

# DURABILIDAD NATURAL E INDUCIDA EN TABLEROS DE PARTICULAS DE PINO CARIBE CON UREA FORMALDEHÍDO

Pablo Moreno<sup>1</sup>, Jorge Durán<sup>2</sup> y Dario Garay<sup>1</sup>

Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales,

<sup>1</sup>Sección de Tableros Aglomerados, <sup>2</sup>Sección de Tableros Contraenchapados, Mérida-Venezuela. E-mail: pmoreno@forest.ula.ve/jorduran@forest.ula.ve/dargaray@forest.ula.ve

## RESUMEN

Se estudió la eficacia de un preservante hidrosoluble a base de cobre, cromo y arsénico (sales CCA), para prevenir el ataque de hongos xilófagos en tableros de partículas de Pino caribe. Se fabricaron tableros homogéneos con porcentajes variables de preservante utilizando el adhesivo urea formaldehído. Las propiedades físicas y mecánicas de los tableros de densidad 0,600 g/cm<sup>3</sup> demostraron que la aplicación del preservante influye significativamente en las características de los tableros. Las propiedades físicas y mecánicas de los tableros de densidad 0,800 g/cm<sup>3</sup> indicaron que la aplicación del preservante no influye significativamente en las características de los tableros.

Un hongo de pudrición marrón *Gloephyllum trabeum* y un hongo de pudrición blanca *Trametes versicolor* fueron usados para determinar la durabilidad natural y durabilidad inducida mediante el uso de preservantes hidrosolubles CCA en los tableros de Pino caribe, siguiendo la metodología según la Norma Norteamericana ASTM (D-1413) E10-91 (soil block). La durabilidad fue determinada mediante pérdida de peso. El hongo *Gloephyllum trabeum* generó el mayor porcentaje de pérdida de peso (18,515%) para los tableros testigos con densidad 0,600 g/cm<sup>3</sup> y 18,587% para los tableros testigos de densidad 0,800 g/cm<sup>3</sup>. Los tableros preservados al 0,44% de sales CCA para ambas densidades presentaron pérdidas de peso inferiores al 2% para ambos hongos. Los tableros tratados al 0,91% y 1,43% con sales CCA no fueron atacados por los hongos, mostrando resistencia al ataque.

**Palabras clave:** Tableros de partículas, urea formaldehído, sales CCA, durabilidad natural, durabilidad inducida, *Gloephyllum trabeum*, *Trametes versicolor*, pudrición marrón, pudrición blanca, soil block.

## ABSTRACT

The efficiency of a hidrosoluble preservative (CCA-C salts) for prevent the xylophages fungus attack in particleboard caribbean pine was studied. Homogeneous board were manufactured with variable preservative using the formaldehyde urea adhesive. The physical and mechanical properties of the boards of density 0,600 g/cm<sup>3</sup> demonstrated that the application of preservative influence significantly in the characteristics of the boards. The physical and mechanical properties of the boards of density 0,800 g/cm<sup>3</sup> demonstrated that the application of preservative doesn't influence significantly in the characteristics of the boards.

The natural and induce CCA durability of the particleboard was determined by using soil block test E10-91 (ASTM D-1413) utilizing a brown-rot fungus, *Gloephyllum trabeum*, and a white-rot fungus, *Trametes versicolor*. An incubation period of three months was used and the durability was determined by the percentage of weight loss in the period. *Gloephyllum trabeum* produced the greatest weight loss on the untreated 0,600 g/cm<sup>3</sup> and 0,800 g/cm<sup>3</sup> density particleboards with men values of 18,515% and 18,587%. The treated 0,600 g/cm<sup>3</sup> and 0,800 g/cm<sup>3</sup> density CCA particleboard with the 0,44% treating solution showed less than 2% weight loss for the two fungi under consideration. The treated particleboard treated with the 0,91% and 1,43 for both densities showed no deterioration at all by either of the two fungi used in the soil block test.

