

Gmelina arborea en Costa Rica

Róger MOYA ROQUE

Escuela de Ingeniería Forestal
Instituto Tecnológico de Costa Rica
Centro en Investigación en Integración Bosque Industria
Apartado 159-7050, Cartago
Costa Rica

La introducción de *Gmelina arborea* en Costa Rica produjo importantes cambios en la industria forestal primaria, principalmente debido a la falta de equipos necesarios para procesar trozas de pequeño diámetro procedentes de plantaciones. En la actualidad se aprovecha casi todo el tronco: la parte inferior en la industria del mueble y del contrachapado, la parte intermedia en la construcción, y la parte superior para la fabricación de embalajes.



Figuras 2e.

Plantación adulta de *G. arborea* (Costa Rica).

Foto H. Arce, FONAFIFO.

RÉSUMÉ

Gmelina arborea AU COSTA RICA

Introduite au Costa Rica en 1975, *Gmelina arborea* est actuellement l'espèce la plus utilisée dans ce pays pour la reforestation commerciale. Cette espèce recouvre environ 65 000 ha (15 % de la superficie mondiale occupée par *G. arborea*), un chiffre élevé par rapport à la superficie réduite de ce pays (51 000 km²). L'espèce est plantée avec un espacement de 3 x 3 m, à partir de boutures de racines et de tiges. L'élagage et l'éclaircie sont effectués deux ou trois fois avant les rotations, tous les quatorze ans, selon la qualité du site. Sur un site favorable, l'accroissement en diamètre à hauteur d'homme est en moyenne de 2,6 cm/an et le rendement varie de 25 à 40 m³/ha/an. Au Costa Rica, l'introduction de cette espèce a entraîné des changements importants dans l'industrie primaire du bois, du fait de l'absence d'équipements appropriés pour transformer des grumes de petit diamètre issues de plantations. Actuellement, la quasi-totalité du tronc est utilisée : la partie inférieure de la grume dans l'industrie du meuble et du contreplaqué, la partie médiane pour la construction et la partie la plus étroite pour la fabrication de palettes et, en tant que bois ronds, pour les constructions traditionnelles (huttes).

Mots-clés : *Gmelina arborea*, bois, utilisation.

ABSTRACT

Gmelina arborea IN COSTA RICA

Gmelina arborea was introduced in Costa Rica in 1975, and is now the most commonly used species for timber production. Approximately 65 000 hectares have been planted with this species in Costa Rica (15% of planted area worldwide), which is considerable in view of the country's small size (51 000 km²). Saplings raised from root and shoot cuttings were planted with a spacing of 3x3m. The trees are pruned and thinned 2 or 3 times before felling (14-year rotation), depending on site quality. Increments in DBH average 2.6 cm/year and yield varies between 25 and 40 m³/ha/year in high-quality sites. The introduction of this species in Costa Rica brought a major change in the primary timber industry, mainly because of the lack of suitable equipment to process small-diameter logs from plantations (as opposed to natural forest trees). At present, almost the entire stem is being processed: the first log is used in the furniture and plywood industry, the second log in the construction industry, and small logs are used as roundwood for simple constructions (huts) and for pallets.

Keywords: *Gmelina arborea*, yemane, melina, gemari, wood, use.

RESUMEN

Gmelina arborea EN COSTA RICA

La *Gmelina arborea* fue introducida en Costa Rica en 1975 y, actualmente, es la especie más utilizada en la reforestación comercial. Se estima que existen en Costa Rica cerca de 65 000 ha reforestadas con esta especie (15% de la superficie mundial ocupada por *G. arborea*), cifra muy alta para la extensión del país (51 000 km²). Las plantaciones de esta especie se efectuaron con espaciamientos de 3x3 metros utilizando pseudoestacas. Las podas y raleos se realizan 2 o 3 veces, dependiendo de la calidad del sitio, antes de llegar a la rotación cada 14 años. En un buen sitio, el incremento del diámetro a la altura del pecho es de un promedio de 2,6 cm/año y la producción varía de 25 a 40 m³/ha/año. La introducción de esta especie en Costa Rica produjo importantes cambios en la industria forestal primaria, principalmente debido a la falta de equipos necesarios para procesar trozas de pequeño diámetro procedentes de plantaciones. En la actualidad se aprovecha casi todo el tronco, las trozas de la parte inferior en la industria del mueble y del contrachapado, las de la parte intermedia en la construcción, y las trozas más delgadas para la fabricación de embalajes; la madera en rollo sirve para la construcción de cabañas rústicas.

Palabras clave: *Gmelina arborea*, madera, utilización.

La reforestación en Costa Rica

Costa Rica, con una superficie de 51 113 km² es la tercera república más pequeña de Centroamérica. El país se ubica entre los paralelos 8°00' y 11°00', latitud norte y entre los meridianos 83°30' y 86°00', longitud este (figura 1).

La deforestación en Costa Rica empezó a darse a inicios del siglo pasado, pero hasta los años cincuenta se presentaron los primeros informes de deforestación. En el período comprendido entre 1940 y 1985, se estima que la tasa de deforestación del país era de 50 000 hectáreas por año, cifra muy alta para la totalidad del territorio nacional, dando como resultado que el país disminuyera su cobertura forestal al 24,4% (CASTRO *et al.*, 1998).

