

TABLEROS AGLOMERADOS DE PARTÍCULAS A PARTIR DE LAS ESPECIES TECA Y MELINA

Dario A. Garay J.¹, Jorge A. Durán P.² y Pablo A. Moreno P.³

Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, ¹Sección de Tableros Aglomerados, ²Sección de Tableros Contraenchapados, ³Estudiante del Centro de Estudios Forestales y Ambientales de Postgrado, Sección de Tableros Aglomerados, Mérida-Venezuela

E-mail: dargaray@forest.ula.ve. / jorduran@forest.ula.ve. / pmoreno@forest.ula.ve.

RESUMEN

Melina (*Gmelina arborea*) de 14 años y Teca (*Tectona grandis*) de 18 años de edad provenientes de aclareos de las Unidades II y IV respectivamente, de la Reserva Forestal de Ticoporo, fueron utilizadas para la fabricación de tableros aglomerados de partículas de densidad 0,650 g/cm³, con un contenido de humedad del colchón al momento del prensado del 17%, un contenido de resina de urea formaldehído del 10% y un tiempo de prensado de siete minutos. Estas especies fueron usadas individualmente y en una mezcla en la proporción de 1:1, en la elaboración de los tableros aglomerados de partículas. Se fabricó un total de 15 tableros, 5 por cada especie y 5 para la mezcla de ambas especies. De estos tableros se prepararon las probetas para la determinación de los valores de sus propiedades físicas y mecánicas. Los valores obtenidos fueron comparados con los establecidos por la Norma Venezolana COVENIN 847-91 y la Norma DIN 68761 para tableros aglomerados de partículas. Los tableros aglomerados de partículas de Teca y de Melina, así como los de la mezcla de ambas especies, presentaron valores que se encuentran dentro de los rangos máximos para las propiedades físicas y rangos mínimos para las propiedades mecánicas, estipulados por estas normas. Así mismo, los resultados de las propiedades físicas y mecánicas de estos tableros se comparan satisfactoriamente con los obtenidos por otros investigadores.

Palabras clave: Tableros aglomerados de partículas, urea formaldehído, aclareos, Teca (*Tectona grandis*), Melina (*Gmelina arborea*).

ABSTRACT

Fourteen years-old Melina (*Gmelina arborea*) and eighteen years-old Teak from the Ticoporo Forest Reserve, experimental plantations, Units II and IV respectively, Barinas State, Venezuela, were used to make homogeneous particleboards with a density of 0,650 g/cm³, a urea formaldehyde resin content of 10%, mat moisture content of 17%, and press time of 7 min. The two species were used by themselves or in a mixture of equal parts to make the particleboards. A total of 15 boards were made, 5 boards for each of the two species, and 5 boards for the mixture. The samples for testing of the mechanical and physical properties were prepared from the experimental boards according to the DIN Norms 52362, 52365, 52361, and 52364. Static bending and tension perpendicular to the board surface tests determined the mechanical properties. The physical properties were evaluated by the thickness dimensional stability and the water adsorption at periods of 2 and 24 hours by water soaking tests. The values of the mechanical and physical properties of the boards were compared to the values established in the Venezuelan Norm Covenin 847-91, and the ones for the DIN Norm 68761. The particleboards made from Melina, Teak, and the mixture of equal parts of Melina and Teak, showed values for the mechanical properties which were above the minimum value demanded by the norms, and for the physical properties that were below the maximum permitted by the norms. Comparisons of the values obtained in this study with the ones reported in the literature by other investigators proved to be satisfactory.

Key words: Aclareos, Particleboards, Formaldehyde urea, Teak (*Tectona grandis*), Melina (*Gmelina arborea*).

INTRODUCCIÓN

La industria de tableros aglomerados es uno de los sectores del procesamiento mecánico de la madera que ofrece mayor flexibilidad en cuanto al tipo de materia prima que puede ser utilizada.

Esta materia prima puede provenir de madera extraída del bosque con la finalidad directa de abastecer a la industria de tableros aglomerados o del aprovechamiento de residuos industriales y de explotación.

