

68

Chile
Forestal

Esta publicación es propiedad de la Corporación Nacional Forestal y circula con la edición de Enero de 1993 de la revista "Chile Forestal".

PRESERVANTES ANTIMANCHA ALTERNATIVOS AL PENTACLOROFENATO DE SODIO

Dr. Miguel Peredo L.
Ingeniero Forestal

Universidad Austral de Chile - Facultad de Ciencias Forestales
Casilla 567, Valdivia - Chile



I.- INTRODUCCION

Durante los últimos cinco años se ha intensificado notablemente la discusión relacionada con los beneficios y restricciones del uso del Pentaclorofenato de Sodio (PCP), como agente protector de la madera aserrada contra la mancha azul (PEREDO y PEÑA, 1991).

Esta discusión se centra en torno a los problemas toxicológicos y trastornos en la salud de los trabajadores de los aserraderos que manipulan el PCP y la madera tratada con él y, por otro lado, presiones de grupos ecologistas que denuncian problemas ocasionados por la lenta biodegradación de los componentes del producto y su eventual generación de dioxinas. Las dioxinas constituyen un compuesto secundario, altamente tóxico y se les atribuye efectos teratogénicos, carcinógenos, inmunológicos y otros trastornos en los seres humanos (CLASING, 1987; IGLESIAS *et al.*, 1990).

El uso masivo de insecticidas y pesticidas sin el adecuado conocimiento del daño ecológico que causan y la creciente sensibilización de la opinión pública en torno al uso de productos químicos se han traducido, afortunadamente, en una concientización política de algunos grupos responsables y entendidos en el tema. Esto ha dado como resultado legislaciones que restringen, dificultan e incluso imposibilitan la aplicación de ciertos productos químicos tales como el PCP (HANKE, 1991).

En Chile, el uso del PCP está regulado por normas sanitarias generales y no existen, hasta ahora, leyes o decretos que prohíban o limiten el uso de este producto para el tratamiento de madera aserrada. Existe, sin embargo, una importante cantidad de estudios y publicaciones que advierten el peligro que significa el uso del PCP sin las adecuadas medidas de prevención (ACHS, 1987; CLASING, 1987; IGLESIAS *et*

al., 1990; BENAVIDES *et al.*, 1990; PEÑA, 1989).

Por otro lado, también se encuentran trabajos que proponen productos alternativos al PCP para tratar la madera aserrada (PEREDO, 1980; JUACIDA, PEREDO, 1985; PEREDO, PEÑA, 1991) y otros documentos que regulan el registro, transporte y manipulación de dicho producto (SERVICIO DE SALUD, 1989).

Todas estas circunstancias, sumadas a las restricciones impuestas por la Comunidad Económica Europea (C.E.E.) al uso y comercialización del PCP y maderas tratadas con él, hacen necesario estudiar productos alternativos que sean capaces de inhibir el desarrollo de los agentes causantes de la mancha azul de la madera, pero que a su vez presenten una adecuada inocuidad ecológica y toxicológica.

2. AGENTES DESTRUCTORES DE LA MADERA

La madera, por ser un material orgánico, está expuesta a una serie de agentes destructores, ya sea organismos bióticos como bacterias, hongos, insectos, perforadores marinos e, incluso, animales superiores, o causas abióticas, como el fuego, desgaste mecánico y acción atmosférica.

Los daños por hongos pueden originarse incluso cuando el árbol está en pie. Los altos contenidos de humedad de los tejidos de los árboles vivos generalmente los previenen de ataques por hongos e insectos, pero cuando el árbol se corta y comienza el proceso de pérdida de humedad, se convierte en fuente alimenticia para muchos organismos.

Para poder desarrollarse, los hongos necesitan un sustrato (madera) y condiciones climáticas adecuadas: temperatura, humedad y aire.

Los hongos causantes de la mancha azul (cromógenos) se desarrollan muy bien en la

albura de maderas blancas bajo condiciones apropiadas de humedad y temperatura, siendo las óptimas para su crecimiento las comprendidas entre 24 y 35°C y humedades superiores al 30%. Bajo determinadas condiciones de desarrollo, existen algunas especies de hongos que experimentan velocidades de crecimiento equivalentes a 1 cm cada 24 horas.

