

CARACTERÍSTICAS TECNOLÓGICAS DE 16 MADERAS DEL ESTADO DE TAMAULIPAS, QUE INFLUYEN EN LA FABRICACIÓN DE TABLEROS DE PARTÍCULAS Y DE FIBRAS

**M. Fuentes-Salinas; F. Correa-Méndez;
A. Borja-De la Rosa; A. Corona-Ambriz**

División de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma Chapingo,
Carretera México-Texcoco, Km 38.5, Chapingo, Estado de México. C. P. 56230.
Correo-e: mariofusa@yahoo.com.mx

RESUMEN

En el presente estudio se evaluaron cuatro características de 16 maderas de la selva baja caducifolia del sur del estado de Tamaulipas, México, con el propósito de determinar la posibilidad de usarlas para la fabricación de tableros de partículas y tableros de fibras. Las maderas estudiadas fueron: *Myrcianthes fragrans*, *Phoebe tampicensis*, *Casimiroa pringley*, *Acacia berlandieri*, *Drypetes lateriflora*, *Esenbeckia berlandieri*, *Lysiloma divaricata*, *Robinsonella discolor*, *Sapindus saponaria*, *Harpalyce arborescens*, *Wimmeria concolor*, *Krugiodendrom ferreum*, *Ebanopsis ebano*, *Pithecellobium pallens*, *Zanthoxylum fagara* y *Cordia boissieri*. Las características evaluadas fueron la longitud de fibra, la relación longitud-diámetro de fibra, conocida como coeficiente de Péteri, la densidad básica, el pH y la razón de compresión que se requiere para fabricar tableros de partículas de densidad media y tableros de fibras duras. Las maderas evaluadas presentaron un rango de longitud de fibra de 653 a 1,229 μ , el Coeficiente de Péteri resultó desde 43.14 hasta 82.45. El rango del pH para las maderas fue de 5.06 a 7.64. La densidad básica mostró un rango de 0.56 a 0.97 $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$. Con los valores obtenidos y su análisis, se consideró que de manera individual 11 maderas pueden ser aptas para la fabricación de tableros de partículas de densidad media. Haciendo mezclas de maderas, pueden aprovecharse hasta 12 especies. En lo que respecta a tableros de fibras duras y extraduras, se considera que se pueden fabricar con todas las maderas.

PALABRAS CLAVE: tableros de partículas, tableros de fibras, densidad básica, fibras de madera, pH.

TECHNICAL PROPERTIES OF SIXTEEN TYPES OF WOODS FROM THE STATE OF TAMAULIPAS, WHICH INFLUENCE ON THE MANUFACTURE OF PARTICLEBOARDS AND FIBERBOARDS

SUMMARY

In the following study four properties of sixteen different types of woods from the seasonally dry tropical forest were analyzed with the purpose of determining if they are useful in the manufacturing of particleboards and fiberboards. The woods analyzed were: *Myrcianthes fragrans*, *Phoebe tampicensis*, *Casimiroa pringley*, *Acacia berlandieri*, *Drypetes lateriflora*, *Esenbeckia berlandieri*, *Lysiloma divaricata*, *Robinsella discolor*, *Sapindus saponaria*, *Harpalyce arborescens*, *Wimmeria concolor*, *Krugiodendrom ferreum*, *Ebanopsis ebano*, *Pithecellobium pallens*, *Zanthoxylum fagara* y *Cordia boissieri*. The fiber's properties analyzed were the longitude, longitude-diameter relation known as Peteri coefficient, basic density, pH and the reason de compression which is necessary to manufacture medium density particleboards and hardboards. The fiber from the analyzed woods had a longitude rank of 653 to 1229 μ , a Peteri coefficient rank of 43.14 to 82.45, a pH rank of 5.06 to 7.64 and a basic density rank of 0.56 to 0.97 $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$. Due to this values and its analysis, eleven types of woods individually were considered useful for the manufacture of medium density particleboards. If the woods are mixed then twelve species can be useful for the manufacture. All types of woods can be used to manufacture hardboards and extra hardboards.

KEY WORDS: particleboards, fiberboards, basic density, fiber wood, pH.