Los tableros de partículas también pueden ser manufacturados haciendo uso de fustes de poco diámetro y con formas no adecuadas para otros tipos de utilización. Esto ofrece una alternativa de uso para el material proveniente del aclareo de plantaciones, las cuales deben ser sometidas a este tipo de tratamiento silvicultural con el fin de permitir un mejor desarrollo de la masa remanente.

En los Llanos Occidentales, especialmente en las Reservas Forestales de Caparo y Ticoporo, se han venido estableciendo plantaciones con dos especies latifoliadas de alto nivel comercial: Teca (*Tectona grandis*) y Melina (*Gmelina arborea*). En estas plantaciones se han efectuado aclareos, de los cuales se extraen fustes de poco diámetro y en muchos casos, de mala forma, con el fin de liberar silviculturalmente las plantaciones y reducir la competencia, buscando el óptimo que garantice una mejor calidad de madera al final del turno.

Keogh (1977a, 1977b), plantea que el aprovechamiento de los productos del aclareo de plantaciones forestales representa un recurso importante para la economía de la reforestación. Por lo tanto, existe la necesidad de buscar alternativas viables de uso para los productos que se obtengan, ya que la producción de los mismos es cuantiosa.

Durán (1981), trabajó en forma exitosa con Teca de nueve años de edad, proveniente de la Unidad I de la Reserva Forestal de Caparo, Estado Barinas, en la fabricación de tableros aglomerados de partículas en el rango de densidad de 0,600 a 0,800 g/cm³.

Durán (1982), investigó las propiedades físico-mecánicas de tableros aglomerados de partículas con Melina de siete años de edad proveniente de la Unidad I, plantación experimental de la Reserva Forestal de Caparo, en el rango de densidad de 0,600 a 0,800 g/cm³, a dos niveles de contenido de resina de urea formaldehído de 8 y 10 %, obteniendo resultados prometedores para tiempo de prensado en el rango de cinco a 20 minutos.

Acevedo (1983), determinó en forma preliminar para la especie melina proveniente de la Reserva Forestal de Ticoporo la producción de tableros de mediana densidad (0,650 g/cm³) con partículas de madera que tuviesen al menos siete años.

Sandoval (1988), fabricó tableros aglomerados de partículas con Melina de 14 años proveniente de la Unidad II de la Reserva Forestal de Ticoporo, basándose en las propiedades físicas y mecánicas, concluyendo que dicha especie representa una materia prima apta para la producción de tableros aglomerados de partículas.

En la presente investigación se estudió la factibilidad de la fabricación de tableros aglomerados de partículas utilizando las especies Teca y Melina en forma individual y mezcladas a partes iguales las dos especies. Dicha factibilidad se estableció sobre

la base de comparaciones de las propiedades físicas y mecánicas de los tableros producidos con la mezcla de Teca y Melina y de los producidos con estas especies por separado. Adicionalmente se hizo la comparación de los resultados obtenidos de las propiedades físicas y mecánicas de los tableros con los valores exigidos por la Norma Alemana DIN y la Norma Venezolana COVENIN, así como también, con los resultados reportados por otros investigadores.

MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación fue desarrollada en las Secciones de Aglomerados y Contraenchapados del Laboratorio Nacional de Productos Forestales. El material utilizado como materia prima para la producción de tableros esta conformado por partículas de Teca (*Tectona grandis*) y Melina (*Gmelina arborea*), provenientes de aclareos de la Reserva Forestal de Ticoporo del Estado Barinas.

