

ELABORACIÓN DE TABLEROS AGLOMERADOS DE PARTÍCULAS ORIENTADAS (OSB) CON UREA FORMALDEHÍDO, A PARTIR DE LA ESPECIE *PINUS CARIBAEA* VAR. *HONDURENSIS*

Darío A. Garay J.¹ Jorge A. Durán P.² Pablo A. Moreno P.³ Giovanni A. Pérez B.⁴ Luis A. Carrillo M.⁵

RESUMEN

Pino caribe de 25 años de edad proveniente de la Estación Experimental El Irel del Estado Barinas, Venezuela, fue utilizado en la elaboración experimental de tableros de partículas orientadas a dos niveles de densidad teórica (nominal) de 0,600 g/cm³ y 0,800 g/cm³, a un nivel de contenido de resina de urea formaldehído del 8%, 7% de catalizador de sulfato de amonio al 30% de concentración, a un contenido de humedad del colchón al momento del prensado de aproximadamente 12% y a dos tiempos de prensado de 5 y 15 minutos.

Las propiedades físicas y mecánicas de los tableros fueron determinadas siguiendo las estipulaciones de las Normas Alemanas DIN, Europea EN 300 y Venezolanas Covenin 847-91. Las propiedades físicas fueron la absorción de agua y la variación de espesor o estabilidad dimensional a las 2 y 24 horas por inmersión total en agua, las propiedades mecánicas fueron la resistencia a la flexión (módulo de ruptura) y tracción perpendicular a la superficie del tablero.

Los resultados experimentales de las propiedades físicas para los tableros orientados para densidades de 0,600 no cumplieron con los valores máximos estipulados por la norma Covenin, excepto para la Norma DIN en la variación de espesor a 24 horas que sí cumplió. Para los tableros de densidad de 0,800 g/cm³ las propiedades físicas cumplen con los requerimientos estipulados por las normas. Los resultados para las propiedades mecánicas para ambas densidades cumplieron con los requerimientos estipulados por las normas.

Palabras Clave: Tableros de partículas orientadas, OSB, resinosidad, urea formaldehído, Pino caribe.

¹ Ingeniero Forestal, MsC. Profesor de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, U.L.A. Mérida, Venezuela.

² B.Sc. Químico, PhD. Profesor de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales. U.L.A. Mérida, Venezuela.

³ Ingeniero Forestal, MsC. Profesor de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, U.L.A. Mérida, Venezuela.

⁴ y ⁵ Ingenieros Forestal.

PRODUCTION OF ORIENTED STRAND BOARD (OSB) FROM SPECIE PINUS CARIBAEA VAR. HONDURENSIS WITH FORMALDEHYDE UREA

Darío A. Garay J.¹ Jorge A. Durán P.² Pablo A. Moreno P.³ Giovanni A. Pérez B.⁴ Luis A. Carrillo M.⁵

ABSTRACT

Twenty five year old Caribbean pine trees grown in an experimental plantation at the Irel Experimental Station, Barinas state, Venezuelan, were used for the manufactured of oriented strand boards (OSB) at two theoretical densities levels of 0.600 and 0.800 g/cm³, at 8% formaldehyde urea resin content, 7% ammonium sulphate solution content as the catalyst at 30% of concentration, 12% mat moisture content, and at two pressing time periods of 7 y 20 minutes. Physical and mechanical properties of oriented strand boards (OSB) were evaluated according to the specifications established by DIN Standards, EN 300 European Norm and Covenin Norm 847-91. The physical properties were water and thickness swelling at 2 and 24 hours by water immersion test; the mechanical properties were determined by static bending test (MOR) and by the tension perpendicular to the board surface tests (internal Bond). Experimental results of the physical properties for the oriented strand boards for densities of 0,600 do not comply with the requirement demanded the norm Covenin, except for the DIN Norma in the variation of thickness at 24 hours that if comply. For the boards of density of 0,800 g/cm³ the physical properties comply with the requirements demanded by the norms. The results for the mechanical properties for both densities comply with the requirements specified by the norms.

Key Words: Oriented strand board, OSB, resinosity, formaldehyde urea, Caribbean pine.

¹ Ingeniero Forestal, MsC. Profesor de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, U.L.A. Mérida, Venezuela.

² B.Sc. Químico, PhD. Profesor de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales. U.L.A. Mérida, Venezuela.

³ Ingeniero Forestal, MsC. Profesor de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, U.L.A. Mérida, Venezuela.

⁴ ⁵ Ingenieros Forestal.

INTRODUCCION

La producción mundial de tableros de partículas es de unos 40 millones de m³. Esta industria se ha desarrollado en los últimos diez años sobre todo en los países industrializados. Simultáneamente a la expansión de este método sumamente eficaz de utilizar la madera en la fabricación de tableros, se han perfeccionado el equipo, las herramientas y las resinas sintéticas (Maloney, 1993).

