

**EFEITO DE FUNGOS TERMÓFILOS SOBRE MADEIRA DE *Eucalyptus saligna* Sm.
II. *Aspergillus* sp., *Dactylomyces thermophilus* Sopp., *Penicillium bacillisporum* Swift,
Rhizomucor sp. E *Sporotrichum* sp.**

Sonia Maria Prado Guilmo^{*}
Celso Garcia Auer^{**}
Luiz Ernesto Georges Barrichelo^{***}

RESUMO

Madeira esterilizada de *Eucalyptus saligna* Sm. foi inoculada com cinco fungos termófilos: *Aspergillus* sp., *Dactylomyces thermophilus* Sopp., *Penicillium bacillisporum* Swift, *Rhizomucor* sp. e *Sporotrichum* sp. e incubada a 45°C, para verificar o efeito sobre os componentes químicos. Houve redução somente nos teores de extrativos e de açúcares livres em etanol 80%, promovida pela esterilização e pela ação dos fungos. A maior eliminação dos componentes ocorreu em função do fungo estudado: extrativos totais, solúveis em água quente e solúveis em etanol-tolueno 2:1 por *Sporotrichum* sp.; solúveis em diclorometano por *Aspergillus* sp. e açúcares livres em etanol por *D. thermophilus*.

PALAVRAS-CHAVE: qualidade da madeira, degradação, microrganismo termofílico.

**EFFECT OF THERMOPHILIC FUNGI ON WOOD OF *Eucalyptus saligna* Sm. II.
Aspergillus sp., *Dactylomyces thermophilus* Sopp., *Penicillium bacillisporum* Swift,
Rhizomucor sp. AND *Sporotrichum* sp.**

ABSTRACT

Sterilized wood of *Eucalyptus saligna* Sm. was inoculated with five thermophilic fungi: *Aspergillus* sp., *Dactylomyces thermophilus* Sopp., *Penicillium bacillisporum* Swift, *Rhizomucor* sp. and *Sporotrichum* sp., and incubated at 45°C to verify the effect on chemical components. Reduction of contents was only detected on extractives and on sugar content soluble at ethanol 80%, promoted by sterilization and fungic action. High reduction of components occurred in function of studied fungi: total extractives, hot water extractives and ethanol-tolueno 2:1 extractives by *Sporotrichum* sp.; dicloromethano extractives by *Aspergillus* sp., and sugar content soluble at ethanol by *D. thermophilus*.

KEY-WORDS: wood quality, degradation, thermophilic microorganism.

* Acadêmica do Curso de Engenharia Florestal, Bolsista da FAPESP - ESALQ/USP.

** Eng.-Florestal, Doutor, CREA n° 136829/D, Pesquisador da EMBRAPA - Centro Nacional de Pesquisa de Florestas.

*** Eng.-Agrônomo, Ph.D., CREA n° 35104/D, Professor Titular do Departamento de Ciências Florestais - ESALQ/USP.

1. INTRODUÇÃO

Fungos termófilos estão associados a pilhas de cavacos de madeira e outros materiais lignocelulósicos, sob fenômeno de auto-aquecimento (COONEY & EMERSON 1971; TANSEY 1971; SMITH & OFOSU-ASIEDU 1972). A atividade destes microrganismos está ligada ao consumo de componentes acidentais da madeira e ao ataque parcial da lignina e da celulose (JODICE et al. 1974-1975; ROSENBERG 1978).

No Brasil, seis espécies de fungos termófilos foram relatadas em associação com pilhas de cavacos de *Eucalyptus* spp. (AUER 1986). Estudos iniciais da atividade isolada de um dos fungos termófilos encontrados, *Thermoascus aurantiacus* Miede, mostraram a degradação da fração extrativos e alterações anatômicas na madeira de eucalipto (AUER et al. 1987).

Uma série de estudos foi iniciada com os fungos termófilos encontrados por AUER (1986) em madeira de *Eucalyptus*. No primeiro trabalho avaliou-se a atividade isolada de *T. aurantiacus* e encontrou-se redução no teor de extrativos, elevação no teor de açúcares livres em etanol 80% e não se comprovou atividade celulolítica ou lignolítica (PRADO et al. 1991a). A presente pesquisa teve por objetivo o conhecimento da ação degradativa de cinco outros fungos termófilos sobre os teores de extrativos, da holocelulose e da lignina de *E. saligna*.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho é o segundo de uma série de estudos com fungos termófilos e seus efeitos sobre a química da madeira de *E. saligna*. A metodologia pormenorizada encontra-se em trabalho anterior (PRADO et al. 1991a). Foram estudados *Aspergillus* sp., *Dactylomyces thermophilus* Sopp., *Penicillium bacillisporum* Swift, *Rhizomucor* sp. e *Sporotrichum* sp. Destes somente *D. thermophilus* foi pesquisado em um lote de cavacos diferente do utilizado com os outros fungos, devido a problemas de produção de inóculo. Os ensaios tiveram por base três tipos de cavacos de madeira: (1) sem tratamento, (2) esterilizado e (3) esterilizado e inoculado com 1 ml de suspensão contendo 10^8 esporos do fungo em estudo. Cavacos inoculados e não inoculados (tipos 2 e 3) foram mantidos em estufa controlada a 45°C, por 30 dias.