**Key words:** Particleboards, formaldehyde urea, CCA salts, nature durability, induce durability, *Gloephyllum trabeum*, *Trametes versicolor*, brown-rot, white-rot, soil block.

## INTRODUCCIÓN

La utilización de paneles en el rubro de la construcción ha aumentado considerablemente en los últimos tiempos. Cada vez con mayor intensidad se incorporan tableros contrachapados, enlistonados, de fibra y de partículas a la fabricación de viviendas y otras edificaciones.

Los paneles aglomerados, incluidos como forros interiores, pisos, cielos, etc., presentan ventajas frente a la utilización de madera sólida; sin embargo, deben garantizar una adecuada resistencia y durabilidad en servicio.

Los tableros de partículas utilizados en la construcción entran frecuentemente en contacto con la humedad. Es común que estas condiciones tenga una corta duración y cambien con cierta periodicidad,

lo que posibilita el desarrollo de mohos y hongos xilófagos.

La madera por ser un material de origen orgánico es susceptible a la degradación por procesos biológicos naturales. Los organismos acuden a ella, bien sea en busca de alimento o como un lugar seguro para desarrollar sus ciclos de vidas. Entre los numerosos agentes de biodegradación de la madera, los hongos xilófagos juegan un papel muy importante ya que tienen la capacidad de degradar enzimáticamente alguno o todos los componentes principales de la madera.

Durante bastante tiempo la resistencia al deterioro de los tableros de partículas no se consideró un problema serio porque el tablero fabricado tenía bajo contenido de humedad y se usaba exclusivamente en uso interior donde no se presentaban influencias duraderas de alta humedad relativa o humedecimientos prolongados y por lo tanto, las condiciones favorables para los ataques de hongos. La situación cambió con el uso creciente de los tableros de partículas para trabajos semi exteriores y exteriores como paredes, divisiones, pisos, gabinetes de cocina y similares.

La aplicación de nuevos tratamientos con preservantes hidrosolubles que mejoren las propiedades de resistencia al ataque de hongos e insectos, permitirá el uso más extenso de los tableros en condiciones ambientales donde estén expuestos a ambientes severos de humedad y contacto directo con el suelo.

La durabilidad de la madera puede ser determinada a través de métodos de laboratorio (soil block) y de campo (cementerio de estacas). Las pruebas de laboratorio a diferencia de las de campo, han sido desarrolladas para medir la resistencia de la madera en un tiempo relativamente corto (usualmente 3-4 meses), y están basadas sobre las pérdidas de peso resultantes de la degradación micótica. Es importante siempre en estas pruebas utilizar hongos de pudrición marrón y hongos de pudrición blanca (Findlay, 1995).

La pérdida de peso generalmente se expresa sobre un peso seco al horno. Desafortunadamente, el secado de la madera a altas temperaturas (100°C) puede degradar la pared celular de la madera, lo cual puede alterar la susceptibilidad al ataque microbiano (Zabel and Morrell, 1992).

La pérdida de peso ha sido ampliamente utilizada como medida para la determinación de la durabilidad relativa de varias especies maderables. Reis, 1972, utilizó la técnica del soil block para estudiar la resistencia a la pudrición de tableros fabricados con varias maderas provenientes de la cuenca amazónica

del Brasil.

La presente investigación complementa la segunda parte de un trabajo de investigación. La primera fase comprendió el efecto de las sales CCA sobre las propiedades físicas y mecánicas en tableros de partículas de Pino caribe, culminando esta investigación con la durabilidad inducida en los mismos tableros. Dicha durabilidad se estableció en estudiar el proceso de biodegradación de los tableros de partículas fabricados con madera de Pino caribe preservados y no preservados, para determinar su durabilidad natural e inducida, mediante el uso de dos hongos de pudrición, *Gloeophyllum trabeum* (pudrición marrón) y *Trametes versicolor* (pudrición blanca).