Hoy día, en Venezuela se observa una creciente utilización de maderas provenientes de plantaciones forestales, envolviendo en mayor parte la especie *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, tal opción se debe a la necesidad de encontrar alternativas de uso a grandes cantidades de residuos que se originan principalmente de la explotación maderera, estas alternativas se remontan al auge y desarrollo de la industria de tableros de partículas en los últimos años ya que su producción se ha multiplicado, y aun más su capacidad instalada.

Las fábricas de tableros de partículas son particularmente atractivas para los países que poseen recursos forestales limitados, ya que ese producto permite aprovechar al máximo los residuos de madera y emplear diversas especies cuya utilización con otros fines podría no ser rentable.

TERMO STEEL (2001), define a un tablero OSB, como un tablero estructural formado por partículas de madera obtenidas de árboles de rápido crecimiento con diámetros pequeños, estas partículas son obtenidas con formas rectangulares, colocadas en capas que forman ángulos rectos unas con respecto a las otras. Las partículas de madera son mezcladas con ceras y adhesivos del tipo exterior (fenolicos), que la hacen completamente inerte y resistente al agua.

En la última década se ha notado un creciente auge en el consumo, comercialización y perspectivas de ciertos paneles de partículas no tradicionales a base de madera, llamados tableros estructurales OSB oriented strand board. Aunque Estados Unidos y Canadá son ampliamente los principales productores y consumidores de estos productos, ya se ha manifestado el entusiasmo por estos tableros en Sur América, interés que se supone se está extendiendo o se extenderá hacia Venezuela en los próximos años, principalmente hacia el oriente del país, donde se encuentran las mayores plantaciones y residuos de pino caribe apta para la fabricación de estos paneles y así lograr abastecer el mercado nacional como internacional.

Los costos de producción significativamente inferiores, son una de las ventajas más relevantes de los tableros OSB con respecto a los contrachapados estructurales (CONFOR-INFOR, 1987). Este es uno de los mejores argumentos que tendrán dichos tableros para ir penetrando al mercado nacional y posiblemente más adelante al mercado internacional como se mencionó anteriormente.

En la presente investigación se estudió la factibilidad de la fabricación de tableros aglomerados de partículas orientadas (OSB) utilizando la especie pino caribe. Dicha factibilidad se estableció sobre la base de comparaciones de las propiedades físicas y mecánicas de los tableros producidos. Adicionalmente se hizo la comparación de los resultados obtenidos de las propiedades físicas y mecánicas de los tableros con los valores exigidos por la Norma Alemana DIN, Norma Europea EN 300 y la Norma Venezolana COVENIN.

OBJETIVOS:

- Determinar las propiedades físicas y mecánicas en tableros aglomerados de partículas orientadas OSB, a dos niveles de densidad, a partir de la especie pino caribe.
- Construir un orientador de partículas manual para la fabricación de los tableros OSB en el laboratorio.
- Comparar los valores obtenidos de las propiedades físicas y mecánicas de los tableros orientados OSB con los valores de las normas que regulan los mismos (DIN 68761, EN-300 y COVENIN 847-91).

MATERIALES Y METODOS

La presente investigación fue desarrollada en las Secciones de Aglomerados y Contraenchapados del Laboratorio Nacional de Productos Forestales. El material utilizado como materia prima para la producción de tableros esta conformado por partículas de la especie Pino caribe (*Pinus caribaea*), provenientes de la plantación de la Estación Experimental El Irel, Estado Barinas.

Se trabajó de acuerdo a la metodología propuesta por Moslemi (1974) y Maloney (1993), se fabricaron un total de 6 tableros, 3 tableros de densidad

nominal $0,600 \text{ g/cm}^3$ y 3 tableros de densidad nominal $0,800 \text{ g/cm}^3$, al 8% de resinosidad de urea formaldehído y 7% de catalizador de sulfato de amonio al 30% de concentración.

Después de encoladas las partículas fueron llevadas al formador del colchón de partículas y orientadas de forma manual, en tres capas del mismo peso en partículas las cuales, las capas externas fueron orientadas longitudinalmente y la capa central transversalmente mediante un orientador diseñado con chapas de madera con dimensiones de 55 cm de largo, 8 cm de ancho y 2,5 cm de espesor, colocadas paralelas una en relación con la otra.



De cada uno de estos tableros, se extrajeron las probetas correspondientes para los ensayos físicos y mecánicos de acuerdo con las Normas DIN 52362, 52365, 52361 y 52364. Se compararon los resultados con la Norma Venezolana COVENIN 847-91, la Norma Alemana DIN 68761 y la Norma Europea EN 300 para tableros aglomerados de partículas y con otros resultados de investigaciones previas al presente trabajo.

