

FABRICACION DE TABLEROS AGLOMERADOS DE PARTICULAS A PARTIR  
DEL FUSTE DE *Euterpe oleraceae* (Palma Manaca)

Dario A. Garay J.<sup>1</sup>, Jorge A. Durán P.<sup>2</sup> y Pablo A. Moreno P.<sup>3</sup>.

RESUMEN

En el presente estudio se experimento con la Palma manaca, especie monocotiledonea proveniente del Delta Amacuro, la cual fue utilizada en la elaboración experimental de Tableros de Particulas. Tanto las propiedades físicas como mecánicas fueron observadas a dos niveles de densidad de 0,650 g/cm<sup>3</sup> y 0,750 g/cm<sup>3</sup> y dos niveles de resinosidad de 10 y 12%. Los valores obtenidos en las propiedades exceden las exigencias mínimas de calidad de la Norma DIN 68761 para la tracción perpendicular, caso contrario para el módulo de ruptura (flexión estática) cuyos resultados se encuentran por debajo del valor mínimo permitido por la norma. La absorción de agua para dos horas fue mayor que el valor máximo exigido por la norma, para 24 horas el valor resultante esta dentro del estipulado y la variación de espesor para dos horas excedió el máximo normalizado y para 24 horas se situó cercano al valor máximo. Por los resultados obtenidos con la especie *Euterpe oleraceae*, se obtienen tableros de mediana calidad para uso interno, donde no soporten esfuerzos de flexión superiores a los 116 kg/cm<sup>2</sup>, fabricándose con una densidad de 0,750 g/cm<sup>3</sup> y utilizando un 10% de resinosidad.

**Palabras Claves:** Tableros de particulas, Palma manaca, urea formaldehido

---

<sup>1</sup> Ingeniero Forestal, MSc. Profesor de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, U.L.A. Mérida, Venezuela

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

<sup>3</sup> Ingeniero Forestal, Estudiante de Maestría en Tecnología de Productos Forestales. Centro de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, U.L.A. Mérida, Venezuela

MANUFACTURE OF PARTICLEBOARD WITH BOLES OF *Euterpe oleraceae*  
(PALM MANACA).

Dario A. Garay J.<sup>1</sup>, Jorge A. Durán P.<sup>2</sup> y Pablo A. Moreno P.<sup>3</sup>.

SUMMARY

Particleboards were made from Manaca palm (*Euterpe oleraceae*), a monocotyledon species, grown in Delta amacuro, Venezuela. Physical and mechanical properties were determined at two levels of board density, mainly 0,650 and 0,750 g/cm<sup>3</sup>, each at two levels of urea formaldehyde resin content of 10 and 12 percent. The experimental values for the internal bond exceeded the minimum requirements of the standard DIN 68761. On the other hand, values for MOR failed below the required value of DIN 68761. Water adsorption for the two hours period was greater than the maximum value permitted by DIN 68761, but the value for the 24 hours adsorption period was within the standards requirement. Thickness swelling for the two hours immersion period exceeded the standard, but for the 24 hours period was fairly closed. The experimental results in the physical and mechanical properties of the particleboards made from Manaca palm categorized them as medium quality boards for internal use, where the MOR is not to exceed 116 kg/cm<sup>2</sup>. This can be achieved with a board density of 0,750 g/cm<sup>3</sup> at the 10% resin content level.

**Key word:** Particleboards. Manaca Palm. Urea formaldehyde

<sup>1</sup> Ingeniero Forestal, MSc. Profesor de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, U.L.A. Mérida, Venezuela.

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

<sup>3</sup> Ingeniero Forestal, Estudiante de Maestría en Tecnología de Productos Forestales. Centro de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, U.L.A. Mérida, Venezuela.