Se trabajó de acuerdo a la metodología propuesta por Moslemi (1974) y Maloney (1993), se fabricaron un total de 15 tableros, 5 tableros con partículas de Teca, 5 tableros con partículas de Melina y 5 tableros con una mezcla de 50% de partículas de Teca y 50% de partículas de Melina, al 10% de resinosidad de urea formaldehído y 7% de catalizador de sulfato de amonio al 30% de concentración. De cada uno de estos tableros, se extrajeron las probetas correspondientes para los ensayos físicos y mecánicos de acuerdo con las Normas DIN 52362, 52365, 52361, y 52364. (Garay 1988). Se compararon los resultados con la Norma Venezolana COVENIN 847-91 y la Norma DIN 68761 para tableros aglomerados de partículas y con otros resultados de investigaciones previas al presente trabajo.

En el Cuadro 1 se presentan los cálculos para la fabricación de los tableros aglomerados de partículas de Teca, Melina y de la mezcla de ambas especies.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El Cuadro 2 resume los valores promedios, intervalos de confianza al 95% y coeficientes de variación de las propiedades físicas y mecánicas de los tableros aglomerados de partículas de las especies Teca, Melina y la mezcla entre ellas.

Cuadro 1. Especificaciones para la elaboración de tableros aglomerados de partículas de Teca, Melina y Mezcla de Teca y Melina al 10% de resinosidad con una densidad teórica de 0,650 g/cm³.

Tableros de Teca de densidad nominal 0,650 g/cm ³	Tableros de Melina de densidad nominal 0,650 g/cm ³	Tableros de Mezcla de Teca y Melina de densidad nominal 0,650 g/cm ³
Partículas(CH:3%)3123,34 g	Partículas(CH:3%)3123,33 g	Partículas(CH:3%)3123,33 g
Resina líquida 507,17 g	Resina líquida 507,17 g	Resina líquida 507,17 g
Agua 105,38 g	Agua 105,38 g	Agua 105,38 g
Catalizador (7%) 35,50 g	Catalizador (7%) 35,50 g	Catalizador (7%) 35,50 g
C.H. del colchón 12%	C.H. del colchón 12%	C.H. del colchón 12%
Cantidad de Tableros 5	Cantidad de Tableros 5	Cantidad de Tableros 5
Contenido de sólidos 57,85%	Contenido de sólidos 57,85%	Contenido de sólidos 57,85%

Cuadro 2. Valores promedios, intervalos de confianza al 95% y coeficientes de variación de las propiedades físicas y mecánicas de los tableros aglomerados de partículas de las especies Teca, Melina y la mezcla entre ellas.

Propiedades Físicas				
	Especies	Valor promedio de la propiedad	Intervalo de confianza al 95 %	Coefficiente de variación (%)
Densidad (g/cm ³)	Mezcla	0,687	0,630 ≤ x ≤ 0,744	6,550
	Teca	0,675	0,668 ≤ x ≤ 0,682	4,810
	Melina	0,664	0,651 ≤ x ≤ 0,677	6,000
Contenido de Humedad (%)	Mezcla	15,11	14,280 ≤ x ≤ 15,940	14,740
	Teca	15,64	15,120 ≤ x ≤ 16,150	8,790
	Melina	14,34	13,610 ≤ x ≤ 15,870	12,160
Absorción de Agua (%) 2 Horas	Mezcla	5,626	5,400 ≤ x ≤ 6,010	24,120
	Teca	10,710	9,400 ≤ x ≤ 12,010	42,760
	Melina	6,387	6,120 ≤ x ≤ 6,640	12,820
Absorción de Agua (%) 24 Horas	Mezcla	26,820	25,030 ≤ x ≤ 29,600	26,359
	Teca	40,066	37,350 ≤ x ≤ 42,780	23,838
	Melina	26,820	25,990 ≤ x ≤ 29,640	9,612
Variación Espesor (%) 2 Horas	Mezcla	2,354	2,250 ≤ x ≤ 6,990	14,710
	Teca	3,050	2,750 ≤ x ≤ 3,340	32,840
	Melina	3,920	2,910 ≤ x ≤ 3,340	18,189
Variación Espesor (%) 24 Horas	Mezcla	8,471	8,240 ≤ x ≤ 8,700	9,443
	Teca	7,575	7,080 ≤ x ≤ 8,060	22,532
	Melina	9,510	9,160 ≤ x ≤ 9,850	11,282
Propiedades Mecánicas				
Flexión MOR (kg/cm ²)	Mezcla	323,860	315,78 ≤ x ≤ 324,47	8,660
	Teca	306,860	294,04 ≤ x ≤ 319,67	14,105
	Melina	318,775	312,14 ≤ x ≤ 325,40	6,394
Tracción Perpendicular (kg/cm ²)	Mezcla	7,692	7,24 ≤ x ≤ 8,14	20,474
	Teca	7,999	7,33 ≤ x ≤ 8,66	29,153
	Melina	6,258	5,52 ≤ x ≤ 6,99	36,545