INTRODUCCIÓN

El estado de Tamaulipas se caracteriza porque su vegetación forestal está conformada principalmente por selva baja espinosa y selva baja caducifolia, base de sus aprovechamientos forestales. Al sur de esa entidad, el ejido "Subida de Palmas" tiene 1 050-00-00 hectáreas bajo manejo con especies comunes tropicales de la selva baja con una remoción total autorizada para cada anualidad de 4,500 m³rta (metros cúbicos rollo total árbol). Dentro de esas especies se identifican a: pimientilla (*Myrcianthes fragrans*), magüira (*Phoebe tampicensis*), zapotillo (*Casimiroa pringley*), guajillo (*Acacia berlandieri*), reventón (*Drypetes lateriflora*), limoncillo (*Esenbeckia berlandieri*), rajador (*Lysiloma divaricata*), malva (*Robinsonella discolor*), jaboncillo (*Sapindus saponaria*), chicharrilla (*Harpalyce arborescens*), volantín (*Wimmeria concolor*), hueso de tigre (*Krugiodendrom ferreum*), ébano (*Ebanopsis ebano*), tenaza (*Pithecellobium pallens*), uña de gato (*Zanthoxylum fagara*) y nacahua (*Cordia boissieri*), entre otras. Sin embargo, la falta de conocimiento de las características de las maderas que allí vegetan, obligan al poseedor del recurso a producir actualmente sólo postes para cercado y carbón vegetal.

La necesidad de buscar alternativas de aplicación para otros productos, condujo a la realización del presente trabajo, encaminado a determinar cuatro características y propiedades de las 16 maderas que vegetan principalmente en el sur de Tamaulipas, para determinar la factibilidad de aprovecharlas para la fabricación de tableros de partículas y tableros de fibras.

Se considera que las características y propiedades que más influyen en la fabricación de tableros de partículas respecto a la madera son: densidad básica de la madera y pH de la misma. En cuanto a los tableros de fibras, los parámetros que más influyen son: la longitud de las fibras, interrelación entre sus dimensiones, densidad básica de la madera y pH.

Al respecto, Poblete (2001) indica que la densidad básica óptima de la madera para el corte, secado y compactación del colchón de partículas, para el caso de fabricación de tableros de partículas, es entre 350 y 450 kg·m⁻³, además, menciona que la fibra larga permite una mejor transmisión de las propiedades de la madera al tablero y que el color claro facilita los acabados. Así mismo, Rocha et al., Lehmann y Sidney (1974) señalan que técnicamente es posible hacer tableros de partículas de maderas de latifoliadas en casi cualquier forma y que el uso de mezclas de maderas para hacer tableros de partículas, así como otros productos de madera, podría ser una respuesta parcial para utilizar los bosques tropicales.

En lo que respecta a la razón de compresión, la recomendada por Poblete (2001), es de 1.5 a 2.2; este mismo

autor sostiene que la mayoría de las maderas usadas en tableros de partículas deben presentar un pH de 2 a 5 y que son escasas las maderas mayores a 7 que puedan dar problemas en el proceso de fabricación. Así mismo, los resultados de experimentos realizados en laboratorio indican que un tablero de fibras puede elaborarse de casi cualquier materia prima lignocelulósica, (Suchsland y Woodson, 1986). Los mismos autores señalan que el espesor de la pared celular, el cual está directamente relacionado a la densidad de la madera, afecta las propiedades de la hoja indirectamente; también indica que una alta densidad de la madera, generalmente resulta en un volumen más bajo en el suministro de fibra al colchón en una densidad de tablero dado y en una más baja razón de compresión. Ante tales antecedentes, el objetivo del presente estudio fue conocer los valores de cuatro características de las maderas del sur del estado de Tamaulipas que se consideran básicas para su posible aprovechamiento en la fabricación de tableros de partículas y de fibras.

MATERIALES Y MÉTODOS

El material de estudio se colectó en el ejido "Subida de Palmas", localizado en el municipio de Casas, Tamaulipas. El predio de referencia se encuentra localizado dentro de las coordenadas: 23° 37' 00" y 23° 33' 58" latitud norte y 98° 32' 00" y 98° 35' 40" longitud oeste, teniendo una altitud media de 300 a 500 m. Las maderas estudiadas se indican en el Cuadro 1.