FABRICACION DE TABLEROS AGLOMERADOS DE PARTICULAS A PARTIR  
DEL FUSTE DE *Euterpe oleraceae* (Palma Manaca)

Dario A. Garay J.<sup>1</sup>, Jorge A. Durán P.<sup>2</sup>, y Pablo A. Moreno P.<sup>3</sup>

INTRODUCCIÓN

La presencia de grandes extensiones de la Palma manaca ubicadas en el Delta Amacuro ha permitido el desarrollo de industrias con la finalidad de satisfacer la demanda del Palmito. Como es sabido para obtener el palmito hay que sacrificar el fuste, ya que por su altura aproximadamente 20 metros no permite la obtención del mismo sin afectarlo. Esto conlleva a una gran acumulación de fustes en el área de tumba los cuales actualmente no se aprovechan. Por lo tanto se hace necesario el estudio de las características de ésta materia prima para su uso posible en la industria de tableros aglomerados, por lo tanto se deben desarrollar los estudios tecnológicos pertinentes para determinar su posible utilización industrial en tableros aglomerados.

Grace, 1994 realizó un estudio preliminar fabricando tableros aglomerados de partículas del fuste de la palma manaca, cuyos resultados en casi todos los ensayos físicos- mecánicos, no se situaron dentro de los rangos estipulados por las normas DIN y COVENIN para éste tipo de tablero.

El objetivo de este estudio es investigar la influencia de dos niveles de densidad de tableros y dos niveles de resinosidad sobre las propiedades físico-mecánicas de tableros fabricados con partículas de palma manaca (*Euterpe oleraceae*).

Los resultados del mismo serán comparados con los obtenidos por Grace, 1994. Para determinar si el aumento en densidad y resinosidad en el tablero contribuyen al mejoramiento de las propiedades físicas y mecánicas.

---

<sup>1</sup> Ingeniero Forestal, MSc. Profesor de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, U.L.A. Mérida, Venezuela

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

<sup>3</sup> Ingeniero Forestal, Estudiante de Maestría en Tecnología de Productos Forestales. Centro de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, U.L.A. Mérida, Venezuela

## MATERIALES Y METODOS

### MATERIALES

Partículas del fuste de Palma Manaca  
Cola Urea Formaldehído  
Sulfato de Amonio  
Emulsión de Parafina  
Vasos Precipitados  
Embudos  
Cilindros Graduados  
Varilla de Vidrio  
Manguera de alta presión  
Bolsas de polietileno

### EQUIPOS

Máquina Sierra Cinta 1100 mm. Marca Canali  
Máquina Viruteadora marca Bezner, Motor 1760 rpm, potencia 15 H.P.  
Estufa de Secado  
Encoladora de Aspersión Marca Drais  
Placas de Aluminio de 62 cm x 62 cm x 3 mm.  
Prensa Marca Becker van Huller  
Vernier Digital  
Balanza Analítica Digital  
Tornillo Micrométrico Digital  
pH meter  
Topes Espaciadores de Espesor de 25 mm

### METODO

#### SELECCIÓN, TUMBA ROLEO Y TRANSPORTE

La selección de los fustes, la tumba y roleo estuvo a cargo del personal del MARNR, del Estado Delta Amacuro, bajo la supervisión de los responsables del presente proyecto, se seccionaron en el campo 60 rolitos con longitud de 2 m. y fueron trasladados al Laboratorio Nacional de Productos Forestales ubicado en la ciudad de Mérida.

## **ASERRADO**

Una vez en el laboratorio se reaserraron en secciones cilíndricas, con 17 cm de largo, determinados por la capacidad de la máquina viruteadora.

## **VIRUTEADO**

Se efectuó mediante acople directo y sistemático del equipo completo de la sección de Aglomerados del LABONAC.

## **SECADO**

El secado de las partículas se realizó en la estufa de la sección de Chapas y Contrachapados del LABONAC y la duración del mismo estuvo determinado por el contenido de humedad de las partículas, establecidos en 4%, para lo cual se tomaron muestras de partículas a diferentes intervalos de tiempo hasta lograr el contenido de humedad antes mencionado.

