



## TABLEROS AGLOMERADOS DE PARTÍCULAS DE CAÑA BRAVA (*Gynerium sagittatum*) y adhesivo urea-formaldehído

YOSTON CONTRERAS M. (1), WILVER CONTRERAS M. (2)

MARY.E. OWEN DE C. (3) DARÍO A. GARAY J. (4), FRANZ ROSSO (5)

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES, FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES.

LABORATORIO NACIONAL DE PRODUCTOS FORESTALES LNPF. GRUPO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO DE LA VIVIENDA Y EL MUEBLE GIDEVIM - ULA - LNPF. MÉRIDA - VENEZUELA.

(1) Ing.FOR. INVESTIGADOR GIDEVIM - ULA - LNPF

(2) ARQ.M.Sc. PROFESOR DE DISEÑO CON MADERAS .CENTRO DE ESTUDIOS FORESTALES Y AMBIENTALES DE POSTGRADO(CEFAP-ULA). INVESTIGADOR GIDEVIM - ULA - LNPF.

(3) ARQ.MSc. PROFESORA ESCUELA DE DISEÑO INDUSTRIAL. FACULTAD DE ARQUITECTURA. ULA. INVESTIGADOR GIDEVIM - ULA - LNPF.

(4) Ing.FOR.MSc, PROFESOR DE TABLEROS AGLOMERADOS, FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES ULA.SECCIÓN DE AGLOMERADOS LNPF.

(5) Ing.FOR.MSc, PROFESOR DE ASERRADO Y LABRADO MECANIZADO. FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES ULA. INVESTIGADOR GIDEVIM - ULA - LNPF.

### Resumen

Se fabricaron 10 tableros de partículas de caña brava con adhesivo de urea formaldehído, cinco tableros con 10% de resinosidad y cinco tableros con 13 % de resinosidad. Se prepararon las probetas y fueron sometidas a ensayos para obtener sus propiedades físico-mecánicas. Se compararon los valores obtenidos con lo establecido por la Norma Venezolana COVENIN N° 847-91 para tableros aglomerados de partículas y la Norma para tableros de bagazo de caña de azúcar de Tecnoazúcar Cuba. Los tableros realizados con resinosidad del 13% presentaron los mejores resultados al cumplir en su gran mayoría con lo exigido por todas las normas consultadas, exceptuando solamente el ensayo de variación de espesor a 2 horas de inmersión en agua. Estos tableros pueden tener multiplicidad de usos para la fabricación de cerramientos internos y mueblería en general. Los tableros de resinosidad 10 %, arrojaron resultados ligeramente inferiores a los exigidos por las normas, presentando buena consistencia y agradable apariencia física muy similares a los tableros de resinosidad 13%, permitiendo inducir su uso en la fabricación de artesanías y cerramientos internos. A fin de aumentar la calidad de los tableros en el tiempo se recomienda la aplicación de tratamientos preventivos contra la humedad y agentes xilófagos en su producción industrial.

**Palabras claves:** Tableros aglomera-

dos de partículas, resinosidad, caña brava *Gynerium sagittatum*.

### I.- Introducción

Según Maloney (1.996), citado por Garay (1.997), los tableros de partículas, son paneles manufacturados de materiales lignocelulósicos (usualmente madera), en forma de piezas discretas o partículas, combinadas con resinas sintéticas - u otros adhesivos- sometidos a presión y calor en una prensa caliente, es un proceso en el cual los enlaces entre partículas son creados por el adhesivo ó aglutinante añadido. La industria de los tableros aglomerados de partículas en Venezuela esta representada por la Asociación Nacional de Fabricantes de Aglomerados (ANFA). La materia prima utilizada por esta industria está constituida por madera rolliza de pequeñas dimensiones y residuos de madera provenientes de otras industrias forestales, tales como aserraderos y fábricas de contrachapados. De igual forma CVG (1.989), dice que en nuestro país ha existido una alta tendencia a basar la producción de tableros aglomerados principalmente en una sola especie forestal, el drago (*Pterocarpus sp*).

