

Fabricación de tableros de partículas para uso en exteriores*

Particle board manufacturing for outdoor use

C.D.O.: 862.2; 839.8

MIGUEL PEREDO L.

Instituto de Tecnología de Productos Forestales, Universidad Austral de Chile,
Casilla 853, Valdivia, Chile

SUMMARY

The efficiency of antistain, rust oil and hydrosoluble preservatives in avoiding rust and fungus attack in particle board panels was studied.

Two different raw materials, variable proportions of preservatives and three different types of glue were used to manufacture 3-play-panels.

The physical and mechanical properties of the panels were not affected by the use of preservatives.

The panels did not lose weight nor were their strength properties significantly affected after the period of control. Thus it was concluded that preservative application proved to be efficient.

These results encourage weather-resistant particleboard manufacturing for outdoor use when proper glue and preservatives are utilized.

RESUMEN

Se estudió la eficacia de preservantes óleo e hidrosolubles para prevenir el ataque de mohos y hongos cromógenos y xilófagos en tableros de partículas.

Se fabricaron tableros de tres capas incluyendo dos tipos de materia prima con porcentajes variables de preservante utilizando tres tipos diferentes de adhesivos.

Las propiedades físicas y mecánicas de los tableros demostraron que la aplicación de preservantes no influye significativamente en las características de los tableros.

La eficacia de los preservantes, aplicados en diferentes concentraciones, quedó demostrada al observar que, salvo algunas excepciones, no se presentaron pérdidas de peso o de resistencia significativas, luego del período de observación.

Los resultados obtenidos permiten apreciar que es posible fabricar tableros de partículas resistentes a condiciones extremas de humedad si se utilizan los adhesivos y preservantes adecuados.

INTRODUCCION

La utilización de paneles en el rubro construcción ha aumentado considerablemente en el último tiempo. 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 bajo las condiciones antes señaladas, deben ser sometidos a un tratamiento preservante que aumente su vida en servicio, de acuerdo a lo establecido en DIN 68800, Parte 2.

El control de calidad de los paneles fabricados en estas condiciones debe ser realizado de acuerdo a una metodología de laboratorio que garantice tanto la efectividad del preservante como las propiedades físicas y mecánicas de los tableros producidos.

Teniendo en cuenta la importancia que reviste la incorporación de este nuevo pro-

* Los tableros fueron fabricados y ensayados en la Oficina Federal para pruebas de materiales, BAM, Berlín, Alemania Federal.

ducto en la construcción se determinó el efecto de la inclusión de preservantes en las propiedades físicas y mecánicas de los tableros y la capacidad tóxica de dichos productos aplicados en diferentes concentraciones.

METODOLOGIA

Adhesivos y madera: Se ensayaron tres adhesivos en la fabricación de tableros de partículas: Fenolformaldehído (FF), Mezcla condensada de Melamina, Urea y Fenolformaldehído (MUFF) e Isocyanato (Ic).

Las astillas se obtuvieron de 40 árboles de *Pinus silvestris* provenientes de un raleo. Los árboles tenían una edad de 32 años, una altura media de 12 metros y un DAP de alrededor de 8 cm. La copa representaba alrededor de un tercio de la altura total (4 a 5 m).

A partir del material fresco se produjeron las astillas mediante un molino de martillos del tipo Pallmann HPR. El viruteado se realizó con un astillador de cuchillos circulares del tipo Pallmann PZ-14. La humedad inicial del material fue de alrededor de 110%. Finalmente, se procedió a secar las astillas en un secador por convección a 180°C durante 5 minutos, obteniéndose una humedad final de alrededor de 12%.

Mediante el tamizado de las astillas se logró que el 77% del material astillado correspondiera a las fracciones 1,0; 2,0 y 3,1 mm² como astillas de buena calidad. El porcentaje de astillas gruesas ($\geq 3,1$ mm²) y astillas finas ($\leq 1,0$ mm²) correspondió a un 10 y 12,5% respectivamente.

Para la fabricación de astillas se utilizaron dos tipos de materia prima: fustes completos, incluyendo madera, corteza y acículas (Biomasa forestal) y rollizos desramados y descortezados (Madera), con el objeto de estudiar el efecto de la corteza y acículas en las propiedades del tablero.

