

JOÃO BASÍLIO MESQUITA

EFICIÊNCIA DE PRODUTOS NO CONTROLE DE FUNGOS
MANCHADORES DA MADEIRA DE **Pinus caribaea** Mor. var.
hondurensis, NA REGIÃO DE LAVRAS-MG

Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura de Lavras como parte das exigências do curso de Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração Fitossanidade, sub-área Fitopatologia, para obtenção do grau de "MESTRE".

ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA DE LAVRAS
LAVRAS - MINAS GERAIS

1993

JOÃO PASTILHO MRSQUITA

EFICIÊNCIA DE PRODUTOS NO CONTROLE DE FUNGOS
MANCHADORES DA MADEIRA DE FINEIS CARIAS MOR. VAR.
PONTAENESE, NA REGIÃO DE LAVRAS-MG

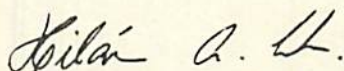
Disciplina: Entomologia e Fisiologia
por de Agricultura de Lavouras como parte
das experiências do curso de Licenciatura
em Agronomia, Área de Concentração
em Entomologia, sob a orientação do Prof.
Dr. JOSÉ CARLOS MESTRE.

ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA DE LAVRAS
LAVRAS, MINAS GERAIS

1983

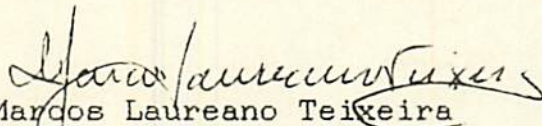
EFICIENCIA DE PRODUTOS NO CONTROLE DE FUNGOS
MANCHADORES DA MADEIRA DE *Pinus caribaea* Mor. var.
hondurensis, NA REGIAO DE LAVRAS-MG.

APROVADA



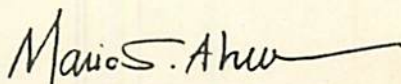
Prof. Dr. Hilário Antonio de Castro

Orientador



Prof. Marcos Laureano Teixeira

Co-orientador



Prof. Dr. Mário Sobral de Abreu

Aos meus pais,

Antonio Mesquita (in memoriam)

Maria C. Mesquita

A minha esposa,

Andréa R. Mesquita

A minha filha,

Alessandra R. Mesquita.

Dedico este trabalho.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por tudo.

A Escola Superior de Agricultura de Lavras, especialmente ao Departamento de Fitossanidade, pela oportunidade concedida para a realização deste curso.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Nível Superior-CAPES, pela concessão da bolsa de estudo.

Ao professor Hílário Antonio de Castro, pelos ensinamentos, dedicação, orientação, incentivo e amizade, durante as diversas fases do trabalho.

Ao professor Marcos Laureano Teixeira, pelos incentivos constantes, eficiente orientação, amizade e sugestões indispensáveis à realização deste trabalho.

Ao professor Mário Sobral de Abreu pela amizade apoio e cooperação.

Aos funcionários da Serraria da ESAL, pela ajuda durante a instalação e condução do experimento.

Aos funcionários do Departamento de Fitossanidade da ESAL que colaboraram na realização deste trabalho.

Aos funcionários da Biblioteca da ESAL, pelo auxílio sobre referências bibliográficas.

Aos funcionários do Departamento de Ciências Florestais da ESAL que colaboraram na realização deste trabalho.

Aos colegas do curso de pós-graduação, pela constante amizade e consideração.

A todos que de alguma forma contribuíram para que este trabalho pudesse ser realizado

BIOGRAFIA DO AUTOR

João Basílio Mesquita, filho de Antonio Mesquita e Maria Custódia Mesquita, nasceu em Lavras - MG, em 11 de junho de 1962.

Concluiu o curso de primeiro e segundo grau no colégio Nossa Senhora Aparecida, em Lavras - MG, em 1982.

Em agosto de 1984, iniciou o curso de Engenharia Florestal, na Escola Superior de Agricultura de Lavras - ESAL, concluindo-o em julho de 1989.

Em agosto de 1989, iniciou o curso de Pós-graduação a nível de Especialização no Departamento de Ciências Florestais da ESAL - MG, na área de Proteção Ambiental, concluindo-o em julho de 1990.

Em agosto de 1990, iniciou o curso de Pós-graduação a nível de Mestrado em Agronomia, área de Concentração Fitossanidade sub-área Fitopatologia na Escola Superior de Agricultura de Lavras - MG.

CONTEUDO

1. INTRODUÇÃO	01
2. REVISÃO DE LITERATURA	03
3. MATERIAL E MÉTODOS	14
3.1. Teste de campo	14
3.1.1. Características gerais do povoamento	14
3.1.2. Abate, transporte e confecção dos corpos de prova	14
3.1.3. Determinação da densidade básica da espécie, teor de umidade e pH	15
3.1.4. Produtos utilizados	16
3.1.5. Tratamento	16
3.1.6. Avaliação	18
3.2. Teste "in vitro"	19
3.2.1. Obtenção do fungo manchador para o teste de inibição do crescimento micelial "in vitro"	19
3.2.2. Inibição do crescimento micelial de <i>Botryodiplodia theobromae</i>	19

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
4.1. Caracterização física da madeira de <i>Pinus caribaea</i> Mor. var. <i>hondurensis</i>	22
4.2. Teste de campo	23
4.3. Teste "in vitro"	30
4.3.1. Obtenção do fungo manchador	30
4.3.2. Teste de inibição do crescimento micelial de <i>Botryodiplodia theobromae</i> "in vitro" ...	31
5. CONCLUSOES	43
6. RESUMO	44
7. SUMMARY	46
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	48

1. INTRODUÇÃO

Atualmente no Brasil o uso da madeira de *Pinus* spp tem aumentado significativamente, porém sua vulnerabilidade ao ataque de fungos manchadores restringe sua utilização, para usos em que a aparência é importante.

Os danos causados por fungos são sobretudo de ordem estética, particularmente nas madeiras destinadas a certas utilizações, como os compensados (um ponto negro pode ser encontrado a cada volta da laminadora e conseqüentemente sobre um grande número de lâminas), o mobiliário, a marcenaria fina e todos os empregos em que a madeira é aparente e decorativa (DÉON, 1989).

O problema da mancha azul tem sido apontado como uma das grandes causas da não consolidação do mercado brasileiro de madeiras serradas de coníferas, especialmente do mercado externo, representando hoje, para boa parte dos produtores brasileiros, um grande obstáculo mercadológico, além de grande gerador de prejuízos (GERALDO et alii, 1989).

Uma das formas de conseguir melhores preços e a aprovação dos consumidores estrangeiros, é obter madeiras de

primeira qualidade e sem manchas, para evitar que sejam recusadas.

Em diversos países, principalmente os de climas tropicais e subtropicais, onde a agressividade dos fungos manchadores de madeira é grande, a preservação da madeira serrada é muito importante (WEHR, 1985).

De acordo com GERALDO et alii (1989), os tratamentos químicos profiláticos, também denominados pré-tratamentos, tem sido adotados em vários países tradicionais exportadores de madeiras serradas de coníferas, apresentado-se, até o momento, como a alternativa mais utilizada para o controle de fungos manchadores de madeira.

Existe no mercado atualmente um elevado número de produtos preservativos e diversos métodos de preservação de madeira (VITAL, 1982)

O presente trabalho objetivou avaliar a eficiência de seis produtos no controle de fungos manchadores da madeira de *Pinus caribaea* Mor. var. *hondurensis* em condições de campo e de laboratório, obter informações preliminares sobre a etiologia e o desenvolvimento do problema nas condições de Lavras-MG.

2. REVISAO DE LITERATURA

O mercado madeireiro do Brasil vem sofrendo sucessivas e constantes alterações devido, principalmente, à diminuição da oferta de madeiras nativas e ao concomitante aumento na oferta de madeiras de reflorestamento (MILANO, 1984).

Entre as diversas espécies de *Pinus* plantadas no Brasil, o *Pinus caribaea* é a que mais vem sendo utilizada (SILVA et alii, 1983). Isto porque o *Pinus caribaea* mostrou uma adaptação muito boa, principalmente em regiões de clima subtropical e tropical (SIMOES, 1983).

Entre as variedades do *Pinus caribaea*, o *Pinus caribaea* var. *hondurensis* é a que está sendo mais plantada. Isto pode ser devido ao fato de se conseguir sua semente com maior facilidade (GOLFARI et alii, 1978), ou pelo melhor resultado de crescimento obtido para esta variedade em várias regiões (COELHO et alii, 1982), podendo superar um incremento médio anual de 30 metros cúbicos de madeira sem casca por hectare/ano (NICOLIELO, 1983), ou ainda por ter sido a variedade de melhor comportamento nas regiões tropicais (CAPITANI et alii, 1983). Por esses motivos esta variedade tem sido escolhida para projetos.

Sendo a madeira um material biodegradavel, vários são os organismos capazes de atacá-la constituindo em um dos mais graves inconveniente à sua utilização (LEPAGE & MONTAGNA, 1973; MILANO, 1981; CAVALCANTE, 1982; VITAL, 1982 e DEON, 1989).

De cordo com GOMES & MELO (1991), a madeira de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* é altamente susceptível aos fungos manchadores.

Dentre os microorganismos, os fungos manchadores de madeira, apresentam especial importância, pois produzem alterações que representam um grande fator de desvalorização do material (MILANO, 1984). Um grande número de espécies de árvores sofrem estas alterações, porém as mais susceptíveis são as coníferas (PRESERVA PRODUTOS QUIMICOS, s.d.).

A madeira fortemente manchada apresenta uma redução em sua resistência ao impacto, mas não mostra uma diminuição apreciável em sua resistência à compressão e à flexão. Além disso, a madeira manchada depois de seca, se exposta a um ambiente muito úmido, pode reabsorver água muito mais rapidamente que a madeira sadia. Esta situação pode criar condições favoráveis para um novo desenvolvimento do fungo manchador, e conseqüentemente ampliação da mancha, ou favorecer o estabelecimento de fungos apodrecedores (CARDOSO, 1958; VALDEVINO, 1981 e MILANO, 1981).

CARDOSO (1958), demonstrou que o alburno de madeiras claras fortemente atacadas por *Botryodiplodia theobromae*, teve uma redução na resistência ao impacto de 43% e outras propriedades físicas foram alteradas.

A descoloração da madeira, anormalidade conhecida no mundo inteiro, é causada por muitos fungos (BOYCE, 1966), pertencentes aos Ascomycotina e Deuteromycotina (GERALDO et alii, 1989), dos quais as principais espécies são *Alternaria humicola*, *Botryodiplodia theobromae*, *Botryosphaeria obtusa*, *Ceratocystis minor*, *Ceratocystis pilifera*, *Cladosporium cladosporioides*, *Cytospora pini*, *Discula pinicola*, *Leptographium lundbergii* e *Sclerophoma pityophila* (KAARIK, s.d.). A maioria destes fungos apresentam hifas castanho-escuras que invadem as células do parênquima, especialmente as células do raio, de onde obtêm seus nutrientes (BOYCE, 1966 e GERALDO et alii, 1989).

