

Determinación en laboratorio de la eficacia de preservantes antimancha sin fenoles clorados en su formulación

Laboratory effectiveness of antistain products without pentachlorofenate

C.D.O.: 841.1

MIGUEL PEREDO L.¹, y RICARDO PEÑA R.²

¹Instituto de Tecnología de Productos Forestales, Universidad Austral de Chile, Casilla 567, Valdivia, Chile.

²Corporación Nacional Forestal, Rancagua 630, San Fernando, Chile.

SUMMARY

Alternatives to chemical products based on Sodium Pentachlorofenate, which have had worldwide leadership as wood preservatives against staining agents are analyzed. However, these products have been subject of controversy, due to the danger they pose for forest workers because of their high toxicity. In order to analyze the utilization of other products, the Disk Method technique was used. The toxicity of seven fungicide products, which do not present clored fenols, was tested against the staining organism *Ceratocystis pilifera* (Fries) C. Moreau acting on *Pinus Radiata* D. Don. A total of seven fungicides were analyzed on concentrations recommended by manufacturers.

RESUMEN

Se analizan productos alternativos a los basados en fenoles clorados, que se utilizan actualmente como preservantes de la madera contra los agentes manchadores. Estos productos, clorados, han sido fuertemente cuestionados por el grado de peligro que presentan para el trabajador forestal debido a su alta toxicidad. Con el objeto de analizar posibilidades de utilización de otros productos, mediante una técnica de laboratorio denominada Método de los Discos, se pone a prueba la toxicidad de siete productos fungicidas que no presentan fenoles clorados en su formulación, contra el organismo manchador *Ceratocystis pilifera* (Fries) C. Moreau en madera de *Pinus radiata* D. Don. En total se analizaron siete productos en las concentraciones recomendadas por sus fabricantes.

INTRODUCCION

Los fenoles clorados ocupan actualmente en nuestro país casi la totalidad del mercado de productos antimanchas para madera, debido a sus excelentes aptitudes tóxicas contra los agentes causantes del azulado de la madera. Sin embargo, atendiendo justamente a esta característica, los productos órgano clorados han sido fuertemente cuestionados, ya que su grado de toxicidad ha sobrepasado los límites permisibles en cuanto a la seguridad de las personas que trabajan con ellos y a la calidad del medio ambiente (Clasing, 1987; ACHS, 1987).

En atención a la elevada toxicidad de los productos órgano clorados, algunos países europeos, específicamente Alemania, han prohibido terminantemente la comercialización de estos productos bajo cualquier forma de aplicación práctica. Esta medida probablemente afecta sólo a una parte

de los exportadores nacionales de madera aserrada, sin embargo la posibilidad de que la prohibición se haga extensiva a otros países importadores de productos forestales podría ocasionar dificultades a un mayor número de industriales chilenos que pretendan comercializar sus productos forestales en los mercados internacionales.

Considerando los antecedentes mencionados, surge la necesidad de conocer el comportamiento de otros productos antimancha que no contengan fenoles clorados en su formulación, con el objeto de presentar posibilidades que permitan solucionar el problema de la mancha azul, utilizando productos de menor toxicidad para el organismo humano.

El presente trabajo tiene como objetivo probar la toxicidad en laboratorio de siete fungicidas sin fenoles clorados en su formulación, con el fin de prevenir daños por mancha azul en madera de *Pinus radiata* D. Don.

METODOLOGIA

MATERIAL DE ENSAYO. Las probetas utilizadas en el estudio consistieron en secciones de madera de 60 mm x 40 mm y 10 mm de espesor, cortadas en el sentido tangencial. Se tuvo especial cuidado en obtener madera fresca, proveniente de la albura, sin mancha y sin defectos.

Como hongo de prueba se utilizó micelio y esporas de *Ceratocystis pilifera* (Fries) C. Moreau, atendiendo a que estudios realizados por Aguilar (1985) lo identifican como el principal causante de mancha azul en aserraderos ubicados entre Valparaíso y Puerto Montt.

Los productos químicos y sus respectivas concentraciones, cuya toxicidad se sometió a ensayo, se presentan en el cuadro 1.

Las concentraciones se determinaron según los rangos establecidos por los fabricantes, más una concentración superior y otra inferior.

Con el objeto de comparar la eficacia de los productos analizados con preservantes formulados sobre la base de pentaclorofenato de sodio, a modo de control, se trató una partida de probetas con BASILIT PN al 2.0% de concentración, dosis mínima efectiva determinada por Peredo (1980).

METODOLOGIA EXPERIMENTAL. El método que se utilizó para determinar la concentración mínima efectiva y la eficacia de los preservantes mencionados fue el propuesto por Schultz (1951), denominado "Mündener Scheiben Methode" (Método de los Discos) perfeccionado por Liese, (1988)*.

