

# Utilización de Pino Oregón en la fabricación de tableros de partículas resistentes a la intemperie

Oregon pine as particleboards-raw material for exterior use

C.D.O.: 862.2

MIGUEL PEREDO L. y JERRY WOLFF L.

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

## SUMMARY

The feasibility of using Pino oregon (*Pseudotsuga menziesii*) as a raw material in the elaboration of particle boards for exterior use was evaluated. The objectives of the study were to determine the toxicity of two preservatives used to combat three different fungii. Three-layered-boards, 11 mm wide with a 700 kg/m<sup>3</sup> density were elaborated. A phenol-formaldehyde adhesive, and a catalyst in a 10% ratio to the weight of the solid resin were used. Twelve and 8% b.o.d.w. were used as gluing factors for the external and middle layers respectively. The conditions for pressing were: 180° C temperature, 5.5 minutes total time and maximum and minimum pressures of 2.5 and 1.25 N/mm<sup>2</sup> respectively. The values of resistance of the boards when subject to mechanical test of tensile and bending strength amply surpass those set by the DIN norm 68 763. Swelling presented relatively high values. All the boards analyzed surpass, on average, 38% of the maximum value determined by the norm for a 24-hour immersion in water. The toxicity of the preservatives used, applied in different concentrations, confirmed their efficiency since mass loss and tensile strength corresponded to the values established by the corresponding norms. The analysis of the results indicate that it is technically possible to include *Pseudotsuga menziesii* as raw material in the elaboration of particle boards for exterior use.

## RESUMEN

Se estudió la factibilidad de utilizar la especie Pino Oregón (*Pseudotsuga menziesii*) como materia prima para la fabricación de tableros de partículas para uso en exteriores. Los objetivos fueron determinar la toxicidad de dos preservantes contra tres distintos hongos de prueba. Se elaboraron tableros de tres capas, con un espesor de 11 mm y 700 kg/m<sup>3</sup> de densidad. Se utilizó un adhesivo fenólico con catalizador en razón de 10% del peso de resina sólida. Como factor de encolado se empleó un 12% b.m.s. para capa externa y 8% b.m.s. para capa media. Las condiciones de prensado fueron: temperatura de 180° C, tiempo total de prensado 5.5 minutos, presión máxima de 2.5 N/mm<sup>2</sup>, presión mínima 1.25 N/mm<sup>2</sup>. Los tableros mostraron características de resistencia cuyos valores superan ampliamente los exigidos por la norma DIN 68 763, al ser sometidos a los ensayos mecánicos flexión y tracción. El hinchamiento presentó valores relativamente altos, debido a que todos los tableros analizados, en promedio, sobrepasan en un 38% el valor máximo permitido por la norma para 24 horas de inmersión en agua. La eficacia presentada por los preservantes, aplicados en diferentes concentraciones, queda confirmada al observarse que tanto las pérdidas de masa como la resistencia a la tracción estuvieron de acuerdo con las especificaciones de las normas correspondientes. De acuerdo al análisis de los resultados se determinó que es técnicamente factible incluir *Pseudotsuga menziesii* como materia prima para la fabricación de tableros de partículas resistentes a la intemperie.

## INTRODUCCION

Considerando que el pino insigne (*Pinus radiata* D. Don) se utiliza para abastecer casi la totalidad de la industria de tableros de partículas en nuestro país,

es interesante analizar la posibilidad de incorporar otras maderas con el fin de disminuir la demanda por esta especie. De esta forma esta madera podría ser considerada en otros rubros que representen para ella mejores expectativas de utilización.

Estadísticas proporcionadas por INFOR (1991) revelan la existencia de 11.456 ha cubiertas con Pino Oregón a altas densidades de plantación, por lo cual se hace necesario pensar en el manejo de estas superficies, comenzando con la aplicación de prácticas silvícolas tales como el raleo. La madera obtenida como resultado de esta intervención se podría destinar para reemplazar, en parte, las necesidades de materia prima para la fabricación de tableros de partículas.

Por otro lado, la utilización de tableros de partículas en el rubro de construcción ha aumentado considerablemente en el último tiempo. Debido al incremento del uso de la madera como material de construcción, cada vez con mayor intensidad, se incorporan en las edificaciones tableros contrachapados, de fibras y de partículas, los que deben cumplir con requisitos de durabilidad y resistencia cuando son usados en ambientes con alto contenido de humedad o mal ventilados (Peredo, 1987b).

Sin embargo, en nuestro país sólo se fabrican, en la actualidad, tableros de partículas del tipo HR-100, los que presentan una adecuada resistencia a la humedad, pero no son resistentes al ataque de hongos. La inclusión de productos químicos destinados a la preservación de estos tableros permitiría ampliar las posibilidades de uso en condiciones de humedad extremas como lo son las de la zona sur del país.

Teniendo en cuenta estos antecedentes, se considera interesante realizar estudios tendientes a evaluar la factibilidad técnica de utilización de Pino Oregón (*P. menziesii*) en la fabricación de tableros de partículas resistentes a la intemperie.

## MATERIAL Y METODOS

### MATERIAL

*Madera.* Como materia prima para la fabricación de los tableros se utilizaron aproximadamente 20 árboles de *P. menziesii* sin corteza, provenientes de los fundos San Germán y Las Palmas, de la Universidad Austral de Chile. Esta madera corresponde a un ensayo de procedencias de la especie, iniciado en el año 1975.

Se emplearon árboles jóvenes con 12 años de edad, procedentes de un raleo, cuyos diámetros medios fluctuaron entre los 6.0 y 23.0 cm.