Especificaciones para la elaboración de tableros aglomerados de partículas orientadas de Pino caribe objeto del presente trabajo:



Partícula: Tipo strand con dimensiones promedios de 68,56 mm de largo entre 9 y 75 mm de ancho y 0,35 mm de espesor.

Tipo de tablero: No tradicional (OSB) orientado de 3 capas.

Dimensiones: 550 mm x 550 mm x 19 mm

Densidades: 0,600 g/cm³ y 0,800 g/cm³.

Encolado: Por pulverización a 2 atmósferas de presión.

Resinosidad de la cola: 8% de urea formaldehído

Catalizador: Sulfato de amonio al 7% de concentración

Contenido de humedad del tablero: 12%

Temperatura de prensado: 180-200°C

Tiempo de prensado: 7 minutos para densidad 0,600 g/cm³ y 20 minutos para densidad 0,800 g/cm³.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

El Cuadro 1 resume los valores promedios, intervalos de confianza al 95% y coeficientes de variación de las propiedades físicas y mecánicas de los tableros aglomerados de partículas orientadas de la especie pino caribe.

| PROPIEDADES FÍSICAS | | | | | |
|--------------------------------|---------------------------------------|---------|--------------------------------|-------------------------------|------------------------------|
| PROPIEDAD | DENSIDAD TEÓRICA (G/CM ³) | TABLERO | VALOR PROMEDIO DE LA PROPIEDAD | INTERVALO DE CONFIANZA AL 95% | COEFICIENTE DE VARIACIÓN (%) |
| Absorción de agua a 2 horas | 0,600 | 1 | 43,606 % | 41,445 ≤ X ≤ 45,767 | 7,995 |
| | | 2 | 54,136 % | 50,738 ≤ X ≤ 57,534 | 10,128 |
| | | 3 | 52,319 % | 49,633 ≤ X ≤ 55,005 | 8,283 |
| | 0,800 | 1 | 24,120 % | 22,350 ≤ X ≤ 25,142 | 8,821 |
| | | 2 | 21,370 % | 19,764 ≤ X ≤ 23,634 | 12,453 |
| | | 3 | 23,550 % | 20,813 ≤ X ≤ 25,083 | 13,353 |
| Absorción de agua a 24 horas | 0,600 | 1 | 61,568 % | 58,632 ≤ X ≤ 64,504 | 7,693 |
| | | 2 | 66,616 % | 62,687 ≤ X ≤ 70,546 | 9,517 |
| | | 3 | 69,425 % | 66,649 ≤ X ≤ 72,201 | 6,452 |
| | 0,800 | 1 | 55,820 % | 52,675 ≤ X ≤ 58,825 | 8,568 |
| | | 2 | 51,450 % | 49,926 ≤ X ≤ 53,914 | 7,093 |
| | | 3 | 59,750 % | 57,820 ≤ X ≤ 62,201 | 8,539 |
| Variación de espesor a 2 horas | 0,600 | 1 | 15,923 % | 14,061 ≤ X ≤ 17,785 | 18,865 |
| | | 2 | 17,805 % | 16,245 ≤ X ≤ 19,364 | 14,132 |
| | | 3 | 14,953 % | 13,879 ≤ X ≤ 16,027 | 11,589 |
| | 0,800 | 1 | 5,420 % | 4,649 ≤ X ≤ 7,201 | 5,935 |
| | | 2 | 5,130 % | 3,649 ≤ X ≤ 7,873 | 6,841 |
| | | 3 | 5,960 % | 4,983 ≤ X ≤ 6,601 | 7,492 |

