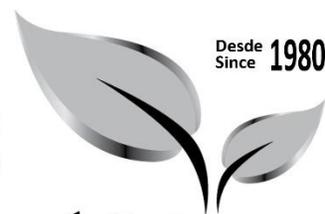




# Revista de CIENCIAS AMBIENTALES Tropical Journal of Environmental Sciences



## Calidad y tamaño de trozas de melina y rendimiento del aserrío

### *Quality and Size of Melina Logs and Sawmilling Yield*

*Marianela García<sup>a</sup> y Orlando Chinchilla<sup>b</sup>*

<sup>a</sup> y <sup>b</sup> Los autores son investigadores del programa Aprovechamiento, Industrialización y Comercialización de la Madera, del Instituto de Investigación y Servicios Forestales (Inisefor), de la Universidad Nacional, Costa Rica.

#### Director y Editor:

Dr. Eduardo Mora-Castellanos

#### Consejo Editorial:

Enrique Lahmann, UICN, Suiza

Enrique Leff, UNAM, México

Marielos Alfaro, Universidad Nacional, Costa Rica

Olman Segura, Universidad Nacional, Costa Rica

Rodrigo Zeledón, Universidad de Costa Rica

Gerardo Budowski, Universidad para la Paz, Costa Rica

#### Asistente:

Rebeca Bolaños-Cerdas



Los artículos publicados se distribuyen bajo una Creative Commons Reconocimiento al autor-No comercial-Compartir igual 4.0 Internacional (CC BY NC SA 4.0 Internacional) basada en una obra en <http://www.revistas.una.ac.cr/ambientales>, lo que implica la posibilidad de que los lectores puedan de forma gratuita descargar, almacenar, copiar y distribuir la versión final aprobada y publicada (*post print*) del artículo, siempre y cuando se realice sin fines comerciales y se mencione la fuente y autoría de la obra.

# CALIDAD Y TAMAÑO DE TROZAS DE MELINA Y RENDIMIENTO DEL ASERRÍO

## RESUMEN

Se analizaron 294 trozas de *Gmelina arborea*, procedentes de una plantación de ocho años de edad, ubicada en Río Grande de Paquera, Puntarenas, Costa Rica. Se consideró el efecto de la calidad y el tamaño de las trozas sobre el rendimiento de aserrío utilizando un aserradero portátil. Las trozas se clasificaron en calidad A, B y C. El número de trozas para la calidad A fue de 81, para la calidad B de 182 y para la calidad C de 31 trozas. Para el grosor de las trozas se establecieron 4 clases diamétricas con una amplitud de 2 pulgadas (5,1 cm) utilizando el sistema de medición a mecate. El diámetro promedio de la muestra fue de 7,5 pulgadas (19,1 cm). El valor mínimo fue de 3,5 pulgadas (8,9 cm) y el valor máximo de 11,5 pulgadas (29,2 cm). Las longitudes de las trozas oscilaron entre 1,25 m (1,5 varas) y 3,49 m (4 varas). El rendimiento de aserrío promedio fue de un 52,75 por ciento generando un desperdicio del 47,25 por ciento. Los mayores rendimientos de aserrío por clase diamétrica fueron representados por la clase de 8,5 pulgadas (21,6 cm), logrando un 70,04 por ciento; y los menores rendimientos por la clase de 6,5 pulgadas (16,5 cm) con un 36,62 por ciento. En cuanto a la calidad de las trozas, las que presentaron mayor rendimiento fueron las ubicadas en la calidad A y las de menor rendimiento las situadas en la calidad C.

294 logs of *Gmelina arborea* were analyzed, coming from an 8 year-old plantation, located in Río Grande de Paquera, Puntarenas, Costa Rica. It was considered the effect of the quality and the thickness of the logs on the yield of the lumbering process using a portable sawmill. The logs were classified in quality A, B and C. A total amount of 81 logs were used for quality A, 182 for the quality B and 31 for the quality C. Based on the thickness of the logs 4 classes were settled down with a width of 2 inches (5,1 cm) using the mensurational system known as the "rope system". The average diameter of the sample was of 7,5 inches (19,1 cm). The minimum value was of 3,5 inches (8,9 cm) and the maximum value of 11,5 inches (29,2 cm). The longitude of the logs varied between 1,25 m and 3,49 m. The yield of lumbering averaged 52,75 per cent generating a waste of 47,25 per cent. The largest lumbering yields for diameter classes were represented by the class of 8,5 inches (21,6 cm) achieving 70,04 per cent and the smallest yields for the class of 6,5 inches (16,5 cm) with 36,62 per cent. As for the quality of the logs, those that presented the largest yield were located in the quality A and the smallest yield was obtained for the quality C logs.