Se han realizado considerables investigaciones tendientes a determinar el efecto de la mancha azul sobre las propiedades mecánicas de la madera. Los resultados de estos ensayos han permitido comprobar que la mancha disminuye la resistencia de la madera a la flexión, compresión e impacto. Esta disminución se acentúa a medida que aumenta la intensidad de la mancha, asociada a un mayor tiempo de almacenamiento de la madera en condiciones adversas.

Se han encontrado además algunos efectos colaterales en el comportamiento de la madera manchada, tales como disminución de la velocidad de secado y mayor susceptibilidad a la pudrición. En madera destinada a la producción de pulpa, la mancha ocasiona disminuciones en el rendimiento, mayor consumo de reactivos de blanqueo y disminución de la resistencia a la tensión (PEREDO e INZUNZA, 1990).

3.- LIMITACIONES AL PENTACLOROFENATO DE SODIO EN EL MERCADO EUROPEO

La comercialización de maderas tratadas con PCP en los países integrantes de la Comunidad Económica Europea está regulada por la Directriz de Comercialización de Productos Químicos 76/769. La IX enmienda a esta Directriz se refiere a la comercialización y utilización del PCP y se introdujo a solicitud de Alemania en el año 1988. La proposición alemana fue adoptada en marzo de 1991, con lo cual se restringe el

uso de la madera tratada con PCP de acuerdo a los siguientes conceptos:

- Se prohíbe el uso de madera tratada con PCP en interiores de construcciones y viviendas.
- Se prohíbe el uso de madera tratada con PCP en la fabricación de cajas, embalajes y contenedores.
- El PCP no debe contener Hexaclorodibenzoparadioxina (HCDD) en concentraciones superiores a 4 partes por millón.
- El PCP no debe ser colocado en el mercado en recipientes menores de 20 lts. de capacidad.
- El PCP no debe ser vendido al público en general.
- Los recipientes que contienen el producto deben ir rotulados con la leyenda "Reservado para utilización industrial y profesional".

Actualmente Alemania, Dinamarca, Holanda y Luxemburgo, que votaron contra la Directriz, ya que proponían la prohibición total, se han reservado el derecho de prohibir totalmente el uso del PCP y maderas tratadas con él en sus respectivos países, de acuerdo al Artículo 100-A, Párrafo 4 del Acta Única Europea (DAVID, 1991).

4.- LOS PROBLEMAS DEL PCP PARA LA SALUD HUMANA

• Vías de ingreso y mecanismos de acción

El Pentaclorofenato de Sodio puede ser absorbido por ingestión, inhalación y a través de la piel. Esta última vía es la de mayor importancia en la exposición laboral. Una vez absorbido, el PCP se distribuye rápidamente en todo el organismo. Inicialmente la mayor fracción se acumula en el hígado, donde es parcialmente metabolizada.

En el ser humano, el 12% de una dosis oral es evacuada como un pentafenol conjugado, mientras el 74% es excretado sin cambio a través de los riñones.

La vida media para la eliminación es aproximadamente de 30,2 horas. Un simple día de exposición en el trabajo a 0,5 mg/m³ requerirá de alrededor de 168 horas para que se elimine el 86% de la dosis original (ACHS, 1987).

El PCP actúa en el organismo alterando la generación y utilización de la energía producida por el metabolismo de los azúcares y de las grasas. El mecanismo básico de la toxicidad es una estimulación del metabolismo oxidativo de las mitocondrias celulares que lleva a un aumento de la temperatura corporal, de la frecuencia del pulso y de la transpiración, produciendo, en último término, una reducción acelerada de las reservas de azúcares y grasas del organismo. (ACHS, 1987).

• Alteraciones médicas producidas por el PCP

a) Intoxicación aguda

-Acción Local

- * Irritación de las mucosas nasal, faríngea, brónquios y las conjuntivas.

-Acción generalizada

- * Transpiración profusa
- * Dolor de cabeza
- * Debilidad general
- * Náuseas
- * Sed intensa
- * Dolor de pecho y abdomen
- * Pérdida progresiva de la conciencia
- * Coma

b) Intoxicación crónica

-Acción local

- * Dermatitis de contacto
- * Conjuntivitis
- * Bronquitis
- * Cefalea
- * Dolores neurológicos y abdominales
- * Insomnio
- * Adinamia
- * Náuseas, diarrea, vómitos

-Acción generalizada

- * Baja de peso
- * Daño hepático

5.- CARACTERÍSTICAS Y DESARROLLO DE NUEVOS PRESERVANTES ANTIMANCHAS

Las características deseables para que un producto sea considerado como un buen antimancha se pueden resumir en los siguientes aspectos:

- Amplio espectro de actividad (eficaces contra varios hongos)
- Adecuada eficacia fungicida y bactericida
- Buena estabilidad en solución y adecuada adherencia a la madera
- Compatibilidad con la madera y los métodos de aplicación
- Bajo riesgo operacional y fácilmente biodegradable
- Bajo costo

El Pentaclorofenato de Sodio cumple con la mayoría de estos requisitos, motivo por el cual ha sido ampliamente utilizado, sin embargo, debido justamente a su alto riesgo ocupacional y a su muy lenta biodegradación, debe ser reemplazado por otros productos en el plazo más breve posible.

La búsqueda de sustitutos al PCP debe

seguir, sin embargo, un camino relativamente largo, el que podría resumirse de la siguiente forma:

a) Ensayos de laboratorio con ingredientes activos de buenas características antimancha.

En este tipo de ensayos se analiza el comportamiento de distintos agentes manchadores frente a los supuestos productos antimancha aplicados a diferentes concentraciones. Destacan entre estos ensayos el "Método de los Discos" y la norma ASTM D 4445-84.

Nuestra experiencia y la de varios laboratorios e investigadores extranjeros indican que los resultados que se obtienen con estas metodologías presentan, en el sentido de identificar la mínima concentración de producto que evita el desarrollo de Mancha Azul, altas correlaciones con las obtenidas posteriormente en terreno.

b) Ensayos - piloto de terreno

Cuando los productos antimanchas han superado los ensayos de laboratorio y se ha establecido una dosis mínima efectiva (DME) que inhibe totalmente el desarrollo de hongos en la madera, se procede a aplicar en terreno las concentraciones efectivas, más dos superiores y dos inferiores a una pequeña partida de madera que se almacena en las condiciones habituales de encastillado de la industria.

c) Ensayos industriales

Una vez alcanzados resultados satisfactorios con los ensayos de terreno, se deben realizar ensayos industriales en aserradero, aplicando las concentraciones identificadas como eficaces a partidas de madera de distintas dimensiones en diferentes condiciones de encastillado.

d) Ensayos comerciales

Cuando se han concluido con éxito las etapas de Laboratorio, Terreno e Industrial, se deberán hacer los ensayos comerciales que consisten en despachar madera, tratada con el nuevo producto, a los mercados de exportación. En este caso se deberá ejercer un acucioso control durante toda las etapas del proceso. (Baño, Almacenamiento, Transporte, Almacenamiento en Puerto, Estiba, Transporte, Desestiba, Puerto destino, Comprador).

Una vez comprobada la efectividad de los ingredientes activos, se hacen necesarios estudios toxicológicos ambientales y de vida silvestre, para finalmente cumplir con los exigentes requisitos de registro de pesticidas que habitualmente imponen los diversos países.

6.- ENSAYOS CON PRODUCTOS ALTERNATIVOS EN CHILE

Los Institutos de Silvicultura y Tecnología de Productos Forestales de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Austral de Chile han venido desarrollando actividades relacionadas con el tema a contar del año 1973. En este sentido, se pueden mencionar los trabajos de OSORIO, 1973; AGUILAR, 1985, PEREDO y ALONSO, 1988, en los cuales se identifican los agentes causantes de mancha en la madera y se proponen algunas medidas de ataque biológico para combatir el hongo que produce el azulado. Por otro lado, DIAZ-VAZ (1969), DE LA PEÑA y ROSAS (1977), PEREDO (1980), JUACIDA y PEREDO (1985), GONZALEZ (1987), PEÑA (1989), QUIROZ (1991), PEREDO y PEÑA (1991), analizan en ensayos de Laboratorio y de terreno una serie de productos antimancha alternativos al Pentáclorofenato de sodio. Con los resultados obtenidos, que resumen más de veinte años

de investigación en este campo, es posible confeccionar el siguiente listado de productos con sus respectivas concentraciones efectivas:

PRESERVANTES ANTIMANCHA SIN FENOLES CLORADOS

PRODUCTO	INGREDIENTE ACTIVO	CONC. EFEC.
ANTISTAIN	Azaconazoledeltamefrin + carbendazin	1,5 %
ANTIZU	Metilen - bistiocianato	1,0 %
BASIMENT 540	Metilen - bistiocianato + ciclohexanona	2,0 %
BASIMET 560-E	Ortofenil fenol potásico	8,0 %
BIOCIDE-40	Metilen - bistiocianato + 2 tiocianometil benzotiazol	2,0 %
BUSAN 1009	Metilen - bistiocianato + tiocianometilbenzotiazol	2,5 %
BUTROL 1109	2-(Thiocyanomethyltin) benzothiazole, 2.4.6. tribrofenol	2,5 %
COK - 1	Didecil-dimetil amonio + yodo propinil butilcarbamida	1,5 %
CS 400	2.4.6 Tribromofenol	6,0 %
ECOBRITE	SC/B	10,0 %
HALOCIDE	M P A H	4,0 %
KOPPERS NP-1	Diedecil-dimetil-cloruro de amonio + yodo-propinil-butil carbamato	3,0 %
SINESTO B	Di-iodo metil tolisulfone + amonio cuaternario	4,0 %
TIMBERCOTE	Amonio cuaternario	3,0 %
WOLSIN FL 14	Desconocido	1,0 %

7.- CONCLUSIONES

- Existen suficientes argumentos respecto a daños a la salud humana y alteraciones graves al medio ambiente que hacen recomendable el reemplazo urgente del PCP por otros preservantes que presenten igual eficacia pero menor toxicidad.
- Es necesario acelerar los ensayos tendientes a encontrar productos alternativos para tratar la madera, que sean confiables, considerando los aspectos técnicos y económicos.
- Se considera conveniente y necesario organizar equipos de trabajo multidisciplinarios para diseñar una metodología de en-

sayo única que incorpore las diferencias climáticas y técnicas relativas a la producción de madera aserrada en nuestro país.

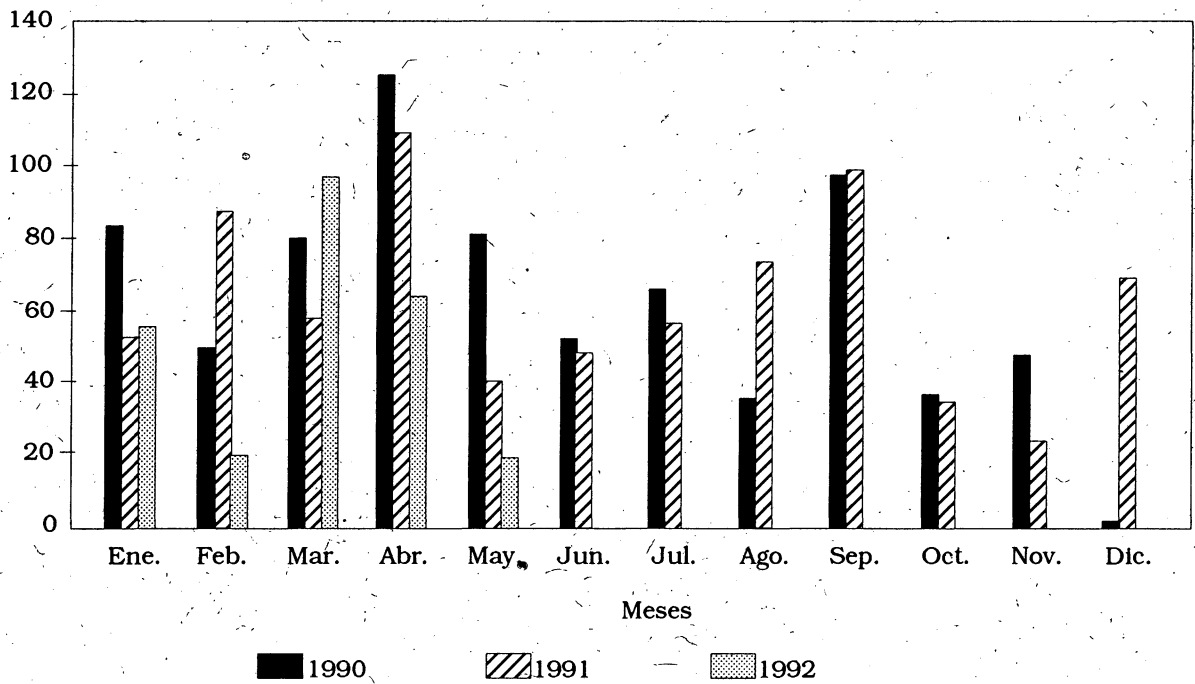
- Los siguientes productos comerciales en las concentraciones dadas demuestran adecuada eficacia para combatir la mancha azul de la madera: ANTI-STAIN, 1,5%; ANTI-ZU, 1,0%; BASIMENT 540, 2,0%; BASIMET 560-E*, 8,0%; BIOCIDE-40, 2,0%; BUSAN 1009, 2,5%; BUTROL 1109, 2,5%; COK-1, 1,5%; CS 400, 6,0%; ECOBRITE*, 10,0%; HALOCIDE, 4,0%; NP1, 3,0%; SINESTO-B, 4,0%; TIMBERCOTE 2000, 3,0%; WOLSIN FL 14, 1,0%.

