

Fabricación de tableros de partículas con desechos industriales

Industrial waste material for particle boards manufacturing

C.D.O.: 862.2

MIGUEL PEREDO L.¹ y EDUARDO TORRES G.²

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

²Asociación Chilena de Seguridad, Sede Regional Valdivia, Walter Schmidt 309 - 2° Piso - Of. 3, Valdivia

SUMMARY

The quality of particle boards elaborated with waste material from sawing, veneer and slicing processes was evaluated. The effect of sawdust containing bark and the effect of a hydrophobic agent on the physico-mechanical properties of the board were determined. Board quality was determined based on the physico-mechanical properties of swelling, tension and flexion of the DIN standard; water absorption according to ASTM 1037 standard. Results indicated that the waste materials used are appropriate for the elaboration of particle boards, fulfilling DIN 68 763 standard in the physico-mechanical properties. The percentage of bark containing waste from the Vista Alegre Sawmill did not significantly affect the mechanical properties of the boards, however they influenced the physical properties negatively. Hydrophobe decreased the levels of swelling and water absorption, without altering the mechanical properties of the boards with no-bark sawdust. In the tension trial, no difference was observed between the boards with bark and those that contained no-bark sawdust.

RESUMEN

Se estudió la factibilidad de utilización de madera residual proveniente de los procesos de aserrío, debobinado y foliado para la confección de tableros de partículas. Los objetivos específicos del estudio fueron: evaluar la calidad de los tableros confeccionados con los distintos tipos de materia prima, determinar el efecto de la corteza contenida en los desechos de aserrío y la inclusión de agente hidrófobo sobre las propiedades físico-mecánicas de los tableros. La calidad de los tableros se evaluó mediante la determinación de las propiedades físico-mecánicas: hinchamiento, tracción y flexión, ensayadas según normas DIN. El material utilizado correspondió a: a) Virutas de Pino insigne con y sin corteza, y b) Virutas de las especies Tapa, Roble, Ulmo y Olivillo provenientes de los desechos de foliado y debobinado de la industria Infodema S.A. Las virutas fueron encoladas con Ureaformaldehído al 8%, en base a su peso anhidro, confeccionándose 32 tableros de tres capas con 11 mm de espesor y densidad de 700 kg/m³; en 16 de estos tableros se contempló la adición de hidrófobo en niveles de 0.8% en base al peso anhidro de la viruta. Las condiciones de prensado incluyeron un tiempo de seis minutos y una temperatura constante, en los platos de la prensa, de 160 ± 10° C. De acuerdo a los resultados se determinó que los distintos tipos de desechos son adecuados para la elaboración de tableros de partículas, cumpliendo todos ellos satisfactoriamente con la Norma DIN 68763 para las propiedades mecánicas.

INTRODUCCION

La industria de tableros de partículas en Chile tradicionalmente ha utilizado como materia prima madera de Pino insigne (*Pinus radiata* D. Don), cuyas características de calidad en cuanto a diámetro, forma y sanidad permitirían asignarle un mejor uso en términos de valor agregado, de manera de optimizar la utilización del recurso boscoso.

Durante 1990 la industria de aglomerados utilizó aproximadamente 456.600 m³ de trozas de Pino

insigne para elaborar 178.290 m³ de tableros (Instituto Forestal, 1991).

Si bien es cierto que esta materia prima presenta excelentes aptitudes para la fabricación de tableros de partículas, existen, además, otras fuentes potenciales como lo es la madera residual proveniente de los procesos de aserrío, foliado y debobinado de la madera.

En efecto, el consumo de trozas de estas industrias de transformación mecánica, durante el año 1990, alcanzó a 6.997.500 m³, volumen que po-

tencialmente podría generar 2.799.000 m³ de desechos, considerando un aprovechamiento promedio del 40% de estas industrias.

Si se considera que solamente el 20% de este volumen estimado de desperdicios está disponible para el abastecimiento de la industria de tableros, se obtendrían alrededor de 559.800 m³, cifra que satisface largamente el consumo alcanzado durante el año 1990 por esta industria de aglomerados.

Dentro de este contexto, el presente trabajo tiene como objetivo principal determinar las propiedades físico-mecánicas de los tableros de partículas elaborados con los diferentes tipos de madera residual proveniente de los procesos de aserrío, foliado y debobinado de la madera. Fijándose, también, como objetivos secundarios, la evaluación del efecto de la corteza y de emulsiones parafínicas en las propiedades físico-mecánicas de los tableros confeccionados.