La industria de los tableros aglomerados de partículas tiene la capacidad de usar, prácticamente, cualquier especie maderable, además de otros materiales lignocelulósicos no maderables y es una de las que da un mayor uso integral al recurso bosque. Teniendo



éste una gran capacidad de proveer materia prima la cual puede provenir de maderas o especies extraídas del bosque natural tropical, muchas de las cuales son consideradas como maderas no comerciales por otras industrias (ramas, rolas defectuosas, tocones, etc.), incluyendo además la madera proveniente de las plantaciones de especies maderables exóticas, caso pino caribe (*Pinus caribaea*), teca (*Tectona grandis*) y melina (*Gmelina arborea*) (Garay, 1.997).

En años recientes, la madera de pino caribe de las plantaciones del oriente del país, ha sido incorporada por sus propiedades físico mecánicas al empleo de la fabricación de tableros aglomerados, contribuyendo a la ampliación de las fuentes de materias primas (Piñero et al, 1.990).

En la actualidad se están evaluando los estudios técnicos de factibilidad económica para la construcción de una planta de tableros de mediana densidad MDF para ser instalada en los Estados Anzoátegui y Monagas, por el gran potencial que representan las 650.000 hectáreas de esta conífera



por su relativo bajo costo, pero fundamentalmente la garantía de suministro seguro en tiempo de materia prima (CVG-Proforca, 1.998). A pesar del potencial forestal con que cuenta en la actualidad Venezuela, y la realidad antes descrita, no deja de ser trascendental proyectar y desarrollar investigaciones que formulen alternativas tecnológicas que contribuyan a disminuir la presión ambiental sobre el bosque natural por medio de la incorporación de nuevas especies forestales no comerciales, así como también las especies lignocelulósicas no tradicionales, a fin de que en las próximas décadas, la industria forestal venezolana cuente con materia prima alternativa de bajo costo y seguro suministro en el tiempo (Contreras y Owen, 1997).

Por ese motivo, se plantea en la presente investigación una alternativa de solución a la posible escasez en un futuro cercano de especies autóctonas por las grandes presiones debidas a la protección del ambiente, y por tal razón, la utilización de la gramínea

caña brava (*Gynerium sagittatum*), como materia prima para la fabricación de tableros aglomerados de partículas es una respuesta alternativa al crecimiento y fortalecimiento sostenible en el tiempo de esta industria para el próximo milenio.

Con la utilización de la caña brava en la fabricación de tableros aglomerados en la tecnología de los productos lignocelulósicos no tradicionales, se ofrecerían productos alternativos, económicos y de alta calidad en la elaboración de muebles y afines, así como también, de otros insumos constructivos a ser empleados en los proyectos habitacionales de interés social para las familias venezolanas más desposeídas los cuales deberían ser realizados con criterios de masificación, estandarización y normalización.

A los tableros aglomerados de partículas de caña brava elaborados con resina urea formaldehído se les determinó sus propiedades físicas. Se compararon los valores obtenidos entre los diferentes tableros ensayados y las normas referentes a tableros aglomerados de partículas, lo que permitió proyectar su factibilidad de usos y la promoción para la fabricación

## CUADRO I.-ESPECIFICACIÓN DE LA ELABORACION DE LOS TABLEROS AGLOMERADOS DE PARTÍCULAS DE CAÑA BRAVA AL 10% Y 13% DE RESINOSIDAD CON UNA DENSIDAD TEORICA DE 0.70 g/cm<sup>3</sup>.

### Especificación al 10% de Resinosidad

Peso de Partículas (CH 2,5%)	3347,27g
Cola Líquida	543g
Catalizador al 7%	38g
Urea - formaldehído	505g
Agua	134g
<b>Cantidad de Tableros</b>	<b>5</b>

industrial de los mismos. Finalmente, se propone ofrecer con mentalidad tecnológica renovadora, una materia prima no tradicional a la industria mecánica de los tableros aglomerados de partículas y fibra - cemento, a fin de contribuir con la disminución de los altos índices de deforestación y ofrecer estos productos en el área de edificaciones con madera para hacer de ellos parte de la cultura constructiva de Venezuela en las cercanías del siglo XXI.