*Adhesivos y aditivos.* Como adhesivo fenólico se

utilizó el producto Oxilite 329, en solución al 50% de sólidos, preparado con el catalizador FR-850.

En la confección de los tableros, éstos se preservaron con dos productos, uno oleosoluble (HD-807) y otro hidrosoluble (Basilit SP-80), ambos incluidos en el adhesivo.

*Hongos de prueba.* Los ensayos fueron practicados en tableros inoculados con tres especies de hongos: *Gloeophyllum trabeum* (Pers. ex Fr.) Murr., *Poria placenta* Murr. y *Stereum sanguinolentum* (Alb. et Schw). Fr.

Las concentraciones que se emplearon para cada uno de los preservantes fueron de 1.0; 1.5 y 2% referido a peso seco de las partículas.

### METODOS

*Astillado y viruteado.* La obtención de las virutas se efectuó en un astillador industrial marca Hombak.

Considerando que los tableros se fabricaron en tres capas, fue necesario adecuar el tamaño de las astillas y producir virutas para las capas externas del tablero, para lo cual se procesó cierta cantidad de astillas de la capa media en una viruteadora marca Pallmann Modelo PZ-6.

*Secado y tamizado de las partículas.* Para realizar el encolado de las partículas es necesario bajar el contenido de humedad a un óptimo aproximado de 4% (Peredo, 1987a), por lo que fue necesario secar las astillas. Para este efecto se utilizó un secador Heraeus tipo TU-h2.

Posteriormente las astillas fueron tamizadas con el fin de separar las que se utilizaron en la fabricación de las capas externas y media de cada tablero.

De acuerdo a estudios realizados por Post (1958; 1960), Moslemi (1974), el tamaño de las partículas afecta la mayoría de las propiedades fisicomecánicas de los tableros y también la calidad del encolado. Por esta razón se determinó el coeficiente de esbeltez que presentaban las partículas. El método utilizado para este efecto fue el descrito por Peredo (1983).

*Encolado de las partículas.* Para ambas capas del tablero se utilizó adhesivo con un 50% de contenido de sólidos, con el objeto de facilitar su nebulización. Esta actividad se realizó en una encoladora marca Drais modelo FSP 80.

El factor de encolado utilizado para todos los tableros confeccionados fue el siguiente:

- Capa externa 12% de resina seca en relación al peso anhidro de las partículas (b.m.s.).

- Capa media 8% (b.m.s.).

Se debe mencionar que el adhesivo utilizado en el presente estudio se recomienda para uso en contrachapados, lo que explica la formación de grumos que dificultan la salida del adhesivo por las toberas de la encoladura. Todo esto significa obtener un mal fraguado del adhesivo durante el prensado. En función de lo anterior, se disolvió el catalizador en agua. El catalizador se utilizó en razón de 10% del peso de resina sólida. El agua se dosificó en valores de 20 y 30% del peso del adhesivo (capa media y externa respectivamente).

Con el objeto de lograr una mejor dispersión del preservante en las partículas, éste se dispersó en el adhesivo, incorporándolo como segundo participante de la mezcla. La viscosidad del adhesivo, después de aplicado el preservante y el catalizador disuelto en agua, alcanzó a 15 segundos Ford. La viscosidad Gardner (25° C) del adhesivo sin catalizador corresponde a la clasificación Q-T.

*Fabricación de los tableros.* Los paneles se confeccionaron de tres capas, con un espesor de 11 mm. La densidad ensayada corresponde al rango de tableros de densidad media, es decir, 700 kg/m<sup>3</sup>.

Los tableros se conformaron por un 60% de capa media (virutas gruesas) y 40% de capa externa (virutas finas).

El ciclo de prensado se realizó en una prensa marca Burkle modelo LA-160, con una temperatura de los platos de 180° C, una presión máxima de 2.5 N/mm<sup>2</sup> y la mínima de 1.25 N/mm<sup>2</sup>, y un tiempo de prensado de 5.5 minutos.

*Tipos de tableros.* En la fabricación de los distintos tipos de tableros se conservaron constantes todos los factores mencionados en el punto anterior.

En total se ensayaron siete tratamientos con seis repeticiones cada uno, de lo cual se desprende una suma total de 42 paneles.

La combinación de todas las variables ocupadas se muestra en el cuadro 1.

*Propiedades físicas mecánicas.* Con el objeto de medir las propiedades de los tableros se confeccionaron tres tipos de probetas. Para la determinación de la tracción perpendicular al plano se obtuvieron 16 probetas de 50 x 50 x 11 mm de espesor en cada tablero. Para la medición de la resistencia a la flexión se obtuvieron 12 probetas de 22.5 x 50 x 11 mm de espesor. Después de flexionadas, se sacaron probetas de 25 x 25 mm para la medición de hinchamiento a las 2 y 24 horas.

De las probetas para tracción se determinó la

CUADRO 1

Preservantes considerados en el ensayo.  
Preservatives considered in the trials.

Preservante	Concentración %	Clave identificación
HD - 807	1.0	B
HD - 807	1.5	C
HD - 807	2.0	D
SP - 80	1.0	E
SP - 80	1.5	F
SP - 80	2.0	G
-	-	A

densidad. Las determinaciones se realizaron según las normas que se mencionan a continuación:

- Densidad (DIN 52 361).
- Resistencia a la flexión (DIN 52 362).
- Resistencia a la tracción en húmedo (DIN 68 763), en probetas (DIN 52 365).
- Hinchamiento (DIN 52 364).

Todos los ensayos se hicieron con probetas climatizadas según DIN 50 014.

*Inoculación de los tableros.* De las 10 probetas de tracción se extrajeron tres por tablero para dicho proceso. Considerando que se realizaron seis tableros por tratamiento, esto implicó contar con un número de 18 probetas.

