

Uso potencial de cabería remanente de la producción de tarimas de Melina para piezas laminadas

Aldo Ramírez Coretti ¹

Se presentan los resultados de un estudio exploratorio que considera la disponibilidad potencial de tablilla remanente de la fabricación de tarimas de Melina

Palabras clave

Cabería, clasificación, defectos, desechos, madera laminada, materiales compuestos, melina, tarimas.

Resumen

Se presentan los resultados de un estudio exploratorio que considera la disponibilidad potencial de tablilla remanente de la fabricación de tarimas de Melina (*Gmelina arborea*) y sus posibilidades para la elaboración de elementos laminados para uso en la construcción.

Introducción

El uso de madera de plantación en la industria de la construcción no cuenta aún con mucha demanda. Lo anterior se debe en parte a la poca promoción que ha recibido y a las características de resistencia relativamente menores a las

especies tradicionales. La producción de madera de plantación en Costa Rica se viene utilizando principalmente para la fabricación de tarimas o “pallets”. La producción de tarimas genera residuos de diversa índole. Uno de estos residuos es la cabería de piezas de madera que no poseen las dimensiones necesarias para la fabricación de tarimas. Una alternativa para aprovechar estos residuos de cabería es en la producción de elementos con mejores propiedades a las de la madera sólida; es decir, en la fabricación de materiales compuestos como piezas laminadas.

Con miras a lo anterior, se llevó a cabo un estudio exploratorio¹. Su objetivo fue considerar la disponibilidad y posibilidad de empleo de los remanentes de la producción de tarimas para la fabricación de elementos laminados, específicamente vigas, columnetas, y paneles. Se fabricaron elementos empleando dos tipos de unión (“finger-joint” y “tope a tope”) para considerar las posibilidades de

¹ Investigador del Centro de Investigaciones en Vivienda y Construcción. Escuela de Ingeniería en Construcción. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Correo electrónico: (aramirez@itcr.ac.cr).

aplicación. En este artículo se presenta una parte de los resultados obtenidos.

Empresas y características de la producción

En el país se encontraban operando a finales de 1998 catorce empresas dedicadas a la producción de tarimas. La mayor parte de estas empresas se localiza en la zona norte, región donde se ha producido el mayor desarrollo de la actividad productora y procesadora de madera de plantación. Varias empresas han dejado la actividad de producción de tarimas por lo que algunos consideran competencia desleal y a situaciones coyunturales que han hecho que la demanda de tarimas haya disminuido (según opinión de algunos productores). Cifras de la Cámara Costarricense Forestal (CCF), sin embargo, muestran un faltante de madera para atender la demanda actual de tarimas.

Con base en el listado de la CCF³, se estableció comunicación con los propietarios de las empresas productoras y se programaron visitas a los lugares de producción para evaluar el proceso, obtener información, y recolectar material para los ensayos. De las empresas que están produciendo tarimas, se contactaron inicialmente las de la zona norte. Una vez descrito el propósito del estudio, se fijaron fechas para visitarlas y obtener muestras del material. A las personas de las empresas visitadas se les aplicó un cuestionario base para indagar acerca de su situación actual. Se indagó sobre la edad de la materia prima, los porcentajes de rechazo de tablilla, los usos alternos que se le están dando, precios de venta, opinión sobre la disponibilidad futura de materia prima. No todas las empresas mantenían contabilidad sobre los volúmenes de producción o de rechazo. Otras que aparecen como productoras pertenecen

a un mismo grupo (en particular las de la zona Atlántica).

Calidad de la materia prima

Se observó falta de uniformidad en los procesos de selección del material para la producción de tarimas; la calidad de este producto, a la fecha de este estudio, aún no está certificada. Lo anterior imposibilita a los productores penetrar en el mercado internacional pues la certificación les permitiría definir, entre otros, dimensiones estándar. En la actualidad, la cantidad de material que se emplea para su fabricación puede ser superior a lo necesario.

La tablilla que estas empresas consideran de desecho varía notablemente de una empresa a otra. Esto puede indicar falta de criterio acerca del mejor aprovechamiento del material disponible. En unas empresas el material es prácticamente madera para leña mientras que en otras la tablilla remanente tiene buena apariencia. Tampoco existe un tamaño fijo del material de desecho, pues se dedican a fabricar tarimas de diferentes tamaños para diferentes clientes. Las dimensiones de las tablillas oscilan entre 2 y 5-1/2 pulgadas, en incrementos de 1/2 pulgada. No se observó la existencia de una tarima estándar que pueda cumplir con los requisitos de los diferentes clientes.