## **ENCOLADO**

Se utilizó la cola urea formaldehído con un contenido de sólidos aproximado de 60.6 %, tiempo de gelación 2 min., peso específico 1.2675, porcentaje de formol libre 0.6, una viscosidad de 255 cps y un pH de 8.31 en una proporción del 10 y 12 % con respecto al peso seco al horno de las partículas. El catalizador que se utilizó para acelerar el proceso fue el sulfato de amonio al 30% de concentración, en una proporción de 7% en función de la cantidad de resina utilizada, como solvente se utilizó el agua.

El proceso de encolado se realizó en la encoladora marca Draiss, a través del método de aspersión de la cola, la cual fue disuelta en agua junto al catalizador, la aspersión se realizó a una presión de 2 atm. durante un periodo de 10 min.

## **FORMACION DEL COLCHON DE PARTICULAS**

Las partículas una vez encoladas fueron distribuidas en moldes de 55 x 55 cm para formar la estera o colchón, por ambos lados de la estera se colocaron placas metálicas de aluminio cuyo peso es conocido impregnadas con parafina y rociadas con agua.

## PRE-PRENSADO

El colchón se comprimió mediante la aplicación de 80 Kg. de peso sobre el mismo, seguidamente se midieron los cuatros espesores, se tomó el peso del conjunto colchón más placa para verificar con el cálculo teórico establecido.

## PRENSADO

Se procedió al prensado siguiendo la aplicación de ciertas condiciones en las cuales se tiene:

- Presión específica sobre el tablero 31.14 Kg/cm<sup>2</sup>
- Presión manométrica de la prensa simple 150 Kg/cm<sup>2</sup>
- Temperatura de la prensa 190°C
- Tiempo de Prensado 5-7 min.

## ACONDICIONAMIENTO

Una vez concluido el prensado de los tableros, estos fueron pesados y colocados en el cuarto de acondicionamiento bajo las siguientes condiciones. Temperatura 20°C ± 1°C, Humedad Relativa 65% ± 2%. Con la finalidad de lograr un contenido de humedad equilibrio de aproximadamente 12 %.

## EXTRACCION Y EVALUACION DE LAS MUESTRAS

Finalizada la fase de acondicionamiento los tableros se cortaron por los bordes hasta obtener las siguientes dimensiones 500 x 500 x 19 mm. Seguidamente fueron seccionados en probetas las cuales presentaron las dimensiones establecidas en las normas DIN conforme a los ensayos a realizar:

	Norma DIN
Contenido de Humedad y Densidad	52361
Resistencia a la Flexión Estática	52362
Absorción de Agua y Variación de Espesor	52364
Tracción Perpendicular	52365

## RESULTADOS Y DISCUSIONES

El resumen de los resultados obtenidos sobre las propiedades físicas y mecánicas están descritos en los cuadros 1 y 2.

### CONTENIDO DE HUMEDAD

El valor promedio respecto al contenido de humedad en los 15 tableros fue de aproximadamente 10,39%, por lo tanto los resultados de los ensayos físico-mecánicos son aplicables a este valor de contenido de humedad.

### DENSIDAD

Los valores de densidad encontrados en los tableros a nivel experimental son aceptables en comparación con los establecidos teóricamente. Kumar 1968, citado por Garay, 1988, estima que puede esperarse un coeficiente de variación de 1% en la densidad del tablero hechos de una sola especie que forma el tablero. Situación dada en este sentido, ya que los resultados alcanzan valores máximos de 2,64%, lo cual indica buena distribución de las partículas en los tableros, así como en la conformación del producto final (Garay, 1980; Duran, 1981).