A partir del año de 1979, y preocupados por esta situación, se inició un proceso de reforestación en el país por medio de incentivos, el cual se ha mantenido hasta el momento. La primera modalidad de incentivos fue deducir el impuesto sobre la renta a las empresas que invirtieran en reforestación. Posteriormente, a partir del año 1986, se estableció otra nueva modalidad de incentivo por parte del Estado en la cual, se buscó hacer de la reforestación una actividad más democrática cediendo recursos a los pequeños y medianos productores, generalmente con extensiones menores a 100 ha (CASTRO *et al.*, 1998).

En el año 1998, el gobierno dejó de brindar este incentivo económico para la reforestación, sin embargo, gracias a que Costa Rica inició la venta de carbono en el año 1997, se estableció otra forma de reforestación, que consiste en el pago de servicios ambientales, cuyo objetivo principal es la acumulación de dióxido de carbono (CO₂) en las plantaciones.

En el proceso de reforestación se utilizaron una gran variedad de especies y, desde hace aproximadamente 12 años, la principal especie plantada ha sido *Gmelina arborea* (figura 2), que ocupa el 43% del área reforestada hasta el año 1998 (tabla I), seguida de *Tectona grandis*, *Bombacopsis quinatum* y *Cordia alliodora*.



Figura 1.
Mapa de Costa Rica.

Reforestación con *Gmelina arborea*

Las primeras plantaciones de melina fueron establecidas en Costa Rica entre los años 1970 y 1975, como parte de un ensayo de procedencias realizado para una empresa brasileña ubicada en Jari (Brasil), en el cual la semilla provenía de diferentes regiones del mundo (LEGA, 1988). Estos ensayos estaban dirigidos principalmente a la producción de fibra para la fabricación de papel, que era el principal mercado de la empresa que realizó los ensayos (VALERIO, 1986). Paralelamente, se empezó a nivel nacional con el programa de incentivos estatales y la melina se consolidó como una de las principales especies a utilizar en los programas de reforestación debido a su buen desarrollo silvicultural.

Las primeras plantaciones estaban orientadas a producir materia prima para la industria papelera y para la producción de leña. Sin

embargo, el sector de reforestación pronto se dio cuenta de que el país no poseía una industria papelera capaz de consumir la materia prima producida en la reforestación, debido a que la única industria existente no tiene el sistema de producción de astillas, sino que su fuente de materia prima es la pasta comprada internacionalmente. La utilización de la melina como combustible tampoco resultó una solución viable debido a la baja capacidad calórica de la especie y, además, porque en Costa Rica el consumo de leña es bajo: solamente el 5% de todas las fuentes energéticas utilizadas en el país (ARCE, RUIZ, 2001).

La falta de mercado de pulpa y leña para la melina dio como resultado que muchas personas empezaran a utilizar la especie para la producción de madera aserrada y, quizás, Costa Rica sea en la actualidad uno de los pocos países en donde está siendo utilizada a gran escala como fuente de materia prima para madera aserrada, producción de muebles y postes rollizos preservados, entre otros.



Figura 2a.
Plantación de un año de *G. arborea*
(Costa Rica).
Foto H. Arce, FONAFIFO.

En la actualidad *Gmelina arborea* ocupa un área de 65 mil ha, que representa el 15% de las 418 000 ha existentes a nivel mundial (BROWN, 2000). Ésta se encuentra plantada desde las zonas con precipitaciones hasta de 4500 mm y de 2 meses secos al año hasta zonas donde la precipitación es menor a 1000, con temperaturas de 18 a 38°C y altitudes hasta los 600 m (ALFARO, 2000). La especie se desarrolla principalmente en suelos profundos, húmedos, bien drenados y con un buen suministro de nutrientes, pero se puede desarrollar en suelos desde ácidos o calcáreos, hasta lateríticos. En los suelos arcillosos, pesados o con mal drenaje no se desarrolla la especie satisfactoriamente (MURILLO, VALERIO, 1991). En cuanto a la topografía, los mejores sitios son los planos, de poca pendiente y con baja humedad (ALFARO, 2000).

Esta especie, por lo general, se produce en bancales y su sistema de producción se realiza principalmente por pseudo-estacas y raíz desnuda. Las semillas son puestas a germinar al final de las lluvias (septiembre-octubre) en camas de germinación, para luego transplantarse a los bancales para producir arbolitos con raíz desnuda, pseudo-estacas o deshojados, que deben ser sembrados a principios de la estación lluviosa (MURILLO, VALERIO, 1991).



Figuras 2b, c, d.
Plantación adulta de *G. arborea* (Costa Rica).
Foto H. Arce, FONAFIFO.

Tabla I.
Área y porcentaje reforestado por especie.
Fuente: SINAC, 1998.