Cada tratamiento se realizó con los tres hongos de prueba, lo que significó inocular seis probetas por cada hongo escogido.

Los tableros fabricados fueron inoculados siguiendo el procedimiento desarrollado en la Oficina Federal para Pruebas de Materiales, BAM - Berlín (Kerner-Gang, 1984).

*Análisis de la información.* Los valores registrados en los diferentes ensayos, efectuados según las normas anteriormente mencionadas, se procesaron con apoyo computacional.

Se efectuó un análisis de normalidad de los datos como condición primaria para la realización de un análisis de varianza, siendo este primer test el de Kolmogorov-Smirnov.

También se realizó un análisis de varianza, utilizando para ello el paquete estadístico SPSS y la subrutina One Way, mediante el test de Scheffe (0.05). El test mencionado además entregó resultados correspondientes a los valores medios, desviación estándar e intervalos de confianza al 95% para los distintos tratamientos. Se utilizó también

esta subrutina en la comparación simple de los valores medios de cada tratamiento con el testigo.

**Hinchamiento.** El análisis de la propiedad física hinchamiento resulta ser un importante indicador de las condiciones futuras de uso de los paneles. En relación a esto, los tableros fabricados con resinas fenólicas se utilizan en condiciones más severas de humedad, en ambientes mal ventilados o para exteriores (Naveillán, 1986).

Los valores obtenidos en este ensayo superan los máximos exigidos por la norma DIN 68 763, la que establece un hinchamiento límite de 12% después de 24 horas de inmersión para tableros confeccionados con adhesivos resistentes al agua. En la figura 1 se observan los valores de hinchamiento para cada tipo de tablero.

Según Urzúa y Poblete (1980), esta propiedad puede ser mejorada con la aplicación de algún agente hidrófobo. Los mismos autores indican que con la inclusión de este tipo de producto se podría esperar una mejoría del hinchamiento hasta en un 60%, lo que significaría poder cumplir con las exigencias requeridas por la norma.

Cabe señalar, además, que el coeficiente de esbeltez de las partículas también afecta esta propiedad, según lo expresan Post (1958; 1961) y

Brumbaugh (1960). Los mismos autores indican que con virutas más cortas y gruesas el hinchamiento tiende a ser mayor, por lo que resulta probable que al mejorar el coeficiente de esbeltez de las partículas utilizadas en este estudio se mejore la propiedad mencionada.

En cuanto a la influencia del adhesivo sobre esta propiedad, Larmore (1959) indica que al aumentar el factor encolado disminuye el hinchamiento. En el presente estudio se incluyó un porcentaje de adhesivo mayor al habitualmente considerado en la literatura, por lo que se desprende que no es este factor el causante de que los valores medios de esta propiedad sean superiores a la norma.

De acuerdo con los resultados obtenidos, se puede observar tanto para 2 como para 24 horas de inmersión que todos los tratamientos sobrepasan los valores experimentados por el testigo. El único tratamiento donde no se observa esta relación es con SP-80 utilizando un 1.0% de concentración (tratamiento E), después de dos horas de inmersión en agua. Lo anterior permite inferir que la inclusión de los preservantes en los tableros produce el efecto de aumentar la propiedad hinchamiento.

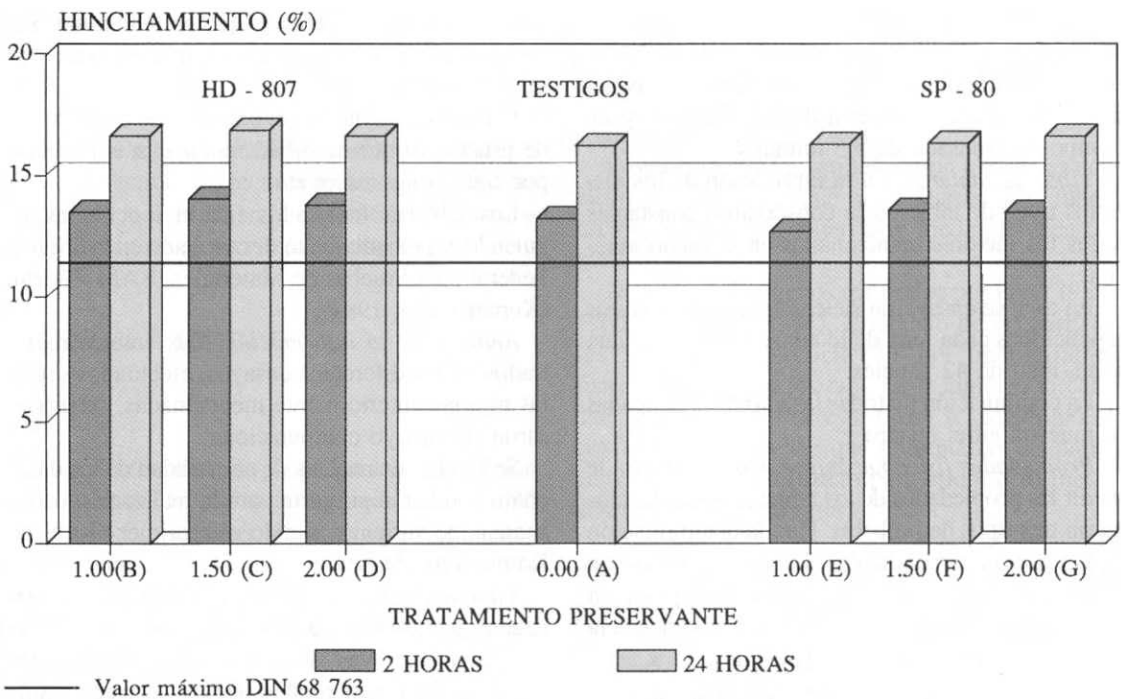


Figura 1. Hinchamiento después de 2 y 24 horas de inmersión en agua a 20° C. Swelling after water immersion of 2 and 24 hours. (20° C).

