

EL DISEÑO AMBIENTALMENTE INTEGRADO EN LA PROPUESTA VENEZOLANA DE TABLEROS DE PARTÍCULAS DE CAÑA BRAVA Y ADHESIVO FENOL-FORMALDEHÍDO (R10%/R 13%).

Wilver Contreras Miranda (1,2)^P, Mary Elena Owen de C. (1,2), Vicente Cloquell Ballester (1), Yoston Contreras Miranda (2), Darío Garay Jerez (2).

1. Departamento de Proyectos de Ingeniería. Programa Doctoral de Proyectos de Ingeniería e Innovación. Universidad Politécnica de Valencia (UPV), Valencia, España. Email ^P: wilconmi@doctor.upv.es; wilvercontrerasmiranda@yahoo.es
2. Laboratorio Nacional de Productos Forestales (LNPF) Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales. Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela.

Mesa 9: Tecnología e Industrialización de los Productos Forestales

RESUMEN

Dentro de la concepción del Diseño Ambientalmente Integrado (*dAI*), se realizaron las mejoras del diseño de producto y proceso de manufactura de tableros aglomerados de partículas de caña brava (*Gynerium sagittatum*) y adhesivo fenol - formaldehído (FF), resinosidad (R) de 10% y 13%. La investigación práctica se efectuó en el Laboratorio Nacional de Productos Forestales, Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela. La fase filosófica, diseño de producto y análisis de resultados fue en la Universidad Politécnica de Valencia (UPV), España. Se convalidaron los resultados con las normas venezolanas (COVENIN) y cubanas (Tecnoazúcar). Por la visión integradora del Diseño Ambientalmente Integrado (*dAI*) se determinaron resultados positivos en el diseño del producto, proceso y valores en las propiedades físicas y mecánicas, así como los factores analizados (sociales, económicos y ambientales, etc.). Para Venezuela, la propuesta de elaborar tableros a partir de caña brava y otras gramíneas es innovadora y permite, entre otros, disminuir la presión industrial sobre la frontera forestal en pro del Desarrollo Sostenible, repotenciaría a la industria de tableros, abriría nuevos centros de producción industrial en zonas rurales aportando beneficios sociales y económicos para las comunidades adyacentes una vez establecidas las plantaciones de caña brava.

Palabras claves: Tableros de partículas, Venezuela, plantaciones, gramíneas, Sector Forestal.

1. INTRODUCCIÓN

Los tableros derivados de la madera son parte de los productos forestales de valor agregado elaborados industrialmente. Sus usos son diversos al igual que sus tipos y niveles de resistencia, lo cual hace que su demanda en el mercado internacional este siempre en alza. Cubrir la exigente demanda será uno de los grandes retos que tiene la Industria Forestal Mecánica de los Tableros de Madera, componente fundamental de la Industria Forestal, además de hacer un uso sostenible del recurso forestal internacional y del resto de las exigencias medioambientales; disminución de los procesos de contaminación, aumento de los controles de calidad, diseño y desarrollo de productos industriales sostenibles, etcétera. Todo ello pone de manifiesto la ingente necesidad de procurar nuevas alternativas del uso de nuevas materias primas lignocelulósicas, a fin de disminuir continuas y grandes presiones industriales sobre el bosque natural y plantaciones forestales, así como un nuevo enfoque en la forma de formular proyectos de nuevos productos forestales.