Especie	Área reforestada (ha)	Porcentaje del área reforestada
<i>Gmelina arborea</i>	65 000	43
<i>Tectona grandis</i>	35 000	23
<i>Bombacopsis quinatum</i>	8 000	5
<i>Cordia alliodora</i>	7 000	5
Especies coníferas	7 000	5
Otras	28 000	19
Total	150 000	100

Manejo silvícola de la melina

Las políticas de reforestación para el país giraban alrededor de los incentivos fiscales del Estado, de los cuales han existido diferentes modalidades, cada una de ellas dirigidas a diferentes épocas y situaciones del país (FONAFIFO, 2001). Uno de los inconvenientes que trajo este tipo de financiamiento fue la falta de manejo de las áreas reforestadas, debido principalmente a que el Estado no contaba con los recursos para controlar las labores silviculturales en las áreas implementadas por medio de los incentivos fiscales. Esto dio como resultado que, en algunas áreas, no se ejecutara manejo alguno y, en otros casos, se aplicaran algunas actividades sin llegar a un manejo intensivo. MEZA (1999), en una de las conclusiones de la evaluación de la calidad de las plantaciones en Costa Rica, estableció lo siguiente: "En las etapas iniciales del proceso de reforestación hubo grandes errores y deficiencias, desde el origen del material para plantar hasta los atrasos casi generalizados en la ejecución de las podas y raleos. Esta situación, hace que las plantaciones forestales existentes, muestren signos de mala calidad..."

En la actualidad, la totalidad de las plantaciones están dirigidas a la producción de madera aserrada, donde la densidad inicial de plantación es de 1 100 árboles/ha (3x3 m de distanciamiento). Ello permite aplicar 2 o 3 raleos dependiendo del índice de sitio donde se desarrolle la plantación (SAGE, QUIROS, 2001): dos raleos para los sitios buenos y tres raleos donde el sitio presente una calidad media o pobre (tabla II).

La edad de corta final se establece en 14 años, pero ésta tiene dos excepciones prácticas: la primera de ellas es que en los sitios muy buenos se está cortando a los doce años, debido a que en esa edad alcanza diámetros superiores a los 35 cm, que es el diámetro deseado en el turno de corta (ALFARO, 2000). La segunda

excepción está en que algunas plantaciones se han orientado principalmente a la producción de tarimas, para las cuales se ha demostrado con estudios económicos que, con diámetros entre 22 y 25 cm, se obtienen tasas de retorno altas para los industriales (CARRILLO, 1999). Ello ha dado lugar a que, en la actualidad, algunas de las plantaciones de melina sean aprovechadas a una edad entre 8 y 9 años.

Respecto a las podas, son aplicadas en la misma frecuencia que los raleos, en donde la primera se aplica a un 50% cuando el árbol alcanza 5 metros de altura, la segunda cuando posee una altura de 10 m con el mismo porcentaje y la tercera, y última, cuando el árbol alcanza 16 metros de altura y con un porcentaje del 40% (ALFARO, 2000).

En sitios de productividad promedio, según VALLEJOS (1998), a los 12 años de edad de la plantación, el volumen total producido oscilará entre 150 y 294 m³/ha para una densidad de plantación menor a 300 árboles por hectárea y diámetros superiores a 30 cm con alturas comerciales de 15 a 20 m. El incremento medio anual (IMA) para la masa total en Costa Rica está entre 25-40 m³/ha/año a la edad de 12 años (ALFARO, 2000).

Disponibilidad de madera en troza de melina

En Costa Rica, la materia prima proveniente de plantaciones forestales para el sector industrial empezó a incrementarse significativamente desde el año 1992 y, según estimaciones realizadas (MEZA, 1999; SAGE, QUIROS, 2001), la disponibilidad de materia prima de melina en la actualidad es de alrededor de 400 000 m³ en troza. Sin embargo, esta cantidad no se está procesando en los aserraderos; debido a que la capacidad industrial para madera de plantaciones es de 200 000 m³, cifra que representa el 25% del consumo nacional de madera en troza (CARRILLO, 2001). Para los años siguientes, se espera que la disponibilidad de la madera de melina (figura 3) presente varios altibajos y, así, la industria de la madera se compense por los años donde no se consumió la totalidad de la materia prima disponible. Los años de máxima disposición de materia prima están establecidos del 2006 al 2009 (SAGE, QUIROS, 2001), con una cantidad de madera de melina suficiente para abastecer el 50% del mercado de madera en troza para Costa Rica.

Tabla II.
Esquema de manejo normal para plantaciones de *Gmelina arborea* en Costa Rica.
Fuente: SAGE, QUIROS, 2001.

Calidad de sitio	Tipo de corta	Edad del raleo (años)	Árboles a cortar	Diámetro medio (cm)	Altura media (m)
Bueno IS=28	Raleo 1	4	440	16,5	14,7
	Raleo 2	8	150	22,4	22,4
	Raleo 3	12	100	26,6	25,7
	Corta final	14	299	36,9	26,4
Medio IS=21	Raleo 1	6	380	18,9	14,5
	Raleo 2	10	200	25,3	18,3
	Corta final	14	409	25,9	19,8
Bajo IS=14	Raleo 1	8	350	15,9	10,5
	Raleo 2	12	200	20,3	13,3
	Corta final	14	439	26,5	17,8

IS: índice de sitio.

Cambio en el sector de la industria forestal producto del procesamiento de melina

Al inicio del siglo XIX, Costa Rica experimentó un desarrollo de la agricultura extensiva (con cultivos como el banano y el café), lo que dio lugar a que muchas de las tierras fueran deforestadas. Consecuentemente, se dio un desarrollo de la industria forestal, orientado principalmente a la utilización de madera proveniente de los bosques naturales. Durante este desarrollo, llegaron a existir en Costa Rica cerca de 220 aserraderos, cifra muy alta para su extensión (CARRILLO, 2001). Los aserraderos utilizados para procesar las trozas del bosque natural son, principalmente, sierras de cinta con un carro para procesar trozas con diámetros que superen los 33 cm (figura 4).