por MARIANELA GÓMEZ  
Y ORLANDO CHINCHILLA

Mediante la inversión de recursos del sector privado, el uso de los incentivos estatales y el pago de servicios ambientales, durante la última década fueron establecidas en el país más de 110.000 hectáreas de plantaciones forestales con fines comerciales. Debido a su tasa de crecimiento y gran variedad de usos, la melina ha sido una de las mejores alternativas en los proyectos de reforestación comercial. El conocimiento desarrollado con respecto a técnicas de propagación, mejoramiento genético, sistemas de cultivo, aprovechamiento, transformación industrial y comercialización de productos para esta especie hacen que su potencial productivo sea incalculable (Sage y Quirós 2001).

La reforestación en el país con melina inició en 1979; pero fue en 1986 que esta especie se empezó a utilizar en proyectos de mayor escala, hasta alcanzar su máximo en 1993 cuando se establecieron 9.478,5 ha. En 1997 Costa Rica reportó un total de 49.274,9 ha plantadas con esta especie. Sin embargo, durante el período 1994-1997 se observó una disminución en el área plantada anualmente, debido a la incertidumbre sobre la disponibilidad de apoyo financiero a la reforestación a través del Programa Nacional de Incentivos a las Plantaciones Forestales (Alfaro 2000).

La experiencia lograda al industrializar melina producida en plantaciones ha demostrado que la madera de esta especie tiene propiedades físicas y mecánicas que la hacen versátil en la elaboración de diversos productos. En Costa Rica, se ha utilizado la melina para tablillas, tablas o paneles de madera sólida en la decoración interna de casas y edificios; en productos con excelentes acabados para mueblerías; en arte-

Los autores son investigadores del programa Aprovechamiento, Industrialización y Comercialización de la Madera, del Instituto de Investigación y Servicios Forestales (Inisefor), de la Universidad Nacional.

sanías, moldes y juguetes; y en piezas estructurales (artesonos, vigas, madera en cuadro y reglas). La madera producida en cortas intermedias (raleos) ha sido exitosamente aprovechada en la fabricación de estructuras ocultas, formaletas, cajas y tarimas para el empaque de productos agrícolas (Sage y Quirós 2001).

Sin embargo, para obtener plantaciones forestales más productivas que permitan un mayor volumen de madera comercial aprovechable, es importante considerar la selección rigurosa de terrenos adecuados a los requerimientos de la especie, el uso de semilla de alta calidad (genéticamente mejorada) y la ejecución oportuna de las prácticas de manejo silvícola. Estos factores son determinantes para obtener mejores trozas con mayor rendimiento (Sage y Quirós 2001).



O. Chinchilla

También se requiere de una industria de aserrío adecuada; porque de nada vale tener trozas que puedan dar excelentes utilidades considerando su buena calidad (forma) y gran tamaño (grosor) si el tipo de industria que se emplea para su procesamiento no es óptimo y genera desperdicio.

En relación con la productividad de aserrío, Barrantes (1996) estimó un rendimiento que oscilaba entre un 25 y un 35 por ciento en madera de plantaciones de melina con trozas de entre 15 cm y 40 cm de diámetro, dependiendo del diámetro, la forma y la rectitud de las trozas y según las medidas de las piezas aserradas. Por su parte Alfaro (1992), citado por Barrantes (1996), obtuvo un rendimiento de aserrío de un 36,70 por

ciento para madera proveniente de raleos de melina.

Murillo (1994), citado por Sánchez (1997), trabajando con una muestra de 180 trozas provenientes de una plantación de melina de 11 años de edad, obtuvo un rendimiento de aserrío

de un 49,75 por ciento. En otro estudio de Murillo (1991), citado por Barrantes (1996), se presentó un rendimiento de aserrío de un 35 por ciento para trozas de melina con dimensiones de 10 cm a 15 cm de diámetro procedentes de raleos en la zona atlántica de Costa Rica. Este dato coincide con el de Serrano (1991), citado por Barrantes (1996), quien obtuvo un 35,27 por ciento de rendimiento con trozas de raleos de la misma especie.