De acordo com CARDOSO (1958), as hifas dos fungos, desenvolvem-se nos traqueídeos penetrando através das paredes das células ou através das pontuações aureoladas. As perfurações produzidas pelas hifas, que passam de uma célula à outra são extremamente pequenas, bem menores do que o seu diâmetro normal. Estas se tornam entumecidas quando entram em contato com as paredes das células, dando a impressão da formação de um apressório e de que a perfuração se dá mecanicamente, sem qualquer ação enzimática. É comum as hifas passarem através das paredes das células de um grande número de traqueídeos em sucessão e se tornarem bastantes constrictas em todas as perfurações.

As hifas são, em geral, septadas e algumas vezes, muito ramificadas. A princípio, são hialinas, mas a maioria delas toma logo uma coloração escura (MILANO & VIANNA NETO, 1982a).

O tom azulado das hifas dos fungos é explicado como um

fenômeno óptico similar aquele que as vezes dá um tom azulado à fumaça, embora esta seja composta de cor preta, ou seja, inúmeras hifas de cor escura, vistas através das paredes celulares translúcidas da madeira, fornecem o efeito azul (PRESERVA PRODUTOS QUIMICOS, s.d.).

Em regiões tropicais a madeira pode se apresentar inteiramente manchada dentro de algumas semanas. A infecção pode se dar pelas extremidades da tora, por ferimentos da casca e pelos pontos de inserção dos ramos (CARDOSO, 1958). Os esporos do fungo podem ser dispersos pelo vento, água, insetos, homem, etc, que encontrando condições adequadas para seu desenvolvimento, germinam, iniciando novas infecções (VITAL, 1982).

Para que haja desenvolvimento dos fungos manchadores, além do substrato (madeira não tratada) é necessário que a umidade da madeira esteja acima de 25% (RODRIGUEZ et alii 1976), temperatura entre 0 e 45°C e presença de oxigênio. A inexistência de apenas uma destas condições poderá inibir o desenvolvimento dos fungos (FREITAS, 1973).

Segundo MILANO & VIANNA NETO (1982a), estima-se que, no Brasil, o intervalo entre o abate da árvore de *Pinus* spp e o seu desdobro varia, de 7 a 45 dias, dos quais as toras permanecem de 5 a 30 dias na mata sem qualquer medida de preservação. Este espaço de tempo é mais que suficiente para que a madeira seja atacada por fungos manchadores.

Estudos efetuados por KAARIK (s.d.) com *Ceratocystis* sp mostraram que 80% dos seus esporos germinam nas primeiras 25

horas após inoculação e que após doze dias as hifas do fungo penetram na madeira, em média, 6 mm na direção tangencial, 10 mm na direção radial e 45 mm na direção longitudinal. E que o fungo *Botryodiplodia theobromae* apresenta um crescimento em meio de cultura de 110 mm em 7 dias a uma temperatura de 23°C.

O crescimento dos fungos manchadores não se limita à área onde macroscopicamente a mancha é visível. Assim, algumas vezes, peças desdobradas e imersas em fungicida apresentam aspecto sadio enquanto brutas e manchadas após o aparelhamento, demonstrando que o fungicida mata o micélio superficial, porém não afeta as hifas mais internas que continuam se desenvolvendo e posteriormente adquirem pigmentação (MILANO, 1984).

Já que a infecção é rápida e o desenvolvimento do fungo nem sempre é detectável em seus estágios iniciais, as medidas preventivas devem ser adotadas rapidamente e, conseqüentemente, o fluxograma de exploração da madeira deve ser racionalizado, especialmente quanto às etapas de extração na mata. É imprescindível adequar as velocidades das diferentes operações de modo a evitar grandes espaços de tempo entre elas (MILANO, 1984). Tem sido observado que a madeira de toras desdobradas entre 48 e 72 horas após o abate apresenta baixa incidência de manchas.

O desdobro rápido da tora evita que haja tempo suficiente para que os fungos se instalem e penetrem na madeira antes do desdobro, porém a madeira verde, uma vez serrada, se azula com grande facilidade, devido a grandes superfícies de madeira exposta e o alto teor de umidade, favorável ao desenvolvimento dos fungos manchadores (RODRIGUEZ, 1976;

WILKINSON, 1979 e FONSECA, 1983). Assim as peças podem ser protegidas contra os fungos manchadores, se forem secas em estufas imediatamente após o desdobro (BOYCE, 1966; SCHEFFER, 1973; FERNANDES et alii, 1983 e DEON, 1989), porém apresenta como fator limitante a necessidade da manutenção de um fluxo contínuo nas diversas fases do processo produtivo (GERALDO et alii, 1989), além do alto investimento a ser aplicado (PRESERVA PRODUTOS QUIMICOS, s.d.).

No Brasil, a maioria das peças são secas ao ar, raramente em secadores convencionais (temperaturas entre 40 e 90°C) ou por desumidificação (temperaturas entre 20 e 40°C). Para que não ocorra a infecção nestas peças é necessário que se faça aplicação de fungicidas. Essa aplicação pode ser feita por imersão ou aspersão imediatamente após a saída das peças da serra (HUNT & GARRAT, 1967; RODRIGUEZ, 1976 e MILANO, 1984).

A aplicação de fungicida exige um investimento inicial relativamente pequeno, porém implica em despesas contínuas com mão-de-obra e aquisição de produtos químicos (MILANO, 1984). Mesmo assim, representa a opção mais viável de controle para a maioria das serrarias.

O tratamento por imersão simples é muito utilizado na prevenção de manchas em madeira. Neste caso são, geralmente, utilizados fungicidas que não causam alterações substanciais na coloração natural da madeira, ou pelo menos não interferem com o acabamento final (HUNT & GARRAT, 1967).

No tratamento por imersão, as peças são colocadas por aproximadamente 30 segundos em recipientes apropriados, que

contenham uma solução fungicida (HUNT & GARRAT, 1967; LEPAGE & MONTAGNA, 1973; RODRIGUEZ, 1976; MILANO & VIANA NETO, 1982a e MONTEIRO & BRAZOLIN, 1989). A imersão pode ser feita manualmente, semi-automaticamente ou automaticamente, dependendo a opção fundamentalmente do porte e da produção de cada serraria (PRESERVA PRODUTOS QUIMICOS, s.d.; GLOGER & PETER, 1979; ENRIQUE, 1981; MILANO & VIANNA NETO, 1982a e MILANO, 1984).

A aplicação do tratamento por pulverização é indicada para serrarias com grande produção ou quando devem ser tratadas peças de grandes dimensões, cujo tratamento por imersão não seja possível (BOSSY & SAAVEDRA, 1970).

De acordo com GALVAO (1975), o prazo máximo para obtenção de maior eficiência do tratamento é de 24 horas após o desdobramento das toras. Após este tempo a penetração do fungo pode ser maior do que a alcançada pelo fungicida.

Após o tratamento da madeira é recomendável que as peças permaneçam pelo menos 12 horas empilhadas para que ocorra uma melhor fixação dos produtos. Em seguida as peças devem ser colocadas para secar em pilhas, tabicadas (CAVALCANTE, 1978; GALVAO, 1979 e MILANO, 1984). Além disso, deve-se salientar que a eficiência da proteção conferida pelo tratamento decresce com o tempo de secagem e que maiores períodos de secagem exigem retenções maiores de solução (PLACKETT, 1982). Assim sendo, dependendo das condições climáticas das diferentes regiões onde a madeira é explorada pode haver necessidade de utilização de diferentes concentrações de fungicidas.

Cada fungicida é geralmente indicado para combater determinados fungos que atacam a madeira, e em decorrência, sua dosagem e o modo de aplicação devem ser adequados (CALVALCANTE, 1985).

Devido ao grande número de espécies de fungos capazes de atacar a madeira desde o abate até o final da secagem, há necessidade de que o espectro de atividade dos fungicidas seja bastante largo (MILANO, 1984).

Ao longo do tempo, várias foram as substâncias químicas utilizadas no controle de manchas em madeiras verdes. Dentre os fungicidas os compostos de mercúrio foram utilizados por muitos anos, porém devido a sua alta toxidez ao homem, agressividade ao meio ambiente e ação corrosiva aos metais, há muitos anos foram abandonados (MILANO, 1984). A grande maioria dos produtos existentes no mercado é formulada à base de pentaclorofenato de sódio (NaPCP), tribromofenato de sódio (TBP) e cobre.

De acordo com GALVAO (1975), o pentaclorofenato de sódio é um produto solúvel em água, especialmente indicado para o tratamento de madeira recém desdobrada para prevenir o aparecimento de manchas. É utilizado em soluções aquosas a 3% de concentração. Até 1984 foi o produto mais utilizado no mundo inteiro no controle de manchas em madeira (MILANO, 1984). Este composto apresenta uma alta toxidez a um largo espectro de fungos, é incolor, e tem boa permanência na madeira. Estas características serviram para manter, por muitos anos, sua posição dominante no controle da mancha azul. Entretanto como todos os fenóis clorados, o pentaclorofenato de sódio pode conter

impurezas conhecidas genericamente como dioxinas, altamente tóxicas ao homem e lesivas ao meio ambiente. Em vista disto, a utilização dos clorofenóis foi restringida em vários países. Em virtude da crescente pressão contra a utilização destes compostos houve uma tendência generalizada pelo mundo no sentido de buscar outros produtos ecologicamente mais seguros (TAROCINSKI & ZIELINSKI, 1982; PLACKETT, 1982 e HAYWARD et alii, 1983).

MILANO 1981, cita que o 2-tiocianometiltio-benzotiazol (TCMBT) a 1,5% i.a. impede o crescimento de fungos manchadores em madeira de *Pinus* sp. Testes realizados por MILANO & VIANNA NETO (1982b), reproduzindo as condições encontradas em inúmeras serrarias do Brasil, demonstraram que o TCMBT a 1,5% i.a. controla cerca de 80% dos fungos manchadores e o mesmo produto a 2% controlou mais de 90% dos fungos. Ensaio de campo com TCMBT em concentrações variando de 1,2% a 2,0% i.a apresentaram desempenho satisfatório para o controle de fungos manchadores, podendo ser comparado ao pentaclorofenato de sódio (PLACKETT, 1982 e DRYSDALE et alii, 1986).

Segundo UNLIGIL (1976), o captan a 0,5% i.a. apresenta eficiência no controle de fungos manchadores e pode ser comparado com o pentaclofenato de sódio a 2% i.a..

De acordo com OTENG-AMOAKO (1988), a mistura de MBT (metileno bis-tiocianato) + TCMBT (2-tiocianometiltio benzotiazol) é bastante eficiente no controle de fungos manchadores de madeira, proporcionando até 97% de eficiência para uma concentração de 1,25% i.a.. PLACKETT (1982) no Canadá determinou que o uso do MBT + TCMBT a 2% i.a. proporciona

proteção total da madeira contra fungos manchadores por um período de 2 meses. E que a concentração de 1% i.a. foi eficaz por 16 semanas em *Pinus* sp. DRYSDALE (1983) conseguiu proteção da madeira de *Pinus* radiata por 6 semanas utilizando MBT + TCMBT a uma concentração de 0,5% i.a..

Produtos a base de tribromofenol em concentração de 2,0% i.a. são ineficientes no controle de fungos manchadores, porém concentrações mais elevadas apresentam bom desempenho (HARWARD et alii, 1983).

Os produtos a base de cobre são, de maneira geral, considerados eficientes para o controle de fungos manchadores, porém as concentrações indicadas variam consideravelmente (PLACKETT, 1982; DRYSDALE, 1983 e LEIGHTLEY, 1985). Estes produtos são relativamente mais eficientes em pilhas compactas do que em pilhas abertas (DICKINSON & HENNINGSON, 1982).