En la mayoría de los lugares visitados, se tomaron muestras del material de rechazo acumulado. El material obtenido se colocó inicialmente a secar al aire hasta que obtuviera un contenido de humedad necesario para realizar las pruebas de uniones (menor a un 15%). Una vez que se logró de un 20 a un 25 % de contenido de humedad se trasladaron los especímenes a un cuarto de ambiente controlado, donde se mantuvieron hasta que obtuviesen el contenido de humedad necesario. Se llevó a cabo un control

La tablilla que estas empresas consideran de desecho varía notablemente de una empresa a otra.

periódico de la variación del contenido de humedad.

Una vez que el material adquirió el contenido de humedad necesario, se procedió a realizar una clasificación de acuerdo con sus características. Se emplearon los criterios de clasificación que se muestran en el Cuadro 1. De acuerdo con los criterios seleccionados, el material se clasificó en siete grados

(1, 5, 6, B, B/1, B/5, B/6). El grado 1 presenta las mejores condiciones para material que se va a emplear para fines estructurales. El 5 posee ciertos defectos que lo colocan en un grado intermedio. El grado 6 posee un mayor número de defectos, pero que puede emplearse para propósitos donde los esfuerzos no sean considerables. El grado B reúne a los especímenes que por sus defectos no se

Cuadro 1
Criterios de clasificación seleccionados

Defecto	Descripción	Clasificación		
		1	5	6
Tamaño del nudo	Porción máxima de la sección transversal afectada	$\frac{1}{4}$ de la sección transversal	$\frac{1}{3}$ de la sección transversal	$\frac{1}{2}$ de la sección transversal
Nudos aglomerados	Nudos mayores de $\frac{1}{2}$ " (12 mm) de diámetro espaciados 3" (75 mm) o menos de separación se miden como un defecto	Ninguno	$\frac{1}{3}$ de la sección transversal	$\frac{1}{2}$ de la sección transversal
Tipo de nudo	Orificios de nudos, nudos sueltos o inestables, y orificios	$\frac{1}{8}$ de la sección transversal	$\frac{1}{6}$ de la sección transversal	$\frac{1}{4}$ de la sección transversal
Grano cruzado	Pendiente del grano cruzado general	1 en 10	1 en 8	1 en 6
Grietas, rajaduras, quebrantaduras ¹	Longitud máxima individual o combinada	$\frac{1}{4}$ de la longitud de la pieza	$\frac{1}{2}$ de la longitud de la pieza	$\frac{3}{4}$ de la longitud de la pieza
Faltante de Sección	Fracción máxima de la sección transversal	$\frac{1}{16}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{3}{16}$
Pudrición	Fracción máxima de la sección transversal	Ninguna	$\frac{1}{8}$ de la sección	$\frac{1}{4}$ de la sección
Médula	Longitud en la cara	Ninguna	La longitud total	La longitud total
	Longitud encuadrada (oculta)	Ninguna	$\frac{1}{3}$ de la longitud	La longitud total

NOTA: El material que no cumple con esto clasifica como grado "B" (bajo)

1 Grietas (separación de las fibras por cabeza), rajaduras (separación de las fibras por cara), quebrantaduras (separación de las fibras por grano cruzado).

deben usar para piezas estructurales. Sin embargo, este material se puede emplear como material de relleno en zonas del elemento donde los esfuerzos no son críticos. Los grados B/1, B/5, y B/6 contienen piezas que si se les atinan algunos defectos menores, pueden

reclasificarse dentro de los grados 1, 5, ó 6 respectivamente.

El Cuadro 2 muestra el resultado de la clasificación según lugar de origen de los especímenes. El Cuadro 3 muestra el resultado de la clasificación de acuerdo con el ancho de los especímenes. El