### ABSORCION DE AGUA

Casi todos los tableros en general presentaron inconvenientes respecto a la absorción de agua en 2 horas. Este resultado pudo haber ocurrido por la presencia de gran cantidad de material fino (polvillo). El material fino actuó aumentando la absorción de agua, esto se debe a la geometría de este material el cual posee una mayor superficie específica y, en consecuencia requiere una mayor cantidad de adhesivo por superficie. Esta especie presenta células con paredes delgadas, lo cual determina una mayor facilidad de la misma a absorber agua y al saturarse sus paredes celulares el agua entra con facilidad al lumen, igualmente pudo originarse en ellos espacios libres dentro del tablero, que durante el periodo de inmersión fueron ocupados por el agua. El que no se cumplió con la norma no es importante, ya que bastaría con agregar un hidrófobo en la fabricación para mejorar esta propiedad.

**CUADRO Nº 1. RESUMEN SOBRE LOS VALORES PROMEDIOS, INTERVALOS DE CONFIANZA AL 95% Y COEFICIENTES DE VARIACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS TABLEROS AGLOMERADOS DE PARTICULAS DE PALMA MANACA.**

Propiedades Físicas	Densidad $\bar{x}$ (g/cm <sup>3</sup> )	CH $\bar{x}$ (%)	Nivel de Resinosidad (%)	Valor $\bar{x}$ de la propiedad	Intervalo de Confianza al 95%	Coefficiente de variación (%)
Absorción de agua % (2 Horas)	0,650 0,750 0,650	10,432 10,415 10,323	10 10 12	52,523 43,503 47,365	49,615<X<55,431 35,453<X<51,553 37,399<X<57,332	4,46 14,90 16,94
Absorción de agua % (24 Horas)	0,650 0,750 0,650	10,432 10,415 10,323	10 10 12	52,891 62,871 59,942	42,772<X<63,010 58,324<X<67,417 51,353<X<68,530	15,41 5,82 11,54
Variación de Espesor % (2 horas)	0,650 0,750 0,650	10,432 10,415 10,323	10 10 12	10,513 10,909 12,682	9,051<X<11,976 8,952<X<12,866 11,414<X<13,951	11,20 14,45 8,06
Variación de Espesor % (24 horas)	0,650 0,750 0,650	10,432 10,415 10,323	10 10 12	17,745 17,268 17,541	15,400<X<20,090 14,882<X<19,655 16,316<X<18,767	10,65 11,13 5,63
Contenido de Humedad	0,650 0,750 0,650	10,432 10,415 10,323	10 10 12	10,432 10,415 10,323	9,723<X<11,141 10,125<X<10,704 9,957<X<10,689	5,48 2,24 2,85
Densidad	0,650 0,750 0,650	10,432 10,415 10,323	10 10 12	0,622 0,716 0,632	0,602<X<0,642 0,705<X<0,727 0,622<X<0,642	2,64 1,25 1,36



**CUADRO Nº 2. RESUMEN SOBRE LOS VALORES PROMEDIOS, INTERVALOS DE CONFIANZA AL 95% Y COEFICIENTES DE VARIACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS TABLEROS AGLOMERADOS DE PARTICULAS DE PALMA MANACA.**

Propiedades Mecánicas	Densidad $\bar{x}$ (g/cm <sup>3</sup> )	CH $\bar{x}$ (%)	Nivel de Resinosidad (%)	Valor $\bar{x}$ de la propiedad	Intervalo de Confianza al 95%	Coefficiente de variación (%)
Resistencia a la Flexión MOR (kg/cm <sup>2</sup> )	0,650	10,432	10	105,90	88,80 < X < 122,92	12,94
	0,750	10,415	10	116,08	91,62 < X < 140,55	13,25
	0,650	10,323	12	110,02	99,52 < X < 120,52	10,87
Tracción Perpendicular a la superficie del tablero (kg/cm <sup>2</sup> )	0,650	10,432	10	4,66	4,03 < X < 5,29	10,95
	0,750	10,415	10	6,14	4,53 < X < 7,75	16,50
	0,650	10,323	12	5,39	3,85 < X < 6,93	23,04

Para la absorción de agua en 24 horas los resultados cumplen con lo establecido por la norma, como valor máximo de absorción 60%.

