

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA
INSTITUTO BRASILEIRO DE DESENVOLVIMENTO FLORESTAL
DEPARTAMENTO DE ECONOMIA FLORESTAL
LABORATÓRIO DE PRODUTOS FLORESTAIS

DE - SÉRIE TÉCNICA Nº 3

RESISTÊNCIA DA MADEIRA
DE QUATRO ESPÉCIES FLORESTAIS
AO ATAQUE DO FUNGO
Trichoderma viride Pers e S. F. Gray

Ministro da Agricultura
Ângelo Amaury Stabile

Presidente do IBDF
Mauro Silva Reis

Diretor do DE
Joésio Deoclécio Pierin Siqueira

Coordenador do LPF
Floriano Pastore Junior

CORPO EDITORIAL

Mauro Silva Reis - Ph.D.
Carlos Marx R. Carneiro - Ph.D.
Antonio Paulo M. Galvão - Ph.D.
Manoel Sobral Filho - Ph.D.
Júlio de Castro Paixão - M.Sc
Cleuber Delano José Lisboa - M.Sc
Joésio Deoclécio P. Siqueira - M.Sc

Marcus Vinicius da Silva Alves
Eng. Florestal - CREA 5876/D

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA
INSTITUTO BRASILEIRO DE DESENVOLVIMENTO FLORESTAL
DEPARTAMENTO DE ECONOMIA FLORESTAL
LABORATÓRIO DE PRODUTOS FLORESTAIS

RESISTÊNCIA DA MADEIRA DE QUATRO ESPÉCIES
FLORESTAIS AO ATAQUE DO FUNGO *Trichoderma*
viride Pers e S. F. Gray.

Autores:

Waldir F. Quirino *
Roberto Massato Nakamura *
Cleuber Delano José Lisboa **
Cesar Travassos de Brito ***

* Estagiário e Engenheiro Florestal, res
pectivamente, responsáveis pelo experi
mento.

** Engenheiro Civil (MSc), colaborador na
análise dos dados e redação da publica
ção.

*** Estatístico, responsável pela análise es
tatística.

Brasília, 1982

RESUMO

Madeiras de quatro espécies florestais (*Swietenia macrophylla* King - mogno, *Cordia goeldiana* Huber - freijó, *Hymenaea stagnocarpa* Mart. ex Hayne - jatobá e *Astronium fraxinifolium* Schott - gonçalo alves), foram submetidas ao ataque do fungo *Trichoderma viride* Pers e S. F. Gray, através de testes de degradação acelerada em laboratório. Em condição natural, todas as espécies revelaram-se muito resistentes ao ataque do fungo, segundo o critério de Findlay, entretanto quando submetidas a lavagens com água, antes de serem expostas ao fungo, mogno, freijó e jatobá perderam parte da resistência natural, passando a moderadamente resistentes.

SUMMARY

Four wood species (*Swietenia macrophylla* King-mogno, *Cordia goeldiana* Huber - freijó, *Hymenaea stignocarpa* Mart. ex Hayne - jatobá and *Astronium fraxinifolium* Schott - gonçalo alves) were tested for resistance or susceptibility to decay by *Trichoderma viride* Pers and S. F. Gray fungi, by means of accelerated laboratory test. In natural condition, all wood species were found to be highly resistant to decay by the fungi, according to Findlay rule. On the other hand, when the wood species were washed in water, prior to fungi exposition, mogno, freijó and jatobá lost part of their natural resistance becoming only moderately resistant.

AGRADECIMENTO

Os autores agradecem a participação do pesquisador Dr. Leôni das Gallo Tobar Villacis pela orientação do projeto final de graduação que serviu de base para este trabalho.

Também agradecem a Srt^a. Regina Célia de Moraes Bello pela ' datilografia deste trabalho.

CONTEÚDO

PÁGINA

RESUMO

SUMMARY

AGRADECIMENTO

1. INTRODUÇÃO	01
2. MATERIAIS E MÉTODOS	02
2.1. Espécies de Madeiras, Dimensão e nº de Amostras	02
2.2. Fungo e Meio de Cultura	03
2.3. Ciclo de Lavagens	03
2.4. Estabilização das Amostras	03
2.5. Esterilização das Amostras	03
2.6. Período de Incubação	03
2.7. Cálculo da Perda de Peso pelas Lavagens	03
2.8. Cálculo da Perda de Peso pelo Ataque do Fungo	04
2.9. Classificação da Resistência das Espécies	04
3. RESULTADOS	05
4. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	05
5. CONCLUSÕES E SUGESTÕES	07
6. LITERATURA CITADA	08
7. QUADROS	10

1. INTRODUÇÃO

A madeira tem sido usada como matéria prima desde o início das civilizações e, o homem ampliando seu aproveitamento com processos industriais, concorre para o rápido crescimento de sua demanda, aumentando assim, a necessidade do estudo da adequabilidade no seu emprego.

