

ARTICULOS

## Uso de hidrófobos en la fabricación de tableros de partículas con residuos de cosecha forestal

Use of hydrophobe in the manufacturing of particleboards  
using logging residues as raw material

C.D.O.: 862.2

MIGUEL PEREDO L. y CARLOS LIZAMA N.

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

### SUMMARY

The technical feasibility and the effect of a hydrophobic substance on particleboards made with the logging residues of Olivillo, and Pino insigne wood was studied. The manufacturing of the boards used residues from a 13 year old radiata pine tried with an average diameter of 14 cm and a height of 20.3 m., and for the Olivillo boards residue from a felling site of Roble-Laurel-Lingue, with average diameters of 25.8 cm and 100 to 150 years of age was used. Twenty-four boards, of a single layer, 11 mm. thick and with density of 600 kg/m<sup>3</sup>, were made from each of the two species considered. Ureaformaldehyde was the adhesive used with a binder factor of 9% b.o.d.w. The hydrophobic substance used, was a parafine emulsion which was applied at five different concentrations b.o.d.w. of the particles, the lowest being 0.5% and the heighest being 2.5 %. By including hydrophobic substances into the boards, their physical properties improve notably. However, the hydrophobe produced a slight decrease in the recorded mechanical resistance of the boards, particulary those of traction, which was not, however, significant. With a level of up to 1.5% of parafine emulsion added to the boards, adequate physico-mechanical properties were attained which also reached the values established by the corresponding norms.

### RESUMEN

Se estudió la factibilidad técnica de fabricar tableros de partículas utilizando residuos de la cosecha forestal en bosque nativo y artificial y los efectos de un producto hidrófobo sobre las propiedades fisicomecánicas de los tableros. Para la elaboración de los tableros se usaron residuos provenientes del raleo de un rodal de pino insigne y para los tableros de olivillo residuos de cosecha de un rodal del tipo remanente original roble-laurel-lingue. Se confeccionaron tableros de una sola capa con un espesor de 11 mm y 600 kg/m<sup>3</sup> de densidad. Como adhesivo se usó ureaformaldehído con un factor de encolado de 9% b.m.s. El producto hidrófobo utilizado correspondió a una emulsión parafínica aplicada en cinco concentraciones diferentes, siendo la más baja de 0.5% y la más alta de 2.5%. El ciclo de prensado de los tableros tuvo una duración de 5.5 minutos, con una presión máxima y media de 2.5 y 1.25 N/mm<sup>2</sup>, respectivamente, manteniendo una temperatura constante de 160° C. Al incluir productos hidrófobos en los tableros se mejoran notablemente las propiedades físicas de éstos. No obstante, el hidrófobo produce una leve disminución de los valores de las resistencias mecánicas de los paneles, particularmente en la tracción, la que, sin embargo, no es significativa. Con un nivel de hasta un 1.5% de parafina emulsionada incorporada en los tableros se logran propiedades fisicomecánicas adecuadas y que cumplen con los valores establecidos por las normas correspondientes.

### INTRODUCCION

En Chile la industria de tableros de partículas tiene como principal y prácticamente única fuente de

materia prima las plantaciones de *Pinus radiata* D. Don, especie que se ha constituido en la de mayor importancia económica en el país, abarcando en la actualidad una superficie superior a 1.400.000 ha.

En su gran mayoría dichas plantaciones están sometidas a intensos manejos silviculturales como podas y raleos y al sistema de explotación a tala rasa, prácticas todas que generan considerables volúmenes de madera que por diversos motivos no es utilizada y que permanece en el bosque como "desechos".

Estudios realizados en Chile respecto de los residuos de explotación indican que los volúmenes de madera no utilizada y que permanecen en el bosque luego de las faenas varía entre un 4.7% y 16.8% del volumen de corta, es decir, un promedio de 60 m<sup>3</sup>/ha, dependiendo del D.A.P. promedio del rodal, pendiente del terreno y sistema de explotación (Molinos, 1969; Gutiérrez, 1980; Bontá y Villarroel, 1982; Alvarez y Ugarte, 1984). Cifras similares son entregadas para explotaciones en bosque nativo (Hartman, 1965; Muñoz, 1983).

Existen diversos antecedentes bibliográficos referidos al uso exitoso de desechos, tanto de la industria elaboradora de maderas como de residuos de explotación y material lignocelulósico en general, en la elaboración de tableros de partículas (Ginzel y Peraza, 1966; Moslemi, 1974); Peredo y Deppe (1984).

No obstante ser factible la utilización de biomasa en la elaboración de tableros de partículas, existen algunas investigaciones que señalan la conveniencia de incluir durante el proceso de elaboración de dichos tableros algún producto con características hidrófobas, con el propósito de mejorar las propiedades físicas de los paneles (Müller, 1962; Roffael y May, 1983; Urzúa y Poblete, 1980).

Dentro de este contexto, el presente trabajo tiene como objetivo principal determinar la factibilidad técnica de fabricar tableros de partículas con residuos de la cosecha forestal y analizar los efectos de la aplicación de un agente hidrófobo en las propiedades físicas y mecánicas de los tableros.

## MATERIAL Y METODOS

### MATERIAL

**Madera.** Como materia prima para la elaboración de los tableros se utilizaron residuos de explotación y raleo de olivillo (*Aextoxicon punctatum* R. et Pav.) y pino insigne (*Pinus radiata*) respectivamente. En ambos casos se empleó material con corteza compuesto por fustes y ramas con diámetros menores a 10 cm y longitudes de 1 m.