El estudio inició con la colecta de dos árboles de cada especie. Seleccionado el árbol se procedió a derribarlo y cortar dos rodajas a partir de 1.30 m de la base, con un grosor de 5 cm. Se marcaron las rodajas con el número de identificación de la especie, se mantuvieron en agua hasta su proceso de corte y se marcaron cuadros de 2 cm de arista de la parte central, media y periférica de cada rodaja, dos de cada zona para cada una de las propiedades a evaluar. En las 16 maderas el duramen presentó una proporción mayor que la albura, desde un porcentaje del 54 % en la madera de rajador, hasta un 85 % en la de chicharrilla.

Se obtuvieron probetas para evaluación de la densidad básica, el pH y para la obtención de material disociado para la medición del diámetro y longitud de fibras. La densidad se evaluó siguiendo la norma ASTM D-143 secundaria (ASTM, 2004) y el pH según la metodología seguida por Poblete (1989). Así mismo, se realizó un análisis de varianza con el programa SAS (Statistical Analysis System), para conocer si había diferencias significativas en los valores de densidad básica entre especies y, en caso de haberla, se aplicó una prueba de t. Por otro lado, la razón de compresión (RC) que determina la compactación de las partículas en el proceso de fabricación de los tableros de este tipo, se expresa según la relación siguiente (Poblete, 2001):

CUADRO 1. Especies maderables estudiadas.

Núm.	Nombre común	Nombre científico
1	Pimientilla	<i>Myrcianthes fragrans</i> (S. W.) McVaugh var. <i>fragrans</i>
2	Magüira	<i>Phoebe tampicensis</i> Mez
3	Zapotillo	<i>Casimiroa pringley</i> (S. Wats.) Engl.
4	Guajillo	<i>Acacia berlandieri</i> Benth.
5	Reventón	<i>Drypetes lateriflora</i> (Sw.) Drug et Urban
6	Limoncillo	<i>Esenbeckia berlandieri</i> Baill.
7	Rajador	<i>Lysiloma divaricata</i> (Jacq.) Macbride
8	Malva	<i>Robinsonella discolor</i> Rose & E. G. Baker ex Rose
9	Jaboncillo	<i>Sapindus saponaria</i> L.
10	Chicharrilla	<i>Harpalyce arborescens</i> A. Gray
11	Volantín	<i>Wimmeria concolor</i> Schlecht. & Cham.
12	Hueso de tigre	<i>Krugiodendrom ferreum</i> (Vahl) Urban
13	Ebano	<i>Ebanopsis ebano</i> (Berl.) Britton & Rose
14	Tenaza	<i>Pithecellobium pallens</i> (Benth.) Standley
15	Uña de gato	<i>Zanthoxylum fagara</i> (L) Sarg.
16	Nacahua	<i>Cordia boissieri</i> A. DC.

$$RC = \frac{\text{Densidad del tablero}}{\text{Densidad de la madera}}$$

Dicha RC, que influye además en la cantidad de material a utilizar por volumen de tableros a producir, debe ser el segundo parámetro a conocer con relación a las propiedades de cada madera, para ello se tomaron como referencia las densidades medias de los tableros de partículas (650 a 820 kg·m⁻³) y para tableros de fibras duras el rango de 800 a 1,200 kg·m⁻³. Una vez identificadas las densidades del tablero, se relacionaron ambas individualmente con la densidad básica de la madera de cada una de las 16 especies. En una etapa posterior del estudio se relacionó la densidad del tablero con la densidad básica de madera obtenida de mezclas de especies.