Cuadro 2
Distribución porcentual de los especímenes según origen y clasificación

Origen		Clasificación						Total
		1	5	6	B	B/1	B/5	
A	% respecto al origen	56,1%		12,2%	26,8%	4,9%		100,0%
	% respecto a clasificación	21,3%		25,0%	10,9%	3,6%		12,6%
	% respecto al total	7,1%		1,5%	3,4%	,6%		12,6%
B	% respecto al origen	7,8%	3,9%	2,0%	29,4%	52,9%		100,0%
	% respecto a clasificación	3,7%	5,9%	5,0%	14,9%	49,1%	50,0%	15,7%
	% respecto al total	1,2%	,6%	,3%	4,6%	8,3%	,6%	15,7%
C	% respecto al origen	25,6%	23,3%	9,3%	32,6%	7,0%	2,3%	100,0%
	% respecto a clasificación	10,2%	29,4%	20,0%	13,9%	5,5%	33,3%	13,2%
	% respecto al total	3,4%	3,1%	1,2%	4,3%	,9%	,3%	13,2%
D	% respecto al origen	32,8%	12,1%	8,6%	29,3%	13,8%		100,0%
	% respecto a clasificación	17,6%	20,6%	25,0%	16,8%	14,5%	50,0%	17,8%
	% respecto al total	5,8%	2,2%	1,5%	5,2%	2,5%	,6%	17,8%
E	% respecto al origen	47,7%	20,5%	4,5%	15,9%	9,1%	2,3%	100,0%
	% respecto a clasificación	19,4%	26,5%	10,0%	6,9%	7,3%	33,3%	13,5%
	% respecto al total	6,5%	2,8%	,6%	2,2%	1,2%	,3%	13,5%
F	% respecto al origen	33,3%	7,1%	2,4%	35,7%	19,0%	2,4%	100,0%
	% respecto a clasificación	13,0%	8,8%	5,0%	14,9%	14,5%	33,3%	12,9%
	% respecto al total	4,3%	,9%	,3%	4,6%	2,5%	,3%	12,9%
G	% respecto al origen	34,8%	6,5%	4,3%	47,8%	6,5%		100,0%
	% respecto a clasificación	14,8%	8,8%	10,0%	21,8%	5,5%		14,2%
	% respecto al total	4,9%	,9%	,6%	6,8%	,9%		14,2%
Total	% respecto al origen	33,2%	10,5%	6,2%	31,1%	16,9%	,9%	100,0%
	% respecto a clasificación	100,0%	100,5%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
	% respecto al total	33,2%	10,5%	6,2%	31,1%	16,9%	,9%	100,0%

Nomenclatura:

- Grado 1 – mejores condiciones para material con fines estructurales
- Grado 5 – ciertos defectos, grado intermedio
- Grado 6 – mayor número de defectos
- Grado B – no debe utilizarse para fines estructurales, posible uso como material de relleno
- B/1 , B/5, B/6 – piezas que si se les recortan algunos defectos menores pueden reclasificarse dentro de los grados 1, 5, ó 6 respectivamente.

Cuadro 3
Distribución porcentual de los especímenes según ancho de la pieza y clasificación

Ancho de la pieza		Clasificación							Total
		1	5	6	B	B/1	B/5	B/6	
5"	% respecto al ancho	34,4%	12,1%	3,0%	30,3%	15,2%	3,0%		100,0%
	% respecto a clasificación	11,1%	11,8%	5,0%	9,9%	9,1%	33,3%		10,2%
	% respecto al total	3,7%	1,2%	,3%	3,1%	1,5%	,3%		10,2%
4-1/2"	% respecto al ancho	100,0%							100,0%
	% respecto a clasificación	2,8%							,9%
	% respecto al total	,9%							,9%
4"	% respecto al ancho	20,9%	13,6%	5,5%	27,3%	29,1%	1,8%	1,8%	100,0%
	% respecto a clasificación	21,3%	44,1%	30,0%	29,7%	58,2%	66,7%	50,0%	33,8%
	% respecto al total	7,1%	4,6%	1,8%	9,2%	9,8%	,6%	,6%	33,8%
3-1/2"	% respecto al ancho	41,0%	8,6%	8,6%	30,9%	9,4%		1,4%	100,0%
	% respecto a clasificación	52,8%	35,3%	60,0%	42,6%	23,6%		50,0%	42,8%
	% respecto al total	17,5%	3,7%	3,7%	13,2%	4,0%		,6%	42,8%
3"	% respecto al ancho	44,4%	11,1%	3,7%	25,9%	14,8%			100,0%
	% respecto a clasificación	11,1%	8,8%	5,0%	6,9%	7,3%			8,3%
	% respecto al total	3,7%	,9%	,3%	2,2%	1,2%			8,3%
2-1/2"	% respecto al ancho	7,7%			84,6%	7,7%			100,0%
	% respecto a clasificación	,9%			10,9%	1,8%			4,0%
	% respecto al total	,3%			3,4%	,3%			4,0%
Total	% respecto al ancho	33,2%	10,5%	6,2%	31,1%	16,9%	,9%	1,2%	100,0%
	% respecto a clasificación	100,0%	100,5%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
	% respecto al total	33,2%	10,5%	6,2%	31,1%	16,9%	,9%	1,2%	100,0%

Cuadro 4 muestra la distribución porcentual de los diferentes defectos detectados según el origen de los especímenes. El Cuadro 5 muestra los porcentajes de desperdicio respecto al total (11,7%) una vez que se sanearon los especímenes.