A avaliação de fungicidas "in vitro" é técnica empregada a fim de prognosticar o comportamento de determinados patógenos quando submetidos à ação de diferentes produtos fungitóxicos em condições de campo (ALMEIDA & YAMASHITA, 1977 e BOLKAN et alii, 1977).

De acordo com LEPAGE & MONTAGNA (1973), os ensaios de laboratório fornecem as primeiras indicações da qualidade de um produto a ser utilizado para preservar a madeira contra os fungos manchadores. Já os ensaios de campo reproduzem com muito mais fidelidade as situações de uso da madeira, seja ela usada "in natura" ou preservada. Neste ensaios estarão presentes períodos irregulares de lixiviação, secagem, exposição a luz solar e a

variedade de fungos xilófagos, que torna praticamente impossível uma simulação perfeita em laboratório. E resultados obtidos a respeito do comportamento de um determinado preservativo só são completamente válidos para as condições particulares do ensaio, quais seja: tipo e dimensões das peças, densidade da madeira condições climáticas, etc.

3. MATERIAL E MÉTODOS

No presente trabalho foi avaliada a eficiência de seis produtos no controle de fungos manchadores de madeira através de testes de campo e "in vitro".

3.1. Teste de campo

3.1.1. Características gerais do povoamento

Para a realização deste trabalho foi utilizado um povoamento de *Pinus caribaea* Mor. var. *hondurensis* (família Pinaceae) com 10 anos de idade, localizado no Campus da Escola Superior de Agricultura de Lavras - MG a 21°14' latitude Sul e 45° de longitude W. Gr. com altitude de 900m.

3.1.2. Abate, transporte e confecção dos corpos de prova

Foram abatidas 4 árvores com diâmetro em torno de 40cm que se encontravam em perfeitas condições, ou seja, em bom estado sanitário, sem bifurcações sem fendas e sem presença de

galhos mortos ou podres.

Após a derrubada das árvores, os troncos foram seccionados em toras de 3,0m de comprimento. Estas operações foram efetuadas com motosserra Stihl, modelo 038 AVSE/Q.

As toras foram transportadas imediatamente após o corte para a serraria da Esal - MG, para evitar a infecção por fungos na própria floresta.

Na serraria as toras foram desdobradas com utilização de serras de quadro e com auxílio de serra circular, foram feitos 400 corpos de prova de 40cm de comprimento, 10cm de largura e 2cm de espessura.

3.1.3. Determinação da densidade básica da espécie, teor de umidade e pH

A densidade básica foi determinada de acordo com o método do máximo teor de umidade (FOELKEL et alii, 1971).

O teor de umidade dos corpos de prova foi acompanhado durante todo experimento até a madeira atingir 25% de umidade (madeira seca) através da utilização de amostras idênticas aos corpos de prova que foram colocadas nas mesmas condições do experimento. A umidade foi determinada por diferença de peso antes e depois da amostra seca em estufa à $105 \pm 3^{\circ}\text{C}$ (WILKINSON, 1979).

O pH foi determinado eletrometricamente em extrato aquoso de fragmentos de madeira (RODRIGUES et alii, 1969), utilizando potenciômetro Micronal - B 374.

3.1.4. Produtos utilizados

Foi analisada comparativamente a eficiência das seguintes formulações:

- Metileno bis tiocianato 10% + 2-tiocianometiltio benzotiazol 10% - MBT+TCMBT (Busan 1009)
- 2-tiocianometiltio benzotiazol 30% - TCMBT (Busan 1030)
- Pentaclorofenato de sódio 32% - NaPCP (Jimo Antimofo Líquido)
- 2,4,6-tribromofenol 38% - (TBF concentrado)
- Quelato de cobre + compostos correlatos de boro 23,9% - (Osmocobre Ag-802)
- N-(Triclorometiltio) ciclohexano - 4 - ene - 1,2 - dicarboximida - (Captan 500 PM)

3.1.5. Tratamento

O tratamento por imersão, foi realizado manualmente, mergulhando-se os corpos de prova na solução contida em bandejas plásticas durante 30 segundos. Em seguida foram colocados para escorrer o excesso da solução fungicida. Depois os corpos de prova foram empilhados sem tabicamento por 12 horas, para promover uma maior fixação dos produtos (MILANO, 1984).

Cada produto foi aplicado em duas dosagens de acordo com recomendação do fabricante, constituindo nos seguintes tratamentos:

- 1 - MBT+TCMBT 1% i.a.
- 2 - MBT+TCMBT 2% i.a.
- 3 - TCMBT 1% i.a.
- 4 - TCMBT 3% i.a.
- 5 - NaPCP 1% i.a.
- 6 - NaPCP 2% i.a.
- 7 - 2,4,6-tribromofenol 4% i.a.
- 8 - 2,4,6-tribromofenol 5% i.a.
- 9 - Quelato de cobre + compostos correlatos de boro 2% i.a.
- 10 - Quelato de cobre + compostos correlatos de boro 3% i.a.
- 11 - Captan 0,1% i.a.
- 12 - Captan 0,6% i.a.
- 13 - Testemunha (água)

Estes tratamentos foram aplicados em duas épocas, ou seja, 24 e 48 horas após o abate das árvores, sendo cada tratamento repetido 10 vezes.

A testemunha constitui-se na imersão dos corpos de prova em água.

O experimento foi montado no pátio da serraria da ESAL-MG, em 10 blocos casualizados. Cada bloco constitui-se de duas camadas de 13 corpos de prova separados por tabiques de 2cm de espessura.

3.1.6. Avaliação

Seguindo metodologia de MONTEIRO & BRAZOLIN (1989) a avaliação da eficiência dos produtos foi realizada quando os corpos de prova atingiram teor de umidade em torno de 25% (madeira seca), determinado de acordo com o item 3.1.3..

Os corpos de prova foram examinados e atribuídas notas de acordo com a percentagem de superfície manchada, da seguinte forma:

- 1 - não manchada
- 2 - até 25% da superfície com manchas
- 3 - 25% a 75% da superfície com manchas
- 4 - acima de 75% da superfície com manchas
- 5 - completamente manchada

Os dados obtidos foram transformados para raiz de $(x + 0,5)$, com objetivo de conseguir maior normalidade dos dados. Estes dados foram estatisticamente analisados usando ANAVA (GOMES, 1987), para mostrar a significância do efeito de:

- Pré-tratamentos (Preventivo)
- Época de aplicação
- Manchamento das superfícies superior (superfície das tábuas colocadas para cima) e inferior (superfície das tábuas colocadas para baixo)

3.2. Teste "in vitro".

3.2.1. Obtenção do fungo manchador para teste de inibição do crescimento micelial "in vitro"

Após a avaliação do ensaio de campo foram coletados aleatoriamente alguns corpos de prova com manchas, devido a presença de fungos.

Para o isolamento os corpos de prova foram levados para o laboratório de Fitopatologia do Departamento de Fitossanidade da ESAL, onde foram lavados com água e sabão. Em câmara de fluxo laminar foram retirados pequenos fragmentos de madeira das regiões de transição entre tecido manchado e sadio, que foram tratados com álcool 50%, hipoclorito de sódio 1% e água destilada esterilizada, respectivamente, por 1 minuto em cada solução. Em seguida foram colocados 3 fragmentos por placa de Petri de 9cm de diametro contendo meio BDA (Batata-Dextrose-Agar), preparado de acordo com TUIITE (1969).

As placas foram vedadas, identificadas e incubadas em câmara de crescimento a 23°C. Após o desenvolvimento dos fungos, o mais frequente foi repicado para placas de Petri de 9cm de diâmetro contendo 15ml de meio BDA.

3.2.2. Inibição do crescimento micelial de Botryodiplodia theobromae

O isolado de *B. theobromae*, que foi o mais frequente

nos trabalhos de isolamento, proveniente da madeira de *Pinus caribaea* Mor. var. *hondurensis*, utilizada no teste de campo, foi cultivado em BDA.

Em câmara de fluxo laminar, ao meio BDA fundente (45°C), foram acrescentadas quantidades de cada produto testado para obtenção das concentrações desejadas de i.a. (BOLKAN et alii, 1977), utilizando-se 4 concentrações de cada produto (Tabela 1), com base em suas indicações para uso em preservação a nível de campo.

Tabela 1. Produtos utilizados no teste de inibição do crescimento micelial de *B. theobromae*.

Produtos	Doses (ppm)			
MBT+TCMBT	100	200	1000	2000
TCMBT	100	300	1000	3000
NaPCP	100	200	1000	2000
2,4,6-tribromofenol	400	500	4000	5000
Quelato de cobre+compostos correlatos de boro	200	300	2000	3000
Captan	10	60	100	600

Para o teste de inibição do crescimento micelial do fungo foram utilizados discos de BDA + micélio, de 5mm de diâmetro, recortados com vazador de rolhas da periferia das colônias em crescimento ativo. Os discos foram transferidos e colocados com micélio para baixo no centro de placas de Petri de 9cm de diâmetro contendo BDA mais os produtos em suas respectivas

concentrações. As placas foram incubadas em câmara de crescimento à 23°C, dispostas em blocos casualizados em 4 repetições.

Para a observação do efeito dos produtos sobre o crescimento micelial do fungo foram feitas leituras a cada 6 horas, determinando-se o crescimento radial das culturas. As medições foram encerradas após 72 horas de incubação, quando o tratamento testemunha (fungo em BDA puro) tomou toda a placa de Petri.

4. RESULTADOS E DISCUSSAO

4.1. Caracterização física da madeira de Pinus caribaea Mor. var. hondurensis

De acordo com BRITO et alii (1983), a madeira de Pinus caribaea Mor. var. hondurensis é considerada de densidade básica baixa.

Para a região de Lavras - MG o resultado da densidade básica encontrado foi de 0,39g/cm³. Esse valor se encontra próximo a densidade básica média da espécie (0,37g/cm³), para árvores de cinco a dez anos de idade, nas condições brasileiras.

O teor de umidade das amostras atingiu 25% (madeira seca), 56 dias após a instalação do experimento no campo, quando foi avaliado. Ressalta-se que a precipitação foi elevada e bem distribuída (Tabela 2), podendo ser a causa do prolongado período para secagem.

O pH da madeira do Pinus caribaea Mor. var. hondurensis, determinado de acordo com metodologia descrita por RODRIGUES et alii (1969), foi de 4,35. Esse valor se encontra dentro da faixa de pH da maioria das madeiras brasileiras, sendo

satisfatório para o desenvolvimento de fungos que infectam madeira (SCHEFFER, 1973).

Tabela 2. Precipitação (mm) de Lavras-MG e teor de umidade (%) da madeira durante o período de exposição dos corpos de prova.

Dia	mm	%	Dia	mm	%	Dia	mm	%	Dia	mm	%
01	-	66,7	15	27,8	-	29	-	-	43	-	-
02	-	-	16	1,6	-	30	-	-	44	-	-
03	2,4	-	17	3,4	-	31	-	-	45	3,8	-
04	-	-	18	-	-	32	-	34,3	46	-	-
05	-	-	19	-	-	33	-	-	47	-	33,8
06	65,0	-	20	-	-	34	41,0	-	48	8,9	-
07	-	-	21	-	-	35	9,0	-	49	-	-
08	-	-	22	-	-	36	18,6	-	50	2,0	-
09	-	-	23	-	37,5	37	1,0	-	51	-	-
10	-	-	24	-	-	38	-	-	52	-	-
11	-	-	25	-	-	39	-	-	53	-	26,9
12	-	42,1	26	-	-	40	-	-	54	-	-
13	-	-	27	7,4	-	41	-	-	55	-	-
14	1,0	-	28	2,4	-	42	-	-	56	-	25,0

4.2. Teste de campo

Foi constatado através da análise de variância efeito significativo para todos os parâmetros avaliados, ou seja, pré-

tratamento, época de aplicação e manchamento das superfícies superior (superfície colocada para cima) e inferior (superfície colocada para baixo).