El análisis de varianza mostró algunas diferencias significativas al comparar cada tratamiento con el testigo. Los tableros tratados con HD-807 al nivel 1.5% (C) presentaron diferencias en el hinchamiento a las 2 y 24 horas. El mismo preservante al nivel 2.0% (D) y con dos horas de inmersión presentó el mismo resultado. El preservante SP-80, por su parte, sólo mostró diferencias significativas al nivel 2.0% (G) y con 24 horas de inmersión en agua. Todo esto lleva a pensar que la inclusión de estos dos preservantes con sus porcentajes mayores en los tableros poseen una influencia negativa en esta propiedad.

Los adhesivos fenólicos, como se señaló anteriormente, son especialmente indicados para su uso a la intemperie por su alta resistencia a la humedad. Al comparar los valores medios conseguidos en este estudio, con los obtenidos por otros autores que utilizaron este tipo de resina, se comprueba la existencia de algunas diferencias. En el caso de Peredo (1986), utilizando *Pinus sylvestris* como materia prima, tableros de madera con densidad de 754 kg/m<sup>3</sup>, un coeficiente de esbeltez de 75 y un factor de encolado de 10%, el hinchamiento a 24 horas de inmersión fue menor que el registrado en promedio en este estudio. Sin embargo, Naveillán (1986) fabricando tableros con una densidad de 700 kg/m<sup>3</sup> y utilizando *Nothofagus obliqua*, *Nothofagus alpina* y *Pinus radiata* D. Don como materias primas, coeficientes de esbeltez de 68.8; 67.1 y 73.2 respectivamente, y un factor de encolado de 12%, presentó valores algo mayores que los obtenidos en este estudio.

Vidal (1980), quien trabajó con *Pinus radiata* D. Don, un 8.5% de resina ureica, un coeficiente de esbeltez de 66.67 a 83.33, una densidad promedio de los tableros de 600 kg/m<sup>3</sup> y con la inclusión de distintos preservantes a diferentes concentraciones, obtuvo valores de hinchamiento bastante superiores a los obtenidos en este estudio. Sin embargo, Rijo (1987) utilizando el mismo adhesivo y fabricando tableros con la especie *Chusquea coleou* Desv., con una densidad de 722.90 kg/m<sup>3</sup>, un 10% de adhesivo sin hidrófobos, un coeficiente de esbeltez de 48.17 y NH<sub>4</sub>Cl como catalizador, obtuvo resultados inferiores para esta propiedad.

#### PROPIEDADES MECANICAS

*Resistencia a la flexión.* Todos los valores obtenidos en este estudio superan en promedio la re-

sistencia mínima establecida por la norma DIN 68 763 en un 45%.

En la figura 2 se presentan los resultados obtenidos en comparación con el mínimo exigido por DIN 68 763.

Mediante los valores de resistencia a la flexión se realizó un análisis de varianza para verificar la existencia de diferencias significativas entre el testigo y cada uno de los tratamientos efectuados. Dicho análisis demostró que no existe ninguna diferencia significativa entre ellos. Esto demuestra que la aplicación de diferentes niveles de preservante no influye en esta propiedad.

Si se comparan los resultados obtenidos para este parámetro con los informados por otros autores, se comprueba que existen algunas diferencias. Es así como en el estudio realizado por Naveillán (1986) se presentan resistencias mayores que las evidenciadas en este ensayo, principalmente debido al mayor factor de encolado y coeficiente de esbeltez utilizado por este autor.

En el caso de Vidal (1980), sus resultados demuestran que con densidades menores en los tableros se obtienen valores más bajos en esta resistencia, lo que explicaría la mejoría de esta propiedad en el presente trabajo. Se suma a lo anterior el hecho de que el factor de encolado utilizado por Vidal (1980) es inferior al considerado en el presente estudio.

*Resistencia a la tracción.* Como se aprecia en la figura 3, todos los valores obtenidos en este ensayo superan en promedio la resistencia mínima establecida por la norma DIN 68 763 para tableros V100 en un 74%.

Los valores de resistencia a la tracción perpendicular al plano fueron comparados en un análisis de varianza entre cada tratamiento y el testigo. Este no mostró ningún tipo de disparidad entre los valores examinados. Esto indica que la aplicación de distintos niveles de preservante no influye en esta propiedad.

Comparando el valor medio de la resistencia a la tracción en húmedo con los obtenidos por Naveillán (1986), quien utilizó un 12% como factor de encolado y *Nothofagus obliqua* y *Nothofagus alpina* en la fabricación de los tableros, se aprecia que todos los valores obtenidos por este autor son superiores a los encontrados en este estudio. Al respecto, trabajos realizados por Gatchell *et al.* (1966) y Rijo (1987) concuerdan en afirmar que el aumento del nivel de resina aplicado a las partículas favorece la resistencia a la tracción, lo que justamente ocurre en el caso citado.