Los rendimientos de aserrío mencionados en los estudios anteriores se ubican dentro del

rango establecido para el país, donde se indica que éste varía de un 28 a un 50 por ciento para maderas provenientes de plantaciones forestales. Estos porcentajes dependen de muchos factores: el tipo de maquinaria utilizada, el *layout* del proceso de aserrío, el diseño de la línea de producción, el patrón de corte, la calidad y el tamaño de la materia prima y del producto, las destrezas y el nivel de capacitación de los operadores del equipo de aserrío, entre otros. Sin embargo, el tamaño de las trozas se ha convertido en el factor más relevante, de modo que se ha visto una acentuada tendencia de aumento en el rendimiento conforme aumenta el diámetro de las trozas (Quirós 1991, citado por Jiménez 1997).

En el país existe un gran vacío de información con respecto a la estimación del rendimiento de aserrío, según variables como la calidad y el tamaño de las trozas provenientes de plantaciones forestales de melina. El objetivo principal de este estudio es determinar cuáles son los mayores rendimientos de aserrío en madera proveniente de una plantación de ocho años de edad de *Gmelina arborea*, tomando en cuenta estos datos.

## Metodología de estudio

### Características de la plantación

La plantación de melina se ubica en Río Grande de Paquera (Puntarenas). Cuenta con un área total reforestada de 80 ha establecidas en 1995. Es una plantación que se estableció con material de vivero sin ningún tipo de mejoramiento genético y que nunca recibió manejo silvicultural previo al estudio, por lo que el propietario efectuó el primer raleo a su plantación y luego contrató los servicios del Inisefor (Instituto de Investigación y Servicios Forestales) para procesar la madera. Según el propietario, en este raleo sanitario se eliminaron aquellos árboles que presentaron mala forma. Este tipo de raleo busca brindar mayor espacio a aquellos árboles de fuste recto, que extenderán sus copas para captar mayor luz solar y así favorecer su crecimiento.

La marcación del raleo, la corta y el aprovechamiento de las trozas se llevaron a cabo entre diciembre de 2002 y enero de 2003. Por tratarse de un raleo sanitario, no se realizó ninguna medición sobre el diámetro o la altura de los árboles.

Cada una de las trozas, producto del raleo, fue extraída de la plantación y clasificada conforme ingresaba al proceso de aserrío. El procesamiento de las trozas se realizó utilizando un aserradero portátil Súper Hidráulico LT40 marca Woodmizer. Este aserradero tiene capacidad de aserrar 2.000 pulgadas madereras ticas (*pmt*) diarias; cuenta con un largo de 8 m, con un ancho de 2 m y un alto de 2,4 m. Su peso es de 1.837 kg. Tiene una capacidad de corte de 91 cm de diámetro x 6,4 m de corte longitudinal. La carga, nivelación, agarre y giro de la troza se hacen por medio de un sistema hidráulico incorporado.

## Clasificación de las trozas por calidad

Por la calidad entendemos la forma misma de la troza, tomando en cuenta ondulaciones, protuberancias y demás irregularidades que la alejan de la similitud de un cilindro geoméricamente perfecto. Las 294 trozas se clasificaron en tres categorías de calidad: A, B y C. Las trozas de calidad A son aquellas que presentan una excelente rectitud, sin protuberancias (figura 1). Las trozas de calidad B son las que presentan torceduras leves a medianas –de 5 a 20 por ciento en su longitud– y con presencia de protuberancias leves (figura 2). Las trozas de calidad C son deformes, con protuberancias y un alto grado de torceduras –de 20 a 45 por ciento en su longitud (figura 3).

Figura 1. Troza calidad A

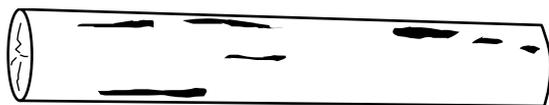


Figura 2. Troza calidad B



Figura 3. Troza calidad C

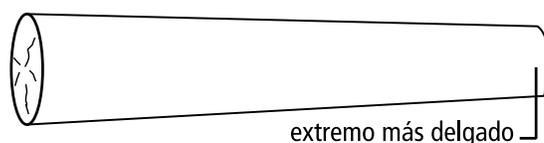


## Clasificación de las trozas por tamaño

Entendemos por tamaño la circunferencia de la troza medida en el extremo más delgado con un mecate y utilizando, para estimar su volumen, la *pmt* (figura 4).