La relación de las partículas y espesor (Coeficiente de esbeltez) fue de 75, lo que permitió fabricar tableros cuyas propiedades físicas y mecánicas son aceptables (Peredo, 1987).

Tableros de partículas: Utilizando los tres adhesivos mencionados se fabricaron tableros de partículas de 3 capas de acuerdo a las siguientes especificaciones:

Densidad : 700 kg/m³
Preprensado : Temperatura ambiente y presión de 0,15 N/mm² durante 3 minutos.

Condiciones de prensado : Temperatura de los platos: 180°C.
Presión máxima : 1,5 N/mm².
Presión media : 0,7 N/mm².
Tiempo total de prensado : 8 minutos
Espesor : 19 mm

Las condiciones de prensado se adoptaron en base a información proporcionada en literatura técnica y a los resultados de los preensayos. Los valores utilizados representan las mejores condiciones para los tres tipos de adhesivos.

El factor de encolado para tableros fabricados con FF fue de 12% en la capa externa (CE.) y 8% en la capa media (C.M.). Para los tableros fabricados con MUFF, el factor de encolado fue de CE.: 16%, C.M.: 14% . Los tableros fabricados con Ic fueron encolados con 8% de adhesivo en la CE. y 6% en la CM.

El factor de encolado se dedicó para cada adhesivo, considerando aspectos técnicos y económicos proporcionados por los respectivos fabricantes.

Por cada tipo de adhesivo se fabricaron 21 tableros, tanto de biomasa, como de astillas de madera. En total se ensayaron 126 tableros.

Ciclo de prensado: Para fabricar todos los tipos de tableros se mantuvieron constantes el tiempo de prensado, la presión máxima y mínima y la temperatura. En la Figura 1 se presenta en forma gráfica de ciclo de prensado utilizado en el estudio.

Preservantes utilizados: Con el objeto de hacer los tableros resistentes al ataque de mohos y hongos cromógenos y xilófagos, se les adicionan productos químicos preservantes en determinadas proporciones.

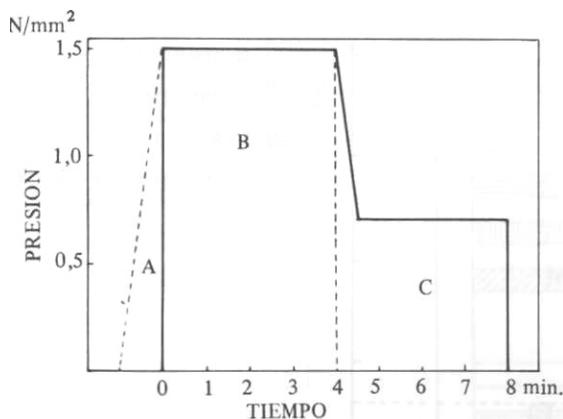


Fig. 1: Ciclo de prensado. A = período variable entre 10 y 20 segundos, hasta alcanzar la presión máxima. B = período con presión máxima (4 min). C = período con presión media (3,5 min).

Pressing cycle. A = variable period (10-20 sec.), until maximum pressure is obtained, B = maximum pressure period (4 min.), C = immediate pressure period (3,5 min.).

En este estudio se utilizaron los productos Xyligen 30 F y Basilit SP 80 teniendo en cuenta su eficacia a nivel industrial.

Eficacia de los preservantes: La comprobación de la toxicidad de los preservantes con el objeto de obtener una adecuada información de calidad, que permita el uso de los paneles a la intemperie o en ambientes mal ventilados, se debe realizar mediante análisis de laboratorio (Peredo, 1983). Controles en base a pruebas de terreno resultan inconvenientes debido a su larga duración y el riesgo evidente de pérdidas o extravíos (Deppe, Ernst, 1982).