A utilidade e a durabilidade da madeira depende de suas propriedades físicas, mecânicas, químicas e estéticas, sendo que, estas propriedades podem ser alteradas por agentes bióticos e abióticos. Entre os agentes bióticos como moluscos, crustáceos, insetos, aves, mamíferos, destacam-se os fungos, causadores de várias manchas, bolores e apodrecimentos.

Muitos dos trabalhos que mencionam a resistência das madeiras a organismos xilófagos (organismos que se alimentam da madeira, como os fungos apodrecedores), baseiam-se em observações empíricas durante seu emprego tradicional, não utilizando nenhum critério específico de avaliação tais como, testes de campo e testes de degradação acelerada em laboratório. Os testes de degradação acelerada em laboratório juntamente com testes de campo, proporcionam dados padronizados sobre a durabilidade da madeira natural ou tratada, evitando interpretações pessoais e possibilitando a comparação da resistência a deterioração de diferentes espécies.

O presente trabalho foi desenvolvido a partir do Projeto Final "Resistência de quatro espécies florestais ao ataque do fungo *Trichoderma viride*, Pers e S. F. Gray" do autor Waldir Ferreira Quirino na disciplina Estágio Supervisionado do Curso de Engenharia Florestal da UnB (6), servindo também como base para a instalação do Setor de Biodegradação do Laboratório de Produtos Florestais.

O objetivo do trabalho é avaliar a resistência natural e a resistência após ciclo de lavagens da madeira de quatro espécies florestais (*Swietenia macrophylla* King - mogno, *Hymenaea stignocarpa* Mart. ex Hayne - jatobá, *Astronium fraxinifolium* Schott - gonçalo alves, *Cordia goeldiana* Huber - freijó) ao ataque do fungo *Trichoderma viride* Pers e S. F. Gray, através do método de degradação acelerada em laboratório (Norma IRAM nº 9518).

A avaliação da resistência da madeira após ser submetida a ciclos de lavagens, objetiva constatar se a resistência natural será alterada pela extração das substâncias solúveis em água, o que pode ocorrer

quando a madeira está sujeita a intempéries.

O *T. viride* foi escolhido devido a sua larga ocorrência em solos de todo Brasil e de outras partes do mundo (América do Norte, Ásia, Europa, etc). O *T. viride* é um fungo imperfeito (reprodução sexual desconhecida) que tem atividade celulolítica relativamente baixa, desenvolvendo-se preferencialmente dentro das paredes celulares e causando um 'tipo de podridão na madeira denominada de podridão mole (5). Os fungos' causadores de podridão-mole são importantes, porque apesar de terem atividade celulolítica baixa, atacam madeiras consideradas muito resistentes a deterioração e também madeiras preservadas (8).

O *T. viride* apresenta a particularidade de produzir substâncias antibióticas (gliotoxina e viridina), que induzem a lise nas hifas de outros fungos (7,4), propriedade esta que poderá ser muito importante em estudos de controle biológico do ataque de outros fungos, principalmente daqueles que tenham grande poder de destruição (alta atividade celulolítica), deteriorando madeiras rapidamente.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido segundo a norma do Instituto Argentino de Racionalizacion de Materiales - IRAM - nº 9518 (1).

2.1. Espécies de madeiras, dimensão e nº de amostras: amostras com 0,5 x 1,0 x 3,0 cm, com a dimensão 3,0 cm orientada na direção das fibras, foram retiradas do cerne das seguintes espécies:

Cordia goeldiana (freijó) e
Swietenia macrophylla (mogno), provenientes da Região Amazônica;
Hymenaea stagnocarpa (jatobá) e
Astronium fraxinifolium (gonçalo alves), provenientes do Estado de Goiás.