Para o parâmetro pré-tratamento (tabela 3), observa-se que os produtos Captan 0,6% i.a., MBT+TCMBT 1 e 2% i.a. e TCMBT 3% i.a. foram os mais eficientes, não diferindo estatisticamente entre si ($P < 0,05$), seguidos dos produtos TCMBT 1% i.a., 2,4,6-tribromofenol 4 e 5% i.a. e Captan 0,1% i.a.. O NaPCP 1 e 2% i.a. seguido do produto Quelato de cobre + compostos correlatos de boro 2 e 3% i.a., também foram eficientes quando comparados com a testemunha.

A menor eficiência do produto Quelato de cobre + compostos correlatos de boro pode ser consequência do uso de pilhas abertas, já que produtos a base de cobre são mais eficientes em pilhas compactas (DICKINSON & HENNINGSSON, 1984).

O NaPCP foi pouco eficiente, talvez devido a utilização de dosagens menores que as indicadas para controlar fungos manchadores de madeira (apesar de que as aplicadas no presente trabalho são recomendadas pelo fabricante). De acordo com GALVAO (1975), o NaPCP é mais eficiente em concentrações próximas a 3% i.a..

A alta eficiência do Captan 0,6% i.a. no controle de fungos manchadores de madeira, também foi conseguida por UNLIGIL (1976), que trabalhou com madeira de *Pinus* sp utilizando o produto na concentração de 0,5% i.a.. Já na dosagem de 0,1% i.a. o resultado foi satisfatório.

Tabela 3. Proporção (notas) média de manchamento dos corpos de prova, 56 dias após a montagem do teste de pré-tratamento

Produto	24 horas		48 horas		Média
	Superfície superior	Superfície inferior	Superfície superior	Superfície inferior	Geral
1. MBT+TCMBT 1% i.a.	1,3 ⁽¹⁾	1,0	1,3	1,1	1,175 ⁽²⁾ a
2. MBT+TCMBT 2% i.a.	1,1	1,0	1,3	1,0	1,100 a
3. TCMBT 1% i.a.	1,6	1,1	1,5	1,1	1,325 ab
4. TCMBT 3% i.a.	1,5	1,0	1,6	1,0	1,275 a
5. NaPCP 1% i.a.	3,0	1,1	3,4	1,2	2,175 c
6. NaPCP 2% i.a.	1,9	1,0	2,7	1,4	1,750 bc
7. 2,4,6-tribromofenol 4% i.a.	1,9	1,0	1,7	1,0	1,400 ab
8. 2,4,6-tribromofenol 5% i.a.	1,9	1,0	1,7	1,0	1,400 ab
9. Quelato de cobre+compostos correlatos de boro 2% i.a.	3,2	1,8	4,3	2,7	3,000 d
10. Quelato de cobre+compostos correlatos de boro 3% i.a.	3,6	1,5	4,1	1,6	2,700 d
11. Captan 0,1% i.a.	1,8	1,2	1,8	1,1	1,475 ab
12. Captan 0,6% i.a.	1,1	1,2	1,1	1,0	1,100 a
13. Testemunha (água)	5,0	3,1	4,9	3,0	4,000 e

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si, pelo teste de Tukey ($P < 0,05$); C.V. = 14,354%.

1) Médias de 10 repetições; (2) Médias de 40 repetições.

Para a análise estatística os dados foram transformados em raiz de $(x + 0,5)$.

O TCMBT 3% i.a. também apresentou alta eficiência no controle de fungos manchadores, como verificado por MILANO & VIANNA NETO (1982b), que conseguiram eficiência de 80% para o

TCMBT 1,5% i.a. e mais de 90% para a concentração de 2% i.a..

Os produtos Captan e TCMBT apresentam maior desempenho quando utilizados em doses mais altas (UNLIGIL, 1976 e MILANO & VIANNA NETO, 1982b).

Os bons resultados obtidos com a utilização do MBT+TCMBT nas concentrações de 1 e 2% i.a., também foram conseguidos por PLAKETT (1982). E de acordo com OTENG-AMOAKO (1988), o MBT+TCMBT na concentração de 1,25% i.a. proporciona 97% de proteção da madeira de *Pinus* sp aos fungos manchadores.

Para o 2,4,6-tribromofenol 4 e 5% i.a., TCMBT 1% i.a. e Captan 0,1% i.a. os resultados obtidos foram satisfatórios.

De acordo com HAYWARD et alii (1983), produtos a base de tribromofenol são mais eficientes no controle de fungos manchadores de madeira, quando utilizados em concentrações elevadas.

Considerando-se as épocas de aplicação (tabela 4), observa-se que houve diferença significativa ($P < 0,05$) entre tratar a madeira 24 ou 48 horas após o abate das árvores. Os resultados obtidos também confirmam que a madeira para ser protegida contra fungos manchadores deve ser tratada através de imersão em produtos químicos o mais rápido possível (GALVAO, 1975).

Tabela 4. Proporção (notas) média de manchamento dos corpos de prova, 56 dias após a montagem do teste de pré-tratamento 24 e 48 horas após o abate das árvores.

Produto	24 horas	48 horas
1. MBT+TCMBT 1% i.a.	1,15 ⁽¹⁾ a	1,20 a
2. MBT+TCMBT 2% i.a.	1,05 a	1,15 a
3. TCMBT 1% i.a.	1,35 ab	1,30 ab
4. TCMBT 3% i.a.	1,25 a	1,30 ab
5. NaPCP 1% i.a.	2,05 bc	2,30 bc
6. NaPCP 2% i.a.	1,45 ab	2,05 c
7. 2,4,6-tribromofenol 4% i.a.	1,45 ab	1,35 ab
8. 2,4,6-tribromofenol 5% i.a.	1,45 ab	1,35 ab
9. Quelato de cobre+compostos correlatos de boro 2% i.a.	2,50 c	3,50 de
10. Quelato de cobre+compostos correlatos de boro 3% i.a.	2,55 c	2,85 d
11. Captan 0,1% i.a.	1,50 ab	1,45 ab
12. Captan 0,6% i.a.	1,15 a	1,05 a
13. Testemunha (água)	4,05 d	3,95 e
Média	1,765 ⁽²⁾ A	1,907 B

Em cada coluna, médias seguidas por letras distintas diferem entre si, pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

(1) Médias de 20 repetições; (2) Médias de 260 repetições.

Para a análise estatística os dados foram transformados em raiz de $(x + 0,5)$.

Os tratamentos mais eficientes aplicados 24 horas após o abate das árvores foram MBT+TCMBT 1 e 2% i.a., Captan 0,6% i.a. e TCMBT 3% i.a., não diferindo estatisticamente entre si ($P < 0,05$), seguidos dos tratamentos TCMBT 1% i.a., NaPCP 2% i.a., 2,4,6-tribromofenol 4 e 5% i.a. e Captan 0,1% i.a.. Os produtos NaPCP 1% i.a. e Quelato de cobre + compostos correlatos de boro 2 e 3% i.a., foram menos eficientes no controle de fungos manchadores de madeira, porém superaram a testemunha.

Os tratamentos mais eficientes aplicados 48 horas após o abate das árvores foram Captan 0,6% i.a. e MBT+TCMBT 1 e 2% i.a., não diferindo estatisticamente entre si ($P < 0,05$), seguidos dos tratamentos TCMBT 1 e 3% i.a., 2,4,6-tribromofenol 4 e 5% i.a. e Captan 0,1% i.a.. O produto NaPCP 1 e 2% i.a. seguido do Quelato de cobre + compostos correlatos de boro 2 e 3% i.a., foram menos eficientes do que os demais no controle de fungos manchadores de madeira, porém também superaram a testemunha.

Para o parâmetro superfície dos corpos de prova (tabela 5), observa-se também que houve diferença significativa na quantidade de manchas entre a superfície superior (superfície das tábuas colocadas para cima) e superfície inferior (superfície das tábuas colocadas para baixo), como verificado por MONTEIRO & BRAZOLIN (1989), trabalhando com *Pinus* sp que também observaram maior incidência de fungos manchadores de madeira na superfície superior das tábuas.

Tabela 5. Proporção (notas) média de manchamento das superfícies dos corpos de prova, 56 dias após a montagem do teste.

Produto	Superfície superior	Superfície inferior
1. MBT+TCMBT 1% i.a.	1,30 ⁽¹⁾ ab	1,05 a
2. MBT+TCMBT 2% i.a.	1,20 ab	1,00 a
3. TCMBT 1% i.a.	1,55 ab	1,10 a
4. TCMBT 3% i.a.	1,55 ab	1,00 a
5. NaPCP 1% i.a.	3,20 d	1,15 a
6. NaPCP 2% i.a.	2,30 c	1,20 a
7. 2,4,6-tribromofenol 4% i.a.	1,80 bc	1,00 a
8. 2,4,6-tribromofenol 5% i.a.	1,80 bc	1,00 a
9. Quelato de cobre+compostos correlatos de boro 2% i.a.	3,75 d	2,25 b
10. Quelato de cobre+compostos correlatos de boro 3% i.a.	3,85 d	1,55 a
11. Captan 0,1% i.a.	1,80 bc	1,15 a
12. Captan 0,6% i.a.	1,10 a	1,10 a
13. Testemunha (água)	4,95 e	3,05 c
Média	2,319 ⁽²⁾ A	1,354 B

Em cada coluna, médias seguidas por letras distintas diferem entre si, pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

(1) Médias de 20 repetições; (2) Médias de 260 repetições.

Para a análise estatística os dados foram transformados em raiz de $(x + 0,5)$.

O tratamento mais eficiente para a superfície superior das tábuas foi o Captan 0,6% i.a. seguido do MBT+TCMBT 1 e 2% i.a. e TCMBT 1 e 3% i.a.. Os produtos 2,4,6-tribromofenol 4 e 5% i.a. e Captan 0,1% i.a. tiveram bom desempenho seguido do NaPCP 2% i.a., que superou o NaPCP 1% i.a. e o Quelato de cobre + composto correlato de boro 2 e 3% i.a.. Todos os produtos diferiram estatisticamente da testemunha ($P < 0,05$).

Quanto a superfície inferior observa-se que todos os produtos, com exceção do Quelato de cobre + compostos correlatos de boro na concentração de 2% i.a., foram eficientes no controle dos fungos manchadores, não diferindo estatisticamente entre si ($P < 0,05$).

4.2. Teste " in vitro"

4.2.1. Obtenção do fungo manchador

O fungo *Botryodiplodia theobromae*, foi o de maior frequência no isolamento realizado. O fungo foi isolado em meio BDA e identificado de acordo com PUNICHALINGAM (1976), manifestando colonias cinzentas a pretas, aveludadas, com micélio escuro sobre o meio de cultura, picnídios simples ou compostos, muitas vezes agrupados, estromáticos, ostiolados de até 5mm de largura, conídios elipsóide-oblongos, parede grossa e base truncada, quando maduro uniseptado, marron-claro para castanho-amarelado, as vezes longitudinalmente estriado e com tamanho variando de 20-30u por 10-15u.