| Variación de espesor a 24 horas | 0,600 | 1 2 3 | 19,680 % 21,275 % 17,820 % | 17,724 ≤ X ≤ 21,001 18,719 ≤ X ≤ 23,831 16,870 ≤ X ≤ 18,769 | 16,034 19,384 8,600 |
|---------------------------------|---------------------------------------|-------------|---|---|------------------------------|
| | 0,800 | 1 2 3 | 12,520 % 13,890 % 14,730 % | 10,628 ≤ X ≤ 14,201 11,729 ≤ X ≤ 15,902 12,837 ≤ X ≤ 17,791 | 10,724 13,935 9,518 |
| PROPIEDADES MECANICAS | | | | | |
| PROPIEDAD | DENSIDAD TEÓRICA (G/CM ³) | TABLERO | VALOR PROMEDIO DE LA PROPIEDAD | INTERVALO DE CONFIANZA AL 95% | COEFICIENTE DE VARIACIÓN (%) |
| Flexión estática (MOR) | 0,600 | 1 2 3 | 308,744 kg/cm ² 307,782 kg/cm ² 290,020 kg/cm ² | 262,768 ≤ X ≤ 354,720 261,329 ≤ X ≤ 354,235 254,537 ≤ X ≤ 325,504 | 24,026 24,351 19,740 |
| | 0,800 | 1 2 3 | 384,692 kg/cm ² 564,144 kg/cm ² 486,225 kg/cm ² | 339,635 ≤ X ≤ 429,749 463,776 ≤ X ≤ 664,511 440,052 ≤ X ≤ 532,398 | 18,897 28,704 15,321 |
| Tracción perpendicular | 0,600 | 1 2 3 | 4,77 kg/cm ² 3,90 kg/cm ² 4,15 kg/cm ² | 4,000 ≤ X ≤ 5,546 2,329 ≤ X ≤ 5,235 3,537 ≤ X ≤ 4,602 | 26,135 22,537 20,672 |
| | 0,800 | 1 2 3 | 8,00 kg/cm ² 5,41 kg/cm ² 5,56 kg/cm ² | 6,690 ≤ X ≤ 9,315 4,241 ≤ X ≤ 6,574 4,966 ≤ X ≤ 6,157 | 26,461 28,704 17,285 |

El porcentaje promedio de absorción de agua a las dos horas de inmersión para los tableros fabricados de densidad $0,600 \text{ g/cm}^3$ osciló entre 43,60 % a 54,13 % y para los tableros fabricados de densidad $0,800 \text{ g/cm}^3$ se situaron en el rango de 21,37 % a 24,12 %. En la figura 1 se puede apreciar que los tableros de densidad $0,600 \text{ g/cm}^3$, los valores exceden el valor máximo estipulado por la norma Covenin de un 25% para dos horas, caso diferente ocurre para los tableros de densidad $0,800 \text{ g/cm}^3$, cuyos valores se encuentran por debajo del valor máximo estipulado por la misma norma, cumpliendo con la misma.

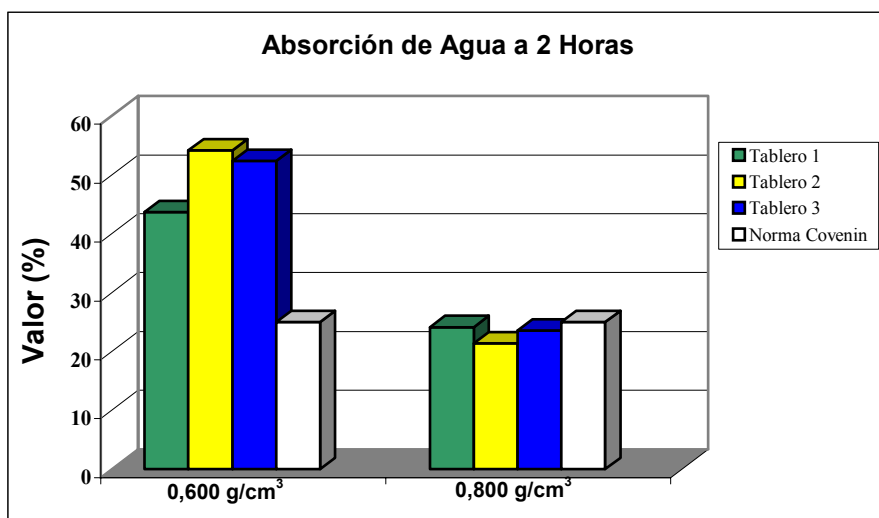


Figura 1. Representación gráfica que compara los valores promedio de absorción de agua a 2 horas de inmersión para los tableros de partículas orientadas de Pino caribe.

Para la absorción de agua a 24 horas, sigue la misma tendencia anterior, donde los valores de los tableros de $0,600 \text{ g/cm}^3$ se sitúan en el rango de 61,56 % a 69,43 %, encontrándose por encima del valor máximo estipulado por la norma. Los valores para los tableros de $0,800 \text{ g/cm}^3$ estuvieron en el rango de 51,45 % a 59,75 %, situándose por debajo del valor máximo estipulado por la norma Covenin. En la figura 2, se representan los resultados para esta propiedad, se observa que los tableros de densidad nominal $0,600 \text{ g/cm}^3$ no cumplen con las especificaciones de la norma, caso contrario ocurrió con los tableros de densidad $0,800 \text{ g/cm}^3$ los cuales si cumplieron con la norma Covenin 847-91.