* Concentración Mínima Efectiva en estudio.

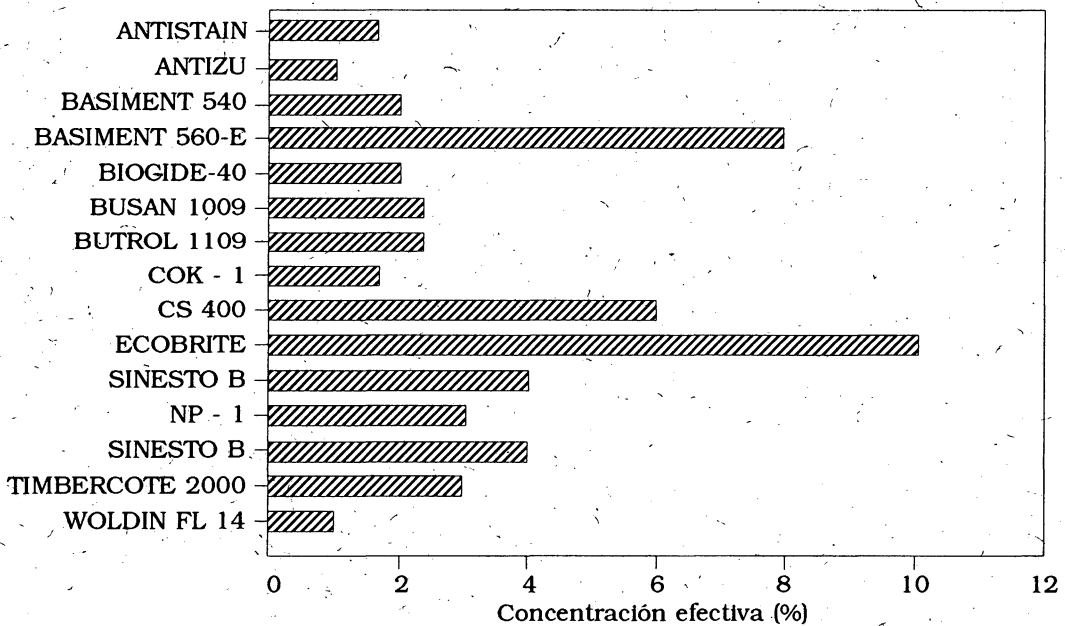
DOCUMENTO TECNICO

CHILE: CONSUMO MENSUAL DE
PENTACLOROFENATO DE SODIO

Kilogramos (miles)



CONCENTRACION EFECTIVA DE
PRESERVANTES ANTIMANCHA
Sin fenoles clorados (1)