La razón principal por la que se utilizó este método es que los resultados de los ensayos de laboratorio presentan gran similitud con los trabajos realizados a nivel industrial, esta similitud fue analizada en base a coeficientes de correlación por el mismo Schultz (1951).

Se ensayaron los siete fungicidas en cinco concentraciones cada uno y se hicieron cinco repeticiones, las cuales fueron evaluadas semanalmente y comparadas con probetas testigos, sin tratamiento antimancha, y con las probetas control, tratadas con BASILIT PN (pentaclorofenato de sodio 89%).

La impregnación de las probetas con los productos antimancha se hizo mediante el procedimiento de inmersión momentánea en las soluciones antimancha contenidas en un vaso precipitado; el tiempo de inmersión fue de 15 segundos.

* Comunicación personal

CUADRO 1

Productos químicos utilizados como preservantes antimancha

Antistain chemical products used

| Producto comercial | Concentración (%) |
|--------------------|---------------------------|
| Basiment 540 | 2.0 -3.0 -3.5 -4.0 -5.0 |
| Busan 1009 | 0.5 - 1.0 - 1.5 -2.0 -3.0 |
| Halocide | 1.0 -2.0 -3.0 -4.0 -5.0 |
| Koppers NP-1 | 0.5 - 1.0 - 1.5 -2.0 -3.0 |
| Nalco DPG-S10 | 1.0 -2.0 -3.0 -4.0 -5.0 |
| Nalco DPG-F70 | 1.0 -2.0 -3.0 -4.0 -5.0 |
| Wolsin FL 14 | 0.5 - 1.0 - 1.5 -2.0 -3.0 |

Paralelamente, a partir de cultivos puros, se preparó una suspensión de micelios y esporas del hongo *C. pilifera*, con la cual se procedió a pulverizar la superficie de las probetas.

Terminado el proceso de inoculación, las probetas se mantuvieron en estufa de incubación a una temperatura de 23° C durante 30 días. Al cabo de este período, mediante observaciones visuales, se determinó el grado de ataque del hongo caracterizado por la presencia de mayor o menor cantidad de hongos en la superficie de la madera. Para evaluar la eficacia de los preservantes en las concentraciones aplicadas se utilizó la siguiente escala:

- 0 = Sin hongos
- + = Presencia de hongos en una superficie inferior al 10% de la probeta.
- ++ = Presencia de hongos en una superficie mayor al 10%, pero menor al 50% de la probeta.
- +++ = Presencia de hongos en una superficie mayor al 50% de la probeta.

PRESENTACION Y ANALISIS DE RESULTADOS. Se realizaron cuatro controles durante los 30 días de incubación de las probetas inoculadas. Los resultados obtenidos se presentan en el cuadro 2.

De acuerdo a los resultados presentados en el cuadro 2 se puede apreciar que durante la primera semana de incubación todas las probetas sin tratamiento antimancha, en las cuales se inoculó *C. pilifera*, revelan presencia de hongos en una superficie mayor al 50% de la probeta de ensayo. Esto confirma la agresividad con que actúa el hongo ensayado bajo condiciones favorables.

CUADRO 2

Condiciones de las probetas durante las cuatro semanas de ensayo

Block conditions during the 4 week testing

| Preservante | Concentración (%) | Condiciones de las probetas | | | |
|---------------|-------------------|-----------------------------|-----------|-----------|-----------|
| | | 1ª semana | 2ª semana | 3ª semana | 4ª semana |
| Basiment 540 | 2.0 | 0 | 0 | 0 | + |
| | 3.0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 3.5 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 4.0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 5.0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Busan 1009 | 0.5 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 1.0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 1.5 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 2.0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 3.0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Halocide | 1.0 | +++ | +++ | +++ | +++ |
| | 2.0 | ++ | +++ | +++ | +++ |
| | 3.0 | + | ++ | +++ | +++ |
| | 4.0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 5.0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Koppers NP-1 | 0.5 | ++ | +++ | +++ | +++ |
| | 1.0 | + | ++ | +++ | +++ |
| | 1.5 | + | + | +++ | +++ |
| | 2.0 | 0 | + | +++ | +++ |
| | 3.0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Nalco DPG-S10 | 1.0 | 0 | + | ++ | +++ |
| | 2.0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 3.0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 4.0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 5.0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Nalco DPG-F70 | 1.0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 2.0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 3.0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 4.0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 5.0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Wolsin FL 14 | 0.5 | 0 | 0 | + | ++ |
| | 1.0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 1.5 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 2.0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 3.0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Basilit PN | 2.0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Testigos | - | +++ | +++ | +++ | +++ |

Por otro lado, se puede comprobar la eficacia de los productos sobre la base de pentaclorofenato de sodio en el control de agentes manchadores. Esto queda demostrado al comprobar que al térmi-

no de las cuatro semanas de experimentación la superficie de las probetas tratadas con BASILIT PN al 2.0% de concentración se encuentra sin hongos.