Ese último enfoque pregona la alternativa de mejorar tecnológicamente la propuesta de los tableros aglomerados de partículas a partir de un material lignocelulósico alternativo como la caña brava (*Gynerium sagittatum*), cuyo uso ha sido antropológico por muchos pueblos de América Latina. Entonces, el presente trabajo es un resumen de un proyecto más amplio, mostrándose los resultados obtenidos de las propiedades físicas y mecánicas y su comparación con las normas venezolanas COVENIN para tableros de partículas de madera de forma que pudiera permitir una proyección de sus posibles usos. Así esta propuesta técnica de tableros aglomerados de partículas de caña brava y adhesivo fenol formaldehído, se convierte en una propuesta innovadora en el aporte de soluciones tecnológicas que ayuden a dinamizar y contextualizar, aún más, la Industria Forestal Mecánica de los Tableros a las exigencias de los tiempos actuales y futuros.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

La fase experimental del presente proyecto se desarrolló en las secciones de tableros aglomerados y contrachapados del Laboratorio Nacional de Productos Forestales de la Facultad de Ciencias Forestales

y Ambientales de la Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela (LNPF- ULA - MARN), mientras que la fase teórica y de análisis se realizó en la Universidad Politécnica de Valencia (UPV), Valencia, España. 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 Chama, cercano a la población de El Vigía, capital del Municipio Alberto Adriani del estado Mérida, Venezuela. Como agente aglutinante se utilizó el adhesivo fenol formaldehído (FF) de la empresa RESIMON C.A., ubicada en Valencia, estado Carabobo, Venezuela.

Considerando la metodología recomendada por Moslemi (1974) y Maloney (1993), se fabricaron un total de 8 tableros, 4 tableros con FF-R10% y 4 tableros con FF-R13%. De cada uno de los tableros se extrajeron las probetas correspondientes para los ensayos físicos y mecánicos de acuerdo a las normas alemanas DIN (Garay, 1988). El número de probetas para cada ensayo varía según la dimensión exigida por la norma DIN, llegándose a obtener en su totalidad, por cada condición, un mínimo de 12 probetas. Se compararon los resultados obtenidos de los tableros de partículas de caña brava con FF respecto a la Norma Venezolana COVENIN N° 847-91 (Norma Venezolana COVENIN, 1991) para tableros aglomerados de partículas de madera. La Determinación de los componentes del tablero se exponen en el Cuadro 1 donde se presentan las especificaciones calculadas, según la metodología propuesta por Durán (1995), para cada una de las principales materias primas que conforman la manufactura de tableros aglomerados de partículas de caña brava y adhesivo fenol formaldehído (FF).

Cuadro 1. Especificación de la elaboración de los tableros aglomerados de partículas de caña brava con adhesivo fenol formaldehído (FF) al R10% y R13% y una densidad teórica de 0.70 g /cm³.

Especificación FF al 10% de Resinosidad (R)		Especificación FF al 13% de Resinosidad	
Peso de Partículas (CH 2,5%)	3347,27 g	Peso de Partículas (CH 2,5%)	3258,40 g
Fenol – formaldehído (FF) listo para su aplicación por aspersión ya que tiene incluido el catalizador y el agua.	543,00 g	Fenol – formaldehído (FF) listo para su aplicación por aspersión ya que tiene incluido el catalizador y el agua.	687,00 g
Cantidad de Tableros (mínimo recomendado por Durán, 1995)	4	Cantidad de Tableros (mínimo recomendado por Durán, 1995)	4

Todos los resultados obtenidos según la condición de cada propiedad determinada, fueron registrados en planillas individuales, luego transcritas a una base de datos en el software Excel de Windows 98 de la Compañía Microsoft, a fin de poder realizar los análisis de estadísticas básicas (valores máximos, mínimos y promedios de cada propiedad ensayada según las técnicas estadísticas de Media Aritmética y Medidas de Dispersión). Finalmente, los resultados obtenidos en cada propiedad, permitieron comparar los tableros de partículas de caña brava con fenol formaldehído (FF) respecto a la norma consultada, a fin de poder convalidar su calidad respecto a la norma COVENIN y de esta manera determinar los posibles usos.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

3.1. Ensayos de las propiedades físicas y mecánicas de los tableros de caña brava y fenol formaldehído en FF- R10% y FF-R13%.

3.1.1. Consideraciones técnicas de los ensayos de las propiedades físicas de los tableros referidas al contenido de humedad



Figura 1. Comparación entre los valores promedios de contenido de humedad de los tableros aglomerados de partículas de caña brava con FF -R10% y FF-R13%.