## MATERIALES Y MÉTODOS

En la presente investigación se ensayó con la resina urea formaldehído con un contenido aproximado de sólidos de 60%, tiempo de gelación 2 min.; peso específico 1,2675; porcentaje de formol libre 0,6; una viscosidad de 255 cps y un pH de 8,31 en una proporción del 8 por ciento con respecto al peso seco al horno de las partículas. Se utilizó el sulfato de amonio como catalizador al 30% de concentración de sólidos para acelerar el proceso, en una proporción del 7% en base a la resina líquida utilizada, como solvente se utilizó agua.

Las partículas se obtuvieron de 5 árboles de *Pinus caribaeae* (Mor.) Var. Hondurensis. Barr y Golf. (pino caribe) de 25 años provenientes de las plantaciones de la Estación Experimental El Irel, Estado Barinas, Venezuela. Los árboles se eligieron al azar y fueron cortados y roleados al pie del tocón en dimensiones de 2,5 m longitud.

A partir del material fresco se produjeron partículas mediante la viruteadora de disco marca Bezner, la cual produce virutas con 20 mm de longitud, ancho variable y 0,25 mm de espesor promedio.

El secado previo al preservado de las partículas se realizó en la secadora de partículas de la Sección de Contrachapados, con la finalidad de bajar el contenido de humedad inicial de las partículas hasta un rango de 20 a 25% para obtener una mejor fijación del preservante en el momento de la inmersión de las partículas en las sales CCA.

Las partículas de Pino caribe fueron preservadas utilizando el método de preservación por inmersión.

En el tratamiento fueron empleadas soluciones acuosas de sales CCA de concentraciones nominal de 0,5%, 1,0% y 1,5%, posteriormente se determinó las concentraciones experimentales por análisis de absorción atómica resultando concentraciones de 0,44%, 0,91% y 1,43%. Seguidamente se procedió a secar las partículas en forma controlada a una temperatura promedio de 75°C con la finalidad de evitar la volatilidad del preservante en las partículas hasta obtener un contenido de humedad menor o igual a 4%.

La relación de las partículas y espesor (coeficiente de esbeltez) fue 103,91, lo que permitió fabricar tableros cuyas propiedades físicas y mecánicas son aceptables, coincidiendo con Medina, 1975 y Peredo, 1988, quienes sugieren, que en la práctica es suficiente obtener un coeficiente de esbeltez comprendido entre 60 y 120 para fabricar y obtener tableros con buenas propiedades físicas y mecánicas.

Utilizando el adhesivo urea formaldehído se fabricaron 5 tableros por concentración para cada densidad y 5 tableros control o testigos para cada densidad de acuerdo a las siguientes especificaciones:

Tipo de tablero: homogéneo o de una sola capa  
Dimensiones: 550 mm x 550 mm x 19 mm  
Densidades: 0,600 g/cm<sup>3</sup> y 0,800 g/cm<sup>3</sup>  
Resinosidad: 8% de urea formaldehído  
Contenido de humedad: 12%  
Prensado: 5 minutos para 0,600 g/cm<sup>3</sup> y 15 minutos para 0,800 g/cm<sup>3</sup>

Para la durabilidad inducida se siguió la metodología para la determinación de pérdida de peso para Basidiomycetes, según la Norma Norteamericana ASTM (D1413) E-10-91, la cual utiliza suelo como soporte para la realización del ensayo.

Se elaboraron 128 piezas de madera de 4,1 x 2,9 x 0,3 mm, las cuales fueron utilizadas como bloques de alimentación. Estas piezas fueron fabricadas con madera de Pino caribe (albura), cortadas en sentido longitudinal, paralelo a la orientación del grano.

Se utilizaron 192 probetas de tableros de partículas para pérdida de peso, las cuales fueron distribuidas de la siguiente manera: 24 probetas sin tratamiento por densidad para la determinación de la durabilidad natural e inoculadas con las cepas de los dos hongos, para un total de 48 probetas; 24 probetas por densidad para cada concentración de preservante para la determinación de la durabilidad inducida, inoculadas igualmente con los dos hongos de prueba, para un total de 144 probetas para tres

niveles de concentración.