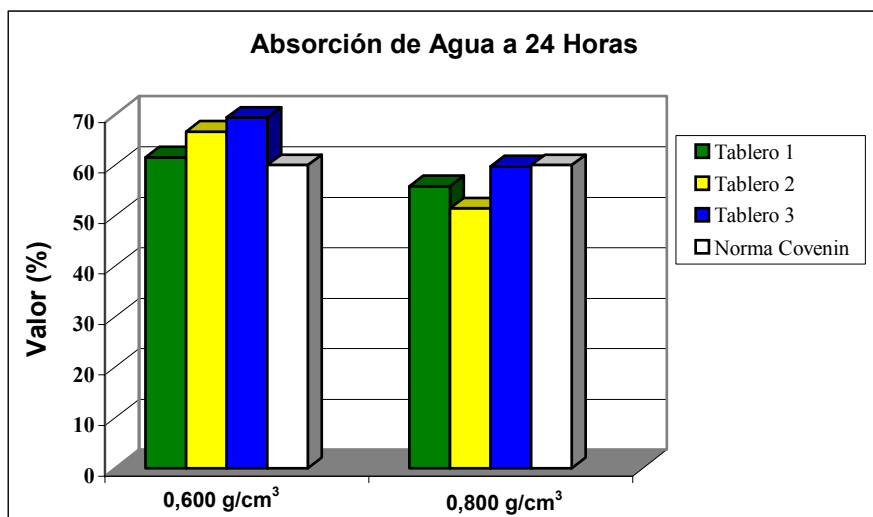


Figura 2. Representación gráfica que compara los valores promedio de absorción de agua a 24 horas de inmersión para tableros de partículas orientadas de Pino caribe.

Estos resultados confirman los obtenidos por Durán, 1981; Garay, 1988 y Moreno, 2001, para tableros de partículas tradicionales, en que la facilidad de la absorción de agua está en función de la relación de compresibilidad del tablero, eficiencia de la resina, facilidad de penetración del fluido (permeabilidad del tablero) por los canales entre partículas y capilares de las mismas. De igual forma, los autores mencionan que relaciones de compresibilidad bajas (baja densidad) absorben más agua en comparación con relaciones de alta compresión (alta densidad).

Para la variación de espesor a dos horas, los resultados siguen la misma tendencia para los tableros de ambas densidades, para tableros de densidad 0,600 g/cm³ los resultados se situaron en el rango de 14,95% a 17,80%, estando por encima del valor máximo estipulado para 2 horas de inmersión de 6%. Para los tableros de densidad 0,800 g/cm³, los resultados se ubicaron en el rango de 5,96% a 5,13%, situándose por debajo del valor máximo del 6% que estipula la Norma Covenin 847-91. En la figura 3, se grafican los valores promedio para ambas densidades, observándose que los tableros de 0,600 g/cm³, no cumplen con las especificaciones del 6% como valor máximo de variación de espesor a 2 horas, caso diferente ocurrió con los tableros de

densidad $0,800 \text{ g/cm}^3$, que se situaron por debajo del valor máximo del 6%, cumpliendo con las especificaciones de la Norma Covenin 847-91.

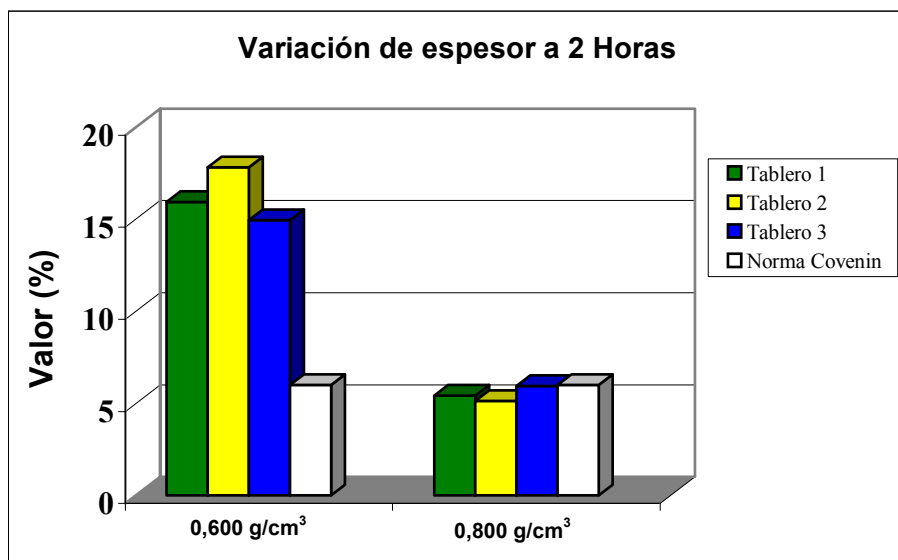


Figura 3. Representación gráfica que compara los valores promedios de Variación de Espesor a 2 horas de inmersión para tablero de partículas orientadas de Pino caribe.