La Figura 1 expone los valores promedios del contenido de humedad alcanzados por los tableros manufacturados al momento de salir de la prensa de calor a una temperatura de 180°C. Excepto los tableros FF-R10% identificados como 6 (5,96% CH) y 8 (5,91 %CH) están ligeramente por debajo al valor mínimo recomendado según Deppe y Erns (1966), citados por Moslemi (1974), donde el contenido de humedad que deben registrar los tableros aglomerados al salir de la prensa de calor debe estar en el intervalo del 8 %CH \pm 2. El resto de los tableros FF-R10% y FF- R13% cumplen al estar dentro del límite inferior establecido por Deppe y Erns (1966). Todo ello en razón de que al estar el contenido de humedad dentro de ese intervalo permite inferir al fabricante que ha existido en el proceso de manufactura del tablero, un adecuado fraguado del adhesivo, así como de una óptima evaporación de la humedad del tablero. En la misma figura se observa que los promedios obtenidos para los tableros aglomerados de partículas de caña brava con FF-R10% fueron ligeramente más variados que los obtenidos para los tableros de FF-R13 %.

Los tableros al FF-R13% presentaron valores promedios de 6,66 %CH, indicando que están dentro del rango expuesto. Por lo tanto, se puede inducir respecto a los tableros FF-R13% que la interrelación fenol folmaldehído y partículas de caña brava fue excelente, confirmando con ello que existió un eficiente fraguado del adhesivo al momento de salir los tableros de la prensa térmica.

Por otro lado, al comparar los valores obtenidos con la norma cubana de Tecnoazucar, la misma recomienda que el contenido de humedad de los tableros de bagazo de caña deben estar en un rango del 5 %CH al 11 %CH, a lo cual, los tableros manufacturados en la presente investigación cumplen con la exigencia de la norma cubana. La caña de azúcar, según Marcano (1967), es muy similar a la caña brava desde el punto de vista morfológico, razón por la cual incluimos la norma cubana como referente de comparación.

3.1.2. Consideraciones técnicas de los ensayos de las propiedades físicas de los tableros referidas a la densidad

El Cuadro 2 muestra un resumen comparativo de resultados promedios de los tableros de caña brava con adhesivo FF respecto a la comparación con la norma venezolana COVENIN N° 847-91, y la norma cubana de Tecnoazúcar. Respecto a la densidad, los tableros elaborados con caña brava y FF con espesores de 19mm, permitió determinar una densidad promedio de 0,67 Kg/cm³., los cuales entran en la clasificación de tableros de mediana densidad.

Cuadro 2. Resumen comparativo de resultados promedios generales de los tableros de caña brava con adhesivo FF respecto a los de adhesivo UF y la comparación con la norma venezolana COVENIN N° 847-91(Norma Venezolana COVENIN, 1991) y la norma cubana de Tecnoazúcar (Norma Cubana Tecnoazúcar, 1992). Fuente. Elaboración propia.

	Tableros caña brava con FF		COVENIN N° 847-91 Norma venezolana	TECNO AZUCUAR Norma cubana para tableros de bagazo de caña de azúcar
	R10%	R13%		
Densidad gr/cm ³	0,66	0,67	0,60 - 0,80 Mediana densidad	0,62 - 0,72 Mediana densidad
Absorción agua % 2h	26,65	24,87	25	
Absorción agua % 24h	61,96	59,60	60	
Variación esp. % 2h	7,29	5,90	6	
Variación	20,75	14,43	15	15

esp. % 24h				
Flexión estática K/cm ²	179,59	187,30	180	183
Tracción Perp. Kg/cm ²	3,07	3,54	3,50	3,56