MATERIAL Y METODO

MATERIAL

Madera. Como material de ensayo se utilizaron virutas provenientes del astillado de dos tipos de procesos industriales:

- Desechos de aserrío: se utilizó material de desecho con y sin corteza, compuesto por tapas, cantoneras y despuntes de la especie *Pinus radiata* D. Don.
- Desechos de foliado y debobinado: se ocupó material proveniente del redondeo y recorte de trozas y chapas, con participación* de las siguientes especies: Tapa 60% aproximadamente (*Laurelia philippiana* Looser), Roble 20% aprox. (*Nothofagus obliqua*), Olivillo 10% aprox. (*Aextoxicon punctatum*) y Ulmo 10% aprox. (*Eucryphia cordifolia*).

El material de desecho proveniente del proceso de aserrío fue aportado por Aserraderos Valdivia Ltda. y Aserradero Vista Alegre Ltda.

La empresa Infodema aportó desechos de los procesos de foliado y debobinado de la madera.

* El porcentaje de participación de las especies fue entregado de acuerdo al programa de abastecimiento y producción de la empresa Infodema S.A.

Para la elaboración de los tableros testigos se utilizaron astillas provenientes de madera rolliza de Pino insigne, proveniente del Aserradero Vista Alegre.

Adhesivo. Como adhesivo se utilizó el producto ADELITE UT-60. Esta es una resina ureica, y fue aplicada en solución al 50%. El producto fue aplicado sin catalizador.

Agente hidrófobo. Como elemento hidrófobo se empleó parafina emulsionada, cuyo nombre comercial corresponde a NERMASIT U, en solución al 65%.

METODO

Astillado y viruteado. El material de desecho proveniente del aserrío de trozas de Pino insigne se astilló en un astillador KLOCKNER, modelo TR-30.

Los desechos de foliado y debobinado se obtuvieron astillados, ya que la industria Infodema realiza este proceso para disminuir el tamaño de los desechos. Una vez astillado el material, se procedió a reducir nuevamente su tamaño mediante una viruteadora PALLMANN, modelo PZ-6. Este viruteado permitió obtener partículas con dimensiones adecuadas para la fabricación de los tableros. Las propiedades físico-mecánicas y calidad del encolado están estrechamente relacionadas con la dimensión de las partículas (Ginzl y Peraza, 1966; Peredo, 1983; Poblete, 1985).

Secado y tamizado. Con el objeto de disminuir el contenido de humedad del material viruteado, hasta obtener valores promedios de 4 a 8% (base madera seca), cifra recomendada por Ginzl y Peraza (1966), se procedió a secar las virutas en un secador HERAEUS, modelo TU-h2.

Alcanzado los niveles promedio de contenido de humedad (4 a 8%), se procedió a clasificar las astillas para formar las capas externas y medias de los tableros. Esta separación del material se llevó a cabo mediante el tamizado de las astillas finas y gruesas.

Una vez realizada la clasificación de las partículas se procedió nuevamente a determinar el contenido de humedad del material para cada tipo de partícula, obteniéndose un 4% de contenido de humedad para las gruesas y un 8% para el material fino.

Previo a la confección de las capas medias de los tableros se procedió a tomar tres grupos de

muestras de partículas gruesas, a distintas profundidades de las bolsas de almacenamiento, para determinar el coeficiente de esbeltez promedio (relación entre la longitud y espesor de la partícula) para cada tipo de desecho, derivados de los procesos de aserrío, foliado y debobinado.

De manera semejante se tomaron cinco muestras, de 10 gramos cada una, para determinar el porcentaje de corteza que contenía la materia prima obtenida del Aserradero Vista Alegre.

Encolado de las partículas. Las partículas se encolaron separadamente de acuerdo a la capa del tablero, utilizando la siguiente relación de encolado:

- Capa externa: 9% de resina seca referida al peso anhidro de las partículas.
- Capa media: 7% de resina seca, en relación al peso anhidro de las partículas.
- Agente hidrófobo: 0.8% de parafina sólida, en relación al peso anhidro de la madera.

Para realizar este proceso se utilizó una encoladura marca DRAIS, modelo FSP 80.

Fabricación de los tableros. Se elaboraron tableros de tres capas, distribuyendo el material tamizado de la siguiente forma:

- Capas externas: 50% en peso, de partículas finas.
- Capa media: 50% en peso, de partículas gruesas.