Con el objeto de estimar en que proporción puede participar un determinado grupo de maderas para la elaboración de un tipo de tableros, se determinó la Densidad Promedio Ponderada (DPP) de grupos de maderas. La DPP permite también variar la proporción en peso de cada madera para un tipo de tablero en particular. La DPP de una mezcla de especies, se calcula con la fórmula siguiente (Poblete, 2001):

$$DPP = \left(d_1 * \frac{P_1}{100} \right) + \left(d_2 * \frac{P_2}{100} \right) + \left(d_n * \frac{P_n}{100} \right) = \frac{1}{100} \sum_{i=1}^n d_i P_i$$

Donde:

DPP = Densidad Promedio Ponderada

$d_{1,2,n}$ = Densidad básica de la especie 1, 2 hasta "n" (kg·m⁻³)

$P_{1,2,n}$ = Proporción en peso de la participación de la especie 1, 2 hasta "n" (%)

Para hacer las diferentes estimaciones de factibilidad de aprovechamiento se utilizó como principal propiedad la densidad básica de la madera de cada especie y se calculó el porcentaje de participación adecuado de cada una de las maderas para conformar el tablero. Posteriormente, el valor de la DPP se substituyó por el de la densidad básica en la RC, verificándose que no resultará menor o igual a 1. El análisis, en este caso, inició pretendiendo teóricamente elaborar tableros de partículas utilizando para ello sólo un tipo de madera; una vez concluido el procedimiento con especies individuales, se agruparon las maderas con densidad similar y con la densidad media de los grupos se calculó el volumen de madera requerido para un metro cúbico de tablero.

Como referencia, las determinaciones de la influencia de los parámetros anteriores en la fabricación de tableros, se establecieron las condiciones siguientes: relación de encolado (RE) 8 %; contenido de humedad del tablero 10 %; dimensiones del tablero 19 mm * 1.22 m * 2.44 m, por ser las dimensiones más comerciales. Así, se utilizaron las siguientes expresiones:

PTT = Peso de la Madera Seca + Peso del Adhesivo + Peso del Agua

PTT = Densidad del Tablero * Volumen del Tablero

PTT = PMS + X1 % (PMS) + X2 % (PMS + X1 % (PMS))

donde:

PTT= Peso Total del Tablero (kg)

X1= Peso del Adhesivo (%)

X2= Peso del Agua (%)

Para la determinación del pH se tomó una probeta de duramen de cada especie por ser este tipo de madera el más influido por la presencia de extractivos, la cual se cortó en pequeñas astillas que se dejaron remojando en agua destilada durante 48 h, posteriormente se midió el pH con un pH metro (potenciómetro), (Poblete, 1989).

Finalmente, considerando que la longitud de las fibras y su relación de esbeltez (relación longitud-diámetro), conocido como coeficiente de Péteri, tienen una alta influencia en el grado de entrelazamiento y transmisión de los esfuerzos mecánicos de los tableros (Poblete, 2001), se hicieron las respectivas mediciones y estimaciones en un analizador de imágenes aplicando el programa IM1000.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Considerando una secuencia de presentación de las características y propiedades de las maderas citadas, en el Cuadro 2 se presentan los valores de longitud de fibras y los coeficientes de Péteri de la madera de cada especie.

Los valores medios de la densidad básica de cada una de las 16 maderas son los que se muestran en el Cuadro 3. Considerando la densidad básica media de las maderas y

de acuerdo a la clasificación de la densidad media de los tableros de partículas, en el Cuadro 4 se presentan los valores resultantes de la Razón de Compresión (RC).

Como una posibilidad de aumentar la participación del número de especies de madera en los procesos de fabricación de los tableros de partículas y de fibras, se agruparon las especies de acuerdo con su densidad básica mediante el uso del programa SAS, resultando los grupos de especies ordenados en forma alfabética en el Cuadro 5.

No se alcanzó a llegar al límite inferior del rango de la Razón de Compresión (1.5-2.2) recomendado por Poblete, (2001) ni utilizando sólo el grupo F (*Acacia berlandieri*, *Cordia boissieri* y *Robinsonella discolor*) al 100 % de participación en el m³ de tablero de partículas; sin embargo, se podrían fabricar tableros de partículas de 800 kg·m⁻³ de densidad, con los grupos de especies de maderas C, D, E y F. Con estos grupos de maderas, la posible compactación en el tablero de partículas se obtendría en el rango de 650-800 kg·m⁻³ de densidad del mismo, utilizando maderas de 580-720 kg·m⁻³ de densidad básica. Los grupos descartados son A (*Ebanopsis ebano*) y B (*Esenbeckia berlandieri* (limoncillo), *Harpalyce arborescens* (chicharrilla) y *Krugiodendrom ferreum* (hueso de tigre)).