(1) Preservantes alternativos al PCP

8.- REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- AGUILAR, A. 1985.** Descripción e identificación de Organismos asociados al Azulado de la Madera Aserrada de Pino Insigne (*Pinus radiata* D. Don). Tesis Ing. Forestal. Universidad Austral de Chile, Valdivia, 89 p.
- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AN MATERIALS. 1985.** Standard Method for Testing Fungicides for controlling Sapstain and Mold on Unseasoned Lumber (Laboratory Method). Norma ASTM D 4445-84. Anual Book of ASTM Standards Vol 11 01. p 705-711.
- ASOCIACION CHILENA DE SEGURIDAD. 1987.** Medidas de Prevención en el uso del Pentaclorofenol y Pentaclorofenato de sodio. Gerencia de Prevención, 12 p.
- BEÑAVIDES R.; CABRERA, P.; PINO, J, y MUSSIETT, P. 1990.** Resultado de un Programa de Monitoreo Biológico en trabajadores Expuestos a Pentaclorofenol. In: III Jornadas Nacionales de Seguridad Forestal, Actas, pp. 58-68, Temuco, Chile.
- CLASING, A. 1987.** Toxicidad y Manipulación del Pentaclorofenato de Sodio, usado como Antimancha en la Industria de la Madera. In: Actas VI Reunión sobre Investigación y Desarrollo en Productos Forestales. Universidad del Bio-Bio, Concepción. Sp.
- COMUNIDAD ECONOMICA EUROPEA. 1991.** Novena Modificación de la norma 76/769/CEE, concernientes al Establecimiento de las Disposiciones Legislativas, Reglamentarias y Administrativas de los Estados Miembros relativas a la Limitación de la Comercialización y empleo de ciertas sustancias y preparaciones peligrosas. (91/173/CEE). Norma del Consejo del 21 de marzo de 1991. 2 p.
- DAVID, R. 1991.** La posición del Pentaclorofenato de Sodio en el contexto europeo. In: Conceptualización de los eventuales productos antimancha en madera aserrada. Seminario Expocorma 91, Concepción, Chile, pp. 5-6.
- DE LA PEÑA, M; ROSAS, O. 1987.** Estudio de la Efectividad de algunos tratamientos Antimancha en madera aserrada de Pino Insigne. Tesis Ing. Forestal. Universidad Austral de Chile. Valdivia. 63 p.
- DIAZ-VAZ, J. E. 1969.** El Pentaclorofenato de sodio en el control de dos hongos que manchan la madera de Tepa (*Laurelia phillyptana* Looser). Tesis Ing. Forestal. Universidad Austral de Chile. Valdivia. 50 p.
- GONZALEZ, J. 1987.** Evaluación de una Técnica para el control *in vitro* de Organismos causantes de la Mancha Azul en madera aserrada de *Pinus radiata* D. Don. Tesis Ing. Forestal. Universidad Austral de Chile, Valdivia, 38 p.
- HANKÉ, T. 1991.** El dilema de la efectividad de pentaclorofenato de sodio en madera aserrada en contraste con su toxicidad y presión ecológica. In: Conceptualización de los eventuales productos antimancha en madera aserrada. Seminario Expocorma 91, Concepción Chile, pp 2-4.
- IGLESIAS, P.; BENAVENTE, C.; OYANGUREN, C.; JUACIAL, A.; RUDOLF, I. 1990.** Perfil clínico-bioquímico en 32 trabajadores expuestos a Pentaclorofenol en dos industrias madereras de la Octava Región. In: III Jornadas Nacionales de Seguridad Forestal, Actas, Temuco, Chile, pp: 69-79,
- JUACIDA, R.; PEREDO, M. 1985.** Eficacia de algunos preservantes en la prevención de la mancha azul en *Pinus radiata*. In: Simposio *Pinus radiata*, Investigación en Chile. Facultad de Ciencias Forestales. Tomo 2. pp. 203-219.
- PEÑA, R. 1988.** Determinación de la eficacia de Productos Antimancha sin Fenoles Clorados en su formulación. Tesis Ing. Forestal. Universidad Austral de Chile, Valdivia. 35 p.
- PEREDO, M. 1980.** Determinación de la eficacia de algunos Preservantes Antimancha. Publicación Técnica N° 5. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Forestales. 14 p.
- PEREDO, H.; ALONSO, O. 1988.** Mycoflora of *Pinus radiata* pulpwood and outdoor storing in central Chile. Material und Organismen 23 (1): 11-19.
- PEREDO, M.; INZUNZA, L. 1990.** Einfluss der Lagerzeit auf die mechanischen Eigenschaften des Holzes von *Pinus radiata*. Material und Organismen 25 (3): 231-239.
- PEREDO, M.; PEÑA, R. 1991.** Eficacia de preservantes alternativos al PCP. Bosque (en prensa).
- GÚIROZ, I. 1991.** Control biológico *in vitro* de Hongos Biodegradadores de la madera de *Pinus radiata* D. Don Presentes en Chile. Tesis Ing. Forestal. Universidad Austral de Chile, Valdivia. 29 p.
- SCHÜLZ, G. 1951.** Ein mykologisches Verfahren zur Bewertung vorbeugender Schutzmittel gegen das Verblauen von Kiefernholz. Angew. Bot.: 26. 9. 42-53.
- SERVICIO DE SALUD DEL MAULE. 1989.** Resoluciones N° 83 y 84. Departamento Programa sobre el Ambiente. Talca, Chile. 5 p.