Condiciones de elaboración:

- Densidad esperada: 700 kg/m³
- Prepensado: manual
- Ciclo de pensado: temperatura de los platos ± 160° C, presión máxima de 2.5 N/mm², mantenidos durante 3 minutos aproximadamente.
- Presión media: 2 minutos.
- Tiempo total de pensado: 6 minutos.
- Espesor del tablero: 11 mm.

El ciclo de pensado se efectuó en una prensa marca BURKLE, modelo LA-160.

Tipos de tableros. De cada tipo de desechos, derivados de los procesos de aserrío, foliado y debobinado, se fabricaron cuatro tableros. En total se fabricaron 32 tableros de acuerdo a la siguiente distribución:

Materia prima	Clave identificatoria	Nº tableros
Desechos de aserrío de Pino insigne sin corteza y sin hidrófobo.	A	4
Desechos de aserrío de Pino insigne sin corteza y con hidrófobo.	A'	4
Desechos de aserrío de Pino insigne con corteza y sin hidrófobo.	B	4
Desechos de aserrío de Pino insigne con corteza y con hidrófobo.	B'	4
Desechos de los procesos de foliado y debobinado de las especies Tapa, Ulmo, Roble y Olivillo sin hidrófobo.	C	4
Desechos de los procesos de foliado y debobinado de las especies Tapa, Ulmo, Roble y Olivillo con hidrófobo.	C'	4
<i>Testigos</i>		
Virutas provenientes de trozas de Pino insigne sin corteza y sin hidrófobo.	T	4
Virutas provenientes de trozas de Pino insigne sin corteza y con hidrófobo.	T'	4
Total		32

Determinación de las propiedades físico-mecánicas. Se evaluaron las siguientes propiedades físico-mecánicas en los tableros fabricados de acuerdo a las normas que se mencionan:

- Densidad: DIN 52361
- Hinchamiento: DIN 52364
- Resistencia de la tracción: DIN 52365.

Las probetas utilizadas en los ensayos fueron climatizadas de acuerdo a la norma DIN 50014.

Para determinar el hinchamiento se ocuparon probetas provenientes de las utilizadas en los ensayos de flexión. Para tal efecto se procedió a cortar de un extremo de la probeta ensayada de flexión, un trozo de 2.5 x 2.5 cm, obteniéndose de esta manera la probeta para evaluar el hinchamiento. Para el ensayo de densidad las probetas se obtuvieron a partir de las confeccionadas para el ensayo de tracción.

Los valores obtenidos en los ensayos se compararon con las especificaciones de la norma DIN 68763 para determinar la calidad de los tableros de partículas para la construcción.

PRESENTACION Y DISCUSION DE RESULTADOS

Coefficiente de esbeltez y peso específico. Las astillas obtenidas del material de desechos presentan un coeficiente de esbeltez promedio de 70.6, cifra que se encuentra dentro del rango sugerido por Ginzler y Peraza (1966).

El coeficiente de esbeltez promedio obtenido del material testigo proveniente de trozas de Pino insigne fue de 73.2, valor levemente superior (4.68%) que el alcanzado por el material de desechos. Estos valores homogéneos permiten suponer que los resultados de los ensayos físico-mecánicos no se verán afectados por esta relación.

La diferencia más significativa se observa en los desechos de los procesos de foliado y debobinado, cuyo valor promedio fue de 66.8.

Porcentaje de corteza. De acuerdo a la metodología descrita en secado y tamizado se determinó que el porcentaje de corteza de los desechos de aserrío de pino insigne, provenientes del Aserradero Vista Alegre, era de aproximadamente 6.8%.

Este porcentaje de corteza es superior al descrito por FAO (1968) para desechos de aserraderos; sin embargo, este contenido no debería afectar

significativamente las propiedades físico-mecánicas de los tableros, puesto que de acuerdo con estudios realizados por Lehmann y Geimer (1974) y Calve, Shiels y Gravel (1985) el efecto negativo de la corteza sobre las propiedades de los tableros se manifiesta cuando ésta supera el 12% del peso del tablero.

Propiedades físicas. En los tableros fabricados se analizan los valores obtenidos para las propiedades físicas: densidad e hinchamiento. Esta última propiedad se evaluó después de 2 y 24 horas de inmersión en agua a 20° C (DIN 52364).

Densidad. Las densidades obtenidas en los tableros fluctuaron dentro del rango de 700-734 kg/m³.