La madera de olivillo se obtuvo en el fundo San Julián, predio ubicado en la margen sur del lago Panguipulli, provincia de Valdivia. El rodal se caracterizaba por tener una densidad promedio de 900 árboles por hectárea y un diámetro medio de 21 cm. Dentro de estas especies la más abundante es olivillo, con una densidad aproximada de 480 individuos por hectárea y un D.A.P. promedio de 25.8 cm. La edad de esta especie fluctúa entre los 100 y 150 años.

La madera de pino se obtuvo del fundo Los Pinos, rodal N° 1 sección N° 3, plantado con 2.500 árboles por hectárea en 1976 y raleado en 1989, dejando 400 árboles/ha. El diámetro medio del rodal antes del raleo era de 14 cm, con una altura media de 20.3 m y 1.428 árboles por hectárea.

**Adhesivo y catalizador.** Como adhesivo se utilizó ureaformaldehído en solución con una concentración de 50% de sólidos, correspondiente al producto Adelite UT-60, fabricado por Oxiquim S.A.

A este adhesivo se le agregó como catalizador cloruro de amonio (NH<sub>4</sub>Cl), en una cantidad equivalente al 1.0% del peso seco de las partículas.

**Hidrófobo.** El producto hidrófobo empleado corresponde a una emulsión parafínica en solución al 50%, correspondiente al producto Emulsión V, proporcionado por Química Alteca S.A.

### METODOS

**Astillado y viruteado.** El material proveniente de la explotación de olivillo y raleo de pino insigne fue astillado en un astillador Klockner modelo TR-30.

Con el propósito de obtener partículas de dimensiones adecuadas para la fabricación de los tableros, el tamaño del material astillado se redujo mediante una viruteadora marca Palmann PZ-6.

El análisis granulométrico de las partículas de olivillo y pino insigne permitió la determinación del coeficiente de esbeltez ponderado, valor que influye sobre la superficie específica de las partículas la cantidad específica de resina en el tablero.

**Secado y tamizado.** Con el objeto de reducir el contenido de humedad de las partículas hasta valores promedios de entre 4 y 8%, cifras recomendadas por Ginzel y Peraza (1966) y Kollmann *et al.* (1975), se procedió a secar las partículas en un secador marca Heraus modelo TU-h2.

Una vez secas las virutas, se procedió al tamizado de las mismas, con el propósito de eliminar el material fino, polvo principalmente, como así también el material excesivamente grueso.

*Encolado de las partículas.* El proceso de encolado se realizó en una encoladora marca Drais modelo FSP-80. El encolado de las partículas se efectuó con el adhesivo en solución al 50% de sólidos para facilitar su nebulización y lograr una adecuada distribución de éste sobre las virutas.

El factor de encolado fue 9% de resina seca en relación al peso anhidro de las partículas (b.m.s.), agregándose como catalizador cloruro de amonio (NH<sub>4</sub>Cl) en solución al 20% y con una concentración del 1% b.m.s.

Durante este mismo proceso se aplicó el producto hidrófobo en solución al 50% de sólidos, en concentraciones de 0.5; 1.0; 1.5; 2.0; y 2.5%, según el tratamiento considerado, para cada una de las especies.

*Fabricación de los tableros.* Se confeccionaron tableros de una sola capa de 11 mm de espesor y con una densidad media estimada de 600 kg/m<sup>3</sup>.

El prensado se realizó en una prensa Bürkle tipo LA-160; en este ciclo de prensado la temperatura se mantuvo constante en 160° C, la presión máxima fue 2.5 N/mm<sup>2</sup> y la presión media de 1.25 N/mm<sup>2</sup>, con un tiempo total de prensado de 5.5 minutos.

*Tipos de tableros.* Con cada una de las dos especies consideradas se probaron cinco concentraciones distintas de producto hidrófobo, cuyo rango fluctuó entre 0.5 y 2.5% b.m.s., con un incremento constante de 0.5% de producto, con el objeto de abarcar el rango comúnmente citado por la literatura y usado a nivel industrial.

De este modo se elaboraron 48 tableros, 24 de olivillo y 24 de pino insigne, los que resultan de la aplicación de los seis tratamientos, incluido el testigo, con cuatro repeticiones por tratamiento.

*Determinación de las propiedades fisicomecánicas.* Los ensayos de las propiedades físicas y mecánicas se efectuaron según los procedimientos descritos en las normas DIN, de acuerdo con las siguientes especificaciones:

-Flexión estática	DIN	52362
-Tracción perpendicular al plano	DIN	52365
-Densidad	DIN	52361
-Hinchamiento	DIN	52364

Para medir la resistencia a la flexión, de cada tablero se obtuvieron 12 probetas de 225 x 50 mm y 11 mm de espesor. Para determinar la resistencia a

la tracción perpendicular al plano se obtuvieron, de cada tablero, 16 probetas de 50 x 50 mm y 11 mm de espesor. De las mismas probetas empleadas para medir la resistencia a la flexión, una vez ensayadas, se obtuvieron las probetas para medir densidad e hinchamiento a las 2 y 24 horas de inmersión.

Las dimensiones de estas probetas fueron de 25 x 25 mm y 11 mm de espesor.

Después de su elaboración los tableros fueron climatizados según la norma DIN 50014 y cortados de acuerdo a un esquema de distribución que permite obtener un número representativo de probetas para realizar todos los ensayos normalizados.