Também foram encontrados peritécios de *Ceratocystis* sp, incrustados na madeira que foi utilizada no ensaio de campo, que de acordo com HANLIN (1990), pode apresentar peritécios simples ou agregados, superficial ou dentro da madeira, ostiolado, globoso ou subgloboso, marron escuro ou preto, pescoço longo cilíndrico, muitas vezes providos de hifas ao redor do ostiolo. Sendo que algumas espécies são citadas como causadoras de manchas em madeiras de *Pinus* sp. Os peritécios no entanto estavam estéreis

4.2.2. Inibição do crescimento micelial de *B. theobromae* "in vitro".

Os resultados do teste de inibição do crescimento micelial encontram-se na tabela 6.

Após 24 horas de incubação o 2,4,6-tribromofenol apresentou a maior eficiência na inibição do crescimento micelial do *B. theobromae* seguido do TCMBT. O Captan também apresentou bom desempenho seguido dos produtos Quelatos de cobre + composto correlatos de boro, NaPCP e MBT+TCMBT, sendo todos produtos superiores a testemunha.

Após 48 horas de incubação o 2,4,6-tribromofenol continuou apresentando maior eficiência na inibição do crescimento micelial de *B. theobromae* destacando-se dos demais produtos. O TCMBT também teve boa eficiência, seguido do Captan.

Os produtos NaPCP e MBT+TCMBT tiveram comportamento semelhante, superando o Quelato de cobre + compostos correlatos de boro.

Tabela 6. Crescimento micelial radial médio (mm) de *B. theobromae* em BDA com adição de compostos químicos.

Produto	Doses (ppm)	Tempo de incubação					
		24 horas	Média	48 horas	Média	72 horas	Média
2,4,6-tribromofenol	400	2,75 ⁽¹⁾	1,2500 ⁽²⁾ a	7,75	3,3125a	13,75	5,7500a
	500	2,25		5,50		9,25	
	4000	-(3)		-		-	
	5000	-		-		-	
TCMBT	100	7,75	3,0000 ab	21,50	7,4375 b	37,75	13,5625 b
	300	4,27		8,25		15,50	
	1000	-		-		1,00	
	3000	-		-		-	
Captan	10	14,75	5,1250 bc	41,75	12,6875 c	45,00	18,1250 c
	60	4,00		6,50		19,50	
	100	1,25		1,75		7,00	
	600	0,50		0,75		1,00	
NaPCP	100	15,75	6,6875 c	38,00	15,3125 d	45,00	21,6875 d
	200	11,00		23,25		41,75	
	1000	-		-		-	
	2000	-		-		-	
MBT+TCMBT	100	16,75	6,9375 c	42,00	16,4375 de	45,00	22,6250 d
	200	9,75		22,50		42,75	
	1000	1,25		1,25		3,00	
	2000	-		-		-	
Quelato de cobre + compostos correlatos de boro	200	15,00	6,6250 c	39,00	18,1875 e	45,00	26,6250 e
	300	6,75		24,75		45,00	
	2000	2,75		6,50		11,50	
	3000	2,00		2,50		5,00	
Testemunha	-	19,00	16,5000 d	40,00	40,2500 f	45,00	45,0000 f
	-	14,00		38,00		45,00	
	-	17,00		41,00		45,00	
	-	16,00		42,00		45,00	

Em cada coluna, médias seguidas por letras distintas diferem entre si, pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

(1) médias de 4 repetições; (2) média de 16 repetições; (3) ausência de crescimento do fungo.

D.M.S. = 2,53977; C.V. = 9,282%.

Os resultados obtidos após 72 horas de incubação, foram semelhantes aos resultados obtidos após 48 horas de incubação. O 2,4,6-tribromofenol foi o produto mais eficiente na inibição seguido do TCMBT e Captan. Os produtos NaPCP e MBT+TCMBT tiveram o mesmo comportamento, não diferindo estatisticamente entre si, seguido do Quelato de cobre + compostos correlato de Boro.

A avaliação do crescimento micelial em intervalos de tempo iguais, permitiu acompanhar com maior precisão o efeito dos produtos nas suas respectivas dosagens, podendo observar que todos os produtos tiveram um comportamento bastante uniforme durante o ensaio.

Para o 2,4,6-tribromofenol (Figura 1), as dosagens de 400 e 500ppm não foram suficientes para inibir o crescimento micelial do fungo, entretanto as dosagens de 4000 e 5000ppm inibiram completamente o seu crescimento micelial. Tal efeito segue as equações de regressão estimadas $y = 16,34 - 3,70E-2 x + 1,42E-5 x^2 - 0,01E-7 x^3$ com $R^2 = 0,99$ para 24 horas de incubação, $y = 41,04 - 9,68E-2 x + 3,73E-5 x^2 - 0,04E-7 x^3$ com $R^2 = 1,00$ para 48 horas de incubação e $y = 45,10 - 9,78E-2 x + 3,71E-5 x^2 - 0,04E-7 x^3$ com $R^2 = 1,00$ para 72 horas de incubação. Estas equações demonstram que o 2,4,6-tribromofenol em concentrações mais elevadas apresenta boa eficiência no controle de fungos manchadores, como afirmado por HAYWARD et alii (1983).

O TCMBT (Figura 2) teve comportamento semelhante ao 2,4,6-tribromofenol, ou seja, apenas as dosagens maiores (1000 e 3000ppm) foram capazes de inibir o crescimento micelial do *B. theobromae*. Este comportamento foi explicado pelas equações de

regressão estimadas $y = 12,86 - 1,86E-2 x + 4,79E-6 x^2$ com $R^2 = 0,86$ para 24 horas de incubação, $y = 30,99 - 4,86E-2 x + 1,27E-5 x^2$ com $R^2 = 0,80$ para 48 horas de incubação e $y = 41,15 - 5,92E-2 x + 1,52E-5 x^2$ com $R^2 = 0,91$ para 72 horas de incubação.

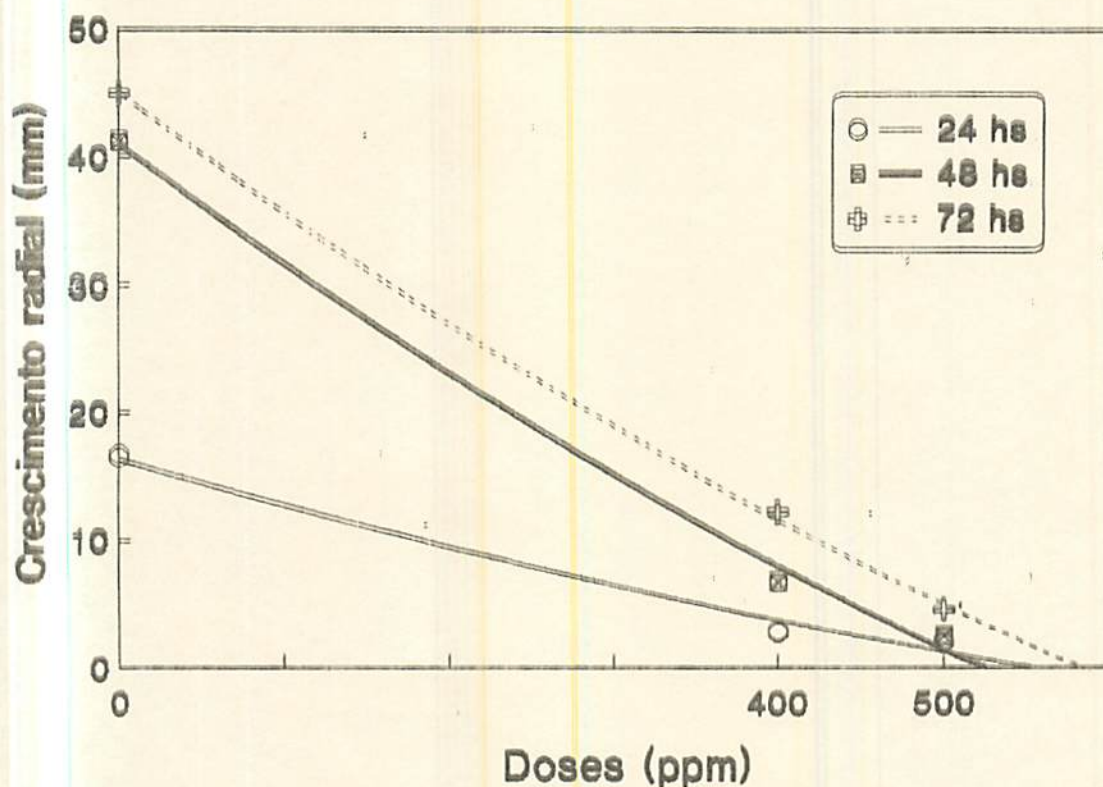


Figura 1. Efeito do 2,4,6-tribromofenol sobre o crescimento micelial de *B. theobromae* após 24, 48 e 72 horas de incubação

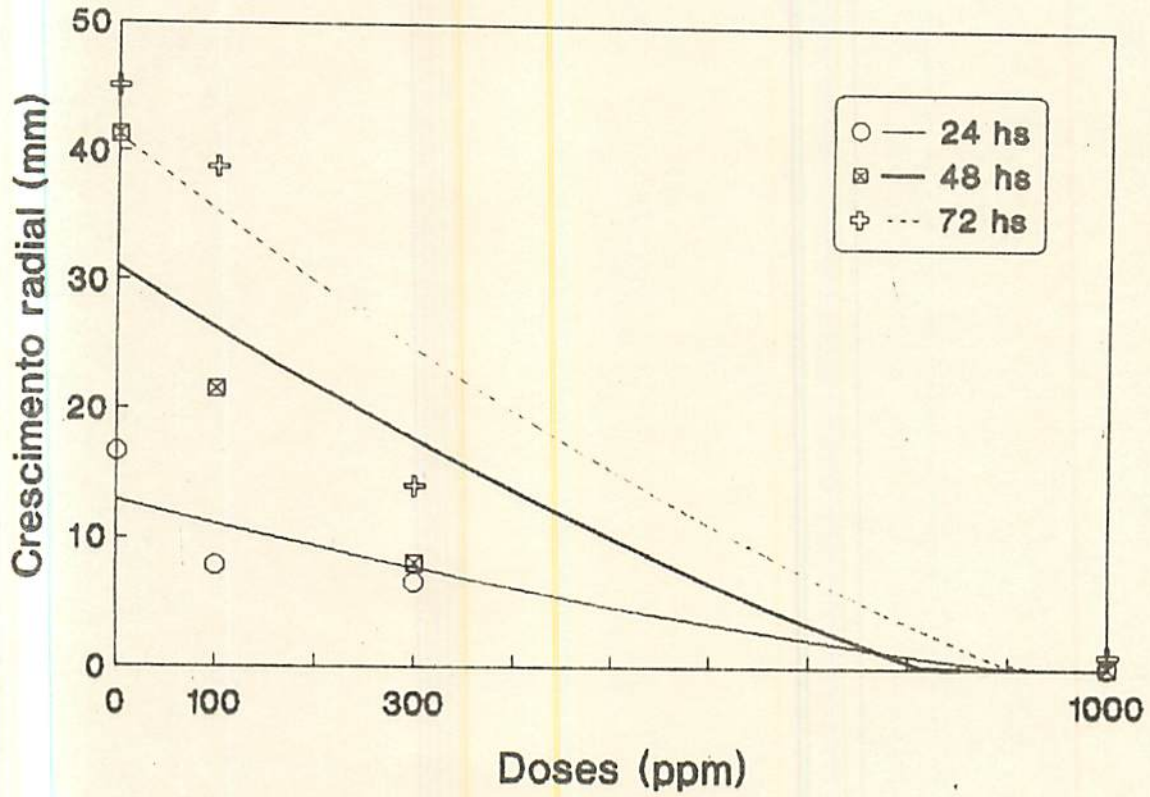


Figura 2. Efeito do TCMBT sobre o crescimento micelial de *B. theobromae* após 24, 48 e 72 horas de incubação

O efeito do Captan sobre o crescimento micelial de *B. theobromae* (Figura 3), só foi eficiente para dosagens acima de 100ppm, ou seja, das dosagens utilizadas apenas a de 600ppm inibiu completamente o fungo, sendo este efeito explicado pelas equações de regressão estimadas $y = 15,69 - 1,80E-1 x + 2,57E-4 x^2$ com $R^2 = 0,97$ para 24 horas de incubação, $y = 41,83 - 5,17E-1 x + 7,47E-4 x^2$ com $R^2 = 0,95$ para 48 horas de incubação e $y = 46,74 - 5,16E-1 x + 7,33E-4 x^2$ com $R^2 = 0,98$ para 72 horas de incubação.