De acuerdo al análisis de varianzas, las densidades alcanzadas en los tableros confeccionados no presentan diferencias significativas, requisito y condición indispensable para determinar el efecto de la materia prima sobre las propiedades físico-mecánicas de los tableros en el presente estudio. Es interesante también señalar y destacar que dentro de los tableros elaborados con un mismo tipo de materia prima la amplitud del intervalo de confianza de la media no sobrepasa los 22 kg/m³, obteniéndose de esta forma un menor grado de dispersión de los valores en los ensayos físico-mecánicos.

Hinchamiento. A pesar de que los tableros fueron elaborados con adhesivo ureico y, por lo tanto, no son aptos para ser utilizados a la intemperie, ya que la humedad afecta significativamente sus propiedades físico-mecánicas, en el presente estudio se determinó la propiedad física hinchamiento a modo de control.

Como una manera de disminuir el efecto negativo de la humedad sobre la Ureaformaldehído, se optó por adicionar al 50% de los tableros confeccionados el agente hidrófobo NERMASIT U.

Los tableros confeccionados con desechos de aserrío de Pino insigne con corteza, sin hidrófobo (B), presentan los mayores valores de hinchamiento, hecho que se aprecia con mayor claridad al comparar los tableros A y B. Estos resultados indicarían que la inclusión de corteza, en los niveles estudiados, afecta negativamente a la propiedad física hinchamiento, efecto corroborado por otros autores (Maloney, 1973; Muszynski y McNatt, 1984).

Las exigencias impuestas por la norma DIN 68763, que establece un hinchamiento máximo

del 12% después de dos horas de inmersión en agua a 20° C, son cumplidas por la totalidad de los tableros que contienen agente hidrófobo (figura 1).

En la figura 1 es posible observar que los tableros con y sin hidrófobo, elaborados con trozas y desechos de aserrío de Pino insigne (A-A'; B-B'; T-T'), sufrieron aproximadamente el doble de hinchamiento respecto al alcanzado por los de desechos de foliado y debobinado (C-C'). Este comportamiento es posible atribuirlo, en parte, a que la materia prima de los tableros C-C' es sometida a un proceso de calentamiento en agua a 90° C aproximadamente, hecho que provocaría una disolución de hemicelulosas, componente químico de la madera, responsable de la capacidad higroscópica (Poblete, 1988*).

Por otra parte, este proceso de humectación produce una disminución del contenido de extraíbles, lo que, de acuerdo a Maloney (1977), también estaría favoreciendo la disminución del hinchamiento en los tableros. En estudios realizados por este investigador, se determinó que la presencia de sustancias extraíbles en la madera puede ocasionar algunas deficiencias en los tableros, principalmente un aumento de la capacidad de absorción de agua y escasa estabilidad dimensional.

Otro factor que también podría estar afectando el hinchamiento de los tableros son las diferencias de densidad que existen entre el Pino insigne (450 kg/m³ aprox.) y las especies Roble, Ulmo y Olivillo (600 kg/m³ aprox.). En efecto, el hecho de que para obtener una densidad de tablero de 700 kg/m³ con material de Pino insigne sea necesario comprimir un volumen de madera superior al que se necesitaría si las astillas fueran de Tapa, Roble, Ulmo y Olivillo, origina obviamente un hinchamiento mayor, ya que existe más material por unidad de volumen.

Los resultados obtenidos revelan que el efecto del agente hidrófobo después de 24 horas de inmersión es menor, alcanzando una diferencia máxima de 6.5% en los tableros A y A'. Estos resultados concuerdan con los registrados por Ranta (1978), donde se concluyó que el efecto del agente hidrófobo después de 24 horas es mínimo.

Los requisitos impuestos por la norma DIN 68763, que establece un hinchamiento máximo

del 16% después de 24 horas de inmersión en agua a 20° C, son cumplidos solamente por los tableros C-C'. Estos resultados se muestran en la figura 2.

De acuerdo a los resultados obtenidos, tanto para 2 y 24 horas, es posible sugerir que los tableros elaborados con desechos de aserrío y trozas de Pino insigne presentarían un comportamiento similar frente a la propiedad física hinchamiento, durante su utilización como paneles estructurales.

Respecto a los tableros confeccionados con desechos de foliado y debobinado, es posible esperar un hinchamiento menor que el presentado por los fabricados con Pino insigne.