Con relación a la Razón de Compresión (RC) en la fabricación de tableros de fibras duras y extraduras se pueden emplear todas las spp participando con porcentajes iguales en el tablero. La RC de 1.5 recomendada por Poblete, (2001) se logró utilizando todos los grupos de maderas (A-F) con el mismo porcentaje de participación en el tablero de 1,150 kg·m⁻³ de densidad.

CUADRO 2. Longitud y coeficiente de Péteri de las fibras de las 16 maderas

Nombre científico	Longitud (m)	Clasificación (Tortorelli, 1956)	Coef. de Péteri
<i>Zanthoxylum fagara</i>	653.26	Cortas	73.81
<i>Krugiodendrom ferreum</i>	673.38	Cortas	82.45
<i>Pithecellobium pallens</i>	685.40	Cortas	64.02
<i>Esenbeckia berlandieri</i>	775.98	Cortas	46.90
<i>Lysiloma divaricata</i>	803.10	Cortas	59.12
<i>Robinsonella discolor</i>	845.22	Cortas	54.14
<i>Cordia boissieri</i>	882.27	Cortas	53.12
<i>Wimmeria concolor</i>	886.64	Cortas	53.47
<i>Ebanopsis ebano</i>	901.51	Medias	79.01
<i>Phoebe tampicensis</i>	912.69	Medias	43.37
<i>Myrcianthes fragrans</i>	938.65	Medias	51.80
<i>Acacia berlandieri</i>	1,014.72	Medias	57.44
<i>Harpalyce arborescens</i>	1,080.29	Medias	43.14
<i>Drypetes lateriflora</i>	1,085.50	Medias	47.58
<i>Sapindus saponaria</i>	1,134.37	Medias	45.78
<i>Casimiroa pringley</i>	1,229.50	Medias	60.71

CUADRO 3. Densidad básica (Db) y sus medidas de tendencia central de las 16 especies de maderas.

Nombre Científico	Nombre Común	Db g·cm ⁻³	Des. Est.	C.V.	Máx	Mín	Clasificación (Torelli, 1981)
<i>Robinsonella discolor</i>	Malva	0.56	0.04	0.08	0.63	0.48	Media
<i>Cordia boissieri</i>	Nacahua	0.58	0.02	0.04	0.61	0.53	Alta
<i>Acacia berlandieri</i>	Guajillo	0.60	0.05	0.09	0.68	0.49	Alta
<i>Phoebe tampicensis</i>	Magüira	0.62	0.03	0.04	0.7	0.53	Alta
<i>Zanthoxylum fagara</i>	Uña de gato	0.65	0.04	0.06	0.72	0.55	Alta
<i>Sapindus saponaria</i>	Jaboncillo	0.66	0.04	0.06	0.72	0.55	Alta
<i>Casimiroa pringley</i>	Zapotillo	0.71	0.02	0.02	0.74	0.68	Muy alta
<i>Myrcianthes fragrans</i>	Pimientilla	0.72	0.07	0.10	0.81	0.62	Muy alta
<i>Drypetes lateriflora</i>	Reventón	0.72	0.02	0.03	0.76	0.69	Muy alta
<i>Pithecellobium pallens</i>	Tenaza	0.73	0.03	0.05	0.82	0.68	Muy alta
<i>Lysiloma divaricata</i>	Rajador	0.73	0.05	0.07	0.83	0.65	Muy alta
<i>Wimmeria concolor</i>	Volantín	0.79	0.01	0.02	0.81	0.77	Muy alta
<i>Esenbeckia berlandieri</i>	Limoncillo	0.86	0.07	0.08	1.00	0.74	Muy alta
<i>Harpalyce arborescens</i>	Chicharrilla	0.87	0.12	0.14	1.02	0.64	Muy alta
<i>Krugiodendrom ferreum</i>	Hueso de tigre	0.91	0.14	0.15	1.28	0.72	Excep. Alta
<i>Ebanopsis ebano</i>	Ébano	0.97	0.14	0.14	1.11	0.71	Excep. Alta

Db= Densidad básica C.V.= Coeficiente de variación
Des. Est.= Desviación estándar

Máx= Máximo
Mín= Mínimo

CUADRO 4. Razones de Compresión (RC) para la fabricación de tableros de partículas de diferente densidad con especies individuales.