Las trozas se agruparon por tamaño, estableciendo cuatro clases diamétricas con una ampli-

Figura 4. Ubicación del sitio de medición en la troza



tud de 2 pulgadas (5,1 cm) cada una, con el límite inferior de 3,5 pulgadas (8,9 cm) y el límite superior de 11,5 pulgadas (29,2 cm), correspondiente a un diámetro promedio de 7,5 pulgadas (19,1 cm).

Para clasificar cada troza dentro de una determinada clase diamétrica se midió la circunferencia en la punta más delgada de la troza utilizando un mecate. Además se registró el largo de la troza utilizando una cinta métrica.

Se pintaron cada uno de los extremos de las trozas con un número diferente para poder identificarlas.

### Productos obtenidos

Los productos fueron obtenidos indistintamente de la calidad y el tamaño de las trozas. Antes del proceso de aserrío el propietario de la madera decidió adquirir los siguientes productos, tomando en cuenta la demanda de madera en los sitios aledaños a la plantación (las dimensiones de los productos están dadas en pulgadas; el primer valor corresponde al grosor y el segundo al ancho de la pieza):

- Regla: 1x2; 1x3; 1x3,5; 0,75x3; 1x3,25 y 0,75x2
- Marco: 0,75x4; 1x4; 1x6; 0,75x3,5; 1x5; 0,75x4,5; 1x4,5; 0,75x5
- Viga: 6x3; 3x6; 6x3,25; 5x8
- Cuadro: 3x3; 2x2
- Tabla: 1x10; 0,75x6
- Tablilla: 0,5x5
- Alfajilla: 2x3; 3x2



O. Chinchilla

### Determinación del rendimiento de aserrío

Por rendimiento de aserrío entenderemos la relación existente entre el volumen de madera rolliza (trozas) y el volumen resultante de productos aserrados. El concepto también es designado como coeficiente de aserrío o factor de recuperación de la madera y constituye un indicador de la tasa de utilización de la madera en el proceso de aserrío (Jiménez 1997).

En primer lugar, se determinó el volumen de la madera rolliza. Para esto se utilizó la siguiente fórmula:

$$V = \frac{(C)^2 \times L}{4 \times 4}$$

V= volumen de madera rolliza en *pmt*.

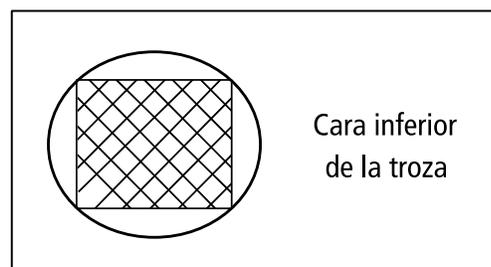
C= circunferencia medida en el extremo más delgado de la troza en pulgadas.

L= longitud de la troza en varas (1 vara = 0,84 m).

La relación obtenida en el presente estudio fue de 330 *pmt*/m<sup>3</sup> para madera rolliza.

El sistema de medición a mecate consiste en cuadrar la troza para obtener el volumen de la madera aprovechable como se muestra en la figura 5.

Figura 5. Volumen aprovechable de la troza representado por el cuadrado



En segundo lugar, se obtuvo el volumen de la madera aserrada. Para esto se aplicó la siguiente fórmula:

$$V = \frac{A \times G \times L}{4}$$

V = volumen aserrado en *pmt*.  
 A = ancho de la tabla en pulgadas.  
 G = grosor de la tabla en pulgadas.  
 L = longitud en varas.

La relación utilizada fue de 462 *pmt*/m<sup>3</sup> para madera aserrada.