De acuerdo con los criterios de clasificación empleados y con la evaluación de los defectos más comunes apuntados (Cuadro 4), se observa que la falta de dimensión transversal, la inclinación del grano, corte inadecuado, y nudos, son los defectos que se presentan con mayor

frecuencia. Los demás defectos por sí solos no representan porcentajes considerables. De los defectos que más influyen en la clasificación para uso estructural, detectados en los especímenes, están la inclinación del grano y los nudos.

La clasificación realizada al material de rechazo muestra que se puede obtener material que cumple con características mínimas para emplearse en piezas estructurales. Considerando los especímenes que pueden ser reclasificados, B/1, B/5, y B/6 (Cuadros 2 y 3) al eliminárseles algunos defectos menores ("saneo"), se obtiene un

Cuadro 4
Distribución porcentual de los especímenes respecto al total según defectos y lugar de origen

Ancho de la pieza	Clasificación							Total
	A	B	C	D	E	F	G	
Insectos		,3%						,3%
Corte	,3%	1,8%	,6%	1,5%	1,5%	1,5%	,6%	8,0%
Esquina		,6%		,3%				,9%
Fallo				,3%				,3%
Grano	1,2%	,6%	2,1%	,6%	1,5%	,9%	1,2%	8,3%
Grano/Fallo				,3%				,3%
Grieta		,6%	,3%					,9%
Médula	1,5%		1,5%	,3%		,6%	,6%	4,6%
Nada	7,4%	1,8%	3,7%	4,9%	7,4%	4,3%	4,9%	34,4%
Nudo	,3%		1,2%	3,7%	1,5%	,3%	,9%	8,0%
Esquina/Nudo		,3%						,3%
Fallo/Nudo				,3%				,3%
Grano/Nudo				,6%			,6%	1,2%
Esquina/Grano/Nudo				,3%				,3%
Grieta/Nudo		,3%	,3%					,6%
Médula/Nudo	,3%		,6%			,3%		1,2%
Orilla	,6%	5,2%	,6%	1,5%	,3%	1,2%	,3%	9,8%
Médula/Orilla	,6%			,3%		,3%		1,2%
Nudo/Orilla		,6%		,6%	,6%	,6%	,9%	3,4%
Rama			,3%					,3%
Médula/Ramas			,6%				,3%	,9%
Sección	,3%	1,5%		,9%				2,8%
Superficie		,6%						,6%
Nudo/Sección							,3%	,3%
Todo	,3%	,9%	1,2%	1,2%	,6%	2,8%	3,4%	10,4%
Insectos/Todo		,3%						,3%
Total	12,9%	15,6%	13,2%	17,8%	13,5%	12,9%	14,1%	100,0%

63% de aprovechamiento de tablilla. El 37% restante se puede emplear para relleno o como materia prima para aglomerados. El proceso de “saneo” fue cuantificado y los resultados se muestran en el Cuadro 5. En total, se desperdicia aproximadamente un 11,7% del volumen total de las piezas muestreadas. Algunas piezas clasificadas inicialmente dentro de los grados 1, 5, y 6 recibieron un saneo estético que consistió básicamente de remover cortes mal hechos que no afectaban las características estructurales

de la pieza. El saneo de las piezas clasificadas como “B” se realizó también por estética. Sin embargo, debido a los defectos observados todavía no clasificarían para uso estructural después de realizado el saneo. En general, las uniones quedan bien ajustadas y los elementos poseen un acabado aceptable. Algunas pegas cara-a-cara mostraron cierta separación en algunas partes. Lo anterior debió a variaciones en el espesor de algunas tablillas. En un estudio posterior se someterán a pruebas

Cuadro 5
Porcentajes de desecho de los especímenes después de saneados según clasificación y ancho (en pulgadas nominales)

Clasificación	Ancho			Total
	2,5	3	4	
1	0,00	0,76	1,21	1,97
5	0,00	0,16	0,00	0,16
6	0,00	0,00	0,26	0,26
B	0,95	2,52	0,87	4,34
B/1	0,35	2,50	1,30	4,15
B/5	0,00	0,22	0,36	0,58
B/6	0,00	0,23	0,01	0,24
Total	1,31	6,39	4,01	11,71

comparativas de resistencia para determinar otras variables del proceso que requieran de estudios adicionales.