Db kg·m ⁻³	Densidad del tablero (kg·m ⁻³)									
	400	450	500	550	600	650	700	750	800	
				Malva (<i>Robinsonella discolor</i>)						
560	*	*	*	*	1.1	1.2	1.3	1.3	1.4	
				Nacahua (<i>Cordia boissieri</i>)						
580	*	*	*	*	*	1.1	1.2	1.3	1.4	
				Guajillo (<i>Acacia berlandieri</i>)						
600	*	*	*	*	*	1.1	1.2	1.3	1.3	
				Magüira (<i>Phoebe tampicensis</i>)						
620	*	*	*	*	*	*	1.1	1.2	1.3	
				Uña de gato (<i>Zanthoxylum fagara</i>)						
650	*	*	*	*	*	*	1.1	1.2	1.2	
				Jaboncillo (<i>Sapindus saponaria</i>)						
660	*	*	*	*	*	*	1.1	1.1	1.2	
				Zapotillo (<i>Casimiroa pringley</i>)						
710	*	*	*	*	*	*	*	1.1	1.1	
				Pimientilla (<i>Myrcianthes fragrans</i>)						
720	*	*	*	*	*	*	*	*	1.1	
				Reventón (<i>Drypetes lateriflora</i>)						
720	*	*	*	*	*	*	*	*	1.1	
				Tenaza (<i>Pithecellobium pallens</i>)						
730	*	*	*	*	*	*	*	*	1.1	
				Rajador (<i>Lysiloma divaricata</i>)						
730	*	*	*	*	*	*	*	*	1.1	
				Volantín (<i>Wimmeria concolor</i>)						
790	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
				Limoncillo (<i>Esenbeckia berlandieri</i>)						
860	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
				Chicharrilla (<i>Harpalyce arborescens</i>)						
870	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
				Hueso de tigre (<i>Krugiodendrom ferreum</i>)						
910	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
				Ébano (<i>Ebanopsis ebano</i>)						
970	*	*	*	*	*	*	*	*	*	

Db: Densidad básica; *: No apta.

CUADRO 5. Grupos de especies de acuerdo a su densidad básica

Grupo	Rango de Db (g.cm ⁻³)	Nombre científico	Nombre común
A	>0.97	<i>Ebanopsis ebano</i>	Ébano
B	0.97-0.86	<i>Krugiodendrom ferreum</i> <i>Harpalyce arborescens</i> <i>Esenbeckia berlandieri</i>	Hueso de tigre Chicharrilla Limoncillo
C	0.86-0.73	<i>Wimmeria concolor</i>	Volantín
D	0.73-0.71	<i>Pithecellobium pallens</i> <i>Lysiloma divaricata</i> <i>Drypetes lateriflora</i> <i>Myrcianthes fragrans</i> <i>Casimiroa pringley</i>	Tenaza Rajador Reventón Pimientilla Zapotillo
E	0.71-0.62	<i>Sapindus saponaria</i> <i>Zanthoxylum fagara</i> <i>Phoebe tampicensis</i>	Jaboncillo Uña de gato Magüira
F	<0.62	<i>Acacia berlandieri</i> <i>Cordia boissieri</i> <i>Robinsonella discolor</i>	Guajillo Nacahua Malva

Por los resultados del pH aquí reportados y sobre todo por tres de las 16 especies de madera (*Phoebe tampicensis*, *Sapindus saponaria* y *Robinsonella discolor*), que son superiores al nivel neutro, Cuadro 6, si se pretendiera usar ureaformaldehído (UF) en el encolado, necesariamente tendría que incrementarse la proporción de catalizador a esta resina con respecto a la que se aplica cuando se utiliza madera de pino para bajar el valor del pH del ambiente en que fragua el adhesivo.