Eficacia contra hongos xilófagos: Para determinar la eficacia de los preservantes contra hongos xilófagos se utilizó el procedimiento desarrollado en la Oficina Federal para prueba de materiales, BAM-BERLIN (Kerner-Gang, 1984). Esta metodología, que resume en forma corregida a DIN 52176 (Din, 1982) y ASTM D 1413-76 (Astm, 1979), consiste en desarrollar micelio de hongos de prueba sobre listones de madera de abeto, los que se ubican sobre una capa de vermiculita tratada con solución nutritiva de agar-malta.

Las probetas de ensayo se colocan sobre los listones una vez que se ha desarrollado en ellos abundante cantidad de micelio. El ensayo se mantiene durante 16 semanas

a una temperatura que fluctúa entre 22 y 24°C. Al cabo de este período, se evalúan la pérdida de masa y la resistencia a la tracción.

Como hongos de prueba se utilizaron las siguientes cepas: *Gloeophyllum trabeum*, *Pona monticola* y *Stereum* sp.

Toxicidad contra mohos y hongos cromógenos: Los tableros de partículas utilizados en la construcción entran frecuentemente en contacto con la humedad. Es común que en estas condiciones tengan una corta duración y cambien con cierta periodicidad, lo que posibilita el desarrollo de mohos y hongos cromógenos (Gersonde; Becker, 1958).

La metodología propuesta por Deppe, Kerner-Gang, en el año 1971, utilizada en el presente estudio, consiste en colocar probetas de ensayo, previamente asperjadas con una suspensión de esporas (nueve hongos), en envases de vidrio, los que en su interior continen aproximadamente 100 ml de agua destilada.

Los envases anteriormente mencionados se mantienen durante 12 semanas en un clima caracterizado por 30°C y 70% de humedad relativa. El crecimiento de los hongos se mide cada una, dos, cuatro, ocho y doce semanas.

RESULTADOS Y DISCUSION

Ensayo con hongos xilófagos: En la evaluación de la eficacia de los preservantes en tableros de partículas para uso en construcciones, es importante considerar, además de la pérdida de masa, la disminución de la resistencia de los paneles debido al ataque de microorganismos. Al respecto, es conveniente diferenciar si la disminución de resistencia se debe a la destrucción del adhesivo o a una insuficiente eficacia del producto preservante (Deppe, Ernst, 1982).

En las Figuras 2 y 3 se aprecia la pérdida de masa (%) experimentada por las probetas de madera y biomasa tratadas de acuerdo a DIN EN 52178, Parte 1.

De acuerdo a lo presentado en las figuras 2 y 3 se aprecia que al usar Xyligen 30 F, tanto en tableros de biomasa como en

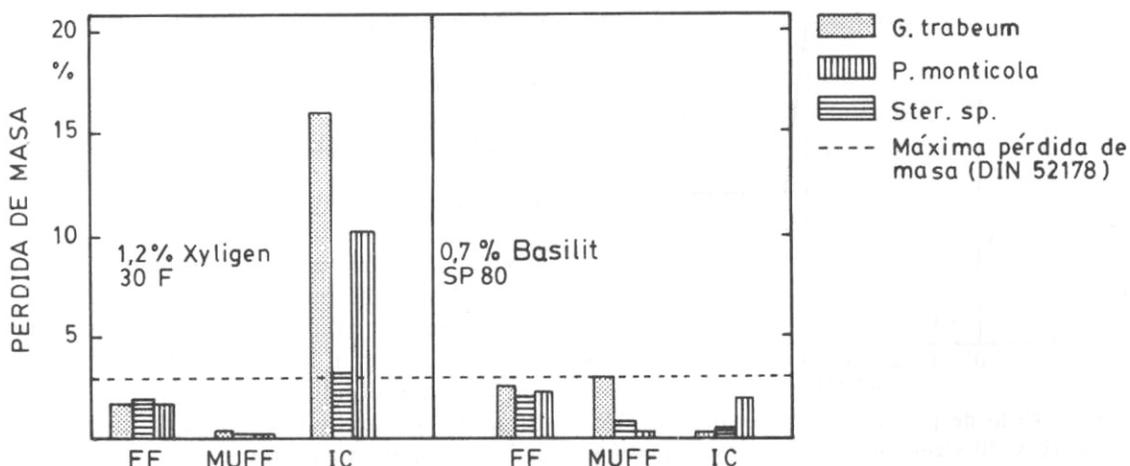


Fig. 2: Pérdida de masa en tableros de madera después de 16 semanas de tratamiento según el método Kerner-Gang.