En el mismo cuadro se puede apreciar que todos los tableros elaborados al 10% de resinosidad para las especies de Teca y de Melina y la mezcla de ellas son de mediana densidad, ya que los promedios de la densidad oscilan entre 0,664 a 0,687 g/cm³.

La densidad real obtenida de los tableros es mayor a la densidad teórica establecida, esto es debido a que el contenido de humedad nominal para los tableros fue 12 % y el contenido de humedad promedio experimental fue del 15%. Esta diferencia en densidad se debe a la contribución del agua que se agregó a la cola de urea formaldehído para obtener la viscosidad apropiada en la operación de aspersión de las partículas. El contenido de humedad del colchón al momento del prensado fue de aproximadamente 17%.

El porcentaje promedio de absorción de agua a las 2 horas de inmersión para los tableros fabricados con la mezcla de las dos especies fue de 5,626%, para los de Teca de 10,711% y para los de Melina de 6,397%. Estos valores se encuentran en el rango estipulado por la Norma COVENIN 847-91 que exige un máximo de 25% (Figura 1). La absorción de agua a las 24 horas de inmersión sigue la misma tendencia que la absorción de agua a las 2 horas de inmersión, con valores de 26,820% para la mezcla, 40,066% para Teca y 26,820% para Melina. Estos resultados cumplen con lo establecido por la Norma COVENIN que exige un máximo de 60% (Figura 2).

Se puede observar que tanto para las 2 horas como para las 24 horas de inmersión, los tableros de Teca son los que presentan la mayor absorción de agua, esto es debido al bajo grado de compresión (< 1) de los mismos, lo cual redundaría en que las propiedades físicas en este caso no sean mejores. Para las 24 horas de inmersión, los tableros de Melina y de la mezcla presentan el mismo valor de 26,820%, pero el coeficiente de variación en los tableros de mezcla es del 26,359%, lo cual estadísticamente indica una alta variabilidad, que pudiera ser causada por una desigual distribución de la cola sobre las partículas o que las partículas de la mezcla presentan diferente capacidad de absorción de cola (Figura 1).

El porcentaje promedio de variación de espesor a las 2 horas de inmersión para los tableros fabricados con la mezcla de las dos especies fue de 2,354%, para los de Teca de 3,050% y para los de

Melina de 3,920%. Estos valores se encuentran en el rango estipulado por las Normas COVENIN 847-91 y DIN 68761 que exige un máximo de 6% (Figura 3). La variación de espesor a las 24 horas de inmersión sigue la misma tendencia que la variación de espesor a las 2 horas de inmersión, con valores de 8,471% para la mezcla, 7,575% para Teca y 9,510% para Melina. Estos resultados cumplen con lo establecido por la Norma COVENIN y la Norma DIN 68761 que exige un máximo de 15% (Figura 4).

El valor promedio de la resistencia a la flexión estática (MOR) para los tableros fabricados con la mezcla de las dos especies fue de 323,860 kg/cm², para los de Teca de 306,860 kg/cm² y para los de Melina de 318,775 kg/cm². Estos valores se encuentran por arriba del valor estipulado por las Normas COVENIN 847-91 y DIN 68761 que exigen un mínimo de 180 kg/cm² (Figura 5).