### Materiales y metodos

El presente trabajo fue desarrollado en las secciones de tableros aglomerados y contrachapado del Laboratorio Nacional de Productos Forestales (L.N.P.F). El material utilizado como materia prima para la producción de tableros aglomerados, está constituido por partículas de caña brava *Gynerium sagittatum*, proveniente de la ribera del Río Mocoties, cercano a la población de Santa Cruz de Mora, capital del Municipio Pinto Salinas del Edo. Mérida. Como agente aglutinante se utilizó urea-formaldehído con catalizador sulfato de amonio.

Considerando la metodología recomendada por Moslemi (1974) y Maloney (1993) se fabricaron un total 10 tableros, 5 tableros con 10% de resinosidad y 5 tableros con 13 % de resinosidad. De cada uno se extrajeron las probetas correspondientes para los ensayos físicos y mecánicos de acuerdo a las Normas Alemanas DIN (Garay, 1988). Se compararon los resultados con las normas venezolanas COVENIN N° 847-91 para tableros aglomerados de partículas de madera y con los resultados de los tableros de bagazo de caña fabricados por Tecnoazúcar en Cuba.

En el Cuadro I se presentan las especificaciones calculadas para la

### Especificación al 13% de Resinosidad

Peso de Partículas (CH 2,5%)	3258,40g
Cola Líquida	687g
Catalizador al 7%	48g
Urea- formaldehído	639g
Agua	79g
<b>Cantidad de Tableros</b>	<b>5</b>

producción de tableros aglomerados de partículas de caña brava, determinándose el contenido de sólidos de los tableros elaborados según la norma americana ASTM D1490-67-(1.973).

### Resultados y discusion

Según Deppe y Erms (1.966), citados por Moslemi (1.974), un contenido de humedad de los tableros al salir de la prensa de 8% ± 2% es un buen índice del adecuado fraguado de la cola, así como de una óptima evaporación de la humedad del tablero. El grafico 1 indica que los promedios obtenidos para los tableros aglomerados de partículas de caña brava al 10% de resinosidad fue de 6,19 %, mientras que los hallados para los tableros al 13% de resinosidad los valores promedios fueron de 6,46%. Esto indica que están dentro del rango expuesto, por lo tanto, la interrelación urea-formaldehído y partículas de caña brava es excelente, confirmado por el eficiente fraguado. El contenido de humedad de los tableros bagazo de caña de Tecnoazúcar está en un rango de 5% al 11%.

El Cuadro 2 resumen los valores arrojados por cada tablero en los diferentes ensayos de las propiedades físico - mecánicas, acompañados del análisis comparativo con las normas venezolanas COVENIN N° 847-91 y con los valores publicados por Tecnoazúcar de Cuba.

Como se indica en el Cuadro 2, se puede apreciar que todos los tableros elaborados tanto al 10 % como al 13 % de resinosidad son de mediana densidad ya que los promedios obtenidos están dentro del rango de 0,60 a 0,80 gr/cm<sup>3</sup>.

La densidad real de los tableros es menor a la teórica debido a que durante el proceso de elaboración se



# productos

perdió cierta cantidad de partículas en forma de polvillo y otras de mayor tamaño que no entraron en el rango de uniformidad de partículas de caña brava.

Es importante acotar que la comparación que se realiza respecto a la Norma Venezolana COVENIN N° 847 – 91, esta definida para tableros aglomerados de partículas de madera. Y los tableros comparados son fabricados con caña brava que es una gramínea, perteneciente a la clasificación de monocotiledóneas, siendo un material anatómico con propiedades físico-mecánicas muy diferentes al material lignocelulósico de latí foliadas y coníferas.