El número de probetas por tratamiento, para los diferentes ensayos y para cada una de las especies, fue el siguiente:

Ensayo	N° de probetas
Flexión	48
Tracción	64
Densidad	48
Hinchamiento	48

*Análisis de los resultados.* Mediante un análisis de varianza y test de Sheffe se determinó la existencia de diferencias significativas entre los distintos tratamientos aplicados a los tableros y se calcularon, además, las correlaciones existentes entre el contenido de agente hidrófobo y cada una de las propiedades fisicomecánicas medidas en los tableros. El análisis de correlación se efectuó mediante regresión lineal.

Además, los resultados obtenidos en los distintos ensayos fueron comparados, a modo de referencia, con los valores exigidos por la norma DIN 68 763 para tableros de uso en construcciones.

## PRESENTACION Y ANALISIS DE RESULTADOS

*Análisis granulométrico.* Las partículas de pino insigne presentaron un coeficiente de esbeltez promedio correspondiente a 70.7; este valor para las partículas de olivillo alcanzó solamente a 35.9. Los valores aceptables de acuerdo con antecedentes presentados por Ginzel y Peraza (1966) y Peredo (1987a) deben ser superiores a 60.

*Hinchamiento.* Los valores obtenidos para esta propiedad en los tableros de olivillo, con un contenido de hidrófobo superior a 0.5%, cumplen con

el requisito de la norma DIN 68 761 que establece un hinchamiento máximo de 6% luego de dos horas de inmersión en agua. Sólo los tableros sin agente hidrófobo y con un 0.5% de parafina sobrepasan este límite, aun cuando el análisis de varianza para esta propiedad indica que no existen diferencias significativas entre los tratamientos que contienen hidrófobo. Esto puede deberse a la escasa diferencia entre el valor máximo (6.93%) y el valor mínimo (4.08) obtenidos para esta propiedad, al considerar los tableros tratados con parafina, por lo que estadísticamente no se registran diferencias.

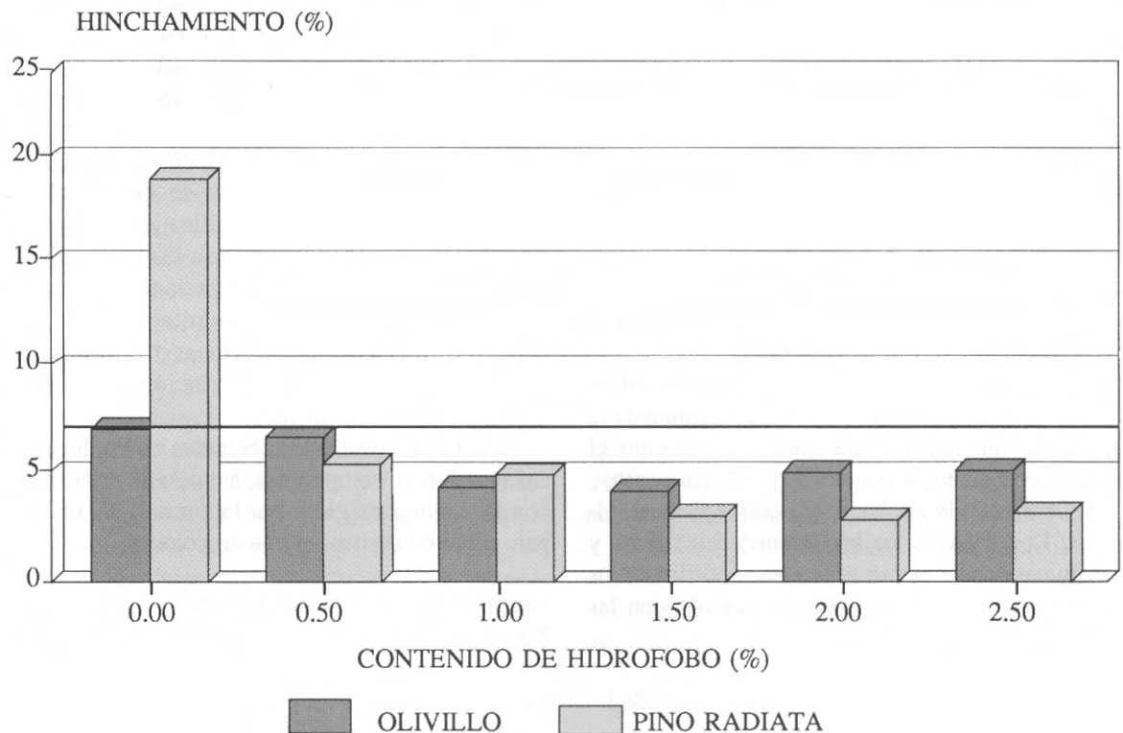
El hinchamiento medio para tableros de pino insigne, luego de dos horas de inmersión, resulta ser inferior al máximo establecido por la norma DIN 68 761 (6%), en todos los tratamientos en que se aplicó el producto hidrófobo. Sólo el testigo supera ampliamente este límite.

Los valores promedio para esta propiedad, luego de dos horas de inmersión en agua, se muestran en la figura 1.

A diferencia del hinchamiento a las dos horas, en tableros fabricados con residuos de olivillo, los valores obtenidos en todos los tratamientos para esta misma propiedad, luego de 24 horas de inmersión en agua, se encuentran por debajo del límite máximo de 16% establecido por la norma DIN 68 763.

Por su parte, cuando se utilizan residuos de pino insigne como materia prima, transcurridas 24 horas de inmersión, sólo los tableros con un contenido de parafina superior a 1.0% cumplen con los requisitos establecidos en la norma DIN 68 763, al registrar valores inferiores a 16% de hinchamiento como se puede observar en la figura 2.