PROPIEDADES MECANICAS

Tracción. Todos los tableros elaborados con los desechos industriales en estudio satisfacen ampliamente la exigencia mínima de la norma DIN 68763 para la propiedad mecánica tracción, que es de 0.4 N/mm², hecho que permitiría afirmar que sería posible utilizar este tipo de desechos para la confección de tableros de partículas.

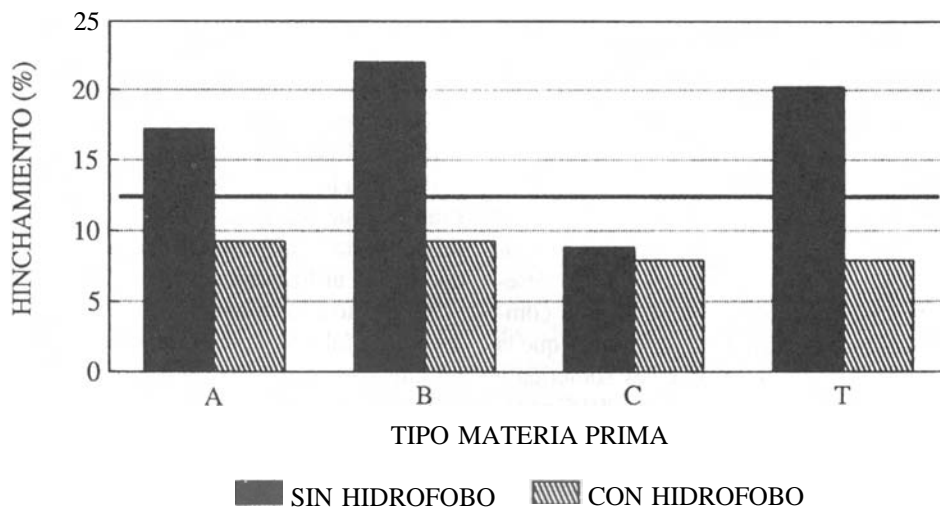
La relación de los valores promedio de tracción y la exigencia de la norma DIN 68763 se presenta en la figura 3.

Los mejores resultados se obtienen con desechos de aserrío de Pino insigne sin corteza y sin hidrófobo, donde se supera el mínimo exigido (0.4 N/mm²) en un 102% aproximadamente. Es posible apreciar, también, que los valores de resistencia a la tracción, al adicionar agente hidrófobo, no registran disminuciones importantes, exceptuando los tableros B', que de acuerdo al análisis de varianza presentan diferencias significativas respecto a los valores de los tableros B.

Esta diferencia significativa de los valores de resistencia mecánica de los tableros B', confeccionados con desechos de aserrío de Pino insigne con corteza y con hidrófobo, podría atribuirse a una reacción de tipo química entre el agente hidrófobo y la corteza que, posiblemente, estaría afectando en alguna medida a la cohesión de las partículas.

A su vez, en investigaciones anteriores (Müller, 1962; Ranta, 1978) se destaca el efecto negativo del hidrófobo sobre las propiedades mecánicas, hecho que se ajustaría a los resultados obtenidos en este estudio, ya que los tableros con hidrófobo presentan una resistencia menor a la tracción, respecto a los tableros sin agente hidrófobo. Cabe señalar, sin embargo, que en los estudios realiza-

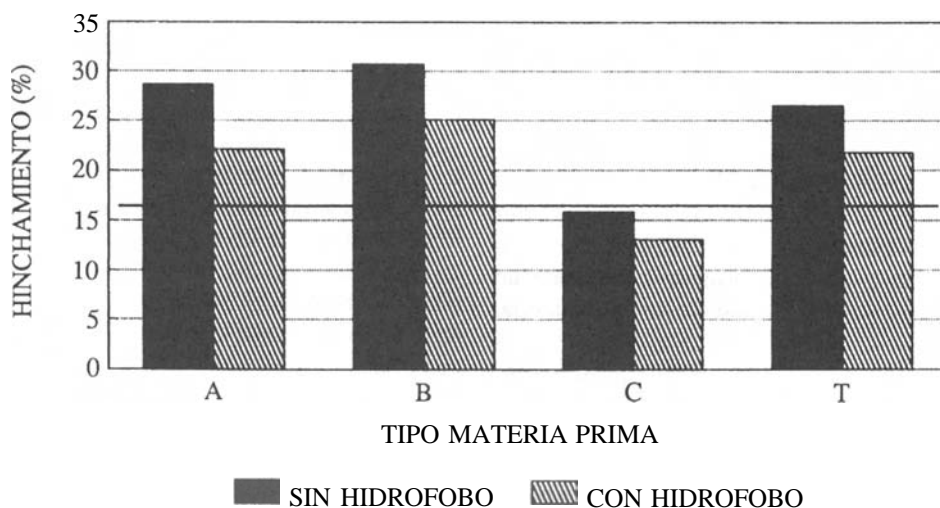
* Poblete, H. 1988. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Austral de Chile. Comunicación personal.