Producto de la reforestación que experimentó el país a partir del año 1980, para el año 1993 se contaba con un volumen grande de madera proveniente de las plantaciones, principalmente melina. Sin embargo, existía el problema en los aserraderos comúnmente usados en el país de que las

trozas eran pequeñas para los equipos o sistemas de producción. Esta situación dio lugar a que se iniciara una reconversión de la industria forestal, con el propósito de poder procesar rentablemente la materia prima proveniente de las plantaciones forestales. Lo primero que se experimentó en el país para el procesamiento de trozas de melina fue utilizar aserraderos portátiles tipo cinta, muy usados en países de Norteamérica para el autoconsumo de pequeñas fincas. Esta forma de procesar las trozas estaba basada en el concepto de llevar el aserradero al bosque y no el bosque al aserradero. Rápidamente, los aserraderos portátiles dejaron de utilizarse, debido a que el volumen que se produce en una plantación es muy alto para la capacidad de producción de los aserraderos portátiles.

El fracaso de los aserraderos portátiles, dio lugar a que aparecieran en las industrias nacionales los aserraderos circulares de sierras gemelas (figura 5). Este tipo de maquinaria fue implementado principalmente para procesar trozas provenientes de los raleos, ya que era el tipo de materia prima que estaban produciendo las plantaciones forestales (MOYA, MONGE, 1997).

En el desarrollo de nuevas alternativas para el procesamiento de trozas de plantación de melina, los industriales pronto se dieron cuenta

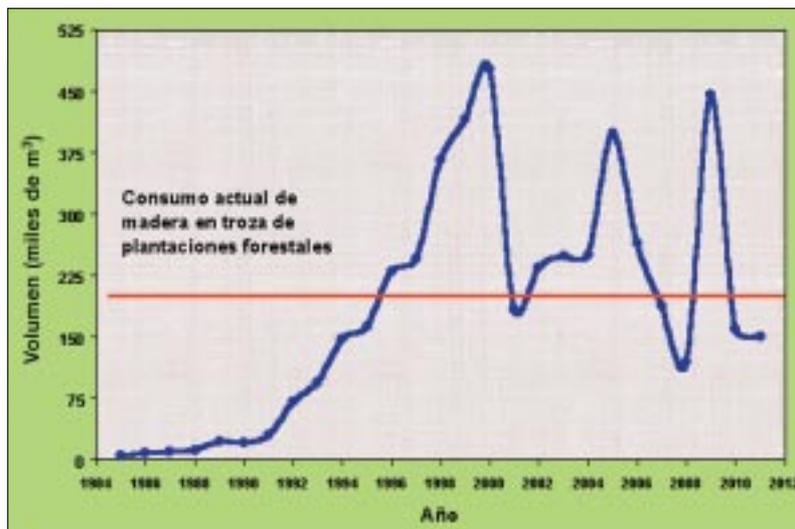


Figura 3.
Disponibilidad de la madera de *G. arborea* en Costa Rica.
Fuente: MEZA, 1999; SAGE, QUIROS, 2001.



Figura 4.
Sierra de cinta con un carro para procesar trozas con diámetros que superen los 33 cm.
Foto Proyecto Coseforma.



Figura 5.
Aserradero circular de sierras gemelas para el procesamiento de *G. arborea*.
Foto Proyecto Coseforma.



Figura 6.
Aserradero con dos espadas de motosierra puestas verticalmente, manejadas por un motor para procesar trozas hasta los 11 cm como mínimo.
Foto Proyecto Coseforma.

que el diámetro mínimo para poder procesar las trozas en las máquinas existentes tenía que ser mayor a los 15 o 16 cm. Esto significó que las trozas con diámetros menores a 16 cm no se aprovecharan, ya que nuestro país no contaba con una industria papelera desarrollada. Muchas personas preocupadas por esta situación desarrollaron una alternativa bastante viable, en donde se logran procesar trozas hasta los 11 cm de diámetro sin corteza de una manera rentable y eficiente (CARRILLO, 1999). Esta máquina puede ser de tipo estacionario o móvil y posee dos espadas de motosierra puestas verticalmente y manejadas por un motor de combustión o eléctrico (figura 6).

Al llegar las plantaciones a los últimos raleos y a su cosecha final, los aserraderos circulares de sierras gemelas no tenían la capacidad de procesar los diámetros producidos; ello dio lugar a que se buscaran nuevas alternativas, basadas principalmente en dos formas: la sierra circular tipo *top saw* por un lado (figura 7), que es la menos usada, y las sierras alternativas por otro (figura 8).

Las trozas con diámetros entre 6 y 12 cm que no son utilizadas para el aserrío, son utilizadas actualmente por la industria de preservación (que no existía hace 10 años) para preservar a presión y utilizarlas como postes para la construcción de casas rústicas.