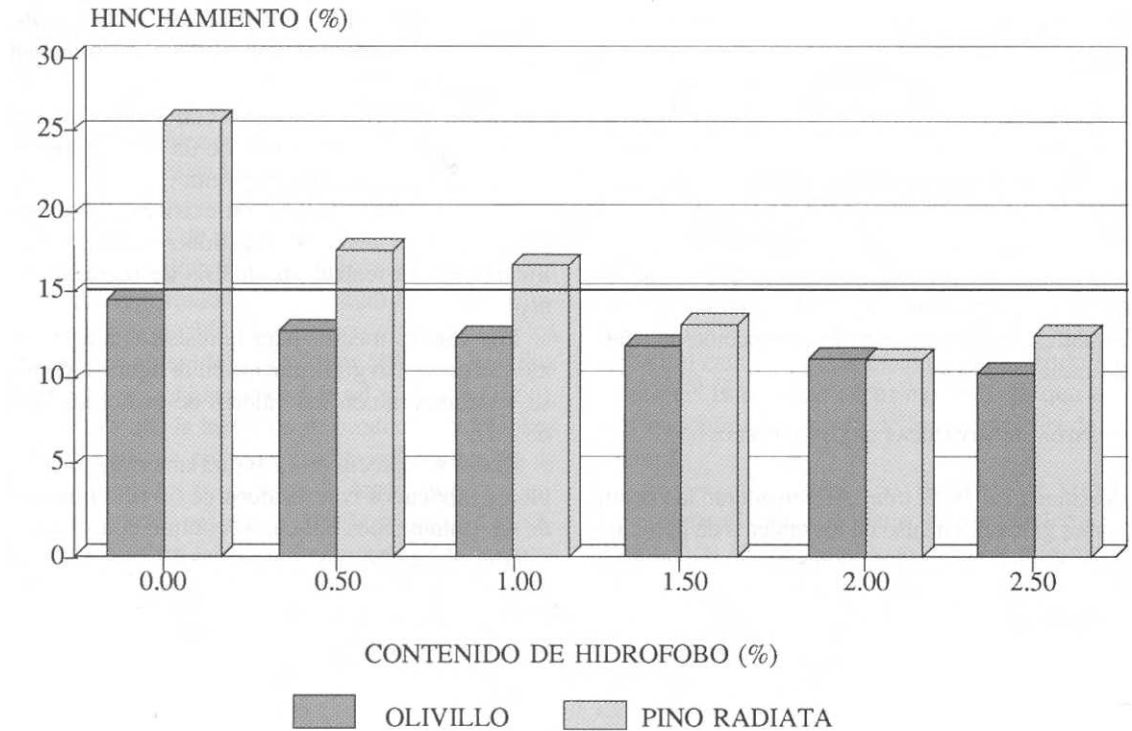
Al comparar el hinchamiento entre los tableros



— Valor máximo DIN 68 761

Figura 1. Valores promedio de hinchamiento luego de dos horas de inmersión en agua, en tableros de olivillo y pino radiata.

Average swelling after a 2 hours water immersion period.



— Valor máximo DIN 68 763

Figura 2. Valores promedio para hinchamiento luego de 24 horas de inmersión en agua, en tableros de olivillo y pino insigne tratados con producto hidrófobo.

Average swelling after a 24 hours of water immersion period.

de olivillo y pino insigne después de dos horas de inmersión, se observa que existe una tendencia común en cuanto a la disminución que experimenta esta propiedad a medida que aumenta la cantidad de parafina incorporada en los tableros; esta disminución del hinchamiento ocurre hasta con niveles de 1.5 y 2.0% para olivillo y pino insigne respectivamente, volviendo a incrementarse el hinchamiento especialmente en el caso de los tableros de olivillo, con el aumento del contenido de hidrófobo aplicado. Resultados similares en tal sentido encontraron Müller (1962), Gatchel *et al.* (1966), Roffael y May (1983).

El hecho de que los valores de hinchamiento de los tableros de pino insigne sean menores que los de olivillo, para un mismo nivel de hidrófobo empleado, puede explicarse por la menor densidad de la madera de la primera de las especies nombradas, ya que para lograr la densidad de tablero calculada es necesario comprimir un mayor volumen de astillas que en el caso del olivillo. Esto es

coincidente con lo expresado por Larmore (1959), Vital *et al.* (1974) y Naveillán (1986), en el sentido de que al usar una materia prima de baja densidad resultan tableros de mayor estabilidad dimensional.

El otro factor que explica esta diferencia de hinchamiento entre los dos tipos de tableros analizados es el menor coeficiente de esbeltez de las partículas de olivillo, pues mientras más cortas y gruesas, el hinchamiento tiende a ser mayor (Post, 1958, 1962; Brumbaugh, 1960).

Sin embargo, al comparar el hinchamiento entre ambos tipos de tableros después de 24 horas de inmersión ocurre lo contrario, es decir, los tableros de olivillo registran valores de hinchamiento menores que los tableros de pino insigne para un mismo contenido de parafina; además los primeros cumplen en todos los casos con la norma DIN 68 763, al no sobrepasar el valor máximo de 16% de hinchamiento.

Esto podría explicarse en alguna medida debi-

do al mayor contenido de extraíbles presentes en la madera y corteza de olivillo, los que de alguna manera ejercen una acción repelente al agua (Chen y Paulitsch, 1974; Moslemi, 1974; Poblete *et al.*, 1991; Juacida, 1991). Este último autor, investigando la permeabilidad de algunas especies chilenas, encontró que el olivillo, a pesar de tener un porcentaje de elementos conductores similar al de otras especies, presenta un alto contenido de extraíbles y gran cantidad de cristales en los lúmenes celulares, lo que dificulta la conducción en sentido radial.