Al comparar los valores de la densidad teórica de los tableros, definidos en el Cuadro 1, se puede apreciar que la densidad real de los tableros de caña brava con adhesivo FF, en sus dos condiciones fue menor a la propuesta en la densidad teórica, como consecuencia de la calidad del proceso de manufactura de los tableros, que a pesar de hacer uso de equipos del LNPF-ULA-MARN, los modelos de las máquinas son ya caducas, pero se encuentran en buen estado físico y mecánico, lo cual permite que buena parte del proceso de fabricación sea artesanal. Este factor técnico hace que exista una pérdida de material en el proceso de manufactura de los tableros, especialmente en el proceso de encolado. Además se apreció que las dimensiones de las partículas de la caña brava no eran uniformes y las más pequeñas tendían a quedarse en las paredes de los equipos de encolado, así como en el proceso de realización del colchón del tablero y su posterior manipulación y traslado hacia la prensa hidráulica de calor.

Al igual que lo expuesto por Contreras et al. (1999), sobre las diferencias existentes entre la estructura anatómica del material lignocelulósico madera y las gramíneas, es importante acotar que la comparación que se realiza respecto a la norma venezolana COVENIN N° 847 – 91, está definida para tableros aglomerados de partículas de madera, y los tableros con los cuales se les compara, son fabricados con partículas de caña brava la cual es una especie de gramínea, perteneciente a la clasificación de monocotiledóneas, siendo a su vez, un material anatómico con propiedades físico-mecánicas muy diferentes al material lignocelulósico de las especies maderables de latifoliadas y coníferas. Por todo este contexto, la mencionada comparación es sólo un marco de referencia que contribuye el tener una aproximación muy certera en su promoción para la manufactura industrial y propuesta futura de uso de la caña brava en la elaboración de productos forestales.

3.1.3. Consideraciones técnicas de los ensayos de propiedad física de los tableros referida a la absorción de agua

El porcentaje promedio de absorción de agua en los tableros aglomerados de partículas de caña brava con FF- R10 % fue de un 26,65 % para las probetas sometidas a 2 horas de inmersión en agua. Este valor, por una pequeña diferencia, no cumple con el valor de 25 % de la norma COVENIN N°847 – 91. Igualmente no cumple con dicha norma para las probetas de los tableros FF-R10% sometidas a 24 horas de inmersión, ya que el valor promedio obtenido fue de 61,96 % y el máximo permitido es de 60 %. Con relación a los tableros aglomerados de partículas de caña brava con FF-R13 %, la media de absorción de agua a las 2 horas fue de 24,87 %, y a las 24 horas 59,60 %, cumpliendo con lo establecido por la norma venezolana, que estipula un 25 % para 2 horas y un 60 % para las 24 horas de inmersión en agua. Todo lo anterior induce para los tableros FF-R10%, que se les deba hacer un tratamiento previo a las partículas de caña brava con sustancias repelentes que eviten la absorción de agua.

3.1.4. Consideraciones técnicas de los ensayos de propiedad física de los tableros referida a la variación de espesor

Nº de c/ Tablero según condición
FF-R10% y FF-R13%

Figura 2. Comparación de los valores promedios de variación de espesor a 2 horas para los tableros aglomerados de caña brava con adhesivo FF-R10% y FF-R13% con la Norma COVENIN N° 847 – 91.

Nº de c/Tablero según condición
FF-R10% y FF-R13%

Figura 3. Comparación grafica de los valores promedios de variación de espesor a 24 horas para los tableros aglomerados de caña brava con FF-R 10 y FF-R13% con la Norma COVENIN N° 847 – 91.

En el caso del periodo de 2 horas de inmersión en agua, los tableros de FF-R13% cumplen con las normas, ya que no sobrepasan el valor de 6 (Figura 2), en razón de que el agua no logra impregnar suficientemente las probetas, ya sea por la alta densidad de las partículas y por la buena calidad del adhesivo FF, que es más resistente a la humedad que el adhesivo UF, evitando, además, la delaminación entre partículas. La Figura 3, permite apreciar de forma gráfica el comportamiento de cada uno de los tableros, con sus valores promedios de variación de espesor a 24 horas, dejando ver claramente el buen comportamiento de los tableros FF-R13% respecto a la norma venezolana COVENIN N° 847-91.