CONCLUSIONES

Tomando en cuenta los resultados de la densidad básica de las 16 maderas y la razón de compresión necesaria

CUADRO 6. Niveles del pH de las 16 maderas

Nombre científico	pH
<i>Ebanopsis ebano</i>	5.06
<i>Myrcianthes fragrans</i>	5.11
<i>Esenbeckia berlandieri</i>	5.52
<i>Wimmeria concolor</i>	5.90
<i>Pithecellobium pallens</i>	6.00
<i>Acacia berlandieri</i>	6.08
<i>Lysiloma divaricata</i>	6.14
<i>Casimiroa pringley</i>	6.21
<i>Krugiodendrom ferreum</i>	6.25
<i>Zanthoxylum fagara</i>	6.44
<i>Cordia boissieri</i>	6.46
<i>Drypetes lateriflora</i>	6.74
<i>Harpalyce arborescens</i>	6.77
<i>Phoebe tampicensis</i>	7.28
<i>Sapindus saponaria</i>	7.47
<i>Robinsonella discolor</i>	7.64

para las diferentes densidades con que se fabrican los tableros de partículas, solamente 11 especies tendrían posibilidad de ser aprovechadas técnicamente a nivel individual, siendo: *Robinsonella discolor*, *Cordia boissieri* y *Acacia berlandieri* para tableros de 650 a 800 kg·m⁻³; *Phoebe tampicensis*, *Zanthoxylum fagara*, *Sapindus saponaria* y *Casimiroa pringley* para tableros de 700 a 800 kg·m⁻³; *Myrcianthes fragrans*, *Drypetes lateriflora*, *Pithecellobium pallens* y *Lysiloma divaricata* para tableros de 800 kg·m⁻³.

Sí se considera el aprovechamiento de las especies en forma de mezclas, que técnicamente sería la mejor opción, solamente podrían aprovecharse las maderas que integran los grupos E y F que son: E (*Sapindus saponaria*, *Zanthoxylum fagara* y *Phoebe tampicensis*) y F (*Acacia berlandieri*, *Cordia boissieri* y *Robinsonella discolor*) para tableros de 650 a 800 kg·m⁻³; y los grupos C, D, E y F, que son: C (*Wimmeria concolor*), D (*Pithecellobium pallens*, *Lysiloma divaricata*, *Drypetes lateriflora*, *Myrcianthes fragrans* y *Casimiroa pringley*), E y F para tableros de 750 a 800 kg·m⁻³.

Para el caso de la fabricación de tableros de fibra duras y extraduras, considerando el rango de densidad con que éstos se fabrican (>800 kg·m⁻³) y tomando en cuenta las interrelaciones de las dimensiones de sus fibras, coeficiente de Péteri, es factible aprovechar todas las especies en iguales proporciones para la fabricación de tableros de fibras de alta densidad.

Sí se reduce la participación de las maderas de los grupos de más baja densidad, se reducirán igualmente las posibilidades de fabricar tableros de fibra en sus diferentes rangos; pero no obstante, será aún posible fabricar tableros de fibra extraduras mayores a 1,200 kg·m⁻³, inclusive con madera del grupo A (*Ebanopsis ebano* con 970 kg·m⁻³ de densidad básica ponderada) solamente.

LITERATURA CITADA

- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. 2004. Standard D-143. Test methods for small clear specimens of timber. Annual book of ASTM standards. Vol. 04.10 Wood. Philadelphia. 25-55 pp.
- POBLETE W., H. 1989. Tableros de partículas con renovables de roble, raulí y un híbrido de ambos. *Bosque*, 10(1): 9-17
- POBLETE W., H. 2001. Tableros de partículas. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Austral de Chile. Valdivia. 177 p.
- ROCHA V., B.; LEHMANN W., F.; SIDNEY B., R. 1974. How species and board densities affect properties of exotic hardwood particleboard. *Forest Prod. J.* 24(12): 37-45.
- SUCHSLAND, O.; WOODSON G., E. 1986. Fiberboard and manufacturing practices in the United States. Agriculture Handbook N° 640, US Forest Service, Washington DC. 263 p.
- TORELLI, N. 1982. Estudio promocional de 43 especies forestales tropicales mexicanas. Publicación especial, Programa de cooperación científica y tecnológica México–Yugoslavia 1980-1982. SARH. México, D. F. 73 p.
- TORTORELLI, L. A. 1956. Maderas y Bosques Argentinos. ACME. Buenos Aires. 910 p.