El porcentaje promedio de variación de espesor a las 24 de inmersión para tableros de densidad $0,600 \text{ g/cm}^3$ se encuentran en el rango de 17,82% a 21,27%. La variación de espesor a las 24 horas de inmersión para tableros de densidad $0,800 \text{ g/cm}^3$ se ubicaron en el rango de 12,52% a 14,73%. En la figura 4, se grafican los resultados para variación de espesor a 24 horas de inmersión y se puede observar que los tableros de baja densidad $0,600 \text{ g/cm}^3$ no cumplieron con las estipulaciones de la norma Covenin 847-91, que exige un 15% como valor máximo, cumpliendo para la Norma EN 300, que exige un valor máximo de 25%. Para los tableros de densidad nominal $0,800 \text{ g/cm}^3$ si cumplieron con lo estipulado por las normas Covenin 847-91 y la norma Europea EN 300.

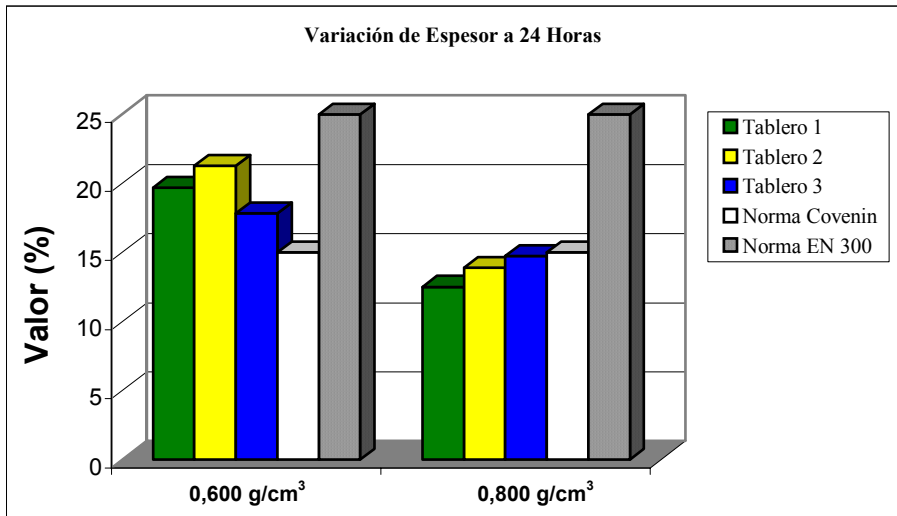


Figura 4. Representación gráfica que compara los valores promedio de Variación de Espesor a 24 horas de inmersión para tablero de partículas orientadas de Pino caribe.

Las razones probables para los resultados de variación de espesor a bajas densidades pueden originarse en la facilidad de penetración del agua líquida en los capilares y espacios entre partículas para producir la hinchazón de la masa de partículas dentro de un nivel de densidad de tablero. Los tableros de menor densidad deben poseer más canales de penetración, por lo cual, en el tiempo permitido de 2 horas de inmersión, el agua es capaz de penetrar más rápidamente y producir la hinchazón.

Durán (1981), plantea que la variación de espesor a las 24 horas de inmersión produce resultados que pueden esperarse en relación a que, a mayor densidad del tablero, mayor debería ser la hinchazón. En este caso, al aumentar el tiempo de inmersión a 24 horas, se permite que los esfuerzos irreversibles de hinchazón sean liberados y el agua tenga el tiempo suficiente para producir la penetración e hinchazón de las zonas y capas de alta densidad, es decir, que el factor tiempo e inmersión va a nivelar el efecto de la densidad del tablero y los resultados son que a mayor densidad del tablero, mayor es la hinchazón del espesor a las 24 horas.

Los valores promedios de la flexión estática a la densidad de $0,600 \text{ g/cm}^3$ arrojaron valores en el rango de $290,02 \text{ kg/cm}^2$ a $308,74 \text{ kg/cm}^2$. Para los tableros de densidad $0,800 \text{ g/cm}^3$, los valores se situaron en el rango de $384,69 \text{ kg/cm}^2$ a $564,14 \text{ kg/cm}^2$. En la figura 5, se grafican los valores para la flexión estática, se puede observar que los tableros a ambas densidades cumplieron con la Norma europea EN 300 que exige un mínimo de 92 kg/cm^2 para tableros OSB y la norma DIN que exige un valor mínimo de 163 kg/cm^2 .