Analizando nuevamente el Cuadro 2 respecto a los ensayos de variación de espesor de los tableros aglomerados de partículas de caña brava con FF, se obtuvieron mejores valores en los tableros de FF-R13% respecto a los tableros de R10%. Estos últimos valores promedios fueron de 7,29 % a las 2 horas y 20,75 % 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 con FF-R13 %, se determinaron valores promedios de 5,90 % a las 2 horas, por lo que ligeramente cumple con la norma venezolana, la cual estipula un 6% para 2 horas (Cuadro 2). Respecto al ensayo de 24 horas, el valor promedio fue de 14,43 % el cual 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 (Cuadro 2).

3.1.5. Consideraciones técnicas de los ensayos de propiedad mecánica de los tableros referida a la resistencia a la flexión estática

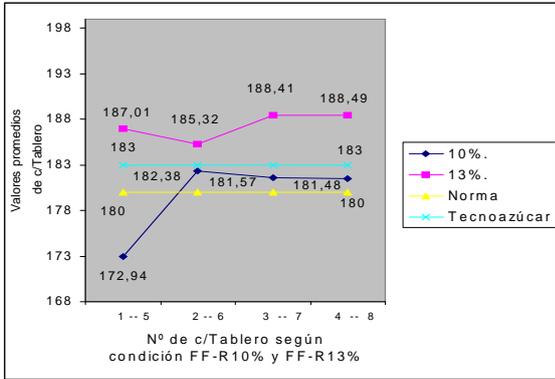


Figura 4. Comparación de los valores promedios de Flexión Estática MOR de los tableros aglomerados de de caña brava con FF-R10% y FF-R13% con la Norma COVENIN N° 847 – 91.

Respecto a los ensayos de resistencia a la flexión estática, en el Cuadro 2, se pueden apreciar los valores promedios totales de los tableros aglomerados de partículas de caña brava con FF-R10%. Los mismos alcanzaron valores promedios de 155,72 kg/cm², y que al ser comparados con las normas, la norma COVENIN N° 847 – 91 establece un mínimo de 180 kg/cm² y la norma de Tecnoazúcar-Cuba 183 kg/cm², por lo que no cumplen con lo expuesto por las mismas. En la Figura 4 se puede ver el comportamiento de cada tablero con sus promedios de flexión estática según cada condición ensayada de FF-r10% y FF-R13%.

Puede atribuirse esta baja resistencia a la flexión de los tableros con FF- R10%, debido a que en los tableros elaborados bajo los parámetros definidos en la presente investigación, pudo haber existido un bajo porcentaje de adhesivo que no permitiera que se hiciera efectiva la adhesión específica y mecánica de todas las partículas que conformaron el colchón de cada uno de estos tipos de tableros elaborados. Al estudiar detalladamente el tamaño de las partículas en las probetas ensayadas, se apreció que las mismas eran de tamaños diversos (micro del tipo polvillo, pequeñas de rango 1mm – 3mm de largo y medianas de 3mm -3,5 mm). Además, la forma misma de las partículas (tendencia a formas puntiagudas y filosas) pudo haber impedido una excelente cohesión. A esto hay que sumarle al factor que más repercute en el uso de las gramíneas en la elaboración de productos forestales, que según Contreras y Owen de C. (1999) y Marcano (1967), expusieron que las cañas tienen una capa externa impermeable y muy lisa, y la interna más porosa, lo cual no permite una humectación del adhesivo cuando coinciden en algunas partes internas (alma) de los tableros, las caras externas de una partícula con las caras externas de otra partícula. Por ello, se recomienda en el mejor de los casos un prelijado, disminuir y uniformizar el tamaño de las partículas, para seleccionar las más idóneas con el debido tamizado, debiéndose evitar también las partículas micrométricas que ocasionan pérdidas de material al momento del proceso de encolado y su posterior variación de los valores de densidad en los tableros.