El efecto de aumentar el contenido de resina del 10 al 12% es reducir la absorción de agua a las 2 y 24 horas a cada nivel de densidad del tablero y contenido de humedad del colchón. A mayor contenido de resina se logra una mejor distribución de la cola sobre las partículas, mejores y más fuertes enlaces entre partícula y partícula, por lo tanto la absorción de agua es más dificultosa y la rata de absorción es menor (Maloney, 1958; Halligan y Schniewind, 1994; Garay y Duran, 1995).

### **VARIACION DE ESPESOR (estabilidad dimensional)**

Todos los tableros en general presentaron inconvenientes respecto a la variación de espesor en 2 horas de inmersión. Para 24 horas, los valores obtenidos se encuentran cercanos al máximo permitido por la Norma DIN 68761 del 15%. Esta variación pudo ser originada por la alta presencia de material fino en los tableros, como también a la rápida absorción de agua por parte de las partículas, debido a la rápida saturación de los lúmenes de las células.

### **FLEXION ESTATICA**

Los valores obtenidos en los tableros no se ajustan a lo establecido por la norma para tableros de 19 mm de espesor, cuyo nivel mínimo requerido es de 180 kg/cm<sup>2</sup>, y en el presente estudio los resultados están por debajo de este nivel. Esta propiedad refleja el estado de calidad de las capas superficiales (Berterreche, A., et al, 1995). En este sentido resulta especialmente importante, ya que la especie estudiada presenta abundante proporción de células parenquimatosas, las cuales son células delgadas que ofrecen baja resistencia.

### **TRACCION PERPENDICULAR**

Los valores obtenidos son satisfactorios a los dos niveles de densidad y los niveles de resinosidad, los tableros sobrepasan las exigencias mínimas de la Norma DIN 68761, que indica un valor de 3,5 kg/cm<sup>2</sup> para tableros de 19 mm de espesor.

Cuadro Nº 3. Comparación de resultados del estudio previo y estudio actual.  
**Resultados del estudio previo (Grace, 1994)**

ENSAYO			Valor promedio obtenido (0,621 g/cm <sup>3</sup> )
Densidad	Teórica establecida (0,650 g/cm <sup>3</sup> ) Norma DIN 68761		
Contenido de humedad	12%		12,91 %
Absorción de agua	2 horas (25%) 24 horas (<60%)		53,83 % 86,25 %
Variación de espesor	2 horas ( $\cong$ 6%) 24 horas ( $\cong$ 15%)		6,87% 14,16 %
Flexión Estática	180 kg/cm <sup>2</sup>		25,57 kg/cm <sup>2</sup>
Tracción Perpendicular	3,5 kg/cm <sup>2</sup>		3,72 kg/cm <sup>2</sup>

### Resultados del presente estudio

ENSAYO			Valor promedio obtenido (0,622 g/cm <sup>3</sup> )
Densidad	Teórica establecida (0,650 g/cm <sup>3</sup> ) Norma DIN 68761		
Contenido de humedad	12%		10,390 %
Absorción de agua	2 horas (25%) 24 horas (<70%)		47,797 % 58,544 %
Variación de espesor	2 horas (≅ 6%) 24 horas (≅ 15%)		11,368 % 17,518 %
Flexión Estática	180 kg/cm <sup>2</sup>		99,667 kg/cm <sup>2</sup>
Tracción Perpendicular	3,5 kg/cm <sup>2</sup>		5,397 kg/cm <sup>2</sup>