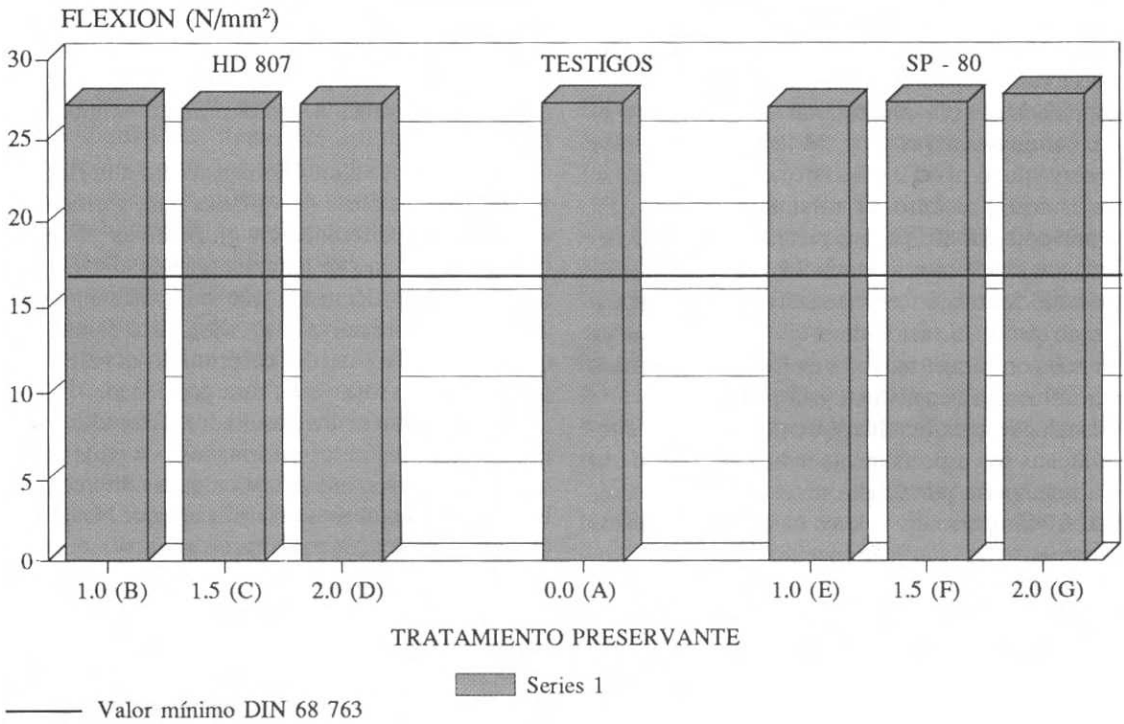


Figura 2. Resistencia a la flexión de los tableros en comparación con el mínimo exigido por DIN 68 763. Bending strength of particle boards in comparison with minimal value of standard DIN 68 763.

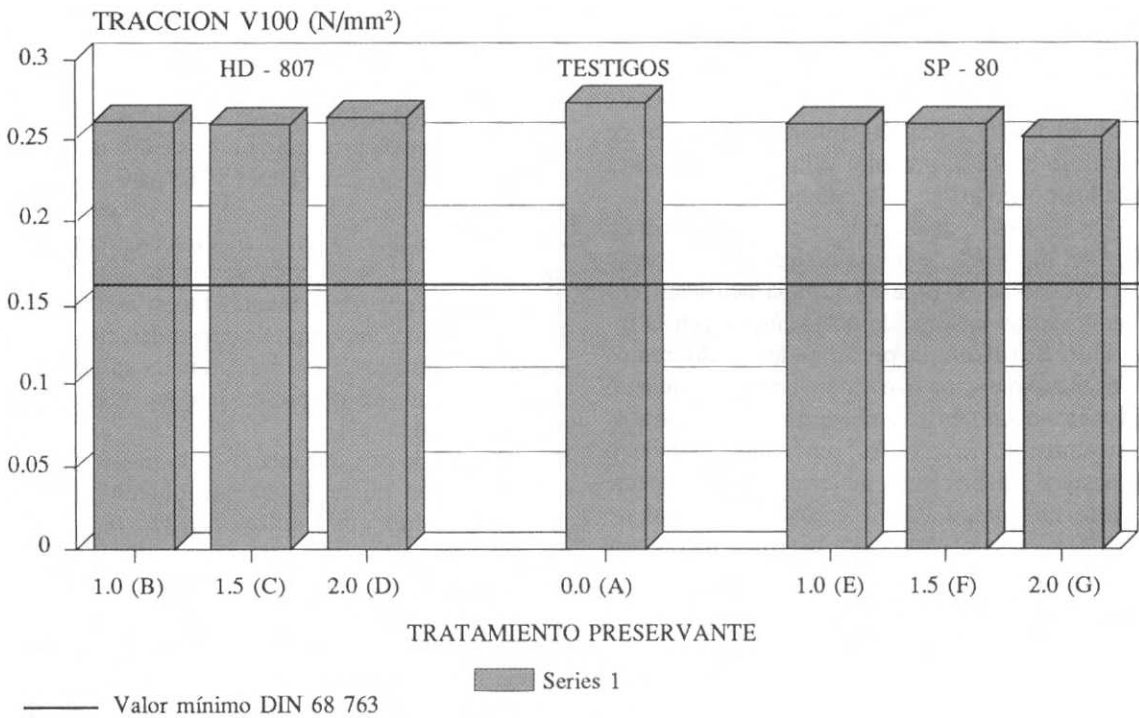


Figura 3. Resistencia a la tracción de los tableros en comparación con el mínimo exigido por DIN 68 763. Tensile strength of particle boards in comparison with minimal value of standard DIN 68 763.

Sin embargo, en el trabajo realizado por Naveillán (1986) también se realizaron pruebas con la especie *Pinus radiata*, con la cual se obtuvieron resultados levemente inferiores a los alcanzados para *Pseudotsuga menziesii*. Esto último puede ser explicado por el mayor coeficiente de esbeltez presentado por *Pinus radiata*, ya que según Brumbaugh (1960), Gatchell *et al.*, (1966) y Poblete (1985), esta propiedad es afectada positivamente cuando dicho coeficiente es menor.