—VALOR MAX. DIN 68 763

Fig. 1: Hinchamiento medio después de dos horas de inmersión en agua a 20° C, para los diferentes tipos de materia prima (A: desechos de aserrío de Pino insigne sin corteza; B: desechos de aserrío de Pino insigne con corteza; C: desechos de procesos de foliado y debobinado de Ulmo, Tapa y Olivillo; T: trozas de Pino insigne sin corteza).

Swelling after two hours of water inmersión (20° C).



—VALOR MAX. DIN 68 763

Fig. 2: Hinchamiento medio después de 24 horas de inmersión en agua a 20° C, para los diferentes tipos de materia prima (A: desechos de aserrío de Pino insigne sin corteza; B: desechos de aserrío de Pino insigne con corteza; C: desechos de procesos de foliado y debobinado de Ulmo, Tapa y Olivillo; T: trozas de Pino insigne sin corteza).

Swelling after 24 hours of water inmersión (20° C).

dos por Müller (1962) y Ranta (1978) se utilizaron niveles de hidrófobos superiores al empleado en este trabajo.

En los resultados presentados en la figura 4 es importante observar que los valores de resistencia a la tracción, alcanzados por los tableros elaborados con los desechos industriales, son similares a los obtenidos en los tableros testigos confeccionados con astillas provenientes de trozas de Pino insigne, hecho que estaría indicando la factibilidad de utilizar estos materiales en la fabricación de tableros de partículas aptos para su uso en construcciones.

Los resultados del análisis múltiple de varianza, realizado entre los diferentes grupos de tableros, permiten reafirmar lo mencionado en el párrafo anterior, ya que en este análisis estadístico se determinó que no existen diferencias significativas entre los distintos grupos, exceptuando los tableros B'.

Flexión. Los valores promedio obtenidos para esta propiedad, ensayada de acuerdo a la norma DIN 52362, se presentan en la figura 4.

El análisis de los resultados presentados en la figura 4 permite apreciar que los tableros confeccionados con desechos industriales cumplen satisfactoriamente con la exigencia de la norma DIN 68761 y 68763, cuyos valores estandarizados de flexión son 18 y 19 N/mm², respectivamente.

Los tableros elaborados con desechos de procesos de foliado y debobinado (C y C') presentan los mayores valores de resistencia a la flexión, superando el mínimo exigido por la norma DIN 68763 (19 N/mm²) en un 50%, aproximadamente. Estos resultados son coincidentes con las aseveraciones de Jaudon (1976), en el sentido de que los desechos más adecuados para elaborar tableros de partículas corresponden a desechos industriales de chapas y contrachapados.

Los altos valores de resistencia a la flexión obtenidos en las probetas de ensayo evidencian claramente la excelente aptitud que posee este material de desecho industrial para la confección de tableros de partículas.

De acuerdo al análisis de varianza de los tableros confeccionados sin y con hidrófobo, la adición de este agente no afectó significativamente la resistencia a la flexión en ninguno de los grupos estudiados.

Los niveles de emulsiones parafínicas de 0.8% utilizados en el presente estudio se encuentran en el límite en el cual según Müller (1962) se

comenzarían a ver afectadas las propiedades mecánicas.