## CONCLUSIONES

1. La densidad obtenida está muy cercana al valor nominal establecido para cada una, esta pequeña variación puede corregirse si se logra obtener experimentalmente el margen o porcentaje de pérdida de material durante la fase de elaboración del tablero, principalmente en la etapa de encolado o mezclado, siendo otro factor la presencia abundante de material fino que afecta la adherencia entre las partículas.
2. Los tableros elaborados a los dos niveles de resinosidad para inmersiones de agua y variación de espesor a las 2 horas no cumplieron con los requisitos exigidos por las normas. Por los valores obtenidos, la inclusión de un hidrófobo resulta indispensable en la fabricación del tablero.
3. El efecto del material fino y la constitución anatómica de la especie sobre las propiedades físicas fue en general significativo.
4. Los tableros elaborados a los dos niveles de resinosidad para inmersiones de agua y variación de espesor a las 24 horas cumplieron con los valores establecidos por las normas para el caso de inmersión y muy cercanos para la variación de espesor.
5. Los tableros presentaron dificultades en cuanto a la resistencia a cargas y esfuerzos de doblado, presentando moderada resistencia a esfuerzos de flexión.
6. Los tableros presentaron muy buena resistencia a la tracción perpendicular, cuyos valores están por encima del valor establecido.
7. Este estudio presentó mejores resultados en todas las pruebas realizadas a los tableros en comparación con el estudio previo.
8. Con la especie *Euterpe oleracea*, se pueden fabricar tableros aglomerados de partículas de mediana calidad para uso interno; con una densidad de  $0,750 \text{ g/cm}^3$  y utilizando un 10% de resinosidad, donde no estén sometidos a esfuerzos de flexión superiores a los  $116 \text{ kg/cm}^2$ .

## RECOMENDACIONES

- 1.-Para mejorar las propiedades físicas de los tableros en especial la absorción de agua y variación de espesor es indispensable añadir un hidrófobo a las partículas en el momento del mezclado.
- 2.-Realizar un mejor tamizado de las partículas en el proceso de encolado, para disminuir la alta presencia de material fino que afecta las propiedades físico-mecánicas.
- 3.-Para mejorar la resistencia a la flexión de la palma manaca y obtener tableros con mejores propiedades de resistencia a la flexión, se recomienda mezclar las partículas con una especie maderable dicotiledónea (latifoliada), ya que la especie estudiada es una monocotiledónea y ésta presenta en su totalidad alta proporción de células parenquimatosas delgadas de baja resistencia.

## BIBLIOGRAFIA

1. BERTERRECHE, A., et al. 1995. Propiedades de Tableros de Partículas de *Pinus radiata* D. Don. con aserrín de la misma especie. Ciencia e Investigación Forestal. 9(1): 73-90.
2. DURAN, J. 1981. Utilización de los Aclareos de las Especies de la Plantación de Caparo para Tableros Aglomerados de Partículas. Parte I. TECA. M.A.R.N.R.-L.N.P.F.-U.L.A.- Mérida, Venezuela.
3. GARAY, D. 1980. Mezclas de Maderas Tropicales en la Elaboración de Tableros Aglomerados. Universidad de Los Andes. Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales. Mérida, Venezuela.
4. GARAY D. y DURAN J. 1995. Mezclas de Maderas Tropicales en la Elaboración de Tableros Aglomerados. Revista Forestal Latinoamericana. Número 17. Año 1995. Mérida, Venezuela.
5. GRACE E. 1994. Aprovechamiento del Fuste de la Palma Manaca. Universidad de los Andes. L.N.P.F.- M.A.R.N.R.- Servicio Forestal Venezolano. Mérida, Venezuela.
6. HALLIGAN, A. F. and P. SCHNIEWIND. 1994. Prediction of Particleboard Mechanical Properties at Various Moisture Contents. Wood Science and Technology. 8: 68-78.
7. MALONEY, T. M. 1958. Effect of Englemann Spruce and Ponderosa Pine Dry Planes Shaving Particle Size and Shape on the Properties of Particleboard. Washington State University. Word order N° 897 Pullman, Washington.

... ..

... ..

... ..

... ..

... ..

... ..

... ..

... ..

... ..

... ..

... ..

... ..

... ..

... ..

... ..

... ..