Nos testes foram utilizados os seguintes números de amostras por espécie:

- Sete amostras submetidas a ciclos de lavagens;
- Quatro amostras em condição natural

- 2.2. Fungo e meio de cultura: O fungo utilizado foi identificado pelo Laboratório de Fitopatologia da Universidade de Brasília e Departamento de Micologia da Universidade Federal de Pernambuco como *Trichoderma viride* Pers e S. F. Gray, também conhecido como *T. harzianum* e *T. reesei*. O meio de cultura utilizado foi agar-malte, conforme item G/16 da Norma IRAM - 9518.
- 2.3. Ciclo de lavagens: sete amostras de cada espécie foram submetidas a dez ciclos de lavagens em extrator soxhlet carregado com água destilada. As amostras foram cobertas com algodão, para evitar que flutuassem.
- 2.4. Estabilização das amostras: quatro amostras submetidas ao ciclo de lavagens e quatro amostras em condição natural, de cada espécie, foram colocadas em uma câmara de climatização a 40°C e 100% de umidade relativa, o que corresponde, aproximadamente, a um conteúdo de umidade de equilíbrio de 21%, para obtenção do peso estabilizado inicial (Pest. 1).
- 2.5. Esterilização das amostras: as amostras referidas em 2.4, foram pesadas e colocadas em um dessecador com água destilada e a seguir mantidas em estufa a 110°C durante 1 hora e a 30°C, durante doze horas.
- 2.6. Período de incubação: as amostras devidamente esterilizadas, foram colocadas em tubos de ensaio com o fungo totalmente desenvolvido sobre o meio agar-malte. Os tubos foram levados a uma câmara de incubação regulada a $30 \pm 1^\circ\text{C}$ e $70 \pm 4\%$ de umidade relativa, permanecendo sob estas condições durante doze semanas. Após o período de incubação as amostras foram retiradas dos tubos de ensaio, limpas do micélio do fungo, e submetidas às mesmas condições iniciais de estabilização do conteúdo de umidade para tomada do peso estabilizado final (Pest. 2).
- 2.7. Cálculo da perda de peso pelas lavagens: três das sete amostras lavadas, por espécie, foram usadas para avaliar a perda de substâncias devido aos ciclos de lavagens. Foram anotados os pesos secos (obtidos após secagem em estufa a 105°C) das amostras, antes e depois de lavadas, obtendo-se as porcentagens pela seguinte fórmula:

$$\text{Peso perdido} = \frac{P_1 - P_2}{P_1} \times 100, (\%)$$

Onde:

P_1 = Peso seco antes da lavagem

P_2 = Peso seco depois da lavagem

2.8. Cálculo da perda de peso pelo ataque do fungo: usando os valores do peso estabilizado inicial lavado ou não conforme o caso (antes' do ataque), e peso estabilizado final (depois do ataque do fungo), obteve-se a porcentagem de peso perdido através da seguinte fórmula:

$$\text{Peso perdido} = \frac{\text{Pest. 1} - \text{Pest. 2}}{\text{Pest. 1}} \times 100 (\%)$$

Onde:

Pest. 1 = Peso estabilizado inicial

Pest. 2 = Peso estabilizado final

2.9. Classificação da Resistência das Espécies: O grau de resistência ' das madeiras a fungos pode ser obtido através da tabela de gradação de Findlay (2):

% de perda de peso

grau de resistência

inferior a 5

muito resistente - MR

5 a 10

resistente - R

10 a 20

moderadamente resistente-MDR

20 a 30

não resistente - NR

acima de 30

sem resistência - SR

3. RESULTADOS

A coluna 2 da tabela de resultados mostra o peso específico das espécies, baseado no peso e volume secos em estufa a 105°C. As colunas 3 e 4 mostram a % de peso perdido devido à lavagem (por amostra de cada espécie e a média por espécie, respectivamente). As colunas 5 e 6 mostram a % de peso perdido pelo ataque do fungo na madeira natural (por amostra testada de cada espécie e a média por espécie, respectivamente). Finalmente as colunas 7 e 8 mostram a % de peso perdido pelo ataque do fungo na madeira lavada (por amostra testada de cada espécie e a média por espécie, respectivamente). Abaixo da média de % de peso perdido por espécie, uma abreviatura indica a classe de resistência de acordo com Findlay (ver ítem 4).

4. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Os resultados alcançados e mostrados na tabela, colunas 5 e 7, são homogêneos em cada tratamento e por espécie, uma vez que a análise da variância ao nível de 5% de probabilidade de erro não foi significante (Quadro 1).