Se preparó el medio de cultivo a base de una combinación de 12,5 gramos de extracto de malta, 20 gramos de bacto agar en 1000 ml de agua destilada y sometida a agitación hasta lograr su total dilución. Posteriormente este medio de cultivo disuelto se colocó a destilar en un autoclave, sometido a una temperatura de 120°C y una presión de 1 atmósfera durante 20 minutos. Una vez esterilizado este medio de cultivo fue colocado en cada uno de los platos Petri previamente esterilizado.

Cada cepa de hongo fue replicada en 5 cápsulas de Petri en malta agar como medio de cultivo.

Cada frasco fue llenado con suelo con una capacidad de retención de humedad entre 20 y 40% y un pH comprendido entre 5 y 8, previamente tamizado hasta la mitad del mismo. En contacto con el suelo se colocaron bloques de alimentación de Pino caribe, fueron tapados y esterilizados por un tiempo de 25 minutos en un autoclave a una temperatura de 120 °C y 1 atmósfera de presión. Luego de la esterilización de los frascos de cultivo, se cortó un inóculo de aproximadamente 1 cm<sup>2</sup> de no más de 4 semanas de cultivado en las cápsulas de Petri, y se colocó en el borde de cada bloque de alimentación.

Los frascos inoculados con su respectiva identificación fueron tapados e incubados por tres semanas o hasta que los bloques de alimentación fueron colonizados por el micelio de los hongos.

Las probetas de los tableros fueron secadas a 50°C hasta obtener peso constante. Se colocaron 2 probetas sobre cada bloque de alimentación en cada frasco, los cuales fueron tapados y cubiertos con papel parafilm e incubados a 27°C y 75% de humedad relativa por un período de tres meses.

Los resultados obtenidos para la pérdida de peso fueron analizados estadísticamente mediante ANAVA, por medio de la aplicación de un modelo estadístico de diseño factorial 2 x 2 x 3 x 3. Para todo el análisis se dispuso del paquete estadístico Minitab bajo Windows "release" 10.

## RESULTADOS Y DISCUSIONES

### Crecimiento de los hongos sobre los bloques de alimentación

El hongo *Gloephyllum trabeum* cubrió el bloque de alimentación después de 16 días de inoculación,

comenzando a colonizar el suelo y creciendo sobre las paredes del envase. El micelio del hongo presentó una textura algodonosa de color crema. Las probetas se colocaron en los bloques de alimentación a los 22 días de inoculación, después de 5 días de colocadas las probetas de los tableros no tratados (testigos) se observó el micelio del hongo cubriéndolas uniformemente con una capa muy delgada.

Después del primer mes de colonización del hongo en las probetas testigos, el micelio se desarrolló de manera abundante sobre las probetas de pino caribe. Esta forma de crecimiento y apariencia del hongo se presentó en todas las probetas testigos durante los tres meses de incubación.

El hongo *Gloephyllum trabeum* presentó muy pocas colonizaciones en las probetas de los tableros tratados, principalmente en la base de las mismas, creciendo en abundancia en el bloque de alimentación, suelo y paredes del envase hasta el tercer mes de incubación.

El hongo *Trametes versicolor* colonizó los bloques de alimentación y suelo de manera más lenta que el *Gloephyllum trabeum*, presentando un color blanco en su micelio después de los 20 días de incubación. Las probetas de los tableros testigos se colocaron en los bloques de alimentación y el hongo comenzó a desarrollarse principalmente en la base de las mismas para luego cubrir en forma esparcida el resto del área de las probetas. Este patrón de crecimiento se observó hasta el final del último mes de incubación.