Se debe considerar que esta comparación es sólo como un marco de referencia, a fin de determinar si es factible la incorporación de este material lignocelulósico no tradicional en la fabricación de aglomerados de partículas. Se observa que los tableros realizados al 13 % de resinosidad son ligeramente más densos que los elaborados al 10 % de resinosidad debido a su mayor contenido de cola y menos pérdida de material en el proceso de fabricación.

El porcentaje promedio de absorción de agua en los tableros aglomerados de partículas de caña brava al 10 % de resinosidad, fue de un 31,17% para las probetas sometidas a 2 horas de inmersión, la cual no cumple con el valor de 25% de la Norma COVENIN N° 847 – 91. El promedio de 55,65%, para las probetas sometidas a 24 horas de inmersión, cumple con el máximo de 60 % permitido por la Norma COVENIN N° 847 – 91.

Los valores promedios obtenidos en la absorción de agua de los tableros aglomerados de partículas de caña brava al 13 % de resinosidad a las 2 horas fue de 24,83 % y a las 24 horas fue de 53,87 %, cumpliendo con lo establecido por la Norma COVENIN N° 847 – 91, que estipula un 25% para 2 horas y un 60% para las 24 horas de inmersión.

Se puede observar que al ser estos tableros más densos y poseer mayor porcentaje de resina, su porcentaje de absorción de agua es menor al de los tableros de 10% de resinosidad.

En los ensayos de variación de espesor de los tableros aglomerados de

CUADRO 2. - Resumen comparativo de resultados promedios con las Normas Venezolana COVENIN N° 847-91 y las Normas Cubanas de Tecnoazúcar.

PROPIEDADES FÍSICAS Y MECANICAS	RESINOSIDAD		NORMAS COVENIN	TECNOAZÚCAR Cuba N° 847 – 91
	10 %	13 %		
Densidadgr/cm <sup>3</sup>	0,678 - 0,684 median densidad		0,60 - 0,800 mediana densidad	0,620- 0,720 mediana densidad
Absorción Agua %2h	31,17 24,83		25	-
Absorción Agua %24h	55,65 53,87		60	-
VariaciónEsp. % 2h	9,52 8,50		6	-
VariaciónEsp. % 24h	17,11 14,84		15	15
Flexión estática kg/cm <sup>2</sup>	155,72 181,13		180	183
Tracción Perpendicular kg/cm <sup>2</sup>	3,71 3,85		3,50	3,56

partículas de caña brava al 10 % de resinosidad, se obtuvieron valores promedios de 9,52 % a las 2 horas y 17,11 % a las 24 horas, los cuales no cumplen con la Norma COVENIN N° 847 – 91 que estipula un 6% para 2 horas y 15% para 24 horas.

En los ensayos de variación de espesor de los tableros aglomerados de partículas de caña brava al 13 % de resinosidad, se obtuvieron valores promedios de 8,50 % a las 2 horas por lo que no cumple con la Norma COVENIN N° 847 – 91 que estipula un 6% para 2 horas.

Respecto al ensayo de 24 horas, el valor promedio obtenido fue de 14,84 % que cumple con los requisitos de la norma venezolana para tableros aglomerados de partículas de madera sólida que establece un valor de 15%. De igual forma, también cumple con el valor del 15%, expuesto por la norma para tableros aglomerados de caña de azúcar de Tecnoazúcar- Cuba.

Se debe tener en cuenta que la caña brava presenta fibras de características diferentes a las de la madera y son más densas que las de la madera por lo que al absorber agua se expanden más rápido.

En las pruebas mecánicas de resistencia a la flexión estática expuestas en el Grafico 4, en los tableros aglomerados de partículas de caña brava con resinosidad 10% se determinaron valores promedios de 155,72 kg/cm<sup>2</sup>,

y la Norma COVENIN N° 847 – 91 establece un mínimo de 180 kg/cm<sup>2</sup> y la Norma de Tecnoazúcar-Cuba 183 kg/cm<sup>2</sup>, por lo que no cumplen con lo expuesto por estas normas.