Elaboración de elementos laminados

Con base en la clasificación de los especímenes se elaboraron elementos de diferente ancho y espesor. Se emplearon dos métodos para esto. El primer método consistió en unir, extremo con extremo,

las piezas por medio de “finger-joints”. Una vez encolada cada capa, se encolaron varias capas hasta lograr el espesor deseado. El segundo método consistió en elaborar tableros unidos por medio de “finger-joints” en los lados y extremo con extremo a lo largo. Cada tablero se encoló con otros tableros hasta obtener el espesor deseado. Se utilizó cola blanca para madera levemente diluida (10% agua) y aplicada con brocha. Se aplicó una cantidad

Cuadro 6
Características de los elementos fabricados

Tipo de laminación	Sección transversal del elemento terminado (en mm)	Tipo de elemento	Distribución según grado de cada capa del laminado
Laminado lineal	65 x 95	1	1-5-6-2(B)-6-5-1
	65 x 95	2	1-5-4(B)-5-1
	65 x 95	3	Todo 1
	59 x 69	4	1-4(B)-1
	35 x 95	1	1-5-6-2(B)-6-5-1
	35 x 95	2	1-5-6-2(B)-6-5-1
	35 x 95	3	Todo 1
	35 x 95	4	Todo B
	29 x 67	1	1-4B-1
	Paneles	68 x 320	1

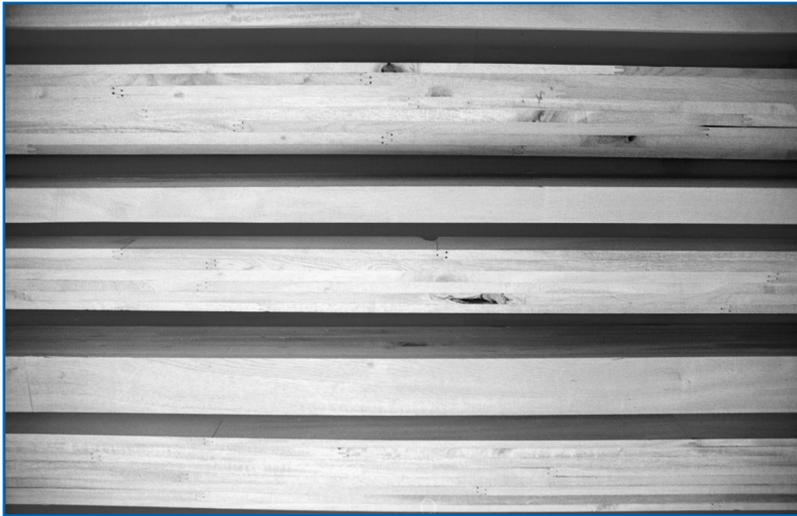


Figura 1
Muestra de algunos de los elementos fabricados.



Figura 2
Material de rechazo en uno de los patios.

El estudio del material que se incluyó dentro de la muestra indica que aproximadamente el 68 por ciento de las piezas clasifica para elaborar elementos estructurales.

aproximada de 275 g/m² de superficie. Con base en la clasificación, se elaboraron elementos que contenían material de diferente grado en cada capa. Los especímenes de menor calidad se dejaron para las partes internas. Se elaboraron cuatro grupos de elementos con la características que muestra el Cuadro 6. Los elementos se prensaron por 30 minutos. Una vez

elaborados los elementos, estos se colocaron en el cuarto de ambiente controlado. Cuando obtengan peso constante se someterán a ensayos de resistencia. Lo anterior se llevará a cabo en un estudio posterior, donde se ensayarán junto con elementos sólidos de dimensiones similares y de la misma especie de madera.

Conclusiones y recomendaciones

La apariencia de la cabería remanente varía de empresa a empresa. En algunas posee características visuales aceptables, pero en otros casos se podría confundir como material para leña. Sin embargo el material, debidamente clasificado, se puede aprovechar para la elaboración de elementos estructurales.

De acuerdo con las respuestas obtenidas de los productores de tarimas, se observa que varían tanto el precio como el uso que están dando a estos remanentes.