Con el volumen de la troza y el volumen de la madera aserrada se calculó el rendimiento de aserrío promedio para la muestra, por calidad de trozas y por clase diamétrica, utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Rendimiento de aserrío (\%)} = \frac{\text{Volumen madera aserrada en } pmt \times 100}{\text{Volumen en troza en } pmt}$$

## Resultados y discusión

El porcentaje de rendimiento de aserrío promedio para las 294 trozas fue de 52,75 por ciento utilizando el método de cubicación a mecate. Este sistema de medición es comúnmente utilizado por madereros e industriales del país que, además de estimar el volumen de la madera aprovechable, consideran los “castigos” que pueden variar entre 1 pulgada (2,54 cm) a 2 pulgadas (5,1 cm), dependiendo de la calidad de las trozas. Para efectos del presente estudio no se tomó en cuenta el “castigo”.

La distribución del número de trozas por calidad se muestra en la figura 6, donde la mayor cantidad de trozas se ubicaron en la calidad B con un total de 182, representando el 62 por ciento de la muestra; la calidad A estuvo representada por 81 trozas (un 28 por ciento) y en la calidad C se ubicaron 31 trozas (un 10 por ciento). En general, la mayoría de las trozas presentaron torceduras leves a medianas con presencia de protuberancias.

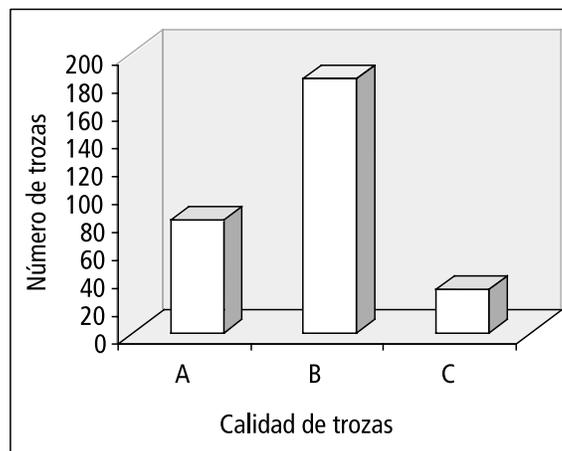
Este resultado permitió obtener una visión general de la calidad de las plantaciones de melina establecidas en el país hasta 1996, donde la calidad de la semilla, el manejo silvicultural dado y la selección de los sitios de plantación no fueron los más adecuados para la especie, a excepción de pocos sitios donde se plantó con se-

milla genéticamente mejorada y se brindó un manejo silvicultural oportuno, como es el caso de la empresa Ston Forestal en la zona sur del país.

El mejoramiento de la calidad (forma) de las plantaciones de melina ha sido objeto de estudio durante muchos años. Gracias a los esfuerzos de varios especialistas en el mejoramiento genético, se ha logrado obtener un paquete tecnológico que incorpora tanto elementos de la genética propia de la especie como actividades silvícolas que deben ejecutarse para un adecuado manejo de las plantaciones. Sin embargo, todavía queda mucho camino por andar, tomando en cuenta que el ideal del sector forestal es lograr que las nuevas plantaciones de melina presenten la mayor cantidad de árboles cuyas trozas se ubiquen

en la calidad A, caracterizadas por una excelente rectitud y ausentes de protuberancias.

**Figura 6. Distribución de la muestra por calidad de trozas para *Gmelina arborea* (Puntarenas, 2004)**



El siguiente cuadro presenta la distribución diamétrica de las trozas por calidad y la participación porcentual de la muestra en las respectivas clases.

Como se observa, la mayor cantidad de trozas en la calidad A se ubicaron en la clase diamétrica de 6,5 pulgadas (16,5 cm) con un total de 43 trozas (53,09 por ciento); seguida por la clase de 4,5 pulgadas (11,4 cm) con 29 trozas representadas por un 35,80 por ciento y la clase de 8,5 pul-

**Distribución diamétrica de las trozas por calidad para *Gmelina arborea*  
(Puntarenas, 2004)**

Clase diamétrica (pulgadas)	Calidad de trozas					
	A	%	B	%	C	%
4,5	29	35,80	115	63,19	21	67,74
6,5	43	53,09	53	29,12	10	32,26
8,5	9	11,11	11	6,04	0	0
10,5	0	0	3	1,65	0	0
Total	81	100	182	100	31	100

gadas (21,6 cm) con 9 trozas (11,11 por ciento). La última clase no contó con registros y esto se debió a que los árboles cuyas primeras trozas pertenecieron a esa clase se dejaron en el campo para efectos de la corta final.