Puede atribuirse esta baja resistencia a que en los tableros elaborados bajo estos parámetros existió una mala calidad en la producción de las partículas con las cuales se hicieron los mismos, debido a la irregularidad de formas y tamaños obtenidos y analizadas de las probetas ensayadas las cuales se obtuvieron en el molino del laboratorio de pulpa y papel del LNPF, el cual está diseñado para la realización de astillas de bloques de madera sólida. Se pudo determinar que por la mala calidad del afilado de las cuchillas, la gran velocidad de las revoluciones del porta cuchillas ocasionó que se volvieran gran parte de las partículas en polvillo y otras de mediana e irregular tamaño ocasionando una posible falta de traba entre partículas al momento de elaborar los tableros.

Este factor también ocasionó pérdidas de material al momento del proceso de encolado, por la gran cantidad de espacios existentes en las probetas ensayadas, tal como se aprecia también en la baja de los valores obtenidos de densidad para esta condición.

Otra causa determinante que pudiera afectar la baja resistencia obtenida en este ensayo, es el descrito por



Marcano (1.967), en el cual la caña brava tiene en su estructura anatómica dos zonas bien definidas en su forma cilíndrica. Una es la interna que es parenquimatosa, y la otra, externa o esclerenquimatosa que define la calidad del material lignocelulósico de la caña brava, teniendo ésta en su parte exterior una superficie lisa e impermeable que impide un buen enlace mecánico de las partículas cuando las dos caras externas coinciden.

En las pruebas mecánicas de resistencia a la flexión estática, los tableros aglomerados de partículas de caña brava con resinosidad al 13% arrojaron un valor promedio de 181,13 kg/cm<sup>2</sup>, el cual cumple con lo indicado por la Norma Venezolana COVENIN N° 847 - 91 cuyo valor es de 180 kg/cm<sup>2</sup>. Respecto al valor establecido de 183 kg/cm<sup>2</sup> por la Norma Tecnoazúcar-Cuba, lo determinado para los tableros de caña brava al 13% de resinosidad no está muy alejado de esta norma. No obstante se pudo apreciar que en todos los tableros ensayados se observan algunas probetas que si sobrepasan el mínimo exigido por las normas cubanas, lo que demuestra una cierta variabilidad del proceso constructivo de los tableros.

En los ensayos de tracción perpendicular, los tableros fabricados a 10% de resinosidad el promedio obtenido fue de 3,71 kg/cm<sup>2</sup> y para los tableros al 13% de resinosidad el promedio fue de 3,85 kg/cm<sup>2</sup>, valores que cumplen con el mínimo de 3,5 kg/cm<sup>2</sup> estipulado por la Norma COVENIN N° 847 -91 y Tecnoazúcar - Cuba para tableros de mediana densidad, indicando que sí existió una buena adherencia entre la resina urea formaldehído y las partículas de caña brava.

Esto indica que hubo buena adherencia entre la cola y las partículas de caña brava y que definitivamente existió una correlación directa entre la cantidad de resina, la calidad de la impregnación de todas las partículas de diversos tamaños y parámetros de temperatura y tiempo de fraguado. El promedio obtenido también es mayor que el promedio registrado por Tecnoazúcar para la resistencia a tracción perpendicular de 3,56 kg/cm<sup>2</sup>.

Según los valores arrojados en los

ensayos físico-mecánicos, queda demostrado que si es factible fabricar tableros con partículas de caña brava y resina urea formaldehído a los cuales se les puede dar un uso a los tableros de 10% de resinosidad como cerramientos de techo, aislantes acústicos de espacios internos de una edificación, para los planos de fondo en fabricación de muebles, y muchos usos más para los cuales los tableros cumplan con las exigencias establecidas. Respecto a los tableros aglomerados de partículas de caña brava con 13% de resinosidad, se pudieron obtener los mejores resultados en la presente investigación, así como también demostraron tener mejores propiedades físicas y mecánicas que los tableros de 10% de resinosidad, por lo que se recomienda su uso como elemento de estructuración en la fabricación de muebles y afines, así como también en la multiplicidad de cerramientos decorativos para espacios interiores de edificaciones. En futuras investigaciones donde se contemple la realización de tableros aglomerados a partir de partículas de caña brava, se recomienda realizar tableros aglomerados con las mismas características técnicas de este estudio mejorando la uniformidad de las partículas y utilizando resina fenólica. Se debe también evaluar la posibilidad de realizar mezclas de partículas de caña brava con otras especies maderables.