**PROPIEDADES MECANICAS DE LOS TABLEROS**

*Resistencia a la flexión.* Al considerar las condiciones generales de uso de los tableros de partículas (forros interiores, pisos, cielos rasos, cubiertas de muebles, etc.) la resistencia a la flexión estática resulta ser la propiedad mecánica de mayor importancia (Peredo, 1987b). Por este motivo el

cumplimiento de las especificaciones normalizadas para esta propiedad será el requisito principal de los tableros confeccionados.

Para los tableros encolados con resinas ureicas la norma DIN 68 763 establece un valor mínimo, para esta propiedad, de 18 N/mm<sup>2</sup>.

Para determinar la relación existente entre esta propiedad y el nivel de hidrófobo incorporado a los tableros se realizó un análisis de regresión lineal.

Los valores medios para la resistencia a la flexión se presentan gráficamente en la figura 3, donde se les compara con los valores de la norma DIN 68 763.

Como se aprecia en la figura anterior, para tableros fabricados con residuos de olivillo ninguno de los tratamientos aplicados cumple con el valor mínimo de 18 N/mm<sup>2</sup> exigido por la norma para esta propiedad.

Esto se debe, fundamentalmente, al bajo coeficiente de esbeltez de las partículas, lo que fue

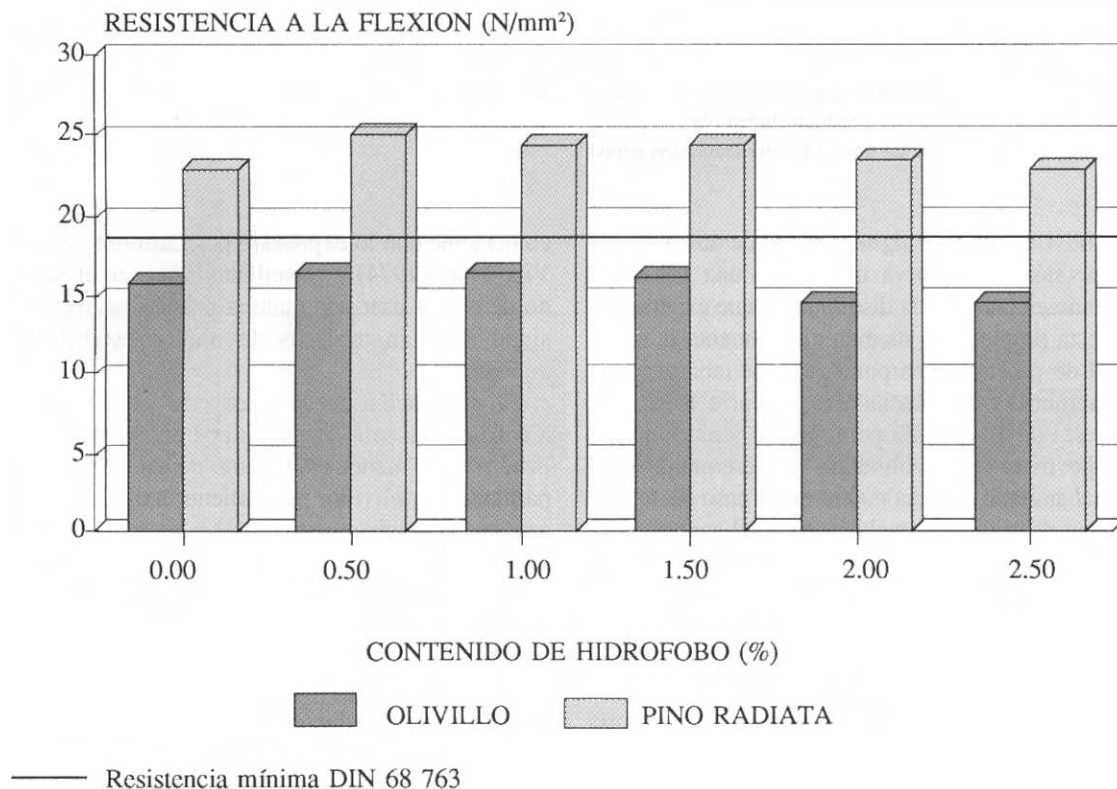


Figura 3. Valores promedio para la resistencia a la flexión en tableros de olivillo y pino insigne. Average tensile strength of olivillo and radiata pine panels.

corroborado al elaborar posteriormente, a modo de comprobación, cuatro tableros utilizando la misma materia prima, pero seleccionando el tamaño de las partículas, de manera de obtener un coeficiente de esbeltez más alto. Dos de estos tableros contenían 1.5% de hidrófobo y los otros dos, 2.0% del producto.

Los valores de resistencia a la flexión, en estos tableros, resultaron superiores comparados con aquellos registrados en este estudio, para los mismos niveles de hidrófobo. Esto coincide con los resultados obtenidos por Müller (1962) y Klauditz (1955), y lo señalado por Ginzel y Peraza (1966), respecto a que la inclusión de productos hidrófobos en los tableros produce una leve disminución de las propiedades mecánicas de los mismos.

Los valores promedio para la propiedad mecánica flexión, en tableros de pino insigne, demuestran que todos los tratamientos aplicados cumplen con la exigencia mínima establecida por la norma ( $18\text{N/mm}^2$ ), la que en promedio es superada en un 30%.

El hecho de que en este caso se haya superado el valor mínimo exigido por la norma, es producto fundamentalmente del mayor coeficiente de esbeltez de las partículas.