El estudio del material que se incluyó dentro de la muestra indica que aproximadamente el 68 por ciento de las piezas clasifica para elaborar elementos estructurales. De esa cifra, aproximadamente se desperdicia un 7,4 por ciento por saneo de las piezas. Considerando lo anterior, se obtiene un 63 por ciento de aprovechamiento de las piezas remanentes que pueden emplearse para fines estructurales. El 37 por ciento restante se podría emplear como material de relleno o para la elaboración de aglomerados. Los defectos más comunes observados, que determinan su adecuación para piezas estructurales, son la inclinación del grano y la existencia de nudos.

Los elementos fabricados muestran buen acabado. Las uniones tipo “finger-joint” proveen un buen ajuste entre piezas. Sin embargo, en estudios futuros se recomienda considerar el beneficio relativo de este tipo de unión respecto a

una unión “tope a tope”. Los estudios de resistencia que se realizarán en una etapa próxima darán las pautas para evaluar esa situación.

Además de presentar un uso alternativo de materiales no utilizados, los elementos laminados presentan la ventaja de poderse fabricar en dimensiones que no se pueden lograr con madera sólida. Asimismo, las propiedades mecánicas de los especímenes laminados se pueden adecuar de acuerdo con la calidad de la materia prima, descartando partes defectuosas y empleando material sobrante de mejor calidad.

Para estudios futuros se recomienda llevar a cabo los ensayos comparativos de resistencia. Asimismo, considerar otro tipo de uniones.

La posibilidad de fabricar otros productos con mayor valor agregado es de suma importancia para buscar salidas más rentables a la producción de madera de plantación.

También se recomienda el uso de otros adhesivos, así como la conducción de estudios de costos y rendimientos de mano de obra para diferentes equipos empleados en la producción de elementos laminados.

Agradecimiento

El autor desea agradecer a la Vicerrectoría de Investigación y Extensión del Instituto Tecnológico de Costa Rica, por el financiamiento que hizo posible la realización de este proyecto. Asimismo, al personal del CIIBI, a la Cámara Costarricense Forestal y a las empresas que suministraron el material de prueba por su valiosa colaboración.

Referencias

1. Ramírez, Aldo. 1999. Uso potencial de cabería remanente de la producción de tarimas de melina para piezas laminadas. Informe Final de Proyecto. CIVCO. Costa Rica.

2. Murillo, Olman; Valerio, Juvenal. 1991. Melina (*Gmelina arborea*) – especie de árbol de uso múltiple en América Central. Colección de Guías Silviculturales. Proyecto Cutivo de Árboles de Uso Múltiple. MADELEÑA/CATIE/ROCAP 596-0117. Imp. Lil. S.A. 69 pp.
3. Cámara Costarricense Forestal. 1998. Lista de Fabricantes de Tarimas.
4. Prospect 2.1. 1998. The Wood Database.
5. Dirección General Forestal. 1994. Datos de Reforestación. Depto. de Reforestación.
6. Dirección General Forestal. 1994. Datos de Reforestación. DECAFOR.
7. Jiménez, Marta Lilliana. 1997. Demanda anual esperada de semillas (kg) para las especies forestales utilizadas en la reforestación en Costa Rica. SINAC-MINAE. San José, Costa Rica.
8. MINAE/ONS/CCF. 1998. Aumento de la rentabilidad de las plantaciones forestales: un reto ligado al uso de semilla de alta calidad. Seminario. San José, 19 de marzo.
9. Murillo, Olman. Comunicación personal. Escuela de Ingeniería Forestal. Instituto Tecnológico de Costa Rica.
10. Hughell, D. 1991. Modelo preliminar para la predicción del rendimiento de *Gmelina arborea* Roxb. en América Central. Silvoenergía (C.R.) N.º 44:1-4.
11. Cámara Costarricense Forestal. *Lista de precios de madera en pie, en patio de industria y aserrada de las especies más comercializadas en las distintas zonas del país, C.R.* En: *Desde el Bosque*. Órgano Informativo Oficial de la Cámara Costarricense Forestal.
12. International Conference of Building Officials. 1994. Uniform Building Code. Volume 2. Structural Engineering Design Provisions.
13. Cámara Costarricense Forestal. 1998. Oportunidades de Mercadeo y Comercialización Internacional de las maderas tropicales y sus manufacturas: La experiencia del caso de la Melina en Costa Rica y de la Unidad de Comercialización de la CCF. San José.

La posibilidad de fabricar otros productos con mayor valor agregado es de suma importancia para buscar salidas más rentables a la producción de madera de plantación.