Segundo a classificação de Findlay, observa-se pelos resultados da tabela, que as madeiras das quatro espécies em condição natural, são muito resistentes ao ataque do fungo *Trichoderma viride*, sendo *Cordia goeldiana* e *Swietenia macrophylla* as espécies que menos perderam peso. Também foi observado pelo teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade de erro, não haver diferença significativa entre as resistências naturais destas quatro espécies (Quadro 4).

Três destas espécies, *Hymenaea stagnocarpa*, *Cordia Goeldiana* e *Swietenia macrophylla*, quando submetidas ao processo de lavagem, perderam parte da resistência natural, passando de muito a moderadamente resistente, o que indica a importância das substâncias perdidas pela lavagem. Isto é confirmado pela observação de outros autores, como citado por Gonzales (3). Esta diferença é também evidenciada pelo teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade de erro, o qual mostrou haver diferença significativa entre as médias da porcentagem de peso perdido, antes e depois de lavadas (Quadro 2). A *Hymenaea stagnocarpa* não difere da *Cordia goeldiana*, mas ambas diferem significativamente da *Swietenia* ma

Tabela de Resultados - Peso perdido pelos ciclos de lavagens e pelo ataque do fungo *Trichoderma viride*

ESPÉCIES (1)	Peso Espé- cífi- co g/cm ³ (2)	% de Peso Perdido							
		Pelo ciclo de lavagens		Pelo ataque do fungo		na madeira natural		na madeira lavada	
		P/Amostra (3)	Média (4)	P/Amostra (5)	Média (6)	P/Amostra (7)	Média (8)		
<i>Astronium fraxinifolium</i> (gonçalo alves)	1,09	2,76	2,43	1,85	2,27 MR	4,22	3,66 MR		
		2,45		3,35		4,50			
		2,09		3,87		3,25			
				0		2,65			
<i>Hymenaea stignocarpa</i> (jatobá)	0,94	3,38	6,20	2,62	2,03 MR	9,97	14,40 MDR		
		8,24		0,56		18,31			
		6,99		2,60		13,94			
				2,32		15,36			
<i>Cordia goeldiana</i> (freijó)	0,66	1,19	1,30	0	0,07 MR	12,25	11,77 MDR		
		1,33		0		10,81			
		1,39		0,18		15,26			
				0,11		8,76			
<i>Swietenia macrophylla</i> (mogno)	0,57	2,68	2,65	0	0,09 MR	22,22	19,27 MDR		
		2,26		0		17,99			
		3,01		0,27		20,86			
				0,09		16,00			

macrophylla que é a espécie mais atacada pelo fungo após a lavagem, contrastando assim com a sua alta resistência em condição natural (Quadro 4).

O *Astronium fraxinifolium* mostrou-se muito resistente ao ataque do fungo, mesmo depois de lavado, segundo a classificação de Findlay e, pelo teste de Duncan esta espécie difere significativamente das outras, constatando que sua resistência não será alterada se utilizada exposta a intempéries (Quadros 3 e 4).

Fato conhecido e confirmado pelos resultados obtidos é a inexistência de correlação entre o peso específico e a resistência da madeira ao ataque de fungos, uma vez que esta resistência está também dependendo das variações de extrativos e outros conteúdos celulares (3).

5. CONCLUSÕES E SUGESTÕES

As madeiras das quatro espécies, *Astronium fraxinifolium*, *Cordia goeldiana*, *Hymenaea stagnocarpa* e *Swietenia macrophylla*, são muito resistentes, em condição natural, ao ataque do fungo *Trichoderma viride*. Entretanto é desaconselhável a utilização da *Cordia goeldiana*, *Hymenaea stagnocarpa* e *Swietenia macrophylla*, sujeitas a intemperismos ou em contato com fontes de umidade, o que permitiria a retirada de seus preservativos naturais, a não ser que essas madeiras sofram um tratamento prévio que impeça essas perdas.

Astronium fraxinifolium poderá ser utilizada sob a ação de intemperismos considerando sua alta resistência ao fungo.

Sugere-se que estas espécies sejam testadas com um maior número de repetições afim de que se confirme as observações apontadas.