Al comparar los valores obtenidos para la flexión entre los dos tipos de tableros confeccionados, se concluye que la diferencia entre dichos valores se debe casi exclusivamente a los dos distintos coeficientes de esbeltez entre las partículas de ambas especies, como quedó establecido al ensayar esta propiedad en tableros elaborados con la misma materia prima de olivillo pero con mayor coeficiente de esbeltez. Esto confirma lo aseverado por numerosos estudios respecto a que el tamaño y geometría de las partículas incide notablemente sobre las propiedades de los tableros.

Respecto al efecto de la emulsión parafínica sobre la resistencia a la flexión, en ambos casos se pudo comprobar que hubo una muy leve disminución de los valores de esta propiedad con el aumento del nivel de hidrófobo, la que no es significativa según el análisis de varianza efectuado, por lo cual la inclusión de este tipo de productos no debería constituir una limitante al evaluar esta propiedad, en especial cuando se utilizan partículas con un coeficiente de esbeltez adecuado.

Resultados similares obtuvieron Müller (1962) y Amthor y Böttcher (1984). Estos dos últimos autores trabajando con niveles de hidrófobo fluctuantes entre 0.25 y 1.0%, menores a los emplea-

dos en este trabajo (0.5 a 2.5%), registraron valores de resistencia a la flexión en tableros de abeto con un 0.5% de hidrófobo, de 19.6 y 20.2  $\text{N/mm}^2$  respectivamente. Con el mismo nivel de parafina la resistencia a la flexión de los tableros de olivillo fue de 16.7  $\text{N/mm}^2$  y en los de pino insigne 24.78  $\text{N/mm}^2$ ; la densidad promedio de los tableros considerados fue de  $630\text{ kg/m}^3$ .

Dado que las partículas empleadas en este estudio corresponden a las utilizadas por la industria para las capas internas, podría mejorarse esta propiedad al estratificar los tableros, incluyendo material más fino en las capas externas, lo que además mejoraría el aspecto de las superficies de los mismos.

*Resistencia a la tracción.* Respecto de la tracción perpendicular al plano de los tableros, la norma DIN 68 763 establece un valor mínimo de  $0.4\text{ N/mm}^2$  para los paneles encolados con resinas ureicas.

Los valores promedio obtenidos para esta propiedad se muestran en la figura 4, siendo comparados con el valor mínimo establecido por la norma.

Como se observa en la figura, sólo el tratamiento con el contenido más alto de hidrófobo, en tableros fabricados con olivillo, no cumple con el valor mínimo exigido por la norma DIN 68 763, de  $0.4\text{ N/mm}^2$ .

En los resultados presentados en la figura 4 se aprecia claramente que todos los tratamientos aplicados, en tableros de pino insigne, sobrepasan el valor mínimo exigido por la norma. Se observa, además, la misma tendencia que en los tableros de olivillo, en cuanto a que existe una disminución de los valores de resistencia a la tracción con el aumento del contenido de hidrófobo.

Esto se explica por el hecho de que esta propiedad mide la calidad de la unión entre las partículas de la capa media o alma de los tableros, por lo que el aumento del contenido de hidrófobo en los paneles disminuye la capacidad de absorción y unión de la madera con el adhesivo (Poblete y Zárate, 1986), produciéndose así uniones de menor resistencia.

Lo anterior coincide, además, con lo señalado por Müller (1962), Ginzel y Peraza (1966), Roffael y May (1983) y Amthor y Böttcher (1984), en cuanto a que la incorporación de hidrófobos en los tableros de partículas afecta más significativamente a la tracción que a la flexión.

Es así como Müller (1962), trabajando con niveles de hidrófobo entre 0.25% y 0.75%, obtuvo