Además se deben considerar otros factores involucrados en el proceso de fabricación de tableros, tales como el uso de aditivos y emulsiones parafinadas, a fin de mejorar las propiedades físicas obtenidas en la presente investigación en el ámbito de los ensayos de absorción de agua y variación de espesor. Por último ante la innovación tecnológica propuesta, se deben realizar estudios de factibilidad económica e industrial para la fabricación de tableros aglomerados de caña brava de tal manera que se puedan conocer los costos de fabricación y producción industrial de los mismos, de forma que se amplíen con gran fortaleza sus propias perspectivas competitivas comerciales y tecnológicas dentro del ya enriquecido mundo de la productividad de productos forestales alternativos.

## BIBLIOGRAFIA

- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS (ASTM). 1.975. Volatile content of urea - formaldehyde resins solutions D1490 - 67 - (1.973). In Annual book of ASTM standards. Part 22: Wood and adhesives. Philadelphia. USA.
- C.V.G. - Proforca. 1.989. Analisis Macroeconómico Internacional y Nacional. Ciudad Guayana. Edo. Bolívar - Venezuela.
- CVG-PROFORCA. 1.998. I Congreso del Pino y Eucalipto. Maturín. Monagas.
- CONTRERAS W y OWEN M. de C. 1.997. Elaboración de un elemento estructural laminado, tipo parallam, con tiras de caña brava *Gynerium sagittatum* y adhesivo fenol-formaldehído. Revista Forestal Venezolana. Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales. Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela 41(1): 29-36.
- DEPPE, H. Y ERNS, K. 1.966. Reducing compacting time un chipboard manufacture. USDC. Transl. FPL - 670. USA.
- GARAY D. 1.988. Producción de tableros aglomerados de partículas a Partir de mezclas de especies de los Llanos Occidentales. Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias Forestales, Tesis presentada para optar al Título Magister Scientiae en Tecnología de Productos Forestales. Mérida, Venezuela.
- GARAY D. 1.997. Tableros aglomerados de partículas. Universidad de los Andes, Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, Laboratorio Nacional de Productos Forestales. Trabajo presentado como requisito para ascender a la categoría de Profesor Agregado. Mérida - Venezuela.
- GRATEROL, J. 1.986. Mercado de aglomerados. Tableros industriales C.A. Villa del Rosario (Sin Publicar).
- MALONEY, T. 1.977. Modern Particleboard. Miller Freeman Publications. San Francisco. USA.
- MALONEY, T. 1.993. Modern Particleboard & Dry - Proces Fiberboard Manufacturing. Miller Freeman Inc. San Francisco. U.S.A.
- MARCANO, L. 1.967. Evaluación de la caña brava *Gynerium sagittatum* - Gramineae, como materia prima en la elaboración de pulpa y papel. Trabajo para Optar el Título de ingeniero Forestal. Facultad de Ciencias Forestales. U.L.A. Mérida - Venezuela.
- MOSLEMI, A. 1.974. Particleboard. Vol. I: Materials, Southern Illinois University Press. Illinois. USA.
- NORMA VENEZOLANA. COVENIN. 1991. Norma venezolana para tableros de partículas, provisional N. 847-91.
- NORMA CUBANA TECNOAZUCAR. 1992. La tradición azucarera cubana. TECNOAZUCAR. La Habana, Cuba.
- PIÑERO, G. et al. 1.990. Estudio del Mercado Nacional de la Madera y Productos Forestales. Caracas - Venezuela.