El valor promedio de la tracción perpendicular para los tableros fabricados con la mezcla de las dos especies fue de 7,692 kg/cm², para los de Teca de 7,999 kg/cm² y para los de Melina de 6,258 kg/cm². Estos valores se encuentran por encima del valor estipulado por las Normas COVENIN 847-91 y DIN 68761 que exigen un mínimo de 3,5 kg/cm² (Figura 6).

En el Cuadro 3 se pueden apreciar los resultados para tableros de partículas de la especie Melina elaborados por varios investigadores. Los valores promedios para la absorción de agua a 2 y 24 horas de inmersión son similares a los obtenidos por Durán (1982) y menores que los presentados por Acevedo (1983) y Sandoval (1988).

La variación de espesor a 2 y 24 horas presenta valores promedios similares a los obtenidos por los investigadores antes mencionados.

Los valores correspondientes a las propiedades mecánicas de flexión estática y tracción perpendicular se comparan satisfactoriamente con los resultados obtenidos por los otros investigadores.

En el Cuadro 4 se presentan los resultados obtenidos por Durán (1981) para tableros de Teca y los del presente estudio. Al comparar estos resultados se puede observar que cumplen con lo estipulado en las Normas y que sus valores se encuentran en el mismo orden de magnitud.

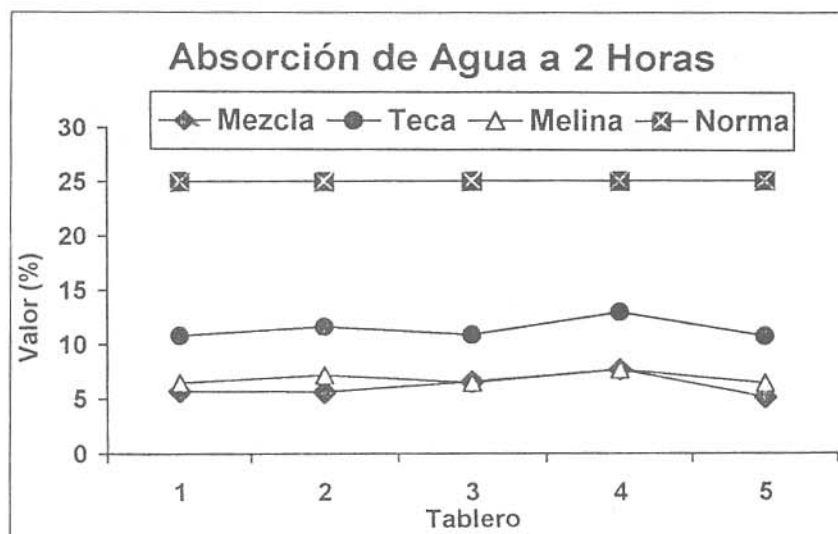


Figura 1. Representación gráfica que compara los valores promedios de absorción de agua a 2 horas de inmersión para cada tablero de partículas de Teca, Melina y mezcla de las dos especies.

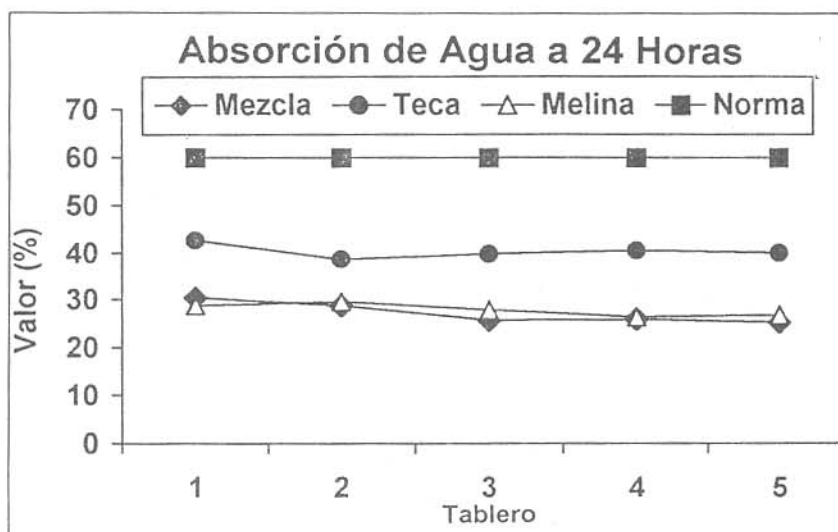


Figura 2. Representación gráfica que compara los valores promedios de absorción de agua a 24 horas de inmersión para cada tablero de partículas de Teca, Melina y mezcla de las dos especies.

