grossa - PR**. 148f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1989.