6. LITERATURA CITADA

1. Anônimo. 1962. Instituto Argentino de Racionalización de Materiales - Norma IRAM nº 9518. Toxicidad, permanencia y eficacia de preservadores de madera. Método de laboratorio. Buenos Aires, Argentina.
2. Cartwright, K. St. G. e W.P.K. Findlay. 1958. Decay of timber and its prevention. Her Majesty's Stationery Office, 2 ed. London.
3. Gonzales Flores, V.R. 1970. Durabilidad natural de 53 especies forestales de Yurimaguas. Revista Forestal del Peru. Vol. 4 (1-2).
4. Ingold, C.T. 1967. The biology of fungi. Hutchinson Educational Ltd. 2ª ed. London.
5. Lepage, E.S. 1974. Preservação de Madeiras. Boletim Técnico do Convênio IBDF-ABPM-IPT. Vol. 2 (1). São Paulo, SP.
6. Quirino, W.F. 1980. Resistência de quatro espécies florestais ao ataque do fungo *Trichoderma viride*, Pers e S.F. Gray. Projeto Final para Graduação na UnB. Brasília, DF.
7. Robinson, R.K. 1967. Ecology of fungi. The English Universities Press Ltd. London.
8. Schmid. 1963. Penetração e ataque das madeiras por fungos. Conferência proferida no Jardim Botânico. Rio de Janeiro.
9. Sola, E.G. Accion de hongos xilófagos sobre ocho maderas del bosque chaqueño. Resistência natural y despues de lavadas. Universidad Nacional del Nordeste. Resistência, chaco, Argentina.

7. QUADROS

QUADRO 1 - ANÁLISE DA VARIÂNCIA AO NÍVEL DE 5% DE PROBABILIDADE DE ERRO

FONTE DE VARIAÇÃO	GRAUS DE LIBERDADE	SOMA DE QUADRADOS	QUADRADOS MÉDIOS	VALOR DE F CALCULADO	PROBABILIDADE DE F TEÓRICO
Repetição	3	14,61	4,87	0,88	51,35%
Tratamento	1	996,03	996,03	180,21*	100,00%
Repetição x Tratamento	3	3,99	1,33	0,24	13,40%
Espécie	3	205,90	68,63	12,42*	99,85%
Repetição x Espécie	9	27,91	3,10	0,56	20,11%
Tratamento x Espécie	3	323,07	107,69	19,48*	99,97%
Erro	9	49,74	5,53	1,00	50,00%
T O T A L	31	1621,25	-	-	-

* índice significativo ao nível indicado

QUADRO 2 - TESTE DE SIGNIFICÂNCIA DAS DIFERENÇAS ENTRE AS MÉDIAS DOS TRATAMENTOS

FONTE DE VARIAÇÃO	SOMA	MÉDIA
Tratamento 1 *	17,82	1,11 I
Tratamento 2 **	196,35	12,27 I

* de peso perdido na madeira natural

** de peso perdido na madeira lavada

QUADRO 3 - TESTE DE SIGNIFICÂNCIA DAS DIFERENÇAS ENTRE AS MÉDIAS DAS ESPÉCIES

FONTE DE VARIAÇÃO	SOMA	MÉDIA
Espécie 1 *	77,43	9,68
Espécie 2 **	65,68	8,21
Espécie 3 ***	47,37	5,92
Espécie 4 ****	23,69	2,96

Médias ligadas pela mesma barra vertical não são significativamente diferentes ao nível de 5%

* *Swietenia macrophylla*

** *Hymenaea stagnocarpa*

*** *Cordia goeldiana*

**** *Astronium fraxinifolium*

QUADRO 4 - TESTE DE SIGNIFICÂNCIA DAS DIFERENÇAS ENTRE AS MÉDIAS DA INTERAÇÃO (TRATAMENTO X ESPÉCIES)

FONTE DE VARIAÇÃO	SOMA	MÉDIA
TRAT. 2 x ESP. 1	77,07	19,27
TRAT. 2 x ESP. 2	57,58	14,40
TRAT. 2 x ESP. 3	47,08	11,77
TRAT. 2 x ESP. 4	14,62	3,66
TRAT. 1 x ESP. 4	9,07	2,27
TRAT. 1 x ESP. 2	8,10	2,03
TRAT. 1 x ESP. 1	0,36	0,09
TRAT. 1 x ESP. 3	0,29	0,07

Médias ligadas pela mesma barra vertical não são significativamente diferentes ao nível de 5%.