Cuadro 3. Comparación de resultados obtenidos en tableros de partículas de Melina por varios investigadores.

Autor	Propiedades Físicas						Propied. Mecánicas	
	Densidad (g/cm ³)	C.H. %	Absorción de Agua %		Variación de Espesor %		MOR (kg/cm ³)	Tracción Perpend. (kg/cm ²)
			2 H	24 H	2 H	24 H		
Duran (1982)	0,664	8,46	7,37	29,93	2,26	9,20	318,65	7,11
Acevedo (1983)	0,635	—	24,86	48,86	5,06	10,73	309,24	6,06
Sandoval (1988)	0,638	9,71	13,14	43,82	3,00	8,33	363,06	7,81
Presente Trabajo	0,664	14,34	6,38	26,82	3,09	9,51	318,78	6,26

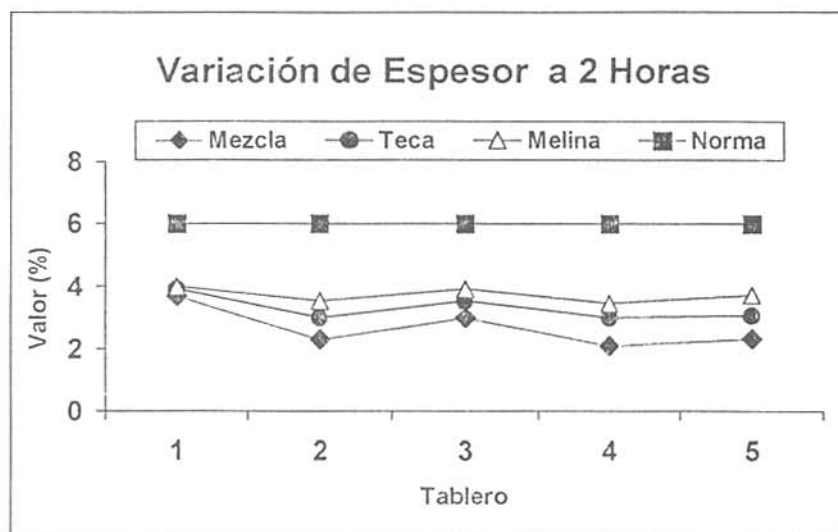


Figura 3. Representación gráfica que compara los valores promedios de variación de espesor a 2 horas de inmersión para cada tablero de partículas de Teca, Melina y mezcla de las dos especies.