Weight Loss of treated wood-particleboards after 16 weeks according to Kerner-Gang Test.

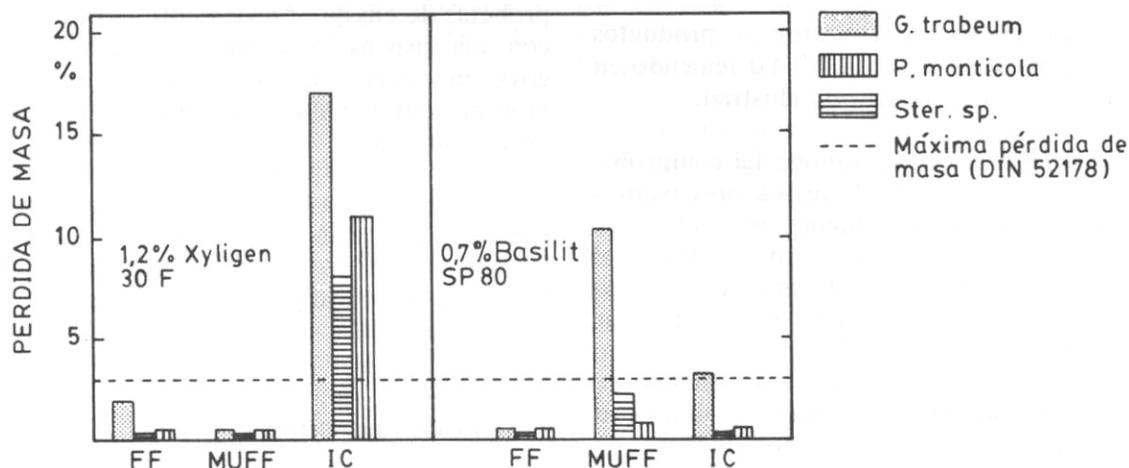


Fig. 3: Pérdida de masa en tableros de biomasa después de 16 semanas de tratamiento según el método Kerner-Gang.

Weight Loss of treated biomass-particleboard after 16 weeks according to Kerner-Gang Test.

los de madera, existe una pérdida de masa del orden del 17% para los tableros encolados con Ic al usar *Gloeophyllum trabeum* como hongo de prueba.

En una posición inferior, pero siempre sobre el máximo permitido (3,0%), se ubican con alrededor de 11% de pérdida los tableros encolados con MUFF y preservados con 0,7% de Basilit SP 80 al utilizar el mismo hongo de prueba.

La menor pérdida de masa para los tres hongos de prueba se aprecia, tanto para tableros de biomasa como de madera, al

usar MUFF como adhesivo y 1,2% de Xyligen 30 F como preservante. En todos los casos, las pérdidas de masa son del orden del 0,1 y 0,6% respectivamente.

Es importante destacar que pérdidas de masa inferiores a 3% no son consideradas significativas.

Al analizar los resultados obtenidos para tracción en húmedo después de 16 semanas de tratamiento, que se presentan en la Figura 4, se observa una evidente disminución de la resistencia con los tres hongos de prueba para tableros de madera encolados