El desarrollo del hongo *Trametes versicolor* en las probetas de los tableros tratados fue muy diminuto, principalmente en la base de algunas probetas del primer mes, sin presentar alguna diferencia de desarrollo o textura en los meses siguientes.

### Colonización de las probetas de los tableros

El crecimiento abundante de *Gloephyllum trabeum* sobre las probetas de tableros de Pino caribe estuvo asociado a la afinidad que tienen los hongos de pudrición marrón sobre las maderas coníferas (Eaton y Hale, 1993, citado por Mora, 1998).

El hongo de pudrición blanca *Trametes versicolor* colonizó con poca abundancia las probetas de los tableros testigos, es conocido que este hongo ataca fácilmente en la mayoría de los casos los bloques de maderas latifoliadas. Esta preferencia se debe al tipo de lignina presente (Eaton y Hale, 1993). Varios estu-

dios han demostrado que la lignina tipo Guayaquil es más difícil de degradar que la lignina tipo Siringil por los hongos de pudrición blanca (Eriksson *et al.*, 1980). Esta observación puede explicar la poca presencia del hongo de pudrición blanca sobre coníferas que tienen solo lignina tipo guayacil (Highley, 1983).

Las sales CCA inhibieron casi totalmente el crecimiento de los dos hongos sobre las probetas de tableros de Pino caribe, aún en el porcentaje de solución mas bajo (0,44%), debido a las altas retenciones alcanzadas por las partículas de madera tratadas de Pino caribe.

### Pérdida de peso

Para las probetas de tableros de partículas no tratados, se observó que después del primer mes de incubación los hongos *Gloephyllum trabeum* y *Trametes versicolor* causaron un porcentaje de pérdida promedio del 8,140% y 4,595% para la densidad de 0,600 g/cm<sup>3</sup> y para la densidad 0,800 g/cm<sup>3</sup> la pérdida de peso estuvo en el rango de 5,911% y 3,977% respectivamente. Después del segundo mes de incubación la pérdida de peso para las probetas de tableros testigos de densidad 0,600 g/cm<sup>3</sup> fue del 16,750% y 12,186%. Para la densidad 0,800 g/cm<sup>3</sup> la pérdida de peso fue del 11,659% y 9,731%. Finalizado el tercer mes de incubación se observó un aumento en la pérdida de peso de las probetas de 0,600 g/cm<sup>3</sup> para el hongo *Gloephyllum trabeum* del 18,515% y un pequeño aumento para el hongo *Trametes versicolor* del 12,776%. Para la densidad de 0,800 g/cm<sup>3</sup> los valores fueron de 18,587% y 12,869% respectivamente (Figura 1-2). Es importante indicar que al aumentar la densidad en los tableros ocurre mayor resistencia al ataque de los hongos. Resultados similares fueron encontrados en trabajo realizado por Eldon y Bruce, 1969.

Las probetas de tableros preservados al 0,43% de sales CCA arrojaron valores bajos de pérdidas de peso inferiores al 2% durante los tres meses para ambos hongos y dos densidades. Los hongos *Gloephyllum Trabeum* y *Trametes versicolor* no causaron pérdidas de peso en las probetas tratadas con las concentraciones de 0,91% y 1,43 % en ambas densidades en los tres meses de incubación (Figura 1-2). Estos resultados son similares a los obtenidos por Peredo, 1988, el cual destaca que pérdidas de masa inferiores a 3% no son consideradas significativas.

El análisis de varianza aplicado a la pérdida de peso indica que existen diferencias altamente