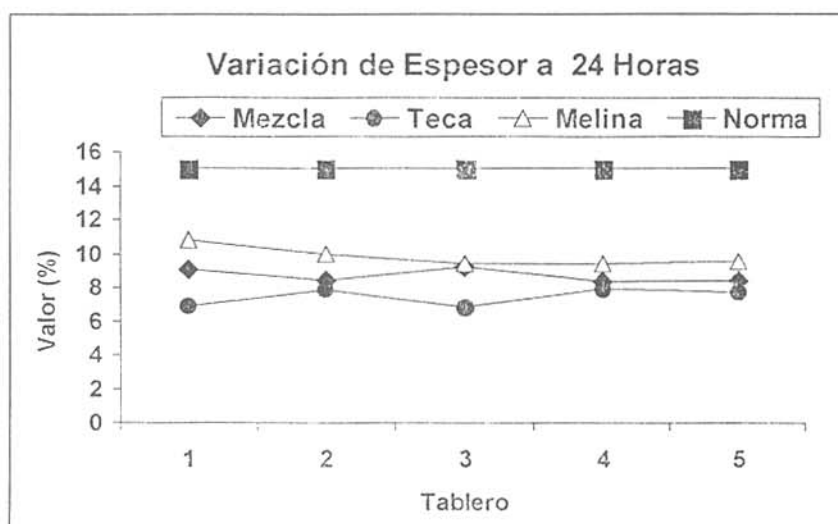


Figura 4. Representación gráfica que compara los valores promedios de variación de espesor a 24 horas de inmersión para cada tablero de partículas de Teca, Melina y mezcla de las dos especies.

Cuadro 4. Comparación de resultados obtenidos en tableros de partículas de Teca por varios investigadores.

Autor	Propiedades Físicas						Propied. Mecánicas	
	Densidad (g/cm ³)	C.H. %	Absorción de Agua %		Variación de Espesor %		MOR (kg/cm ³)	Tracción Perpend. (kg/cm ²)
			2 H	24 H	2 H	24 H		
Duran (1981)	0,667	9,36	25,39	57,40	4,49	8,79	330,93	6,88
Presente Estudio	0,675	15,64	10,71	40,06	3,05	7,57	306,86	7,99

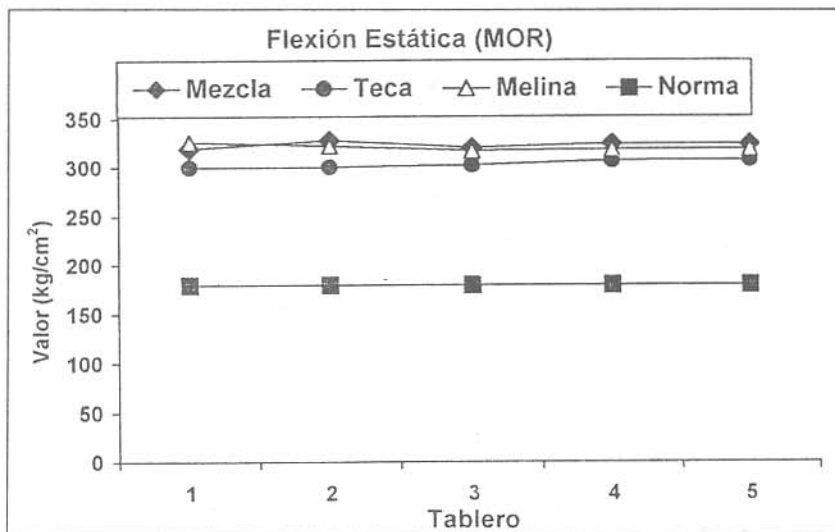


Figura 5. Representación gráfica que compara los valores de flexión estática para cada tablero de partículas de Teca, Melina y mezcla de las dos especies.