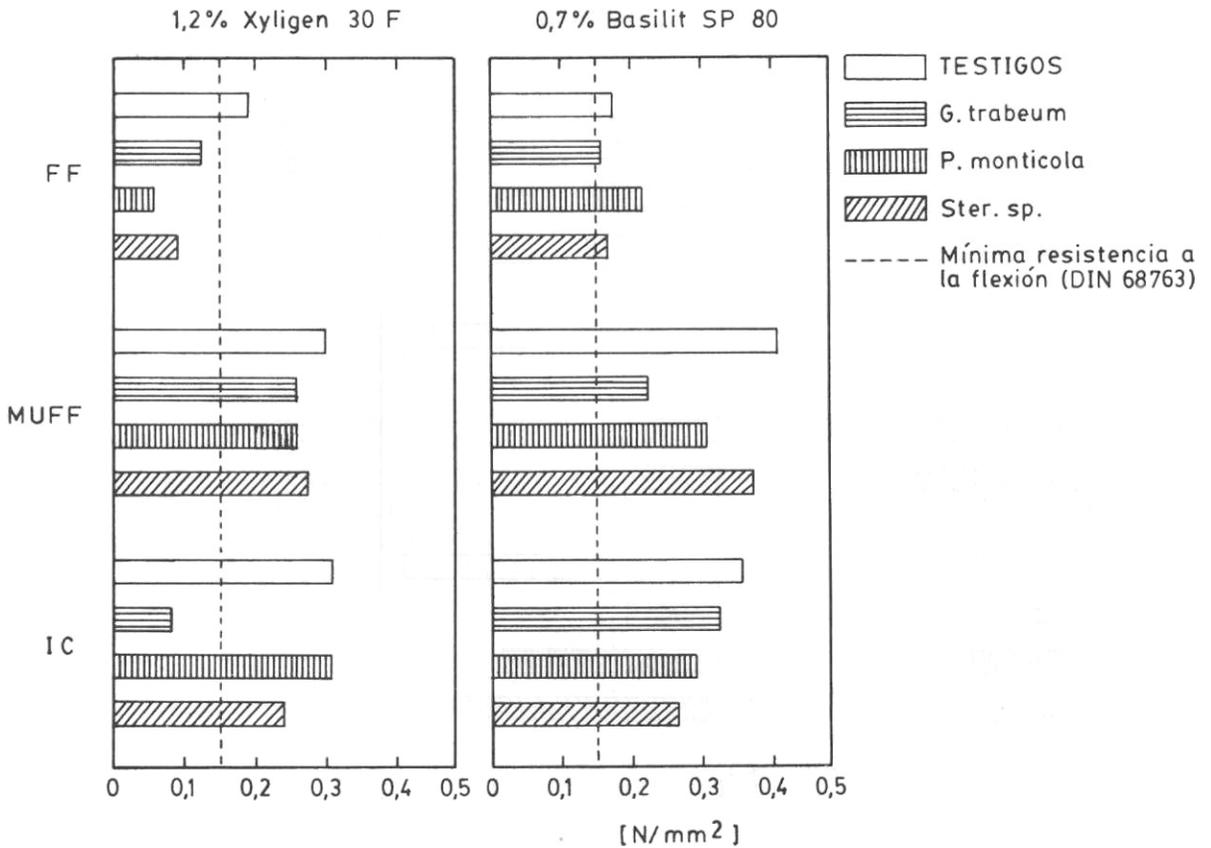


Fig. 4: Resistencia a la tracción de tableros de madera después de 16 semanas de tratamiento, según el método Kerner-Gang.

Traction resistance of wood panels after 16 weeks according to Kerner-Gang Test.

dos con FF utilizando 1,2% de Xyligen 30 F como preservante.

En la misma figura se aprecia que no existe disminución de la resistencia a la tracción en húmedo, en tableros de madera encolados con MUFF tratados con 1,2% de Xyligen 30 F como preservante. Al usar Ic como adhesivo se observa una considerable disminución de la resistencia cuando se incorpora *G. trabeum* como hongo de prueba.

Con el tratamiento de 0,7% de Basilit SP 80 en tableros de madera no se aprecia una disminución significativa de la resistencia a la tracción en húmedo en los tres tipos de tableros fabricados. Como excepción se observa con *G. trabeum* y *Stereum sp.* como hongos de prueba en tableros encolados con MUFF e Ic, una disminución importante de la resistencia. Sin embargo, los valores

permanecen sobre el mínimo propuesto en DIN 68763 ($\geq 0,15 \text{ N/mm}^2$).

En tableros de biomasa con 1,2% de Xyligen 30 F (Figura 5) encolados con Ic se aprecia una considerable disminución de la resistencia con *G. trabeum* como hongo de prueba.

Al encolar con MUFF se observa una importante disminución de la resistencia, sin embargo los valores obtenidos superan el mínimo establecido en DIN 68763.