Los procesos industriales generalmente presentan rendimientos que oscilan entre el 40 y 55% del volumen de las trozas para el producto más importante, el aserrín representa el 10%, el producto secundario (piezas para otros procesos industriales) el 6% y el producto no utilizable representa el 29 y 39%, que, generalmente, se utiliza para las calderas de secado. Referente a los tratamientos de la madera aserrada, la mayoría de la madera se comercializa en un 100% seca y, como el duramen de la melina no se puede tratar por el método de vacío-presión, en la actualidad se ha iniciado la preservación mediante inmersión-difusión con boro.

Productos de la madera de melina y uso integral del recurso forestal

En Costa Rica, durante mucho tiempo, una de las principales entradas de divisas fue la exportación de banano. El transporte de este tipo de productos es realizado generalmente en cajas de cartón, las cuales son colocadas en tarimas (pallets) para su manipulación (figura 9). Las tarimas, antes del año 1990, se construían con especies del bosque natural, su principal requisito es que fueran de color blanco, ya que el mercado exige ese color.

Por otra parte, durante el período de 1990 a 1995 Costa Rica contaba ya con un volumen grande de madera de melina, que provenía principalmente de los raleos forestales y, en ese momento, la madera de melina era totalmente desconocida en el mercado costarricense, debido a que ésta fue introducida en los programas de reforestación proveniente de los países de Asia. La solución inmediata para la utilización de la madera de melina de las plantaciones forestales fue incursionar en un mercado poco exigente, donde el consumo de madera aserrada era alto (alrededor de 100 000 m³). Las tarimas para el sector bananero cumplían con estos requisitos, por lo que fueron autorizadas oficialmente por el Ministerio de Economía y Comercio de Costa Rica en el año de 1990 (MEIC, 1990).

Rápidamente, no sólo ocurrió una reconversión de la industria forestal costarricense, sino que empezó una fuerte competencia en el mercado de las tarimas, debido a la alta disponibilidad de materia prima, dando lugar en pocos años a una caída de su precio, el cual disminuyó casi un 40% en un período de 3 años (CAMARA COSTARRICENSE FORESTAL, 2002). Por esta situación, se empezó a incursionar en otros tipos de merca-



Figura 7.
Sierra circular tipo *top saw* para trozas de *G. arborea*.
Foto Proyecto Coseforma.



Figura 8.
Sierra alternativa para el procesamiento de trozas de *G. arborea*.
Foto Proyecto Coseforma.



Figura 9.
Construcción de tarimas de *G. arborea*.
Foto Proyecto Coseforma.

Tabla III.
Resumen de propiedades físicas de la madera de melina creciendo en Costa Rica.
Fuente: MOYA, 2001.

Autor	Edad (años)	Procedencia de Costa Rica	PEB	Densidad verde (g/cm ³)	Contenido de Humedad en verde (%)	Porcentaje de contracción total		
						Volumétrico	Tangencial	Radial
ALPÍZAR, 1989	3,5	Zona Atlántica	0,34	0,93	172,84	9,53	4,65	4,08
CÓRDOBA, SERRANO, 1989	4	Zona Atlántica	0,37	0,65	75,62	7,93	6,61	5,03
CÓRDOBA, SERRANO, 1989	12	Zona Atlántica	0,45	0,95	113,18	5,02	-	-
CÓRDOBA <i>et al.</i> , 1990	3	Zona Norte	0,37	0,93	152,47	7,64	7,20	5,11
ALFARO, 1992	3	Zona Norte	0,35	0,72	104,42	9,75	5,36	2,57
BLANCO <i>et al.</i> , 1993	4	Zona Atlántica	0,425	-	-	-	4,30	1,30
BLANCO <i>et al.</i> , 1993	6	Zona Atlántica	0,452	-	-	-	6,10	2,90
BLANCO <i>et al.</i> , 1993	8	Zona Atlántica	0,446	-	-	-	6,90	3,30
ROJAS, 1997	7,5 MG	Pacífico Sur	0,38	1,06	153,25	6,89	5,45	2,79
ROJAS, 1997	7,5 SG	Pacífico Sur	0,39	1,02	162,22	7,13	7,39	2,83
MUÑOZ, 1999	10	Pacífico Sur	0,34	0,90	-	8,06	-	-
MUÑOZ, 1999	5	Pacífico Norte	0,40	1,01	-	9,21	-	-
CÓRDOBA <i>et al.</i> , 2000	NSP	Pacífico Norte	0,39	0,69	75,05	-	5,21	2,95
CÓRDOBA <i>et al.</i> , 2000	NSP	Zona Norte	0,41	0,75	84,13	-	5,46	2,54
CÓRDOBA <i>et al.</i> , 2000	NSP	Zona Norte	0,34	0,60	75,57	-	4,69	2,46
CÓRDOBA <i>et al.</i> , 2000	NSP	Pacífico Sur	0,34	0,78	112,19	-	4,88	2,69
CÓRDOBA <i>et al.</i> , 2000	NSP	Zona Norte	0,37	0,78	127,45	-	5,60	3,04
CÓRDOBA <i>et al.</i> , 2000	NSP	Zona Atlántica	0,39	0,99	165,86	-	5,11	2,87

MG: mejorada genéticamente; SG: sin mejoramiento genético; NSP: no se reporta; PEB: peso específico básico.