PRODUCTO BASIMENT 540. El producto Basiment 540 aplicado en concentraciones de 3.0; 3.5; 4.0 y 5.0% (p/v, expresado en peso de producto comercial por volumen de agua utilizada en su dilución), demostró ser adecuadamente eficaz para impedir el desarrollo del agente causante de la mancha azul, ya que no se observa presencia de hongos en la superficie de las probetas.

En la literatura técnica relacionada con el producto se recomienda usar, para madera aserrada, concentraciones que fluctúen entre un 3.0 y un 5.0%. Sin embargo, teniendo en cuenta los resultados obtenidos en el presente estudio, es posible suponer que el producto aplicado en concentraciones inferiores al 3.0% de concentración es capaz de conservar la madera de *Pinus radiata* D. Don libre de daño producido por el hongo *C. pilifera* como agente causante de mancha azul.

Los resultados obtenidos con Basiment 540 en este trabajo, son similares a otros que se desprenden de ensayos realizados en terreno (trabajos no publicados); pero sería interesante probar concentraciones más bajas en condiciones de laboratorio, para lograr aproximarse a su dosis mínima efectiva. Cabe destacar que Cserjesi y Johnson (1982) probaron un compuesto, cuyo ingrediente activo es Bisticianato de metileno, también presente en el Basiment 540, resultando eficaz en concentraciones menores al 1.0%.

PRODUCTO BUSAN 1009. Todas las concentraciones utilizadas en el estudio con este producto permitieron que la madera se mantuviera sin hongos durante las cuatro semanas que duró el ensayo. Los tratamientos aplicados al 0.5; 1.0; 1.5; 2.0 y 3.0% mantuvieron la madera sin la presencia del hongo *C. pilifera*.

González (1987) determinó, en un ensayo de laboratorio, que con una concentración de 0.2% Busan 1009 impide el desarrollo de mancha producida por los agentes *C. pilifera*, *Phoma* sp., *Ophiostoma piceae* (Münch) Bakshi, *Pesotum* sp.

Otros autores, tales como Peredo (1980) y Cserjesi y Johnson (1982), en ensayos de laboratorio usando Busan 30 I, que está formulado con derivados de Tiocianatos, al igual que Busan 1009, obtuvieron superficies sin hongos con dosis aun menores al 0.5% de concentración.

PRODUCTO HALOCIDE. Las observaciones demuestran que este producto es suficientemente tó-

xico utilizado al 4.0% de concentración. Esta dosis se consideró adecuada durante las cuatro semanas de ensayo, a pesar de que en el control final se apreció presencia de hongos en una superficie inferior al 10% de la superficie de una de las cinco probetas de ensayo.

PRODUCTO KOPPERS NP-1. Como se puede apreciar en el cuadro 2, el único tratamiento efectivo, ya que la madera se presenta sin hongos después de 30 días de incubación, es el realizado al 3.0% de concentración. Al contrario de los casos anteriores, este producto logra eficacia a una concentración superior a la recomendada por sus fabricantes. La hoja técnica de distribución de Koppers NP-1 recomienda utilizar el producto en concentraciones entre el 1.0 y 2.0%, valores que en este ensayo no resultaron eficaces.

En la primera semana ya se aprecia un ataque severo de *C. pilifera*, el que alcanza un 20% de la superficie expuesta como promedio para el 0.5% de concentración; observándose presencia de hongos en una superficie superior al 50% de la probeta en sólo dos semanas de incubación. Para el 1.0; 1.5 y 2.0% de concentración el ataque carece de importancia en el primer control, pero a partir de la segunda semana ya es notoria la presencia de *C. pilifera* alcanzando presencia de hongos en una superficie mayor al 10% pero inferior al 50% de las probetas de ensayo.

PRODUCTOS NALCO DPG-S10 Y DPG-F70. Los resultados presentados en el cuadro 2 demuestran la eficacia del producto Nalco DPG-F70 en todas las concentraciones estudiadas. Esto significa que el producto aplicado al 1.0% es capaz de inhibir el desarrollo del hongo *C. pilifera*, causante de mancha azul en madera de pino insigne.

Respecto del producto Nalco DPG-S10, este no resultó suficientemente tóxico aplicado al 1.0% de concentración, por este motivo se recomienda utilizar el producto en concentraciones superiores si se desea impedir el ataque de hongos manchadores de la madera. Los productos Nalco DPG-F70 y DPG-S10 aplicados al 1.0 y 2.0%, respectivamente, resultan ser igualmente eficaces que pentaclorofenato de sodio, en el tratamiento antimancha de la madera.