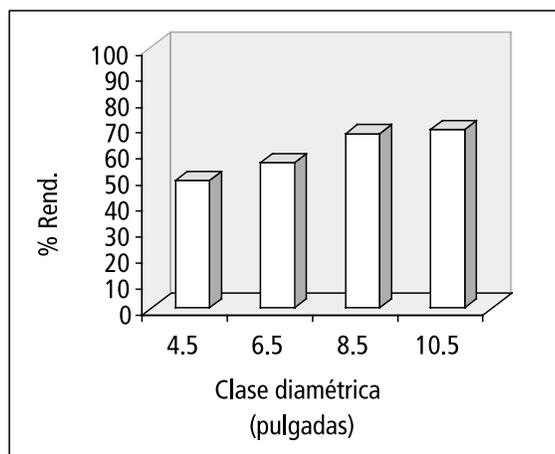
A diferencia de la calidad A, la calidad B tuvo la mayor cantidad de trozas en la clase diamétrica de 4,5 pulgadas, con un total de 115 trozas representando un 63,19 por ciento; seguida por la clase de 6,5 pulgadas con 53 trozas (29,12 por ciento); luego la clase de 8,5 pulgadas con 11 trozas, representando un 6,04 por ciento y por último la clase de 10,5 pulgadas (26,7 cm), que contó con únicamente 3 trozas (1,65 por ciento).

En la calidad C, se evidenció la misma situación presentada por la calidad B, donde la mayor cantidad de trozas se ubicó en la clase de 4,5 pulgadas con un total de 21 trozas (67,74 por ciento); seguida por 10 trozas representando un 32,26 por ciento en la clase de 6,5 pulgadas. Las dos últimas clases no registraron datos porque no se encontraron árboles en la plantación cuyas trozas se ubicaran dentro de estos rangos diamétricos.

La figura 7 presenta el comportamiento del rendimiento de aserrío para cada una de las clases diamétricas. Como se aprecia, conforme se avanzó en la clase diamétrica el rendimiento de aserrío aumentó: un rendimiento mínimo de un 48,85 por ciento para la clase de 4,5 pulgadas y uno máximo de 68,60 por ciento para la clase de 10,5 pulgadas.

Esta situación demostró que el rendimiento de aserrío fue mayor en cuanto se procesaron trozas de mayor tamaño. No obstante, para aplicar correctamente esta aseveración, se debe tomar en cuenta no solo el tamaño de la troza, sino también su calidad (figura 8).

**Figura 7. Rendimiento de aserrío por clase diamétrica para *Gmelina arborea* (Puntarenas, 2004)**



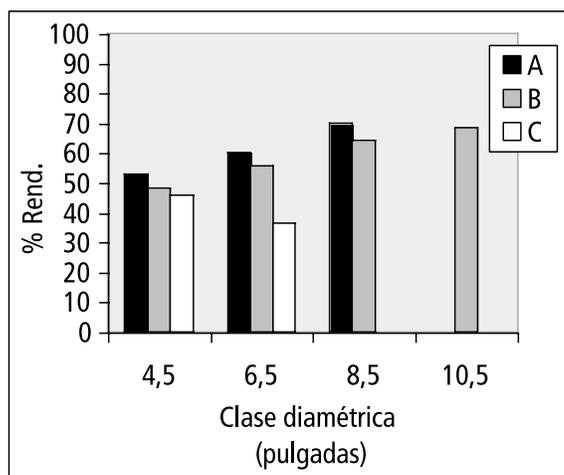
La figura 8 muestra el porcentaje de rendimiento de aserrío para cada una de las trozas evaluadas en las distintas calidades y de acuerdo a las clases diamétricas.

Como se observa, las trozas de calidad A (con excelente rectitud, sin protuberancias) fueron las que mostraron los mayores rendimientos de aserrío.

Se puede apreciar que el rendimiento de aserrío en la calidad A aumentó a medida que se procesaron trozas de mayor diámetro, logrando un rendimiento mínimo de un 53,07 por ciento en la clase de 4,5 pulgadas y uno máximo de 70,04 por ciento para la clase diamétrica de 8,5 pulgadas.

El rendimiento de aserrío para la calidad B también aumentó a medida que se procesaron trozas de mayor grosor. Sin embargo, en todas las clases diamétricas el rendimiento fue inferior al registrado por la calidad A.