Os produtos NaPCP e MBT+TCMBT (Figuras 4 e 5) tiveram o mesmo comportamento, não diferindo estatisticamente entre si ($P < 0,05$). As dosagens de 100 e 200ppm não inibiram o crescimento micelial do fungo, já a dosagem de 1000ppm inibiu parcialmente, e 2000ppm inibiu completamente o crescimento micelial do fungo.

O efeito do NaPCP é explicado pelas equações de regressão estimadas $y = 17,36 - 2,56E-2 x + 8,43E-6 x^2$ com $R^2 = 0,99$ para 24 horas de incubação, $y = 43,40 - 6,32E-2 x + 2,07E-5 x^2$ com $R^2 = 0,99$ para 48 horas de incubação e $y = 50,97 - 7,06E-2 x + 2,24E-5 x^2$ com $R^2 = 0,96$ para 72 horas de incubação, e o efeito do MBT+TCMBT é explicado pelas equações de regressão estimadas $y = 16,58 - 2,40E-2 x + 7,90E-6 x^2$ com $R^2 = 0,94$ para 24 horas de incubação, $y = 40,56 - 6,23E-2 x + 2,11E-5 x^2$ com $R^2 = 0,94$ para 48 horas de incubação e $y = 47,99 - 6,60E-2 x + 2,10E-5 x^2$ com $R^2 = 0,99$ para 72 horas de incubação. O comportamento semelhante entre o NaPCP e o MBT+TCMBT, foi verificado também por LEIGHTLEY (1985) e OTENG-AMOAKO (1988).

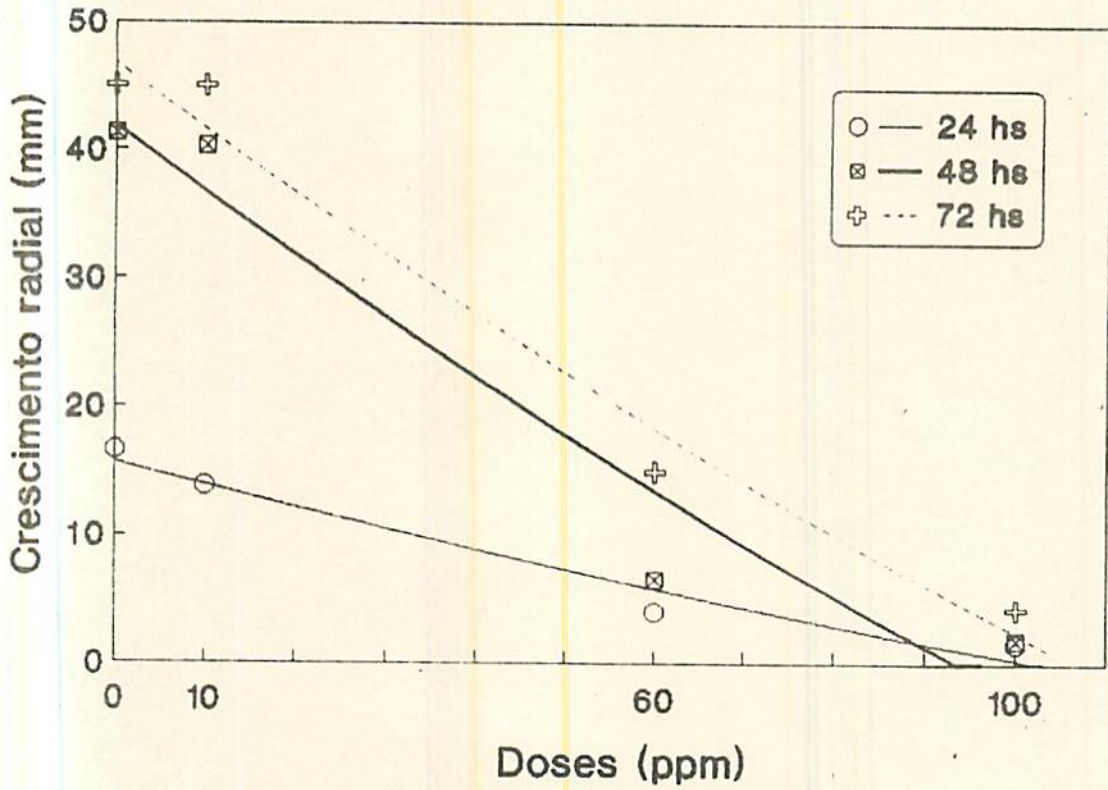


Figura 3. Efeito do Captan sobre o crescimento micelial de *B. theobromae* após 24, 48 e 72 horas de incubação

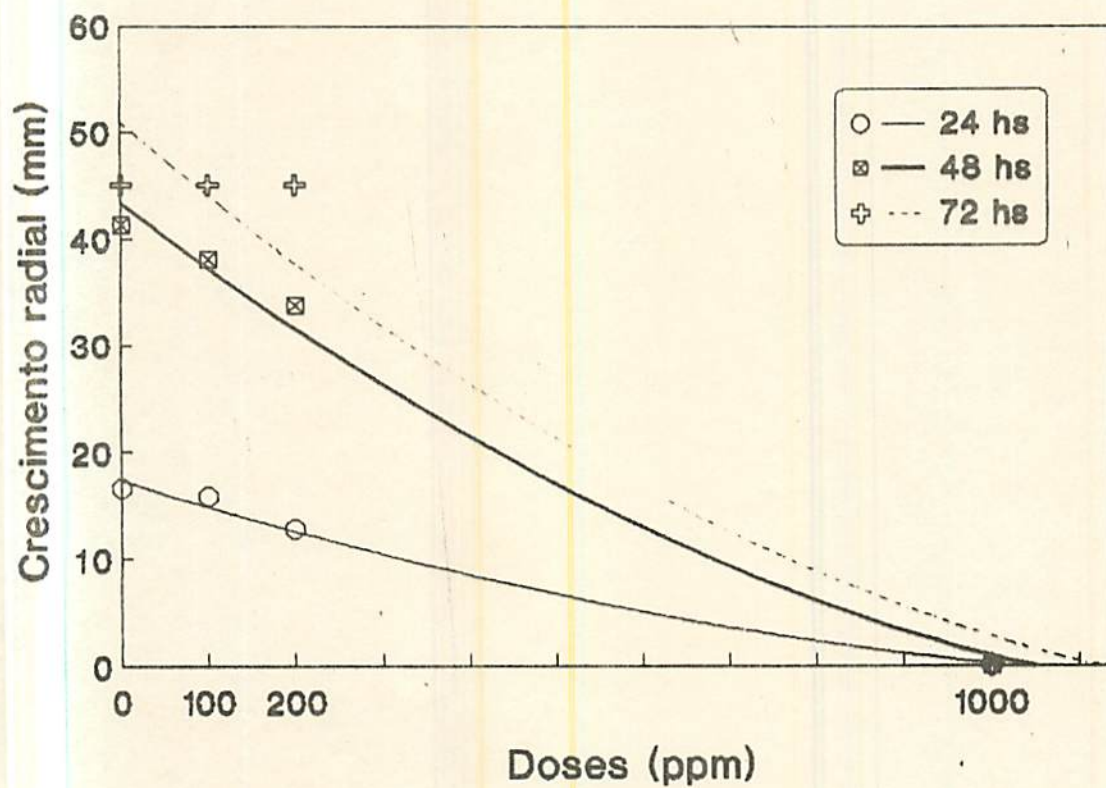


Figura 4. Efeito do NaPCP sobre o crescimento micelial de *B. theobromae* após 24, 48 e 72 horas de incubação

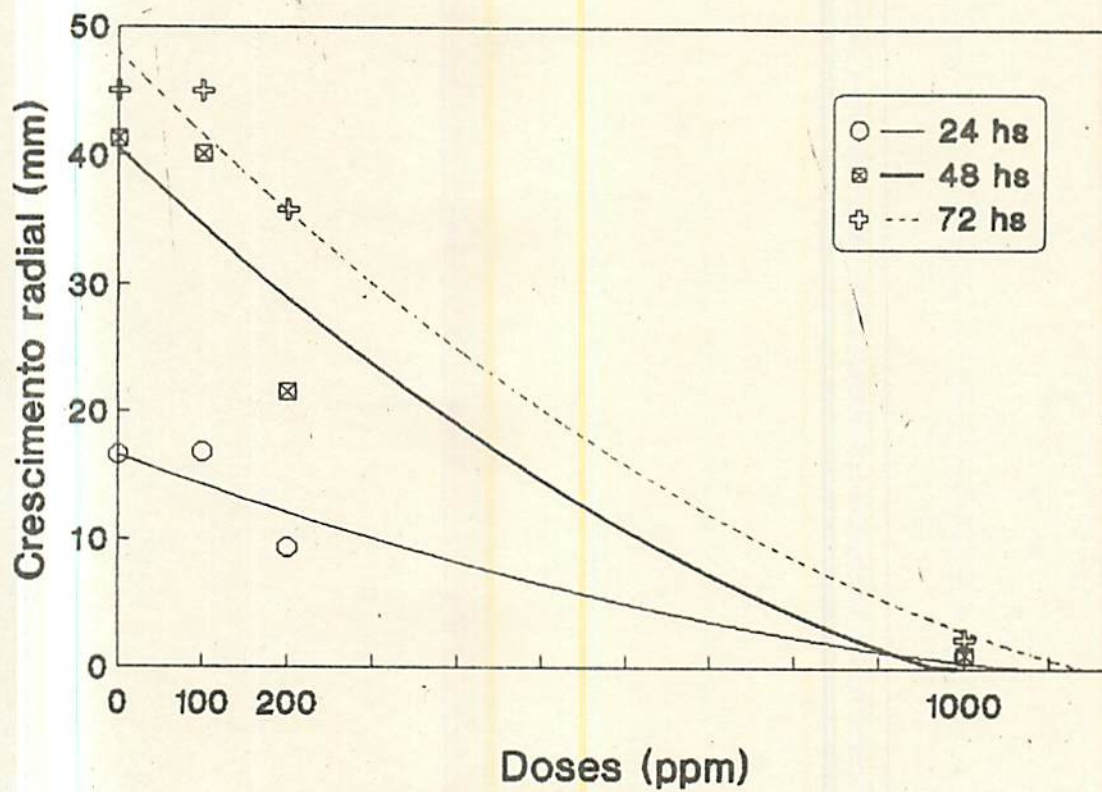


Figura 5. Efeito do MBT+TCMBT sobre o crescimento micelial de *B. theobromae* após 24, 48 e 72 horas de incubação

Para o Quelato de cobre + compostos correlatos de boro (Figura 6), nenhuma das dosagens utilizadas foi suficiente para inibir o crescimento micelial do *B. theobromae*, sendo os resultados explicados pelas equações de regressão estimadas $y = 14,70 - 4,32E-3 x$ com $R^2 = 0,90$ para 24 horas de incubação, $y = 39,50 - 1,25E-2 x$ com $R^2 = 0,98$ para 48 horas de incubação e $y = 47,32 - 1,35E-2 x$ com $R^2 = 0,99$ para 72 horas de incubação. A diminuição linear do crescimento micelial, sugere que doses mais altas do produto podem inibir o crescimento do fungo, pois de acordo com DICKINSON & HENNINGSSON (1982), de maneira geral, produtos a base de cobre são eficientes no controle de fungos manchadores de madeira, porém as concentrações do produto podem variar consideravelmente.