Es importante destacar que un incremento en la densidad de la madera influye, aumentando la resistencia a la tracción perpendicular de los tableros. Esto reviste especial importancia al comparar especies de distinta densidad, por cuanto para obtener la misma densidad, y por ende similar resistencia del tablero, será necesario incorporar una mayor cantidad de partículas cuando se trabaja con madera de menor densidad (Kelly, 1977).

En relación al uso de aditivos, es posible mencionar que resultados obtenidos por Vidal (1980), quien utilizó distintos preservantes para el control de termitos, indican que la incorporación de estos productos en el adhesivo provoca diferencias significativas con el testigo para esta propiedad. Estas afirmaciones no se aprecian en el presente estudio ni tampoco en el trabajo efectuado por Peredo (1987b).

#### ENSAYOS CON HONGOS XILÓFAGOS

Luego de 16 semanas de tratamiento, la totalidad de las bandejas presentaron micelio correspondiente a los hongos que se habían inoculado previamente. Este se desarrolló cubriendo casi toda la superficie de la vermiculita y los listones de madera.

La mayoría de las probetas con tratamiento preservante no presentaron micelio a la observación visual, y las que lo tuvieron fue en un porcentaje muy bajo. Sin embargo, como era de esperar, las probetas testigo se cubrieron completamente con los tres hongos de prueba utilizados.

*Pérdida de masa.* El ensayo se llevó a efecto según el procedimiento desarrollado en la Oficina Federal para Pruebas de Materiales (BAM-Berlín), y se determinó en un total de 126 probetas.

El máximo valor permitido en este ensayo corresponde a un 3% según la norma DIN 52 178, el cual no es superado por ninguno de los tratamientos realizados, a excepción de las probetas utilizadas sin preservante (testigos), las que presentaron diferencias bastante notorias con respecto a las primeras.

En la figura 4 se presentan los resultados de pérdidas de masa en comparación con el máximo permitido en DIN 52 178, según Kerner-Gang (1984).

Según se aprecia en la figura 4, los dos preservantes utilizados en este estudio aseguran una buena protección a los tableros contra los tres hongos de prueba.

Además se puede visualizar que no existen grandes diferencias entre los productos empleados a distintas concentraciones.

En relación a otros trabajos sobre el tema, Peredo (1987b) utilizando *Pinus Sylvestris* como materia prima para la fabricación de tableros de partículas, fenolformaldehído al 10% como adhesivo y dos preservantes (1.2% Xyligen 30-F y 0.7% Basilit SP-80) llegó a pérdidas de masa levemente mayores a las resultantes en el presente estudio, estando éstas siempre por debajo de las exigidas por la norma DIN 52 178. Cabe agregar que este autor utilizó los mismos hongos de prueba empleados en este trabajo.

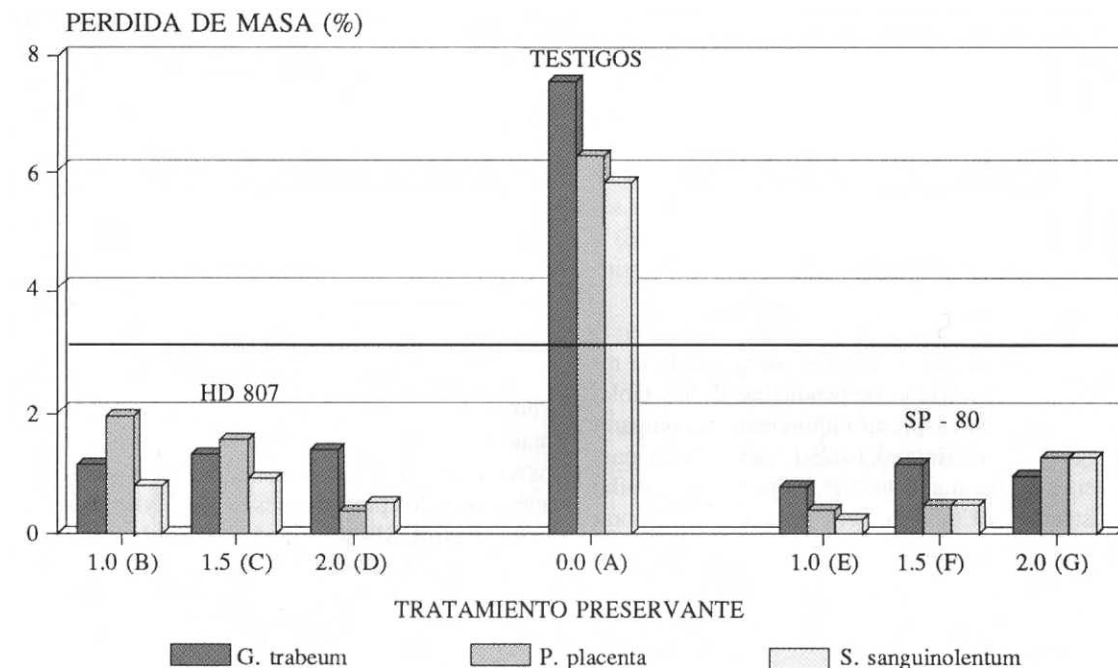
Esto último se debe probablemente al uso de un preservante distinto al empleado en este estudio. Por otra parte, el uso de Basilit SP-80 en concentración inferior (0.7% b.m.s.) podría justificar la diferencia encontrada entre ambos trabajos.

El mismo autor, además ocupó otros adhesivos en el proceso de fabricación de los tableros, lo que probablemente también ocasionó los diferentes resultados encontrados con respecto al presente estudio.