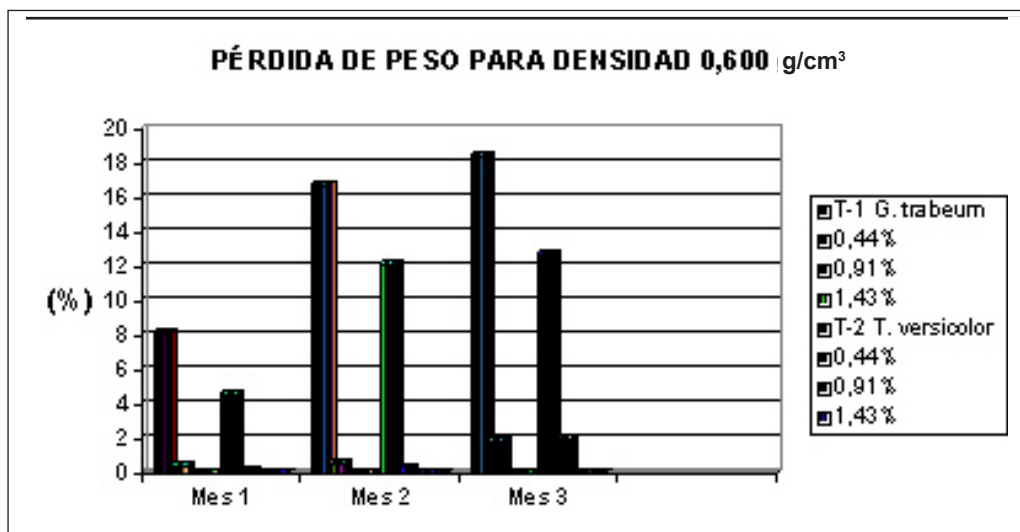


Figura 1. Porcentajes de pérdida de peso producidas por *Gloephyllum trabeum* y *Trametes versicolor* en las probetas de tableros de Pino caribe no tratada y tratadas de densidad nominal 0,600 g/cm<sup>3</sup> durante los tres meses de incubación.

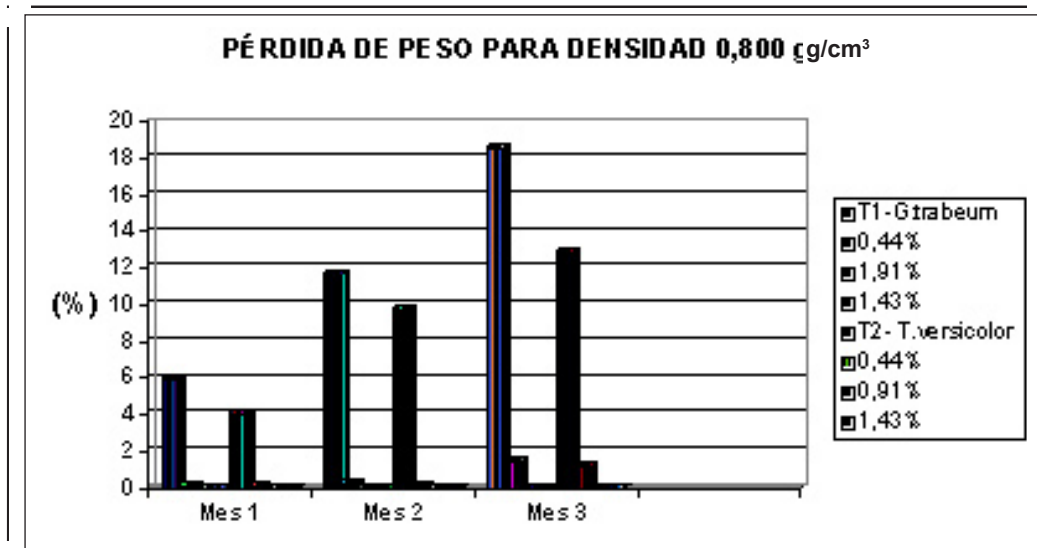


Figura 2. Porcentajes de pérdida de peso producidas por *Gloephyllum trabeum* y *Trametes versicolor* en las probetas de tableros de Pino caribe no tratada y tratadas de densidad nominal 0,800 g/cm<sup>3</sup> durante los tres meses de incubación.

significativa del 1% (p= 0,000) en las variables concentración, hongo y mes, mas no en la variable densidad.