Apesar do método de avaliação do crescimento micelial de fungos sobre o ágar ser um dos mais empregados, por ser pouco trabalhoso, Cochrame (1958), Mandels (1965) e outros, citados por KO et alii (1976), concluem em seus trabalhos que o ágar pode alterar os efeitos dos produtos sobre o crescimento micelial.

O quelato de cobre + compostos correlatos de boro teve comportamento semelhante tanto no teste de campo como "in vitro". Já o 2,4,6-tribromofenol foi altamente eficiente no teste "in vitro" e teve desempenho apenas satisfatório a nível de campo.

Os resultados do teste "in vitro" foram similares aos resultados do teste de campo evidenciando que, neste caso, o teste de laboratório tem grande importância na escolha de produtos químicos para o controle do manchamento de madeira por *Botryodiplodia theobromae*.

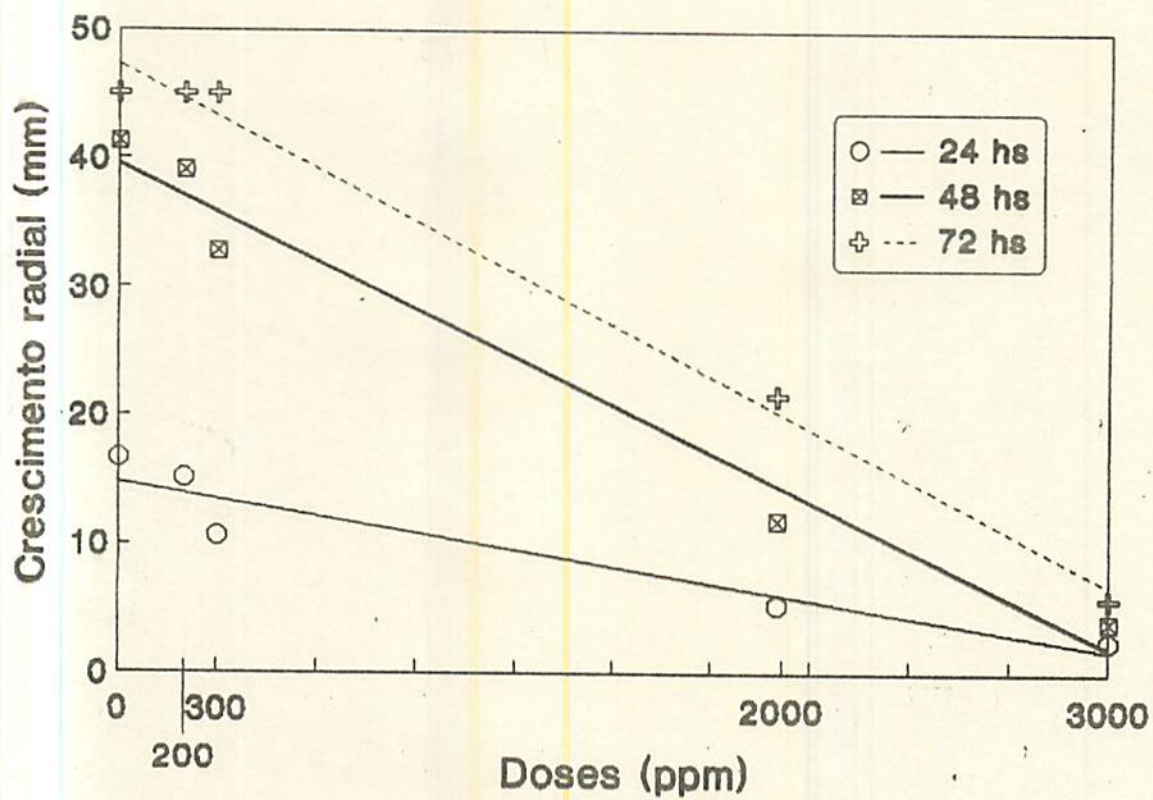


Figura 6. Efeito do Quelato de cobre + compostos correlato de cobre sobre o crescimento micelial de *B. theobromae* após 24, 48 e 72 horas de incubação

OTENG-AMOAKO (1988), trabalhando com a mistura MBT+TCMBT, conseguiu bons resultados tanto em laboratório quanto em campo.

Todavia, os ensaios de campo reproduzem com muito mais fidelidade as situações de uso da madeira, seja ela utilizada "in natura" ou preservada. Nestes ensaios estarão presentes períodos irregulares de precipitação, secagem, exposição à luz solar e a grande variedade de fungos xilófagos (LOPES et alii, 1982):

Um detalhe que deve ser acrescentado e que torna o problema mais complexo, é a grande extensão territorial do Brasil, que faz com que existam no país condições edafo-climáticas totalmente diversas, exigindo que várias entidades de ensino e pesquisa desenvolvam estudos dessa natureza, que levem a um conhecimento melhor de nossas madeiras, produtos químicos e técnicas de preservação.

5. CONCLUSOES

1. O tratamento da madeira de *Pinus caribaea* Mor. var. *hondurensis* deve ser feito no máximo 24 horas após o abate da árvore.
2. A incidência de manchamento é maior na superfície da madeira que fica voltada para cima.
3. Os produtos Captan 0,6% i.a., MBT+TCMBT 1 e 2% i.a. e TCMBT 3% i.a. foram os mais eficientes na proteção da madeira de *Pinus caribaea* Mor. var. *hondurensis*
4. Mesmo na madeira tratada com o melhor fungicida, houve incidência de manchamento.
5. Nas dosagens utilizadas o produto 2,4,6-tribromofenol foi, em média, o mais eficiente na inibição do crescimento micelial do *Botryodiplodia theobromae* "in vitro", seguido do TCMBT e Captan.

6. RESUMO

O problema de manchas em madeira, causadas por fungos, tem sido apontado como uma das grandes causas da não consolidação do mercado brasileiro de madeiras serradas de coníferas, especialmente do mercado externo, constituindo em grande gerador de prejuízos.

Uma das formas de conseguir melhores preços e a aprovação dos consumidores estrangeiros, é obter madeiras de primeira qualidade e sem manchas, para evitar que sejam recusadas.

Para estudar a eficiência de 6 produtos no controle de fungos manchadores de madeiras, foram feitos testes de campo e laboratório.

No campo foram feitas aplicações dos produtos por imersão em duas dosagens e em duas épocas (24 e 48 horas). Os resultados mostraram que a aplicação 24 horas após o abate das árvores foi mais eficiente que 48 horas. E nestas duas épocas, a superfície das tabuas colocadas para cima apresentou-se com um maior índice de ataque fúngico. Os produtos Captan a 0,1 e 0,6 i.a., MBT+TCMBT a 1 e 2% i.a., TCMBT a 1 e 3% i.a. e 2,4,6-

tribromofenol a 4 e 5% i.a. foram os mais eficientes, superando o NaPCP a 1 e 2% i.a. e o Quelato de cobre + compostos correlato de boro a 2 e 3% i.a., que superaram a testemunha.

No laboratório avaliou-se a eficiência dos produtos em 4 dosagens incorporadas ao meio de cultura BDA, sobre o crescimento micelial do fungo manchador de madeira *Botryodiplodia theobromae*, isolado do ensaio de campo.

O produto mais eficiente foi o 2,4,6-tribromofenol, que inibiu totalmente o crescimento micelial nas dosagens de 4000 e 5000ppm. Os produtos TCMBT a 1000 e 3000ppm, Captan a 600ppm, NaPCP a 2000ppm e MBT+TCMBT a 2000ppm também inibiram o crescimento micelial do fungo.

7. SUMMARY

EFFICIENCY OF PRODUCTS ON THE CONTROL OF SAP STAIN FUNGI OF *Pinus Caribaea* var *Hondurensis*, IN LAVRAS REGION MG.

João Basílio Mesquita

Hilário Antonio de Castro

The problem of fungus caused sap stain on wood has been painted out as one of the major causes of the non consolidation of Brazilian market of coniferous sawn timber, particularly in the foreign trade, constituting a great loss generator.

One of the ways of obtaining both improved prices and the approval of foreign purchasers, is getting first quality, stain less wood, in order to avoid their rejection.

With the purpose of investigating the efficacy of six products on the control of sap stain fungi, were accomplished field and laboratory tests.

In the field, applications of the chemicals were made, in two dosages. The application 24 hours following the felling of the trees was more effective than 48 hours. And on these two

dates, the surface of the boards placed upwards showed a higher of fungal attack. The chemicals Captan at 0.1 and 0.6 i.a., MBT +TMBT at 1 and 2% i.a., TCMBT at 1 and 3% i.a. and 2,4,6-tribromophenol at 4 and 5% i.a. were the most efficient, overcoming NaPCP at 1 and 2% i.a. and Copper chelate + borum related compounds at 2 and 3% i.a., which overcame the control.

In the laboratory, the efficacy of the chemicals at four dosages incorporated into the BDA culture medium on the mycelial growth of the wood staining fungus. *Botryodiplodia theobromae*, isolated in the field tests.

The most efficient chemical was 2,4,6-tribromophenol, which completely inhibited the mycelial growth at the dosages of 4000 and 5000 ppm. The chemicals TCMBT at 1000 and 3000 ppm, Captan at 600 ppm, NaPCP at 2000 ppm and MBT+TCMBT at 2000 also inhibited the mycelial growth of the fungus.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. ALMEIDA, A.M.R. & YAMASHITA, J. Avaliação da toxidez de fungicidas sobre potógenos de soja, in vitro. *Fitopatologia brasileira*, Brasília, 2(3):211-7, 1977.
2. BOLKAN, H.A.; CUPERTINO, F.P.; DIANESE, J.C. & VARGA, V.H. Sensibilidade, "in vitro", do micélio de *Fusarium moniliforme* var. *subglutinans* a nove fungicidas e absorção de três deles por mudas de abacaxi. *Fitopatologia brasileira*, Brasília, 2(2):159-66, 1977.
3. BOSSY, H.C. & SAAVEDRA, H.N. Prevención y control de la mancha azul em la madera. Santiago, Departamento de industria y productos florestales - Instituto Florestal, 1970. 26p. (Informe técnico, 34).
4. BOYCE, J.S. *Forest pathology*. 3.ed. New York, McGraw - Hill, 1966. 572p.