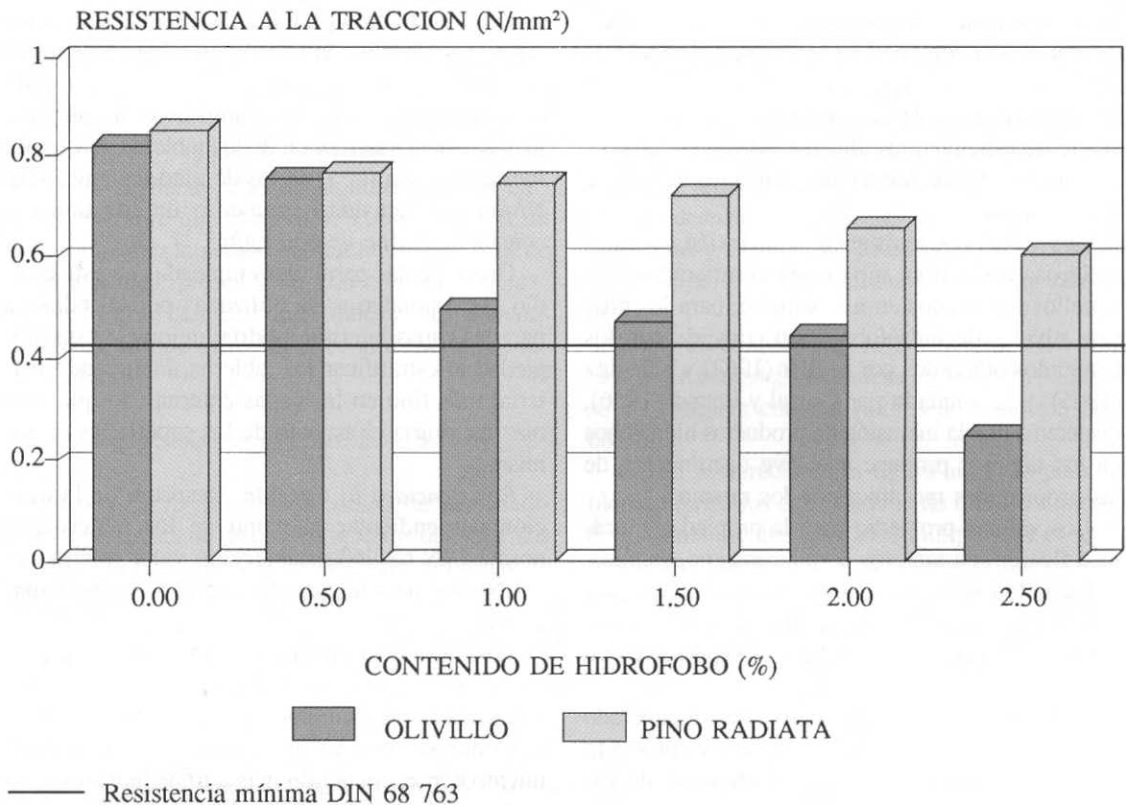


Figura 4. Valores promedio para la resistencia a la tracción perpendicular al plano, en tableros de olivillo y pino insigne.

Average bending strength of olivillo and radiata pine panels.

valores de resistencia a la tracción de 0.89 y 0.82 N/mm<sup>2</sup>, respectivamente, en tableros de 600 kg/m<sup>3</sup> de densidad. Amthor y Böttcher (1984), por su parte, también en tableros de abeto, con densidades promedio de 640 kg/m<sup>3</sup> y contenidos de hidrófobo entre 0.33 y 1.0%, registraron valores para esta propiedad de 0.48 y 0.42 N/mm<sup>2</sup> respectivamente.

En este estudio los valores de resistencia a la tracción medidos en tableros de olivillo con 0.5 y 1.0% de hidrófobo fueron de 0.75 y 0.5 N/mm<sup>2</sup> y para pino insigne, considerando los mismos contenidos de parafina, los valores de tracción fueron de 0.77 y 0.75 N/mm<sup>2</sup> respectivamente.

El que la resistencia a la tracción, medida en tableros de olivillo, registre valores inferiores que los obtenidos en los tableros de pino insigne, para un mismo tratamiento es consecuencia fundamentalmente del apreciable contenido de extraíbles presentes en las partículas de olivillo, 5.11% (2.65% para pino insigne), los que interferirían en

las reacciones de fraguado del adhesivo.

Cabe hacer notar que por las características de las partículas de olivillo era esperable el resultado inverso, es decir, valores de resistencia a la tracción mayores en los tableros elaborados con esta especie, dado que presenta un menor coeficiente de esbeltez, una menor superficie específica de las partículas y, por lo mismo, una mayor cantidad de resina específica, junto con un valor de pH más ácido que el material de pino insigne, parámetros todos que favorecen la obtención de valores de resistencia a la tracción perpendicular al plano del tablero.

## CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en el presente estudio permiten concluir que:

- La incorporación de productos hidrófobos, como la parafina emulsionada, no presentan inconven-



nientes en la elaboración de tableros de partículas confeccionados con residuos de explotación de olivillo y pino insignne.

- La inclusión de un hidrófobo, como la parafina emulsionada, mejora significativamente las propiedades físicas de los tableros.
- Las propiedades mecánicas, flexión y tracción perpendicular al plano del tablero experimentan una pequeña disminución en sus valores con el aumento del contenido de producto hidrófobo, siendo la tracción más sensible al aumento de la cantidad de parafina en el tablero. Sin embargo, no existen diferencias estadísticamente significativas entre los distintos tratamientos aplicados para los valores de resistencia obtenidos para ambas especies.
- Los mayores valores de resistencia a la flexión y a la tracción, obtenidos en los tableros de pino insignne, así como las diferencias en las propiedades físicas producidas entre ambos tipos de tableros, se deben, en gran medida, al mayor coeficiente de esbeltez de las partículas de esta especie.
- Aun cuando hubo diferencias en los valores registrados para una determinada propiedad, con un mismo contenido de hidrófobo, entre los tableros de olivillo y pino insignne, se puede concluir que con un nivel de 1.5% de emulsión parafínica en los tableros se obtienen, en general, las propiedades físicas más adecuadas sin deteriorar las propiedades mecánicas de los paneles, cumpliendo además con los valores exigidos por las normas correspondientes, a excepción de la propiedad flexión en tableros de olivillo.
- La diferencia de coeficiente de esbeltez existente entre las partículas de olivillo y pino insignne, notablemente inferior en la primera de las especies, influyó en todas las propiedades ensayadas. Por lo que para determinar con mayor precisión y exactitud las influencias de la aplicación de productos hidrófobos en tableros de partículas, elaboradas con distintas especies, es conveniente homogeneizar este parámetro.