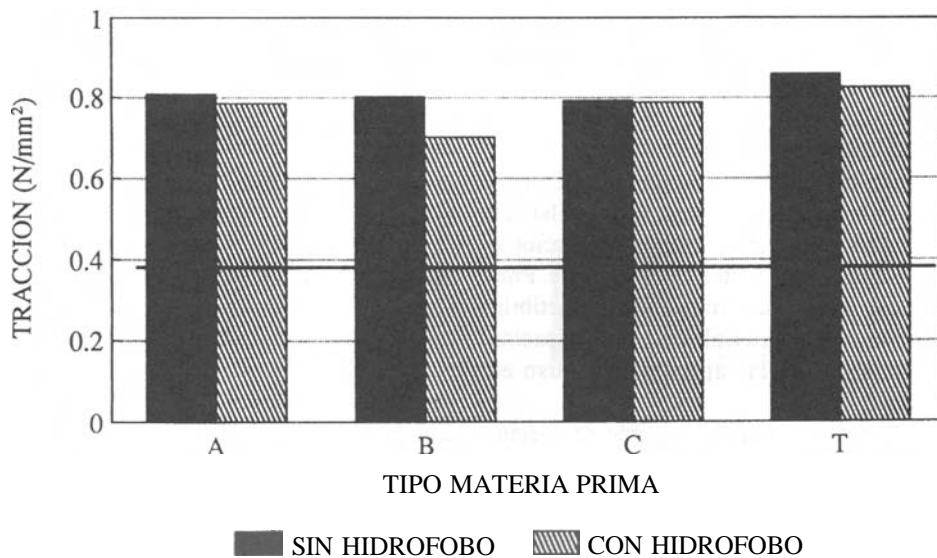
En estudios posteriores (Ranta, 1978) se determinó un efecto negativo sobre las propiedades mecánicas al adicionar hidrófobos. Sin embargo, cabe señalar que en estos estudios se utilizaron niveles iguales o superiores a 1%.

Dentro de los distintos tipos de materia prima estudiados, los tableros que presentaron diferencias significativas, tanto sin y con hidrófobo, fueron los confeccionados con desechos de aserrío con corteza. Esta diferencia significativa arrojada por el análisis múltiple de varianzas podría tener una explicación en la inclusión de corteza. Esta disminución de la resistencia a la flexión presentada por los tableros con inclusión de corteza coincide con los resultados obtenidos por Chen y Paulitsh (1974).

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en el presente estudio permiten concluir que:

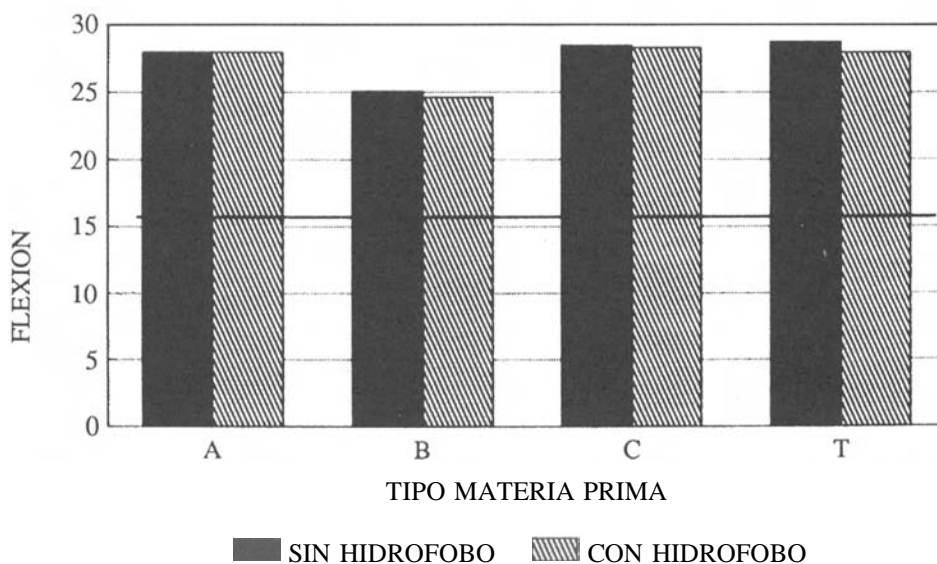
- Los distintos tipos de maderas residuales estudiados son adecuados para la confección de tableros de partículas para uso en interiores, considerando que sus propiedades mecánicas sobrepasan ampliamente las exigencias de la norma DIN 68763.
- El nivel de 0.8% de agente hidrófobo permitió obtener, para dos horas de inmersión en agua a 20° C, valores de hinchamiento inferiores al estipulado por la norma DIN 68763, no afectando la resistencia a la flexión. La tracción, en cambio, se vio afectada negativamente al agregar parafina a los tableros que contenían corteza.
- El efecto negativo de la corteza sobre las propiedades físicas se manifestó en un aumento de los valores de hinchamiento y absorción de agua en aquellos tableros que contenían corteza sin la adición de hidrófobo. En las propiedades mecánicas la corteza tuvo un efecto negativo sobre la flexión.
- Los tableros confeccionados con desechos de los procesos de foliado y debobinado son los que presentan los menores valores de hinchamiento para 2 y 24 horas de inmersión en agua. Los porcentajes de hinchamiento para estos tableros son 51 y 40% inferiores al compararlos con los tableros testigos.