5. BRITO, J.O.; BARRICHELO, L.E.G. & COUTO, H.T.Z. Estudos dos parâmetros físicos e químicos de madeiras de pinheiros tropicais. *O solo*, Piracicaba, 75(1):60-6, 1983.
6. CAPITANI, L.R.; SPELTZ, G.E. & CAMPOS, O. de . Efeitos de calagem e adubação fosfatada no desenvolvimento de *Pinus caribaea* Mor. var. *Hondurensis*. *Silvicultura*, São Paulo, (28):243-6, 1983.
7. CARDOSO, L. Causas da coloração anormal da madeira. *Anuário Brasileiro de Economia Florestal*, Rio de Janeiro, 10(10):228-42, 1958.
8. CAVALCANTE, M.S. Alternativa para combate à mancha azul da madeira. *Brasil Madeira*, Curitiba, 3(25):37-8, 1978.
9. _____. Deterioração biológica e preservação de madeira. São Paulo, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 1982. 41p. (Pesquisa e Desenvolvimento, 8).
10. _____. Guia de preservativos de madeira. São Paulo, Associação Brasileira de Preservação de Madeira, 1985. 7p. (Boletim técnico, 28).

11. COELHO, L.C.C.; VEIGA, R.A.A. de; BRASIL, M.A.M.; TIMONI, J.L. & BUZITO, O. Crescimento de cinco espécies de Pinus ao longo de dezenove anos de experimentação em Mogi-guaçu, Estado de São Paulo. *Silvicultura*, São Paulo, (28):626-9, 1982.
12. DEON, G. Manual de preservação das madeiras em clima tropical. s.l., Organização Internacional das Madeiras Tropicais, 1989. 116p. (ITTO Série técnica, 3).
13. DICKINSON, D. & HENNINGSSON, B. A field test with anti-sapstain chemicals on sawn pine timber stored and seasoned under different conditions. Sweden, The International Research Group on Wood Preservation, 1982. 9p. (Document No IRG/WP/3198).
14. DRYSDALE, J.A. Laboratory evaluation of potential anti-sapstain treatments for Pinus radiata. s.l., The International Research Group on Wood Preservation, 1983. 10p. (Document No IRG/WP/3237).
15. _____; HEDLEY, M.E. & BUTCHER, J.A. An evaluation on of chemical treatments for the protection of radiata pine logs from fungal degrade. s.l., The International Research Group on Wood Preservation, 1986. 8p. (Document No IRG/WP/3377).

16. ENRIQUE, T.G.P. Estudio de la preservation de la maderá en el Peru. Lima, PNVD/FAO/PER, 1981. 55p. (Documento de trabalho, 9).
17. FERNANDES, P.S.; BAENA, E.S. & SUSIN, L. Um estudo sobre o tratamento preservativo de toretes de Pinus elliottii contra fungos manchadores. Silvicultura, São Paulo, 8 (28):772-3, jan./fev. 1983.
18. FOEKEL, C.E.B.; BRASIL, M.A.M. & BARRICHELO, L.E.G. Métodos para determinação da densidade básica de cavacos para coníferas e folhosas. Instituto de Pesquisa Florestal, Piracicaba, (2/3);65-74, 1971.
19. FONSECA, M.F.C. Como conservar moirões. Agricultura de Hoje, Rio de Janeiro, (2):30-2, mar./abr. 1983.
20. FREITAS, A.R. Com tratamento preservativo moirões duram mais que vinte anos. Dirigente Rural, São Paulo, (1):24-8, jan./fev. 1973.
21. GALVAO, A.P.M. Processos práticos para preservar madeira. Piracicaba, ESALQ, 1975. 29p.
22. GALVAO, P. Processos práticos para preservação. Brasil Madeira, São Paulo, (33):18-28, 1979.

23. GERALDO, F.C.; MONTEIRO, M.B.B. & BRAZOLIN, S. **Pré-tratamento em madeiras - recentes desenvolvimentos e suas implicações técnicas e comerciais.** São Paulo, Instituto de Pesquisa Tecnológica, 1989, 15p. (Publicação técnica, 1799).
24. GLOGER, C. & PETER, K. **Imunização de madeira no Brasil.** *Brasil Madeira*, São Paulo, (28):51-8, abr. 1979.
25. GOLFARI, L.; CASER, R.L. & MOURA, V.P.G. **Zoneamento ecológico esquemático para reflorestamento no Brasil.** Belo Horizonte, Centro de Pesquisa Florestal da Região do Cerrado, 1978. 66p. (Série técnica, 11).
26. GOMES, F.P. **Curso de estatística experimental 12.ed.** São Paulo, 1987. 467p.
27. GOMES, J.I. & MELO, C.F.M. **Durabilidade de madeiras amazônicas em contato com o solo.** São Paulo, Associação Brasileira de Preservadores de Madeira, 1991. 9p. (Boletim técnico, 69).
28. HANLIN, R.T. **Illustrated genera of ascomycetes.** St. Paul, Minnesota, The American Phytopathological Society, 1990. 263p.

29. HAYWARD, P.; DUFF, J. & RAE, W. Screening results of fungicides for sapstain control on Pinus radiata. s.l., The International Research Group on Wood Preservation, 1983. 12p. (Document No IRG/WP/3236).
30. HUNT, G.M. & GARRT, G.A. Wood preservation. New York, McGraw - Hill Book Co., 1967. 433p.
31. KAARIK, A. Fung causing sapstain in wood. Swedish, The International Research Group on Wood Preservation, s.d. 15p. (Document No IRG/WP/199).
32. KO, W.H.; KIIEJUNAS, J.F. & SHIMOOKA, J.T. Effect of agar in inhibition of spore germination by chemicals. *Phytopathology*, St. Paul, (66):363-6, 1976.
33. LEIGHTLEY, L.E. An appraisal of anti-sapstain chemicals in Queenshand, Australia. Queenshand, The International Research Group on Wood Preservation, 1985. 7p. (Document No IRG/WP/3245).
34. LEPAGE, L.S. & MONTAGNA, R.G. Estudo de preservativos de madeira e processos de tratamento. São Paulo, Instituto Florestal, 1973. p.1-8. (Boletim técnico, 7).

35. LOPES, G.A.C.; LEPAGE, E.S. & MONTAGNA, R.G. Ensaio de campo em preservação de madeiras realizados através do convênio IPT-IF. In: ENCONTRO BRASILEIRO EM PRESERVAÇÃO DE MADEIRA, 1, São Paulo, 1982. Anais... São Paulo, IBDF/IPT/ABPM, 1982. p.187-96.
36. MILANO, S. Controle preventivo de deterioração em toras de madeira serrada durante a secagem. *Silvicultura*, São Paulo, (34):31-5, jan./fev. 1984.
37. _____. Effectiveness of some microbiocidic against the development of molds and sap stain in Pinus elliottii. São Paulo, The International Research Group on Wood Preservation, 1981. 11p. (Document No IRG/WP/3169).
38. _____ & VIANNA NETO, J.A.A. Considerações sobre a mancha azul e bolor em madeira de Pinus sp. In: ENCONTRO BRASILEIRO EM PRESERVAÇÃO DE MADEIRA, 1, São Paulo, 1982. Anais... São Paulo, IBDF/IPT/ABPM, 1982a. p.177-86.
39. _____ & _____. Evaluation of the effectiveness of three microbicides in the control of sapstains. São Paulo, The International Research Group on Wood Preservation, 1982b. 13p. (Document No IRG/WP/3212).

40. MONTEIRO, M.B.B. & BRAZOLIN, S. A field test with anti-stain chemicals on sawn timber in Brasil. São Paulo, The International Research Group on Wood Preservation, 1989. 7p. (Document No IRG/WP/3513).
41. NICOLIELO, N. Obtenção de resinas em regiões tropicais. *Silvicultura*, São Paulo, 8(3):27-32, 1983.
42. OTENG - AMOAKO, A. In search of alternative antisapstain chemicals for use in Papua New Guinea. Madrid, The International Research Group on Wood Preservation, 1988. 15p. (Document No IRG/WP/3472).
43. PLACKETT, D.V. Field evaluation of alternative antisapstain chemicals. s.l., The International Research Group on Wood Preservation, 1982. 15p. (Document No IRG/WP/3198).
44. PRESERVA PRODUTOS QUIMICOS. Preservação e controle da mancha azul na madeira. São Paulo, s.d. 24p.
45. PUNICHALINGAM, E. Botryodiplodia theobromae. CMI Descriptions of pathogenic fungi and bacteria, Ferry Lane, (519): 178-80, 1976.

46. RODRIGUES, W.A.; MARAVALHA, N.; SILVA, M.L. & LOUREIRO, A.A.
Acidez das madeiras da Amazonia - dados preliminares.
Manaus, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazonia, 1969.
4p. (Boletim técnico, 32).
47. RODRIGUEZ, B.J.A. Destruutores de la madera: Hongos cremogenos y de pudricion. In:____. Tratamento y Conservacion de la Madera, Lima, 1976. p.41-59.
48. SCHEFFER, T.C. Microbiological degradation and causal organismo. In: NICHOLAS, D.D. de, Wood deterioration and its prevention by preservative trataments. Syracuse, 1973. p.31-105.
49. SILVA, A.A. da; BALISTIERO, M.; SIQUEIRA, A.C.M.F.; BERGAMASCO, A.; ZANATTO, A.C.S.; FINOCHIO, C.A.; MORAIS, E.; BUZZATTO, O.; KAGEYAMA, P.Y. & ROMANELLI, R.C. Programa de pomares e bancos clonais de Pinus spp do Instituto Florestal do Estado de São Paulo. Silvicultura, São Paulo, (28):485-93, 1983.
50. SIMOES, J.W. Implantação e manejo de floresta de rápido crescimento. Silvicultura, São Paulo, (29):28-34, 1983.

51. TAROCINSKI, E. & ZIELINSKI, N.H. Protection of pine sawn timber against blue stain in Poland. Lublin, The International Research Group on Wood Preservation, 1982. 15p. (Document No IRG/WP/3193).
52. TUIITE, J. Plant pathological methods - fungi and bacteria. Minneapolis, Burgess Publishing Company, 1969. 239p.
53. UNLIGIL, H.H. Prevention of fungal stain on pine lumber-laboratory screening testes with fungicides. Forest Products Journal, London, 16(1):32-3, 1976.
54. VALDEVINO, J.C. O manchamento da madeira e sua prevenção. Revista da Madeira, São Paulo, 30(408):12-5, dez. 1981.
55. VITAL, B.R. Preservativos e métodos de preservação de madeiras sem pressão. Viçosa, Sociedade de Investigações Florestais, 1982. 42p. (Boletim técnico, 2).
56. WEHR, J.P.P. Métodos práticos de tratamento preservativo de moirões roliços de Pinus caribaea Morelet var. hondurenses Bar et Golf. Piracicaba, ESALQ/USP, 1985. 209p. (Tese MS).
57. WILKINSON, J.G. Industrial timber preservation. London, Associated Business Press, 1979. 508p.