*Resistencia a la tracción.* Al igual que el ensayo de pérdida de masa, la resistencia a la tracción se realizó siguiendo el procedimiento desarrollado en la Oficina Federal para Pruebas de Materiales (BAM-Berlín), determinándose en un total de 126 probetas.

Según la norma DIN 68 763, el mínimo valor de resistencia a la tracción corresponde a 0.15 N/mm<sup>2</sup>, el cual es superado por todos los tratamientos en que se incluyó algún nivel de preservante. Como era lógico esperar, las probetas testigos no presentaron los mismos valores que los anteriores, presentado resistencias inferiores al mínimo establecido en la norma antes mencionada. Debido a lo expresado anteriormente, se puede aseverar que los dos preservantes utilizados proporcionan una adecuada protección a los tableros.

En la figura 5 se observan los valores promedios para cada tratamiento y hongo de prueba, en



— Máxima pérdida de masa DIN 52 178

Figura 4. Pérdida de masa después de 16 semanas de tratamiento, en comparación con el máximo permitido en DIN 52 178.

Mass-loss after 16 weeks compared with maximal value of standard DIN 52 178.

comparación con el mínimo exigido por DIN 68 763.

Como se aprecia en la figura 5, las resistencias encontradas con Basilit SP-80 son escasamente inferiores en comparación a las obtenidas usando el preservante HD-807 para los tres hongos de prueba. Se observa, además, que los valores con este último producto son bastante más homogéneos entre sí que los obtenidos con el primero. En resumen, se puede apreciar que no existen grandes diferencias entre los productos aplicados a distintas concentraciones.

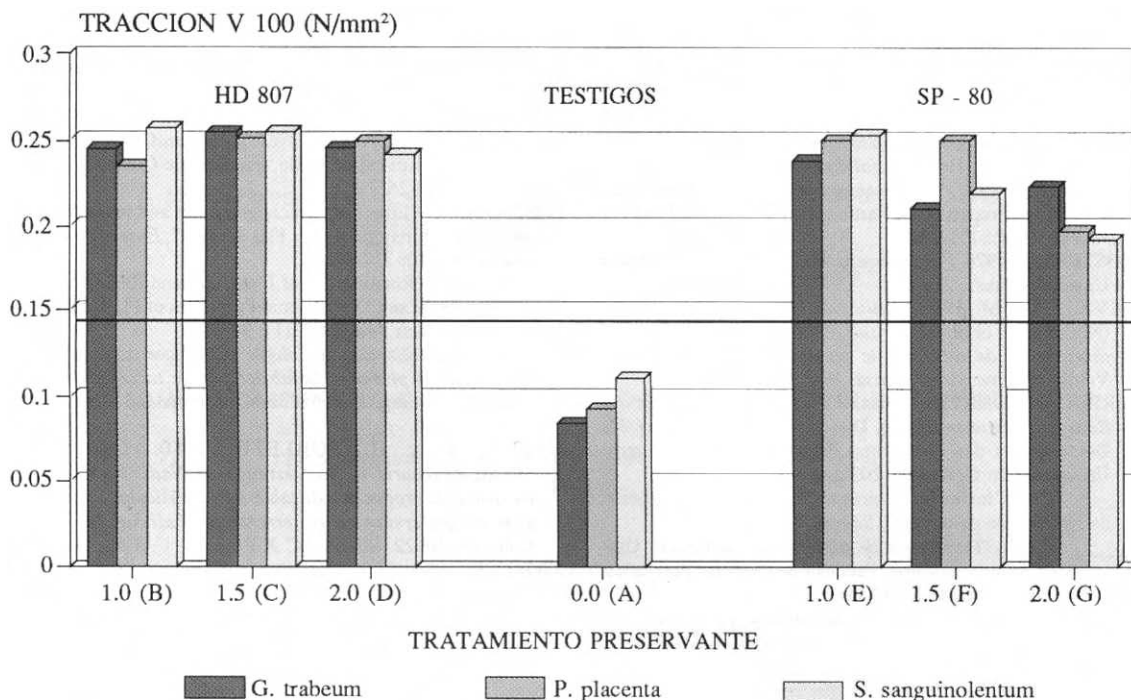
Se realizó un análisis de varianza en cada uno de los tratamientos, comparando las resistencias obtenidas por cada hongo con los testigos. Cabe señalar que como testigos se emplearon los valores promedio obtenidos de las resistencias a la tracción de probetas con preservante sin inocular. En resumen, la estadística arrojó la existencia de diferencias significativas al utilizar el preservante Basilit SP-80 al nivel 2% (G) con todos los hongos de prueba. También se pudo apreciar alguna disparidad de los datos de este mismo preservante al nivel 1.5% (F), pero tan sólo con el hongo

*Gloeophyllum trabeum*. El resto de los tratamientos no presentaron diferencias con los testigos en ninguno de los tres hongos de prueba utilizados.

Por lo anteriormente expuesto, se aprecia que los valores de resistencia a la tracción de las probetas inoculadas con hongos no difieren en sus cualidades con las preservadas sin inocular (testigos). Las diferencias encontradas en el producto SP-80 al 2% de concentración se explican debido a la utilización de Basileum SP-72 en reemplazo del primero, por falta de producto para completar los tableros finales.

Si se analizan los valores para tableros sin corteza, encolados con adhesivo fenólico, registrados por Peredo (1987b), se observa que no existen diferencias entre los valores alcanzados con los hongos de prueba y los testigos, ambos protegidos con Basilit SP-80 al 0.7%. Estos resultados coinciden con los obtenidos en el presente estudio. Sin embargo, los valores obtenidos por dicho autor con la inclusión de este preservante son siempre menores a los presentados en este trabajo, aunque todos ellos sobre el mínimo establecido por la norma correspondiente. Esto último se debe pro-





— Valor mínimo DIN 68 763

Figura 5. Resistencia a la tracción de tableros impregnados, después de 16 semanas de tratamiento, en comparación con el mínimo permitido por DIN 68 763, según Kerner-Gang (1984).