Tabla IV.
Resumen de las propiedades mecánicas de la madera de melina en Costa Rica.
Fuente: MOYA, 2001.

Autor	Edad (años)	Procedencia	MOR en flexión		MOE en flexión		Compresión		Dureza lateral		Dureza perpendicular		Cortante tangencial		Cortante radial	
			Verde	12%	Verde	12%	Verde	12%	Verde	12%	Verde	12%	Verde	12%	-	-
ALPÍZAR, 1989	3,5	ZA	346	397	69 181	105 133	137	184	183	233	-	-	35	70	-	-
CÓRDOBA, SERRANO, 1989	4,0	ZA	288	448	-	-	284	337	204	226	232	335	54	51	43,84	63
CÓRDOBA, SERRANO, 1989	12,0	ZA	548	782	-	-	164	520	396	450	395	517	62	78	63,78	74
CÓRDOBA <i>et al.</i> , 1990	3,0	ZN	379	442	-	-	176	298	278	204	282	253	56	67	-	-
ALFARO, 1992	3,0	ZN	310	564	49 710	60 690	144	271	257	213	233	261	37	54	-	-
BLANCO <i>et al.</i> , 1993	4,0	ZA	-	476	-	53 373	-	301	-	-	-	-	-	70	-	-
BLANCO <i>et al.</i> , 1993	6,0	ZA	-	542	-	60 475	-	238	-	-	-	-	-	78	-	-
BLANCO <i>et al.</i> , 1993	8,0	ZA	-	510	-	63 085	-	228	-	-	-	-	-	70	-	-
ROJAS, 1997	7,5 MG	PS	414	426	-	-	193	282	255	143	2 265	230	46	67	-	-
ROJAS, 1997	7,5 SG	PS	443	462	-	-	193	331	235	167	181	169	53	67	-	-
MUÑOZ, 1999	10,0	PS	-	492	-	71 737	-	300	-	226	-	280	-	67	-	64
MUÑOZ, 1999	5,0	PN	-	577	-	72 209	-	282	-	292	-	364	-	88	-	79

MG: mejorada genéticamente; SG: sin mejoramiento genético; ZN: zona norte; ZA: zona Atlántica; PS: Pacífico Sur; PN: Pacífico Norte.

dos para la madera de melina, tales como la construcción civil, inicialmente, y, posteriormente, el mercado del mueble (ALFARO, 2000) hasta llegar a la situación actual, con usos muy variados.

En el mercado de la construcción civil, la incursión no ha sido tan fácil como se esperaba, debido a que en Costa Rica el mercado ha buscado especies del bosque natural con altos valores de resistencia mecánica y, al parecer, la madera de melina no cumplía con estos requisitos. Las universidades, con el fin de poder incrementar la utilización de esta especie en el mercado de la construcción, han establecido las variaciones de las propiedades físicas y mecánicas de la madera (tabla III y IV), no sólo en las diferentes partes del país, sino también la variación en las diferentes partes de los árboles, según se ilustra en la figura 10.

En esta figura, se aprecia que las propiedades mecánicas tienden a estabilizarse a los 6 cm alrededor de la médula, sugiriendo de esta manera la presencia de madera juvenil que, según las tasas de crecimiento obtenidas hasta el momento, alcanza este diámetro a los 4 años de edad. De hecho, en los procesos industriales, la madera ubicada en estas partes generalmente presenta problemas de torceduras, contracciones y otros problemas relacionados con la madera juvenil.

La anterior información está permitiendo dejar la parte interior del árbol para usos en que la resistencia estructural no sea un requisito, como por ejemplo las tarimas. En las partes externas es donde se encuentra la madera con mayor resistencia estructural, libre de defectos y se está utilizando para obtener madera de uso estructural y para la fabricación de muebles. Por ejemplo, en la mayoría de las ocasiones, en los pisos de madera se busca que la dureza presente una resistencia superior a 300 kg/cm^2 , valor alcanzado en la melina después de 6 cm alrededor de la médula.