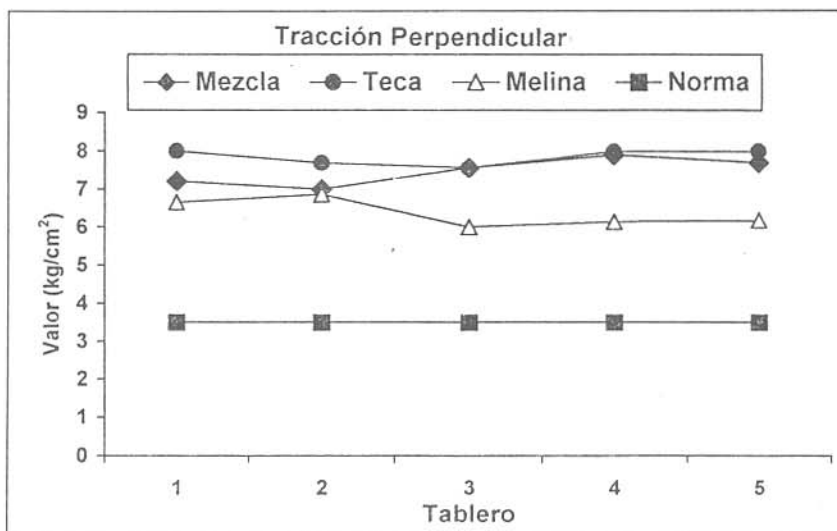


Figura 6. Representación gráfica que compara los valores de tracción perpendicular para cada tablero de partículas de Teca, Melina y mezcla de las dos especies.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. Las propiedades tecnológicas de las especies Teca y Melina de las plantaciones de la Reserva Forestal de Ticoporo permiten la fabricación de tableros de partículas con excelentes propiedades.
2. Basándose en los resultados obtenidos, una posible utilización de los aclareos de las plantaciones de Teca y de Melina, especialmente para arboles de pequeños diámetros, torcidos y deformes, es en la producción de partículas para tableros aglomerados.
3. Los valores promedios de las diferentes propiedades físicas y mecánicas de los tableros con

partículas de Teca, Melina y mezclas de ellas, cumplieron satisfactoriamente con los valores estipulados por las Normas DIN y COVENIN.

4. Se recomienda realizar estudios que determinen la calidad de los tableros aglomerados de partículas producidos a partir de mezclas de Teca y Melina con otras especies provenientes del bosque natural.
5. Se recomienda hacer un estudio de la aptitud de la Teca con plantaciones menores de siete años de edad para la producción de tableros aglomerados de partículas con el fin de determinar la edad mínima óptima para este uso.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACEVEDO, M., P. 1983. *Determinación de la edad mínima para la producción de tableros de partículas de Gmelina arbórea proveniente de las plantaciones de la Reserva Forestal de Ticoporo*. Trabajo de Grado. Maestría en Tecnología de Productos Forestales, CEFAP, ULA, Mérida, Venezuela, 68 p.
- DURÁN, P. J. 1981. *Utilización de aclareos de las especies de plantación forestal de Caparo para tableros aglomerados de partículas. Parte I. Teca (*Tectona grandis*)*. Laboratorio Nacional de Productos Forestales. Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela, 77 p.
- DURÁN, P. J. 1982. *Utilización de aclareos de las especies de plantación forestal de Caparo para tableros aglomerados de partículas. Parte II. Melina (*Gmelina arborea*)*. Laboratorio Nacional de Productos Forestales. Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela, 44 p.
- GARAY, J. D. 1988. *Producción de tableros aglomerados de partículas a partir de mezclas de especies de los Llanos Occidentales*. Trabajo de Grado. Maestría en Tecnología de Productos Forestales, CEFAP, ULA, Mérida, Venezuela, 61 p.
- KEOGH, R. 1977a. *Elaboración de una tabla de volumen y una tabla de incrementos para Teca (*Tectona grandis*) en el Salvador*. FAO.FO: DP ELS/73/004. Documento de trabajo N° 14.
- KEOGH, R. 1977b. *Prácticas de raleos silviculturales en plantaciones de Teca (*Tectona grandis*)*. Proyecto de Desarrollo Forestal y Ordenación de Cuencas Hidrográficas. ONU-FAO.FO: DP ELS/73/004. Documento de trabajo N° 14.
- MALONEY, T. 1993. *Modern Particleboard and Dry-Process Fiberboard Manufacturing*. Miller Freeman Publications. San Francisco, California. USA.
- MOSLEMI, A. 1974. *Particleboard*. Vol. I: Materials, Southern Illinois University Press. Illinois. USA.
- Norma Venezolana COVENIN. 1991. *Norma venezolana provisional para tableros de partículas*, N° 847-91.
- SANDOVAL, Y. 1988. *Producción de tableros aglomerados de partículas a partir de Gmelina arborea de 14 años de edad proveniente de las plantaciones de la Reserva Forestal de Ticoporo*. Trabajo de Grado. Maestría en Tecnología de Productos Forestales, CEFAP, ULA, Mérida, Venezuela, 75 p.