As análises químicas dos teores de holocelulose, lignina e dos extrativos seguiram métodos descritos por PRADO et al. (1991a).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pode-se inferir que os fungos não foram capazes de degradar a holocelulose e a lignina, após a colonização (Tabelas 1 e 2). Registrou-se, porém, um decréscimo nos teores de extrativos, em função da esterilização e da colonização pelo fungo, similar ao encontrado na literatura com *T. aurantiacus* e *Sporotrichum* sp. (PRADO et al. 1991 a,b). A esterilização deve ter auxiliado aos fungos na degradação dos extrativos, mas este aspecto não foi estudado mais detalhadamente.

TABELA 1. Teor de holocelulose, de lignina e de extrativos em cavacos de *Eucalyptus saligna* colonizados por quatro fungos termófilos, a 45 °C, por 30 dias.

Tratamento dos Cavacos	Holocelulose (%)	Lignina (%)	Teor de Extrativos (%)				Açúcares Livres em Etanol (g/l)
			Totais	Solúveis em			
				Água Quente	Etanol-Tolueno	Dicloro-Metano	
Nenhum	70,5*	24,1	5,36	1,82	2,52	1,14	0,39
Esterilização	71,0	24,2	4,79	1,58	2,23	1,08	0,31
Esterilização e Inoculação com:							
<i>Aspergillus</i> sp.	70,9	24,1	4,01	1,35	2,02	0,75	0,27
<i>Penicillium bacillisporum</i>	72,1	24,1	3,67	1,30	1,82	0,98	0,27
<i>Rhizomucor</i> sp.	71,5	24,5	3,90	1,51	1,74	0,94	0,27
<i>Sporotrichum</i> sp.	70,7	24,2	3,06	1,23	1,53	0,89	0,26

*Cada valor é média de 5 repetições (frascos).

As quantidades de componentes acidentais de madeira foram eliminadas em função dos fungos testados (Tabela 3). As diferenças observadas são reflexos das diferentes necessidades fisiológicas (JODICE et al, 1974-1975). Houve maior degradação de extrativos totais, solúveis em água quente e solúveis em etanol-tolueno por *Sporotrichum* sp.; extrativos solúveis em diclorometano por *Aspergillus* sp. e de açúcares livres em etanol 80% por *D. thermophilus*.

TABELA 2. Teor de holocelulose, de lignina e de extrativos em cavacos de *Eucalyptus saligna* colonizados por *Dactylomyces thermophilus*, a 45 °C, por 30 dias.

Tratamento dos Cavacos	Holocelulose (%)	Lignina (%)	Teor de Extrativos (%)				Açúcares Livres em Etanol (g/l)
			Totais	Solúveis em			
				Água Quente	Etanol-Tolueno	Dicloro-Metano	
Nenhum	70,3*	24,1	5,56	1,93	2,40	1,22	0,43
Esterilização	70,8	24,0	4,98	1,62	2,13	1,05	0,35
Esterilização e Inoculação	70,9	24,1	4,02	1,45	1,74	0,82	0,26

*Cada valor é média de 5 repetições (frascos).

TABELA 3. Consumo (%) de extrativos e açúcares livres de cavacos de madeira de *Eucalyptus saligna*, por cinco fungos termófilos, a 45 °C, por 30 dias.

Fungos	Eliminação de Extrativos (%)				Eliminação de Açúcares Livres em Etanol (%)
	Totais	Água Quente	Etanol-Tolueno	Dicloro-Metano	
<i>Aspergillus</i> sp.	16,3*	14,3	9,4	30,6	12,9
<i>Dactylomyces thermophilus</i>	19,3	10,3	18,3	21,9	25,7
<i>Penicillium bacillisporum</i>	23,4	17,7	18,4	9,3	12,9
<i>Rhizomucor</i> sp.	18,6	4,4	22,0	13,0	12,9
<i>Sporotrichum</i> sp.	36,1	35,0	31,4	17,6	16,1

*Valores obtidos a partir da Tabela 1 e 2, comparando-se o teor de extrativos após a esterilização e após a colonização pelos fungos.