En las pruebas mecánicas de resistencia a la flexión estática, se determinó que los tableros aglomerados de partículas de caña brava con FF-R13% fueron de excelente calidad, permitiéndole cumplir con todas las normas consultadas ya que su valor promedio obtenido fue de 187,30 kg/cm². Además su textura fue mucho más homogénea que la de los tableros de FF-R10%, es decir, sin espacios vacíos entre partículas en todos sus planos. Ambos tipos de tableros son muy agradables a la vista por su color marrón oscuro rojizo dado por el fenol formaldehído, mientras que los tableros de caña brava y urea formaldehído ya desarrollados por Contreras et al. (1999), su color fue crema oscuro. La superficie de los tableros de FF fue muy lisa, lo que permitiría la cobertura de sus superficies con melamina, chapas de madera u otro producto que defina su acabado superficial final para diversos usos, tanto para mobiliario como para la construcción de cerramientos.

3.1.6. Consideraciones técnicas de los ensayos de propiedad mecánica de los tableros referida a la resistencia a la tracción perpendicular

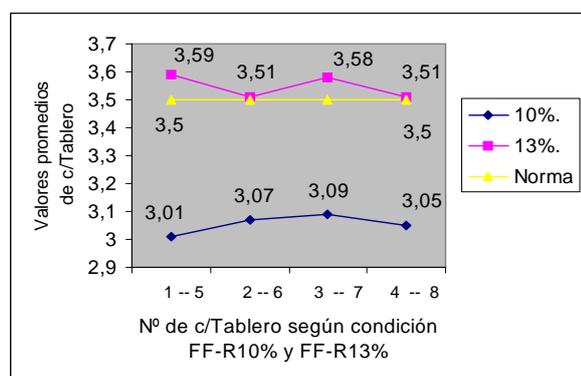


Figura 5. Comparación gráfica de los valores promedios de tracción perpendicular de los tableros aglomerados de caña brava con FF-R 10% y FF- R13% con la Norma COVENIN N° 847 –91 y los valores de la Norma Tecnoazúcar-Cuba.

En los ensayos de tracción perpendicular (cohesión interna) los tableros fabricados con caña brava y FF-R10% el promedio obtenido fue de 3,07 kg/cm² siendo valores que no cumplen con el mínimo de 3,5 kg/cm² estipulado por la norma COVENIN N° 847 –91, y la norma Tecnoazúcar de Cuba (Cuadro 2). Todo ello indica que existió una moderada adherencia entre la resina fenol formaldehído y las partículas de caña brava, debido quizás a los factores antes expuestos, referidos a la falta de humectación del adhesivo respecto a la superficie de las partículas. Referente a los tableros de

partículas caña brava y adhesivo FF-R13% (3,54 kg/cm²) sobrepasa ligeramente la norma venezolana COVENIN N° 847 -91 (3,50 kg/cm²), aunque por una mínima diferencia no cumple con la norma cubana Tecnoazúcar (3,56 kg/cm²). Al analizar la Figura 5 se puede apreciar que por los valores obtenidos de cada tipo de tablero existió uniformidad en el proceso de encolado de las partículas y su posterior fase de consolidación de los tableros y que a pesar de que cumplen con la norma venezolana, más no con la norma de Tecnoazúcar, no refleja que el tablero no sirva en esta condición de resistencia mecánica, en razón de que existió, al momento de corte de las cañas para los tableros con FF-R13%, por motivos técnicos de los equipos, un pequeño cambio en el corte de las cañas, lo que ocasionó que en el proceso de transformación de las partículas para los tableros con FF se obtuvieran partículas de mayor tamaño, lo cual disminuyó la adherencia del adhesivo.