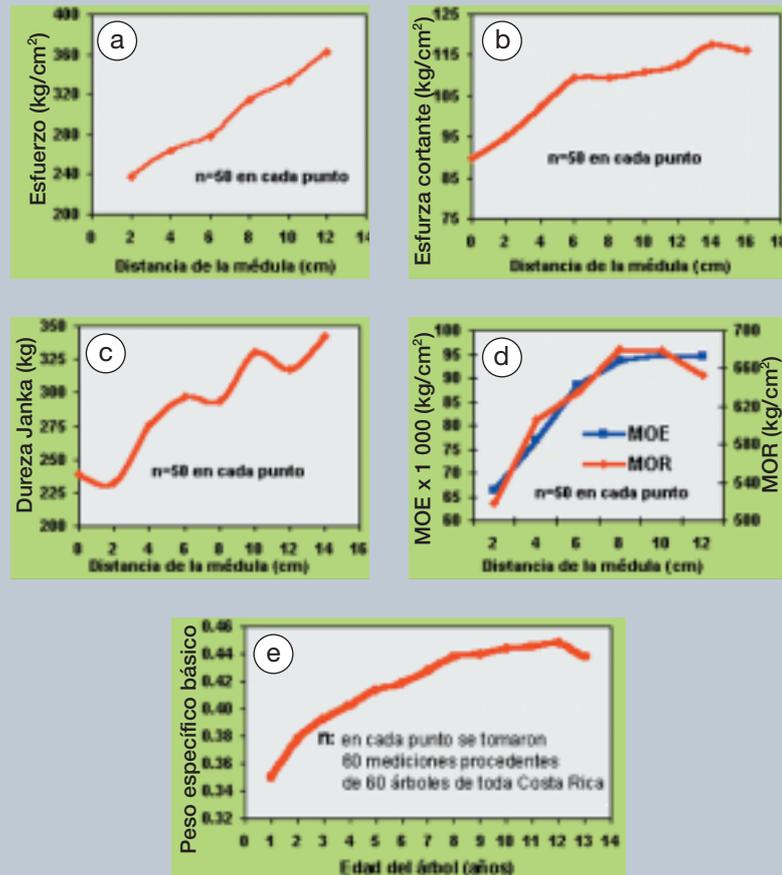


Figura 10.

Comportamiento del peso específico básico y las propiedades mecánicas en sentido radial para *G. arborea*. Compresión (a); cortante (b); dureza (c); flexión estática (d); peso específico básico. MOE: módulo de elasticidad; MOR: módulo de ruptura.

Tabla V.

Principales usos de la *Gmelina arborea* en Costa Rica.

Construcción	Muebles	Otros
Cerchas	Archivadores	Carretas de artesanía
Columnas sólidas	Bancas	Papel facial
Pisos y Decks	Camas	Papel para imprimir
Molduras	Cómodas	Lápices
Mostradores	Juegos de comedor	Tarimas
Puertas	Juego de salas	Cajones de productos agrícolas
Rodapié	Mesas	Postes para cerca
Tablilla	Sillas	Postes para construcción
Vigas sólidas	Sillones	Fósforos
Vigas laminadas	Trinchantes	Paletas para helado
Columnas laminadas	Escritores	Palillos de dientes
Tableros laminados	Estantes para oficinas	
Marcos de puertas y ventanas		
Contrachapado (Plywood)		

En la actualidad, la madera de melina esta siendo utilizada también en la fabricación de vigas laminadas (GLUELAMS), que están incursionando exitosamente en el mercado nacional con una resistencia bastante aceptable y con un producto poco tradicional en el sector de la construcción (figura 11).

Además de ello, se están estableciendo industrias de construcción de cabañas rústicas, donde se utiliza madera en rollo con diámetros entre los 8 y 12 cm preservada con sales tipo CCA y, nuevamente, la melina está abasteciendo este mercado.

Todo el desarrollo de la industria en Costa Rica en los últimos años ha considerado la *Gmelina arborea* como fuente de materia prima, por lo que el esquema de utilización del árbol se puede plantear como el mostrado en la figura 12, lo que ha permitido tener una gran variedad de usos (tabla V): desde productos de bajo valor agregado hasta productos de alto valor como la utilización en muebles (figura 13).

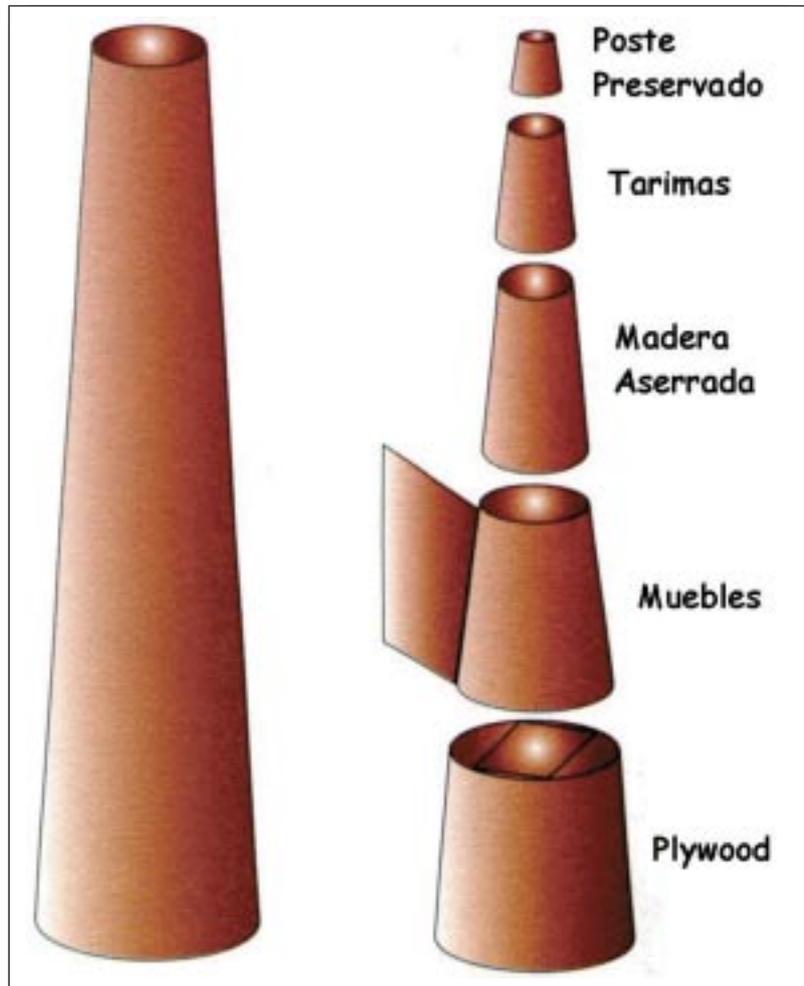


Figura 11. ▼

Madera de *G. arborea* utilizada en la fabricación de vigas laminadas. Foto Maderas Cultivadas de Costa Rica S.A.