Al incluir 0,7% de Basilit SP 80 en tableros encolados con MUFF ocurre una disminución de la resistencia a la tracción con los tres hongos de prueba. En el encolado con Ic se aprecia disminución sólo con *G. trabeum* como hongo de prueba.

Con *P. monticola* y *Stereum sp.* se evidencia una significativa disminución de la resistencia, sin embargo los valores superan el mínimo establecido por la norma.

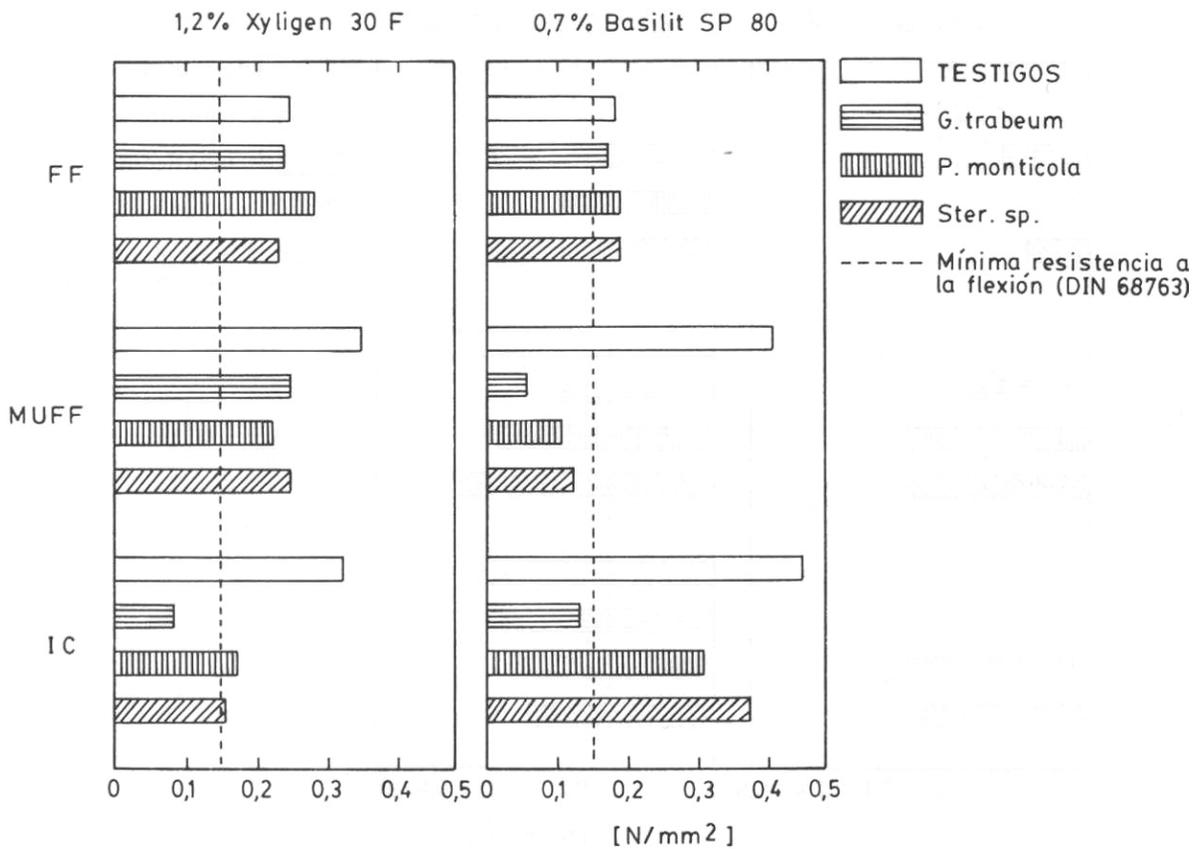


Fig. 5: Resistencia a la tracción de tableros de biomasa después de 16 semanas de tratamiento, según el método Kerner-Gang.

Traction resistance of biomass-panels, after 16 weeks according to Kerner-Gang Test.

En el encolado con FF, utilizando 1,2% de Xyligen 30 F y 0,7% de Basilit SP 80 como preservante, no se observan disminuciones significativas con los tres hongos de prueba.