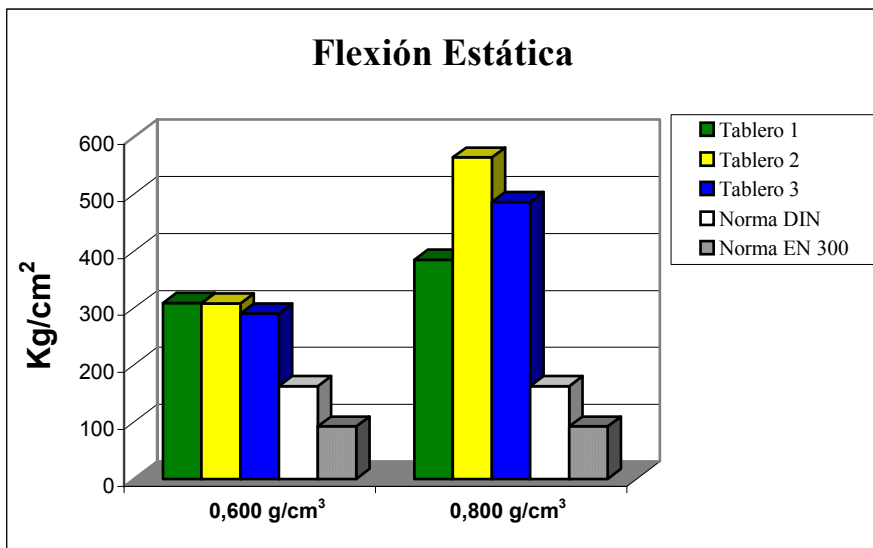


Figura 5. Representación gráfica que compara los valores promedios de Flexión Estática para tablero de partículas orientadas de Pino caribe.

Estos resultados son similares a los obtenidos por Brumbaugh (1960); Heebin). (1974), los cuales indican, que se pueden apreciar notorias mejoras en la flexión estática de los tableros, cuando se emplean partículas de hasta $7,5 \text{ cm}$ de largo con espesores mínimos de hasta alrededor de $0,2 \text{ mm}$.

Los valores promedios para la tracción perpendicular de los tableros de densidad $0,600 \text{ g/cm}^3$ se ubicaron en el rango de $3,90 \text{ kg/cm}^2$ y $4,77 \text{ kg/cm}^2$, para los tableros de $0,800 \text{ gr/cm}^3$, los resultados se ubicaron entre $5,41 \text{ kg/cm}^2$ y $8,00 \text{ kg/cm}^2$. En la figura 6, se grafican los valores para la tracción perpendicular, donde todos los tableros para ambas densidades cumplieron

con las especificaciones de la Norma Europea EN 300, la cual exige un mínimo de 3 kg/cm².

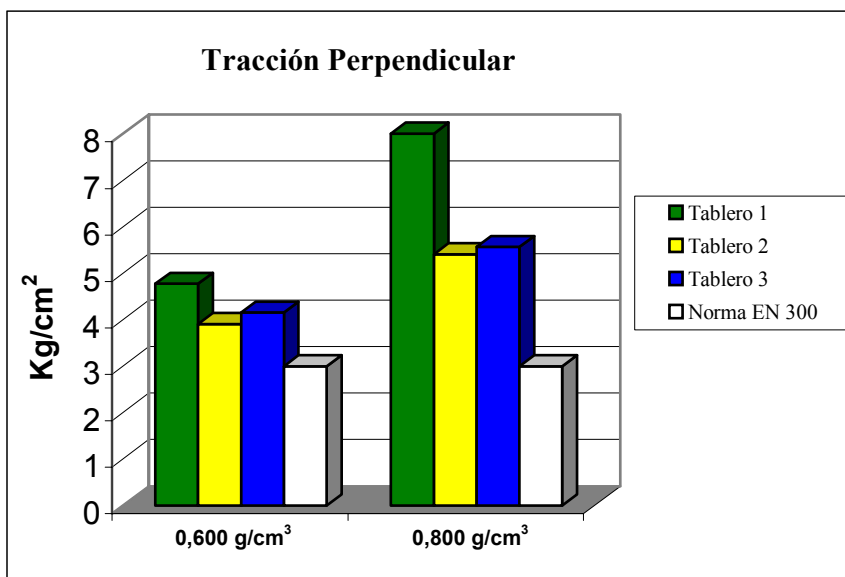


Figura 6. Representación gráfica que compara los valores promedios de Tracción Perpendicular para tablero de partículas orientadas de Pino caribe.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El orientador de partículas del tipo strand para tableros OSB diseñado en el laboratorio de aglomerado del Laboratorio Nacional de Productos Forestales funcionó de forma exitosa para obtener tableros orientados de tres capas.

Las propiedades físicas de absorción de agua a 2 horas de inmersión para los tableros de densidad 0,600 g/cm³ no cumplieron con las especificaciones de la Norma Venezolana COVENIN 847-91 para tableros de partículas tradicionales.

Los tableros fabricados a 0,800 g/cm³ de densidad, a 24 horas de inmersión en agua cumplieron con la norma COVENIN 847-91 que estipula un máximo de 60%.

Las propiedades físicas de variación de espesor a 2 horas de inmersión para tableros de densidad 0,600 g/cm³ no cumplieron con las especificaciones de la Norma Venezolana COVENIN 847-91 para tableros tradicionales.