Figura 12. ▲

Esquema de utilización del árbol de *G. arborea*. Foto R. Moya Roque.

Figura 13. ◀

Productos de bajo valor agregado hasta productos de alto valor como la utilización en muebles. Foto Maderas Cultivadas de Costa Rica S.A.



REFERENCIAS

- ALFARO M., 2000. Melina: la madera del futuro. Revista Forestal Centroamericana 29: 34-38.
- ARCE H., RUIZ Y., 2001. Estudio de casos sobre combustibles forestales-Costa Rica. Proyecto información y análisis para el manejo forestal sostenible: integrando esfuerzos nacionales e internacionales en 13 países tropicales de América Latina. Proyecto FAO-UE GCP/RLA/113/EC, 31 p.
- BROWN C., 2000. Perspectivas mundiales del suministro futuro de madera procedente de plantaciones forestales. Documento de trabajo n° GFPOS/WP/03. Roma, Italia, FAO, 162 p.
- CÁMARA COSTARRICENSE FORESTAL, 2002. Desarrollo histórico de la venta de tarima. Informe Interno Unidad de Comercialización de la Cámara Costarricense Forestal, Costa Rica, 5 p.
- CARRILLO O., 1999. Análisis económico de una línea de diámetros menores. Materia prima provenientes de plantaciones forestales. Curso práctico: industrialización de la madera con énfasis en diámetros menores. Cartago, Costa Rica, COSEFORMA, 19 p.
- CARRILLO O., 2001. Situación de la industria forestal Costarricense. Fondo Nacional de financiamiento Forestal Costa Rica Proyecto TCP/COS/006(A): Mercado e industrialización de materia prima proveniente de plantaciones forestales, 23 p.
- CASTRO R., TATTEMBACH F., ARIAS G., 1998. Costa Rica: hacia la sostenibilidad de sus recursos naturales. Fondo Nacional para el Financiamiento Forestal, Costa Rica, 24 p.
- FONAFIFO, 2001. Propuesta de asistencia técnica y financiera para el diseño e implementación del proyecto: Reactivación de Reforestación Comercial en Costa Rica (REFORESTA). Documento presentado al Banco Internacional para la Reconstrucción y Fomento (BIRF) y Banco Centroamericano de Integración Económica (BCIE), 15 p.
- LEGA F., 1988. Estudio de la forma de *Gmelina arborea* Roxb. Análisis de las plantaciones de Manila, Siquirres. Tesis Mg. Sc., Universidad de Costa Rica y Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), 116 p.
- MEIC, 1990. Evaluación de las condiciones de calidad, precio y abastecimiento de la producción nacional de tarimas de madera para transporte de banano. Informe DCE 1420/90. San José, Costa Rica, Ministerio de Economía, Industria y Comercio, 45 p.
- MEZA A., 1999. Materia prima provenientes de plantaciones forestales. Curso práctico: Industrialización de la madera con énfasis en diámetros menores. Cartago, Costa Rica, COSEFORMA, 19 p.
- MOYA R., 2001. Estudios de las propiedades anatómicas, físicas y mecánicas de la madera de melina (*Gmelina arborea*) creciendo en Costa Rica. Boletín Desde el Bosque. Órgano Informativo de la Cámara Costarricense Forestal, año 3, n° 9: 22-27.
- MOYA R., MONGE F., 1997. Desarrollo de la industria primaria del aserrío en Costa Rica basados en las plantaciones forestales. Memoria del III Congreso Nacional Forestal de Costa Rica. San José, Costa Rica, 245-247 p.
- MURILLO O., VALERIO J., 1991. Melina (*Gmelina arborea* Roxb) especie de árbol de uso múltiple en América Central. Costa Rica, CATIE, Serie técnica, Informe técnico, n° 181.
- SAGE L., QUIRÓS R., 2001. Proyección de volumen de madera para aserrío proveniente de las plantaciones de melina y teca y otras fuentes. Fondo Nacional de financiamiento Forestal Costa Rica Proyecto TCP/COS/006(A): Mercado e industrialización de materia prima proveniente de plantaciones forestales, 27 p.
- SINAC, 1998. El sector forestal Costarricense. Sistema Nacional de Áreas de Conservación. San José, Costa Rica, 23 p.
- VALERIO J., 1986. Evaluación de nueve procedencias de *Gmelina arborea* (Roxb) en Turrialba, Costa Rica. Sistema de Estudios de Postgrado Universidad de Costa Rica, Costa Rica, 96 p.
- VALLEJOS O., 1998. Productividad y relaciones del índice de sitio con variables fisiográficas, edáficas y foliares para *Tectona grandis* L.F., *Bombacopsis quinatum* (Jacq) Dugand y *Gmelina arborea* Roxb en Costa Rica. Tesis Maestría de CATIE, Turrialba, Costa Rica, 113 p.