PRODUCTO WOLSIN FL-14. Para las concentraciones 1.0; 1.5; 2.0 y 3.0% no se aprecia presencia

de hongos causantes de mancha azul en la madera. Sin embargo, en la tercera y cuarta semana de incubación se manchó el 40% de las probetas que se bañaron con este producto al 0.5% de concentración.

Según estos resultados, el comportamiento del producto es satisfactorio aplicado al 1.0% de concentración, estando, probablemente, su dosis mínima efectiva bajo este y sobre 0.5%.

Lamentablemente ANILQUIMICA, representante de BASF, que actúa como distribuidor de Wolsin EL-14 en Chile, discontinuó la comercialización del producto, debido a lo cual no es posible encontrarlo en el mercado nacional.

En todo caso, se está frente a un producto sin fenoles clorados en su formulación, que ha logrado buenos resultados como antimancha en madera de *P. radiata*, al controlar el daño producido por agentes causantes de mancha azul.

CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos es posible concluir lo siguiente:

- * Los productos ensayados, en general, mostraron eficacia para controlar el hongo *C. pilifera* en madera de *P. radiata*.

En este sentido, el estudio arroja resultados optimistas en cuanto a encontrar productos alternativos diferentes a aquellos fabricados sobre la base de pentaclorofenato de sodio.

- * Basiment 540, Busan 1009 y Wolsin FL-14 mostraron eficacia, evaluada mediante procedimientos de laboratorio, en dosis iguales o menores a las recomendadas por los fabricantes, estas fueron 3.0; 0.5 y 1.0% respectivamente.
- * Halocide, Koppers NP-1 y Nalco DPG-S10 y F70 lograron controlar el daño producido por agentes manchadores a una concentración correspondiente al 4.0; 3.0; 2.0 y 1.0% respectivamente.

BIBLIOGRAFIA

- 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 pp.
- ASOCIACION CHILENA DE SEGURIDAD. 1987. *Prevención de riesgos en el uso del Pentaclorofenato de Sodio. Recomendaciones*. Gerencia de Prevención, 12 pp.
- CASSENS, D., ESLYN, W. 1983. "Field trials of chemical to control sapstain and mold on Yellow-oplar and Southern yellow pine lumber", *Forest Prod. J.* 33 (10): 52-66.
- CLASING, A. 1987. "Toxicidad y manipulación del Pentaclorofenato de sodio, usado como antimancha en la industria maderera", En: *VI Reunión sobre Investigación y Desarrollo en Productos Forestales*. Universidad del Bío-Bío, Concepción. Actas, 16 pp.
- CSERJESI, A., JOHNSON, E. 1982. "Mold and sapstain control: Laboratory and field test of 44 fungicidal formulations", *Forest Prod. J.* 32 (10): 59-68.
- DRYSDALE, J.A., PRESTON, A.F. 1982. "Laboratory screening trials with chemicals for the protection of green timber against fungi", *New Zealand Journal of Forestry Science* 12 (3): 457-466.
- DOWNIE, N., HEATH, R. 1973. *Métodos estadísticos aplicados*. Haría, México 373 pp.
- ENGLAND. *Ministry of Technology*. 1969. *Sapstain in timber its cause, recognition and prevention*. 2^{da} ed. England, Longmans. Forest Products Research Laboratory, Leaflet N° 12, 9 pp.
- ESLYN, W., CASSENS, D. 1983. "Laboratory evaluation of selected fungicides for control of sapstain and mold on Souther pine lumber", *Forest Prod. J.* 33 (4): 65-68.
- GONZALEZ, J.C. 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 pp.
- JUACIDA, R., PEREDO, M. 1985. "Eficacia de algunos preservantes en la prevención de la mancha azul en *Pinus radiata* D. Don". En: *Simposio Pinus radiata Investigación en Chile*. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Forestales, 2. 203-219.
- PEREDO, M. 1978. *Determinación de la eficacia de algunos preservantes antimancha en el Aserradero Vista Alegre*. Apunte mimeografiado. Valdivia, Chile, 14 pp.
- PEREDO, M. 1980. *Determinación de la eficacia de algunos preservantes antimancha*. Publicación Técnica N° 5. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Forestales, 14 pp.
- SCHULTZ, G. 1951. "Ein mykologisches Verfahren Zur Bewertung vorbeugender Schutzmittel gegen das Verblauen von Kiefernholzes", *Angew. Bot.* 26: 42-54.
- SAVORY, J.G. 1966. "Protection of softwoods against blue stain". En: *Actas VI Conferencias Mundiales*. Volumen III, Madrid, España, 3 pp.
- SAVORY, J.G., NASH-WORTHAM, J., PHILLIPS, F.H., STEWART, C.M. 1970. "Control of Blue-Stain in Unbarked Pine logs by a Fungicide and an Insecticide", *Biodeterioration of Materials*. Science Publishers Ltd. England: pp. 161-174