El análisis de comparaciones de medias utilizando el método de Tukey, reflejó que las tres concentraciones del preservante utilizadas no fueron significativamente diferentes entre sí, y que la diferencia entre las medias de los tratamientos fue dada por el tratamiento 0% (sin tratamiento químico). Como consecuencia del igual efecto de las concentraciones,

se puede afirmar que 0,44% de concentración de sales CCA es suficiente para evitar la acción de estos hongos de pudrición expresado en la pérdida de peso de los tableros.

La interacción hongo-tratamiento resultó ser importante, presentando en el análisis de varianza diferencias altamente significativas a un nivel de significancia a= 0,01 con un valor de p= 0,000, señalando que la acción degradante de los hongos sobre las probetas de tableros de Pino caribe difirió notablemente con los diferentes niveles de concentración del

preservante.

La variable hongo no presentó diferencias estadísticamente significativa, utilizando el mismo procedimiento anterior. Siendo significativa para la variable mes, el cual el mes uno fue significativamente diferente respecto al mes 3.

De los dos hongos ensayados, *Gloeophyllum trabeum* causó el mayor porcentaje de pérdida de peso sobre las probetas de tableros de Pino caribe sin tratamiento después de tres meses de ataque (18,515%), reflejando una baja durabilidad natural de estos tableros frente a los hongos de pudrición marrón.

El hongo *Trametes versicolor* causó menor porcentaje de pérdida de peso en relación con *Gloeophyllum trabeum* en las probetas de tableros no tratados de Pino caribe. *Trametes versicolor* provocó 12,776 y 12,869% de pérdida de peso en ambas densidades respectivamente después del último mes de incubación, indicando una mayor resistencia natural relativa del Pino caribe a los hongos de pudrición blanca en comparación con el hongo de pudrición marrón.

Las sales CCA causaron una acción fungitóxicas sobre los dos hongos de prueba, impidiendo casi totalmente la colonización de las probetas de tableros de partículas de madera de Pino caribe, aún en la menor concentración utilizada (0,44%). Inmediatamente después del tratamiento, las sales CCA incrementan el pH dentro de la madera mediante reacción iónica, impidiendo el desarrollo de los microorganismos (Daniel y Nilsson, 1989).

Una de las principales características de las sales CCA es su capacidad para fijarse dentro de la madera, este aspecto ha sido estudiado ampliamente por diferentes investigadores (Preston y Mckaing, 1983). Tal fijación explica porqué los hongos no pueden utilizar los radicales libres de la madera, los cuales están íntimamente unidos mediante enlaces químicos a los componentes químicos que conforman las sales CCA (Anderson *et al.*, 1991).

## CONCLUSIONES

La durabilidad natural de los tableros que no recibieron tratamientos con las sales CCA fue pobre, ya que los micelios de los dos hongos colonizaron completamente las probetas, resultando en una pérdida de peso finalizado el último mes de incubación de 18,515% del hongo *Gloeophyllum trabeum* y 12,776% del hongo *Trametes versicolor* para las

probetas de tableros de densidad 0,600 g/cm<sup>3</sup>. Para las probetas de tableros de densidad 0,800 g/cm<sup>3</sup> la pérdida de peso resultante para el hongo *Gloeophyllum trabeum* fue de 18,587% y 12,869% para el hongo *Trametes versicolor*.

La durabilidad inducida en las probetas de los tableros preservados a los tres niveles de concentración de sales CCA de 0,91% y 1,43% para las dos densidades nominales fue alta, solo hubo una baja durabilidad en los tableros preservados a una concentración de 0,43% de sales CCA.

Los resultados de las pruebas de soil block muestran que las sales CCA garantizan la inhibición de los procesos de biodegradación como consecuencia del ataque de los hongos de pudrición marrón como de pudrición blanca inoculados en las partículas de madera de Pino caribe.

La concentración de solución intermedia del preservante (0,91%), es suficiente para proteger los tableros contra la acción degradante de los hongos de *Gloeophyllum trabeum* y *Trametes versicolor*.