Para la propiedad física de variación de espesor a 2 horas de inmersión para tableros de $0,800 \text{ g/cm}^3$ cumplieron con las especificaciones de la Norma Venezolana COVENIN 847-91, la cual estipula un 6%.

Para la variación de espesor a 24 horas e inmersión en agua, los tableros de densidad $0,600 \text{ g/cm}^3$ cumplieron con las especificaciones de la Norma europea EN 300 que exige un máximo de 25%. No cumpliéndose con las especificaciones de la Norma COVENIN 847-91 que estipula un máximo del 15%. Para los tableros de $0,800 \text{ g/cm}^3$ cumplieron con las especificaciones máximas para ambas normas.

Las propiedades mecánicas de flexión estática para tableros de densidad $0,600 \text{ g/cm}^3$ y $0,800 \text{ g/cm}^3$ cumplieron con la Norma Europea EN 300 que exige un máximo de 92 kg/cm^2 y la Norma Alemana DIN 68761 que estipula un mínimo de 163 kg/cm^2 .

La propiedad mecánica de tracción perpendicular, para tableros de densidad $0,600 \text{ g/cm}^3$ y $0,800 \text{ g/cm}^3$ cumplieron con las especificaciones estipuladas por la Norma EN 300 que exige un mínimo de 3 kg/cm^2 .

La especie *Pinus caribaea* var. *hondurensis* presenta características idóneas para fabricar tableros de partículas no tradicionales del tipo strand (OSB), con aceptables propiedades físicas y buenas propiedades mecánicas encoladas con úrea formaldehído para ser utilizados en ambientes interiores. Estos tableros OSB orientados por el tamaño de sus partículas dan la posibilidad de ser utilizados estructuralmente.

Se recomienda incorporar en el proceso de encolado una emulsión de parafina líquida para disminuir la inestabilidad dimensional del tablero al momento de inmersión y contacto con la humedad y agua.

Utilizar resinas del tipo fenólico, como el fenol formaldehído y del tipo isocianatos MDI para obtener tableros resistentes a la humedad cuando sea necesario, y ser utilizado como estructura complementaria en construcciones en ambientes exteriores ya que los fabricados en la presente investigación utilizaron úrea formaldehído para uso interno.

Es conveniente realizar una clasificación de las partículas antes del encolado disponiendo las partículas más largas en las caras, y las más pequeñas para el centro o el alma, para así obtener mejoras en las propiedades de resistencia.

Incentivar y dar a conocer estos resultados al sector industrial interesados en iniciar la implementación de nuevas empresas que producirán este tipo de tablero ya que la abundancia de la materia prima, los costos y por los resultados obtenidos son factibles para ser fabricados en nuestro país.

BIBLIOGRAFIA

1. Brumbauh, J. 1960. **Effect of Flake Dimensions on the Properties of Particleboard.** *Forest Products Journal.* 10 (5): 243-246.
2. CONFOR-INFOR. 1987. **Tecnología y Perspectivas de Tableros de Partículas Tipo Waferboards, Flakeboard y OSB.** Informe técnico N° 108. Santiago, Chile.
3. COVENIN 847. 1991. **Norma Venezolana para Tableros de Partículas.** Primera revisión.
4. Durán, J, 1981. **Utilización de los Aclareos de las Especies de la Plantación Forestal de Caparo para Tableros Aglomerados de Partículas.** Parte II. Gmelina. Universidad de los Andes. Laboratorio Nacional de Productos Forestales. Mérida, Venezuela.
5. Garay, D. 1988. **Producción de Tableros Aglomerados de Partículas a partir de Mezclas de Especies de los Llanos Occidentales.** Centro de Estudios Forestales de Postgrado. Facultad de Ciencias Forestales. ULA. Mérida, Venezuela.
6. Heebink, B. 1974. **Particleboard from Lodgepole Pine Forest Residue.** USDA Forest Service. Res. Pap. FPL 297. Forest Products Laboratory, Madison, Wis. USA.
7. Maloney, T. 1993. **Modern Particleboard and Dry-fiberboard Process Fiberboard Manufacturing.** Miller Freeman Publications. California, USA.
8. Moreno, P. 2001. **Efecto de las Sales CCA sobre las Propiedades Físicas y Mecánicas y Durabilidad Inducida en Tableros de Partículas de Pino Caribe.** Universidad de Los Andes. Centro de Estudios Forestales y Ambientales de Postgrado. Mérida, Venezuela.
9. Moslemi, A. 1974. **Particleboard.** Volumen I: Material Southern Illinois University Press. USA.
10. Termo Stell. 2001.
11. <http://www.termosteel.com/termo%20steel%20spanish/documentos/materiales.doc>.