—VALOR MIN. DIN 68 763

Fig. 3: Tracción promedio para los distintos tipos de materia prima (A: desechos de Pino insigne sin corteza; B: desechos de Pino insigne con corteza; C: desechos de procesos de foliado y debobinado de Ulmo, Tapa y Olivillo; T: trozas de Pino insigne sin corteza).

Tensile strength of several raw materials.



—VALOR MIN. DIN 68 763

Fig. 4: Flexión promedio para los distintos tipos de materia prima (A: desechos de Pino insigne sin corteza; B: desechos de Pino insigne con corteza; C: desechos de procesos de foliado y debobinado de Tapa, Ulmo y Olivillo; T: trozas de Pino insigne sin corteza).

Average bending strength of several raw materials.

- Las propiedades mecánicas de los tableros confeccionados con los distintos tipos de desechos superaron ampliamente las exigencias de la norma DIN 68763.
- Los mayores valores de flexión fueron obtenidos en los tableros elaborados con desechos de los procesos de foliado y debobinado.
- Se recomienda realizar estudios orientados a lograr la optimización del ciclo de prensado y participación porcentual de adhesivos, considerando que los valores obtenidos, para las propiedades mecánicas, superan significativamente a los requeridos por la norma DIN 68763.
- La incorporación de la madera residual proveniente de las industrias de foliado y debobinado en los procesos industriales debiera hacerse en mezclas con madera de *Pinus radiata* con el objeto de mejorar algunos aspectos técnicos y económicos del proceso de producción.

BIBLIOGRAFIA

- CALVE, L.; SHIELS, J.; GRAVEL, M. 1985. "Maximizing aspen residues utilization for waterboard production", *For. Prod. J.* 35 (5): 39-45.
- CHEN, T-Y, PAULITSH, M. 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.
- FAO, 1968. *Actas de la consulla mundial sobre paneles a base de madera*. Miller Freeman, Binselas, 454 pp.
- GINZEL, C.; PERAZA, W. 1966. *Tecnología de tableros de partículas*. Instituto de Investigación y Experiencias, Madrid, 185 pp.
- INSTITUTO FORESTAL. 1991. *Estadísticas Forestales 1990*. Boletín Estadístico N° 21. CORFO-Instituto Forestal, Santiago, Chile, 101 pp.
- JAUDON, J. 1976. *Utilisation de déchets de forêt et d'industrie dans la fabrication des panneaux derive du bois en Europe*. XVI IUFRO World Congress. Norway, Proceedings. Division V. Group 4 pp.: 204-218.
- LEHMANN, M.; GEIMER, R. 1974. "Properties of structural particleboard from Douglas-fir residues", *For. Prod. J.* 24 (10): 17-25.
- MALONEY, T. 1973. "Bark board from four west coast softwood species", *for. Prod. J.* 23 (8): 30-38.
- . 1977. *Modern particleboard and dry-process fiber board manufacturing*. Miller Freeman Publications, San Francisco, California, 672 pp.
- MULLER, H. 1962. "Erfahrungen mit Paraffin-Emulsionen als Quellschutzmittel in der Spanplattenindustrie", *Holz als Roh-und Werkstoff* 20 (11): 434-437.
- MUSZYNSKY, Z.; NATT, J. 1984. "Investigation on the use of spruce bark in the manufacture of particleboard in Poland", *For. Prod. J.* 34 (1): 28-34.
- PEREDO, M. 1983. *Zum Einsatz Forstlicher Biomasse in der Bauspanplattenherstellung*. Dissertation zum Erlangung des Doktorgrades. Forstliche Fakultät, Georg-August Universität, Göttingen, 202 pp.
- POBLETE, H. 1985. *Influencia del tamaño de partículas sobre las propiedades mecánicas flexión y tracción en tableros de partículas aglomerados con Urea-formaldehído*. Simposio *Pinus radiata*. Investigación en Chile. Universidad Austral de Chile, Facultad Ciencias Forestales. Tomo II: 241-256.
- RANTA, L. 1978. "Untersuchungen über die Dimensionänderungen von Spanplatten in plattenebene. 4 Mitteilung: Orientierende Versuche zur Verminderungen der linearen Flächenänderung durch verfahrenstechnische Optimierung", *Holz. als Roh-und Werkstoff* 36 (1): 37-44.