El hongo de pudrición marrón (*Gloeophyllum trabeum*) ejerció mayor degradación que el hongo de pudrición blanca (*Trametes versicolor*) en las probetas testigo ensayadas por el método de soil block para ambas densidades de tableros.

En las probetas de tableros preservados a los tres niveles de concentración para el primer mes, el porcentaje de pérdida de Peso no sobrepasó el 3%, no presentando ataque en ambas densidades en los meses restantes al período de incubación. Las investigaciones consultadas en la materia indican que este porcentaje no representa una disminución significativa de las propiedades en los tableros de partículas a base de madera de Pino caribe.

## RECOMENDACIONES

Se recomienda no emplear estos tableros sin tratamiento químico en áreas internas donde van a ser utilizados en contacto con humedad. Para uso interior es suficiente utilizar concentraciones de CCA al 0,91%, debiendo optimizarse la dosis mínima necesaria (cantidad de producto activo), factor importante para no incurrir en excesos que resultarían antieconómicos.

Considerando la incompatibilidad del preservante con el adhesivo es necesario utilizar productos específicos para cada tipo de adhesivo.

Se deben realizar ensayos de campo, para determinar el comportamiento de estos tableros puestos en servicio. En la naturaleza actúan muchos más

hongos con variadas y no estudiadas capacidades biodegradantes de la madera.

Se recomienda investigar en el uso de productos químicos que sean aptos para proteger a los tableros contra el ataque de termitas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. 1973. *Annual Book of ASTM Standard*. Wool; Adhesives. Part 16. D1413-61, Philadelphia. 978 p.
- ANDERSON, D., CORNFIELD, J. y WILLIAMS, G. 1991. Waterbased fixed preservatives. In: *The chemistry of wood preservation*. Thompson CBE, Teddington. 315 p.
- DANIEL, G. y NILSSON, T. 1989. Interactions between soft rot fungi and CCA preservative in *Betula verrucosa*. *Journal of the Institute of Wood Science*. 11: 162-171.
- EATON, R. and HALE, M. 1993. *Wood: decay, pest and protection*. Chapman & Hall, London. 546 p.
- ELDON, A., and BRUCE, A. 1969. Decay and termite resistance of two species particle boards. *Holzforschung*. 23 (5): 166-170.
- ERIKSSON, K., GRÜNEWALD, A., NILSON, T. and VALLYEN, L. 1980. A scanning electron microscopy study of the growth and attack on wood by tree white-rot fungi and their celluloseless mutants. *Holzforschung*. 34: 207-213.
- FINDLAY, D. 1985. *Preservation of timber in the tropic*. Martinus Nijhoff/Dr. W. Junk publisher, the Netherlands. 273 p.
- HIGHLEY, T. 1983. Influence of type and amount of lignin on decay by *Coriolus versicolor*. *Canadian Journal Forest Research*. 12: 435-438.
- MEDINA, A., 1975. Seminario sobre proceso de fabricación de tableros de partículas de madera. Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales. Mérida, Venezuela.
- MORA, N. 1998. Efectos del ataque de hongos de pudrición marrón y blanca sobre la durabilidad natural e inducida de tres maderas venezolanas. Tesis de Postgrado. Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales. Centro de Estudio Forestales de Postgrado. Mérida, Venezuela.
- PEREDO, M. 1988. Fabricación de tableros de partículas para uso en exteriores. *Bosque*. 9(1):35-42.
- PRESTON, A., and MCKAING, P. 1983. Effect of accelerated fixation on decay of CCA-treated wood. *Forest*

*Products Journal*. 33: 41-44.

REIS, M. 1972. Decay resistance of six wood species from the Amazonian Basin of Brazil. *Phytopathology* 32:788.

ZABEL, R. and MORRELL, J. 1992. *Wood microbiology. Decay and its prevention*. Academic Press, Inc., San Diego. 476 p.