**Figura 8. Rendimiento de aserrío por clase diamétrica y calidad de trozas para *Gmelina arborea* (Puntarenas, 2004)**



Un caso muy interesante se observó en las trozas de calidad C, donde el rendimiento de aserrío promedio disminuyó conforme se avanzaba en las clases diamétricas: pasó de un 45,96 a un 36,62 por ciento. Esto se debió principalmente a que las trozas de mayor grosor presentaron un grado más alto de torcedura en comparación con las trozas más delgadas, de manera que aumentó considerablemente el nivel de desperdicio y disminuyó significativamente el rendimiento de aserrío.

Si se compara el comportamiento del rendimiento de aserrío promedio para las calidades A y B, tenemos una tendencia creciente muy similar en las tres primeras clases diamétricas, donde el rendimiento de la calidad A sobrepasó ligeramente al de las trozas de calidad B. Entonces, la diferencia en el rendimiento de aserrío para las calidades A y B se debió, principalmente, al nivel de torcedura de cada una de las trozas, ya que las protuberancias en las trozas de calidad B se eliminaron en el primer corte.

El comportamiento en el rendimiento de aserrío para la calidad C lógicamente fue menor que el expresado por las calidades A y B. En este caso, se comprobó una vez más que la calidad de las trozas fue un factor limitante en la determinación del rendimiento de aserrío para melina.

### Conclusiones

El 62 por ciento de las 294 trozas evaluadas presentaron torceduras leves a medianas (de 5 a 20 por ciento en su longitud) con presencia de protuberancias leves. Este resultado refleja la necesidad de seguir perfeccionando las técnicas de mejoramiento genético y las actividades silvícolas, con el fin de lograr una mejor calidad (for-

ma) de las trozas en las nuevas plantaciones de melina.

El rendimiento de aserrío promedio para la muestra fue de un 52,75 por ciento, utilizando el método de cubicación a mecate. Este rendimiento se vio favorecido por dicho sistema, ya que permitió cuadrar la troza, y de esta forma disminuyó el nivel de desperdicio generado durante el proceso de aserrío.

El mayor rendimiento de aserrío promedio fue registrado por las trozas de calidad A, con un 70,04 por ciento para la clase diamétrica de 8,5 pulgadas; por lo tanto, las trozas de mejor calidad deben tener una excelente rectitud y ausencia de protuberancias. Esto se logra mediante la utilización de semilla genéticamente mejorada y con la realización de raleos oportunos y efectivos.

Los menores rendimientos de aserrío en las calidades A y B correspondieron a la menor clase diamétrica (4,5 pulgadas) y fueron aumentando a medida que se avanzaba en las clases. Esta situación refuerza una vez más la aseveración de que el rendimiento de aserrío aumenta conforme se procesan trozas de mayor tamaño.

Resultaría sumamente interesante realizar estudios que determinen el rendimiento de aserrío bajo diferentes sistemas de cubicación de trozas para la estimación del volumen de la madera en rollo, con el fin de establecer una relación entre el sistema de medición empleado y el rendimiento de aserrío obtenido.

### Referencias bibliográficas

- Alfaro, Marielos. "Melina: la madera del futuro", en *Revista Forestal Centroamericana* 29, enero-marzo de 2000 (Catie).
- Barrantes, Gabriela. 1996. *Rendimiento y rentabilidad del aserrío de madera de *Tectona grandis* y *Gmelina arborea*, en el aserradero del Centro Agrícola Cantonal de Hojanca. Informe de Práctica de Especialidad*. ITCR. Costa Rica.
- Jiménez, Keilor. 1997. *Rendimiento en aserrío, propiedades físico-mecánicas y secado al aire para dos plantaciones de *Gmelina arborea*, propiedad de Ston Forestal S.A. Informe de práctica de especialidad*. ITCR. Costa Rica.
- Sage, L. y R. Quirós. 2001. *Proyección del volumen de madera para aserrío proveniente de las plantaciones de Melina y Teca y de otras fuentes. Documento técnico preparado como componente del proyecto TCP/Cos/006(A) Mercadeo e industrialización de madera proveniente de plantaciones forestales*. Fonafifo. San José.
- Sánchez, José. 1997. *Análisis económico de la línea de diámetros menores del aserradero San Gabriel, Florencia, San Carlos. Informe de práctica de especialidad*. ITCR. Costa Rica.