Por consiguiente, en el presente trabajo se determinó respecto a la propiedad de tracción perpendicular, que los tableros de caña brava con FF-R13% cumplen con lo exigido para esta propiedad por la norma venezolana. En el caso de la norma cubana no cumple, ya que ésta presenta rangos de exigencias un poco más altos en esta propiedad. Todo ello se deba quizás, que ha pesar de la buena la calidad de impregnación de todas las partículas, se deba mejorar la calidad del proceso de transformación de las partículas, con un previo lijado de la superficie externa de las cañas para aumentar el enlace mecánico entre partículas, así como también tratar de alcanzar una mayor uniformidad de tamaños por medio del tamizado.

4. Conclusiones y recomendaciones

Se demostró que técnicamente es factible fabricar tableros con partículas de caña brava con resina fenol formaldehído (FF) en resinosidades del R10% y R13 %. Los mismos pueden ser usados para la elaboración de muebles y cerramientos de edificaciones. Los resultados de las propiedades físico - mecánicas fueron comparados con las normas para tableros de partículas de Venezuela (COVENIN N° 847 -91), y para los tableros de bagazo de caña de azúcar de Cuba (Tecnoazúcar). Los tableros realizados con FF-R13% fueron mejores que los tableros de FF-R10%. Ambos tableros presentan valores ligeramente desfavorables respecto a la norma cubana, especialmente en variación de espesor a 24 horas, y excelentes, al referirse a tracción perpendicular. Finalmente, se recomienda realizar tableros aglomerados con las mismas características técnicas planteadas en este estudio, pero realizando mejoras en el proceso de manufactura de los tableros, es decir con maquinarias con mejor tecnología a las utilizadas en el proceso de transformación, iniciándose con el lijado de las cañas, previo al proceso de obtención y transformación de las partículas por el corte mecanizado, la uniformidad de las partículas con un mejor tamizado, el uso de aditivos y emulsiones parafinadas.

4. AGRADECIMIENTOS

Los autores quieren agradecer al Ing. For. Will Stayle Valero y a los Técnicos Peritos Forestales Elexide J. Marquez y Rolando Betancourt, a los Prof(s). Jorge Durán P., Adolfo Rivera O., Franz Rosso y Leonardo Lugo S., así como a todo el personal que labora en sus distintas dependencias del Laboratorio Nacional de Productos Forestales (LNPF-ULA-MARN).

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CONTRERAS W., M. OWEN de C., D. GARAY, Y. CONTRERAS; 1999. *Elaboración de tableros aglomerados de partículas de caña brava Gynerium sagittatum y adhesivo urea-formaldehído*. Revista Forestal Venezolana. Mérida, Venezuela 43(2), 129-135.

DEPPE H., y K. ERNS; 1.966. *Reducing compacting time un chipboard manufacture*. USDC. Transl. FPL - 670. USA.

DURÁN, J.; 1995. Apuntes de cálculo de las dosificaciones de tableros aglomerados de partículas. Sección de Secado. Laboratorio Nacional de Productos Forestales. Mérida, Venezuela.

GARAY, D. 1988. *Producción de tableros aglomerados de partículas a partir de mezclas de especies de los Llanos Occidentales*. Tesis Magister Scientae. Universidad de Los Andes.

Mérida, Venezuela.

MALONEY, T.; 1993. *Modern Particleboard & Dry – Proces Fiberboard Manufacturing*. Miller Freeman Inc. San Francisco. USA.

MARCANO, L.; 1967. *Evaluación de la caña brava Gynerium sagittatum – Gramineae, como materia prima en la elaboración de pulpa y papel*. Trabajo Ingeniero Forestal. Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela.

MOSLEMI, A.; 1974. *Particleboard. Vol. I: Materials, Southern Illinois University Press*. Illinois. USA.

NORMA VENEZOLANA COVENIN; 1991. *Norma venezolana para tableros de partículas, provisional COVENIN N° 847-91*. Caracas.

NORMA CUBANA TECNOAZUCAR; 1992. *La tradición azucarera cubana*. Tecnoazúcar. La Habana, Cuba.