Tensile strength of impregnated-particle boards after 16 weeks, compared with minimal value of standard DIN 68 763.

Dablemente al uso de este preservante en concentración inferior a las utilizadas en este estudio, lo que podría justificar los distintos valores encontrados entre ambos trabajos.

## CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en el presente estudio permiten concluir lo siguiente:

- Con la especie *Pseudotsuga menziesii* es técnicamente factible la fabricación de tableros de partículas resistentes a la intemperie.
- Sólo en la propiedad física hinchamiento se obtuvieron resultados desfavorables con respecto a las exigencias especificadas en la norma DIN 68 763.
- Al incluir preservante en los tableros no se aprecian variaciones estadísticamente significativas con respecto a los tableros testigos, cuando se analizan las propiedades mecánicas. Sin embargo, las propiedades físicas se vieron afectadas negativamente debido a la inclusión de productos preservantes.

Los dos preservantes aplicados en las tres concentraciones estudiadas ofrecen una adecuada protección a los tableros contra los tres hongos de prueba. Sin embargo, y como era de esperar, en los tableros testigos (sin preservantes) se apreciaron fuertes pérdidas de masa y disminuciones en sus resistencias debido al severo ataque de que fueron objeto.

No se aprecian grandes diferencias entre los niveles de protecciones ofrecidos por los dos preservantes utilizados. Al respecto, se debe agregar la mayor homogeneidad presentada por los valores obtenidos con el producto HD-807 en las distintas concentraciones empleadas.

## BIBLIOGRAFIA

- BRUMBAUGH, J. 1960. "Effect of flake dimensions on properties of particle boards", *Forest Products Journal* 10 (5): 243-246.
- GATCHELL, C., B. HEEBINK y F. HEFTY. 1966. "Influence of component variables on properties of particleboard of exterior use", *Forest Products Journal* 16 (4): 46-59.
- INSTITUTO FORESTAL, 1991. *Estadísticas Forestales 1990*. Boletín Estadístico N° 21. Santiago Chile. 101 pp.

- KELLY, M.W. 1977. "Critical literature review of relationships between processing parameters and properties of particleboards", *USDA For Serv. Gen. Tech. Rep. FPL*. 10, 66 pp.
- KERNER-GANG, W. 1984. "Prüfung des Schutzes von Holzspanplatten gegen Holzzertörende Basidiomyceten im Laborverfahren, *Holz-Zentralblatt* 33: 509-511.
- LARMORE, F. 1959. "Influence of Specific Gravity and resin content on Properties of Particle Board", *Forest Products Journal* 9 (4): 131-134.
- MOSLEMI, A. 1974. *Particleboard. Vol. I. Materials*. S. Illinois University Press, 239 pp.
- NAVEILLAN, M. 1986. *Utilización de renoales de roble (Nothofagus obliqua) y raulí (Nothofagus alpina) en la fabricación de tableros de partículas*. Tesis. Ing. For. Valdivia, Universidad Austral de Chile. 54 pp.
- PEREDO, M. 1983. *Zum Einsatz Forstlicher Biomasse in der Bauspanplattenherstellung*. Dissertation zur Erlangung des Doctorgrades der Forstlichen Fakultät der Georg-August Universität zu Göttingen, 203 pp.
- \_\_\_\_\_. 1986. "Inclusión de biomasa forestal en la fabricación de tableros de partículas", *Bosque* 7 (1): 9-16.
- \_\_\_\_\_. 1987a. *Tecnología de tableros de partículas*. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Forestales. Publicación Docente Nº 24. 53 pp.
- \_\_\_\_\_. 1987b. *Fabricación de tableros de partículas para uso en exteriores*. Actas VI Reunión sobre Investigación y Desarrollo en Productos Forestales, Universidad del Bío-Bío, 25-27 Nov., Concepción, 18 pp.
- POBLETE, H. 1985. *Influencia del tamaño de partículas sobre las propiedades mecánicas flexión y tracción en tableros de partículas aglomerados con ureaformaldehído*. En: Simposium *Pinus radiata* Investigación en Chile. Tomo II. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Forestales, pp: 241-256.
- POST, O. 1958. "Effect of particle geometry and resin content on Bending Strength of Oak Flake Board", *Forest Products Journal* 8 (10): 317-322.
- \_\_\_\_\_. 1961. "Relationship of Flake size and Resin Content to Mechanical and Dimensional Properties of Flake Board", *Forest Products Journal* 11(1): 34-37.
- RIJO, C. 1987. *Utilización de Coligüe. (Chusquea culeou Desv.) como materia prima en la fabricación de tableros de partículas*. Tesis Ing. For. Valdivia, Universidad Austral de Chile, 54 pp.
- URZUA, J. y H. POBLETE. 1980. *Utilización Silvoagropecuaria de los terrenos de Ñadi. Factibilidad técnica de la producción de tableros de partículas utilizando especies que crecen en ios terrenos de Ñadi*. Inf. N° 2, Inf. Convenio N° 22. SERPLAC X Región - UACH., 140 pp.
- VIDAL, R. 1980. *Preservación de tableros de partículas de Pino insigne (Pinus radiata D. Don) con cinco preservantes y la influencia sobre algunas propiedades fisicomecánicas*. Tesis Ing. For. Valdivia, Universidad Austral de Chile, 36 pp.