Sporotrichum sp. mostrou-se superior aos outros fungos, pela capacidade degradativa de três diferentes grupos de extrativos da madeira de *E. saligna*. Os resultados mostram que sua atividade é próxima àquela demonstrada por *T. aurantiacus* (PRADO et al. 1991a), sendo superior a este último no consumo de extrativos totais. Diferenças significativas entre os fungos não foram detectadas por PRADO et al. (1991 b), quanto a ação sobre a celulose e os componentes acidentais da madeira de *Eucalyptus* spp.

A elevação dos teores de extrativos não foi verificada, neste trabalho, após a colonização dos fungos. O incremento na fração açúcares livres, com a colonização de *T. aurantiacus*, relatado por PRADO et al. (1991a) não foi detectado. A liberação de açúcares seria reflexo da capacidade em hidrolisar hemicelulose (BEDINO et al. 1985; YU et al. 1987). Por outro lado, observou-se que *D. thermophilus*, que pertence a mesma família de *T. aurantiacus*, foi o fungo que mais consumiu esta fração.

4.CONCLUSÕES

A colonização da madeira de *E. saligna* pelos fungos termófilos testados não alterou os teores de holocelulose e lignina.

A esterilização da madeira e a colonização pelos fungos decresceram os teores de extrativos.

O decréscimo no teor de extrativos variou em função do fungo testado ocorrendo maior consumo de extrativos totais, solúveis em água que em solúveis em etanol-tolueno com *Sporotrichum* sp., extrativos solúveis em diclorometano com *Aspergillus* sp. e de açúcares livres em etanol com *D. thermophilus*.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Champion Papel e Celulose S.A. pelos materiais e facilidades oferecidas e à FAPESP pela bolsa de Iniciação Científica cedida ao primeiro autor, para o desenvolvimento dos trabalhos.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AUER, C.G. **Levantamento de fungos termófilos associados a pilhas de cavacos de *Eucalyptus* spp.** Piracicaba: ESALQ/USP, 1986. 87p. Tese Mestrado.
- AUER, C.G.; FERRARI, M.P.; TOMAZELLO FILHO, M.; BARRICHELO, L.E.G. Estrutura anatômica e composição química de cavacos de madeira de eucaliptos inoculados com o fungo *Thermoascus aurantiacus*. **IPEF**, Piracicaba, n.37, p.45-50, 1987.
- BEDINO, S.; TESTORE, G.; OBERT, F. Comparative study of glucosidases from the thermophilic fungus *Thermoascus aurantiacus*: purification and characterization of intracellular B-glucosidase. **Italian Journal Biochemistry.**, Turin, v.34, n.5, p.341-355, 1985.
- COONEY, D.G.; EMERSON, R. **Thermophilic fungi.**; an account of their biology, activities, and classification. San Francisco: W. H. Freeman, 1964. 188p.
- JODICE, R.; FERRARA, R.; CERUTI SCURTI, J.; FIUSELLO, N.; OBERT, F.; CANTINI CORTELEZZI, G. Miceti termofili. 1. Contributo sull'isolamento, sul metabolismo e sulla capacita de degradazione di materiali organici. **Allionia**, Turin, v.20, p.53-73, 1974/1975.
- PRADO, S.M.; AUER, C.G.; BARRICHELO, L.E.G. Efeito de fungos termófilos sobre madeira de *Eucalyptus saligna*. I. *Thermoascus aurantiacus*. In: CONGRESSO ANUAL DE CELULOSE E PAPEL, 24., 1991, São Paulo. **Anais**, São Paulo: ABTCP, 1991a. p.1-8.
- PRADO, S.M.; DORIA, E.L.V.; BARRICHELO, L.E.G. Característica da madeira de *Eucalyptus* spp., inoculada com *Thermoascus aurantiacus* e *Sporotrichum* sp. In: CONGRESSO ANUAL DE CELULOSE E PAPEL, 24., 1991, São Paulo. **Anais**, São Paulo: ABTCP, 1991b. p.9-21.
- ROSENBERG, S.L. Cellulose and lignocellulose degradation by thermophilic and thermotolerant fungi. **Mycologia**, NewYork, v.70, p.1-13, 1978.
- SMITH, R.S.; OFOSU-ASIEDU, A. Distribution of thermophilic and thermotolerant fungi in a spruce-pine chip pile. **Canadian Journal of Forest Research**, Ottawa, v.2, p.16-26, 1972.
- TANSEY, M.R. Isolation of thermophilic fungi from self-heated, industrial wood chip piles. **Mycologia**, New York, v.63, p.537-547, 1971.
- YU, E.K.C.; TAN, L.U.L.; CHAN, M.K.-H.; DESCHATELETS, L.; SADDLER, J.N. Production of thermostable xylanase by a thermophilic fungus, *Thermoascus aurantiacus*. **Enzyme Microbial Technology**, Stoneham, v.9, n.1, p.16-24, 1987.