## BIBLIOGRAFIA

- ALVAREZ, L., J. UGARTE. 1984. *Análisis de sistemas de cubicación y estimación de desechos de Pino insignne*. Tesis. Ing. Forestal, Universidad de Chile, Facultad de Cs. Agrarias, Veterinarias y Forestales, 162 pp.
- AMTHOR, J. y P. BOTTCHE. 1984. "Der Einfluss der Hydrophobierung auf das Verhalten von Spanplatten-Oberflächen bei Kurzzeitiger Wassereinwirkung", *Holz als Roh-und Werkstoff* 42 (10): 379-383.
- BONTA, T., R. VILLAROEL. 1982. *Residuos en Pinus radiata* D. Don. Tesis. Ing. Forestal, Universidad de Chile. Facultad de Cs. Agrarias, Veterinarias y Forestales, 93 pp.
- BRUMBAUGH, J. 1960. "Effect of flake dimension on properties of particleboards", *For. Prod. J.* 10 (5): 243-246.
- CHEN, T-Y y M. PAULTTSCHE. 1974. "Inhalstoff von Nadeln, Rinde und Holz der Fichte und Kiefer und ihr Einfluss auf die Eigenschaften daraus hergestellter Spanplatten", *Holz als Roh-und Werkstoff* 32 (10): 397-401.
- GATCHEL, C., B. HEEBING y F. HEFTY. 1966. "Influence of components variables on properties of particleboard for exterior use", *For. Prod. J.* 16 (4): 46-59.
- GINZEL, C. y W. PERAZA. 1966. *Tecnología de tableros de partículas*. Instituto de Investigación y Experiencias, Madrid, 185 pp.
- GUTIERREZ, J. 1980. *Evaluación cuantitativa y cualitativa de los residuos maderables resultantes de la explotación a tala rasa de Pino insignne*. Superintendencia Técnica Forestal MININCO S.A., Concepción, Chile, 52 pp.
- HARTMAN, L. 1965. Utilización y aprovechamiento de los desechos del bosque y de aserraderos. Escuela de Ing. For., Univ. de Chile, *Bol. Téc.* 11: 7-13.
- JUACIDA, R. 1991. *Algunos factores que influyen en la permeabilidad de las maderas*. Universidad Austral de Chile, Facultad de Cs. Forestales. Pub. Docente N° 3, 16 pp.
- KLAUDITZ, W. 1955. "Entwicklung, Stand und holzwirtschaftliche Bedeutung der Holzspanplattenherstellung", *Holz als Roh-und Werkstoff* 13:43.
- KOLLMANN, F., E. KUENZI y A. STAMM. 1975. *Principles of Wood Science and Technology. II Wood Based Materials*. Springer Verlag, Berlin, 703 pp.
- LARMORE, F. 1959. "Influence of specific gravity and resin content on properties of particleboard", *For. Prod. J.* 9 (4): 131-134.
- MOLINOS, U. 1969. *Establecimiento y análisis de un coeficiente de utilización en la explotación de bosques de Pino insignne*. Tesis. Esc. Ing. Forestal, Universidad de Chile, Santiago, Chile, 118 pp.
- MOSLEMI, A. 1974. *Particleboard. I Materials*. Southern Illinois University Press, 239 pp.
- MÜLLER, H. 1962. "Erfahrungen mit Paraffin-Emulsionen als Quellschutzmittel in der Spanplattenindustrie", *Holz- als Roh-und Werkstoff* 20 (6): 24-28.
- MUÑOZ, F. 1983. *Evaluación de desechos en plantaciones*. Tesis. Ing. Forestal. Facultad de Cs. Forestales, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile, 118 pp.
- NAVEILLAN, M. 1986. *Utilización de renovales de roble (Nothofagus obliqua) y raulí (Nothofagus alpina) en la fabricación de tableros de partículas*. Tesis, Ing. Forestal. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Forestales, Valdivia, Chile, 56 pp.
- PEREDO, M. 1986. "Inclusión de biomasa forestal en la fabricación de tableros de partículas", *Bosque* 7 (1): 9-16.
- \_\_\_\_\_. 1987. *Tecnología de tableros de partículas*. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Forestales. Publicación Docente N° 24, 53 pp.
- PEREDO, M., H.J. DEPPE. 1984. "Zur Verwendung von Biomasse bei der Herstellung von Holzspanplatten für das Bauwesen", *Forstarchiv* 55 (2): 65-70.
- POBLETE, H. 1979. "Inclusión de aserrín en tableros de partículas". *Bosque* 3 (1): 39-46.
- POBLETE, H. y M. PEREDO. 1985. *Utilización de material proveniente del manejo silvopastoral en la fabricación de tableros de partículas*. Simposio *Pinus radiata* Investigación en Chile. Tomo II. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Forestales, p. 220-240.

- POBLETE, H. y M. ZARATE. 1986. *influencia de los extraíbles sobre las propiedades de la madera y su utilización como materia prima*. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Forestales. Publicación Docente N° 20, 55 pp.
- POBLETE, H., S. RODRIGUEZ y M. ZARATE. 1991. *Influencia de los extraíbles sobre las propiedades de la madera y su utilización como materia prima*. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Forestales. Publicación Docente N° 20, 2ª ed.
- POST, P. 1958. "Effects of particle geometry and resin content on bending strength of oak flakeboard", *For. Prod. J.* 8 (10): 317-327.
- \_\_\_\_\_. 1961. "Relationships of flake size and resin content to mechanical and dimensional properties of flakeboard", *For. Prod. J.* 11 (1): 34-37.
- ROFFAEL, E., A. MAY. 1983. Parafin sizing of particleboards: Chemical aspects. Fraunhofer Institute for Wood Research (WKI) Technical University Braunschweig. Fed. Rep. of Germany, pp. 283-295.
- URZUA, D. y H. POBLETE. 1980. *Utilización de los terrenos de ñadis*. Informe N° 2. Factibilidad técnica de producción de tableros de partículas utilizando las especies que crecen en los terrenos de ñadi. Convenio SERPLAC X Región-Universidad Austral de Chile, 140 pp.
- VITAL, B., W. LEHMANN y R. BOONE. 1974. "How species and board densities affect properties of exotic hardwood particleboards", *For. Prod. J.* 24 (12): 37-45.