En base a los resultados obtenidos es posible destacar los siguientes aspectos:

— Para tableros de madera la adición de 0,7% de Basilit SP 80 se aprecia como suficiente, considerando que no se observa disminución ni en el peso ni en la resistencia de los tableros.

Al usar 1,2% de Xyligen 30 F se observa, por el contrario, que solamente al encolar con MUFF e Ic los resultados son aceptables. Sin embargo, al usar *G. trabeum* sobre tableros encolados con Ic se aprecia una excepción.

La adición de preservantes en tableros encolados con FF se considera como insuficiente, teniendo en cuenta que con

los tres hongos de prueba se verifican significativas disminuciones de resistencia a la tracción en húmedo.

En tableros fabricados con biomasa, la aplicación de 1,2% Xyligen 30 F se considera suficiente para tableros encolados con MUFF y FF, a pesar de que en el último tipo se presenta una significativa disminución de resistencia. Los valores permanecen, no obstante, sobre el mínimo exigido por la norma DIN 68763.

Los tableros encolados con Ic evidencian una importante reducción de la resistencia a la tracción, cuando son tratados con 1,2% de Xyligen 30 F como preservante.

El tratamiento con 0,7% de Basilit SP 80 es suficiente para tableros encolados con FF e Ic, a pesar de que los tableros fabricados con Ic presentan una significativa disminución de resistencia. Los paneles

encolados con MUFF y preservados con 0,7% de Basilit SP 80 no presentan resistencia aceptable. En este caso se recomienda aumentar la proporción de preservante en un 50%.

Resistencia al ataque de mohos y hongos cromógenos: El deterioro ocasionado en tableros de partículas por mohos y hongos cromógenos ha cobrado importancia en el último tiempo. Por este motivo, se desarrolló en el Oficina Federal para pruebas de materiales (BAM-Berlín) un método que permite evaluar el efecto de estos microorganismos sobre la densidad y la resistencia a la tracción de los tableros de partículas (Deppe; Kerner-Gang, 1971).

El desarrollo de hongos se midió después de 2, 4 y 8 semanas de exposición Final-

mente las probetas se sometieron a prueba de resistencia a tracción en húmedo.

En el Cuadro 1 se aprecia la intensidad del ataque en los tableros analizados.

Disminuciones de resistencia inferiores a 20% no deben ser consideradas como efecto del ataque de hongos, teniendo en cuenta que probetas testigo, en condiciones estériles, presentan deficiencias atribuibles a un descenso de la densidad como producto del hinchamiento.

Los resultados presentados en el Cuadro 1 reflejan que, con excepción de Xyligen 30 F aplicado al 2,4% en tableros encolados con MUFF e Ic, no se observan en los tableros daños atribuibles a desarrollo de hongos. La disminución producida por Xyligen 30 F debe ser considerada como una in-

CUADRO 1

Condiciones de las probetas después de 2, 4 y 8 semanas de tratamiento, según método de Deppe, Kerner-Gang

Characteristics of test blocks after 2, 4 and 8 weeks according to Deppe, Kerner-Gang Test.

Tablero tipo	Dosis tablero* %	Desarrollo de hongos****			Pérdida de resistencia después de 8 semanas (%)
		2 semanas	4 semanas	8 semanas	
Biomasa-FF	0	+	+	+	0
Biomasa-MUFF	0	+	++	+++	47**
Biomasa-Ic	0	(+) ... +	+ / ++	++	0
Madera-FF	0	+ / ++	++	++	0
Madera-MUFF	0	0 ... (+)	+ / ++	++	27**
Madera-Ic	0	++	++ / +++	+++	0
Biomasa-FF	1,2% Xyligen 30 F	0	+ / ++	++	8
	2,4% Xyligen 30 F	0	0	0	0
	0,7% Basilit SP 80	0	+	+	0
	1,4% Basilit SP 80	0	0 ... (+)	(+)	0
Biomasa-MUFF	1,2% Xyligen 30 F	0	+	+	6
	2,4% Xyligen 30 F	0	0	0	24***
	0,7% Basilit SP 80	0 ... (+)	+	+ / ++	17
	1,4% Basilit SP 80	0 ... (+)	(+) ... +	+	6
Biomasa-Ic	1,2% Xyligen 30 F	0	0	(+)	0
	2,4% Xyligen 30 F	0	0	0	23***
	0,7% Basilit SP 80	0	0	0	17
	1,4% Basilit SP 80	0	0	0	12

* Dosis en base a partículas secas.

** Daño en la mezcla adhesiva, debido a las condiciones climáticas.

*** Incompatibilidad entre adhesivo y preservante aplicado en alta concentración.

**** Evaluación del crecimiento:

0 sin hongos;

(+) hifas aisladas, especialmente en los cantos;

+ formación de pequeñas colonias de hongos;

++ menos del 50% de la superficie afectada por hongos;

+++ 50-100% de la superficie está cubierta por hongos.

compatibilidad entre adhesivo y preservante que fue utilizado en alta proporción.

Al analizar el desarrollo de mohos y hongos cromógenos se aprecia que los dos preservantes utilizados, aplicados en las dos dosis recomendadas, proporcionan una adecuada protección a los tableros.

CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos es posible concluir lo siguiente:

- La aplicación de 1,2% de Xyligen 30 F en tableros encolados con FF y MUFF se considera como la dosis mínima efectiva. Para tableros encolados con Ic esta dosis fue insuficiente, por lo cual se recomienda aumentarla en un 50%.
- La inclusión de 0,7% de Basilit SP 80 fue suficiente en tableros encolados con FF. En paneles encolados con Ic esta dosis fue igualmente adecuada, ya que los resultados superan el valor mínimo propuesto en DIN 68763 a pesar de que se observa una significativa disminución de resistencia.
- En tableros encolados con MUFF, la dosis de 0,7% de Basilit SP 80 no fue suficiente. Para este tipo de encolado se debe aumentar la dosificación del preservante en un 50%.
- Las dosis empleadas para ambos preservantes son suficientes para proteger los

tableros del ataque de mohos y hongos cromógenos.

- Considerando la incompatibilidad de los preservantes con algunos adhesivos es necesario utilizar productos específicos para cada tipo de adhesivo.

BIBLIOGRAFIA

- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. 1979. "Standard Method of Testing Wood Preservatives by Laboratory Soilblock Cultures. ANSI/ASTM D 1413-76". *Annual Book of ASTM Standards Part 22 Wood, Adhesives*, pp.: 450-458.
- DEPPE, H.J. y KERNER-GANG, W. 1971. "Zum Problem des Schutzes von Holzspanplatten gegen Schimmelpilzbefall". *Mitt. der Deutschen Gesellschaft für Holzforschung* 57: 118-122.
- DEPPE, H.J. y ERNST, K. 1982. Taschenbuch der Spanplattentechnik, 2. Auflage DRW-Verlag, Stuttgart, 480 pp.
- DEUTSCHE INSTITUT FÜR NORMUNG e. V. 1982. *Normen für Holzfaserverplatten, Spanplatten, Sperrholz*. Taschenbuch 60, 3. Auflage, Beuth-Verlag GMBH-Berlin-Köln 228 pp.
- GERSONDE, M. y BECKER, G. 1958. "Prüfung von Holzschutzmitteln für den Hochbau auf ihre Wirksamkeit gegen Pilze an praxisgemässen Holzproben ("Schwammkeller Versuch")". *Holz als Roh- und Werkstoff* 16: 346-357.
- KERNER-GANG, W. 1984. "Prüfung des Schutzes von Holzspanplatten gegen Holzerstörende Basidiomyceten im Laborverfahren". *Holz-Zentralblatt* 33: Stuttgart, 509-511.
- PEREDO, M. 1983. *Zum Einsatz forstlicher Biomasse in der Bauspanplattenherstellung*. Dissertation zum Erlangung des Doktorgrades. Forstliche Fakultät, Georg August. Universität Göttingen, 202 pp.
- PEREDO, M. 1987. *Tecnología de tableros de partículas*. Publicación Docente 25, Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Forestales, Valdivia, 53 pp.