

# Comportamiento y rendimiento en aserrío de trozas de Terminalia amazonia de 6 años de edad proveniente de la zona sur de Costa Rica

Róger Moya Roque<sup>1</sup>

## Introducción

Las primeras experiencias llevadas a cabo en Costa Rica con la reforestación con especies nativas se dieron en la Estación Biológica La Selva por parte de la Organización de los Estudios Tropicales (OET) a partir del año de 1985 en la zona de Sarapiquí, provincia de Heredia. Por parte de la mencionada organización se han establecido ensayos con especies tales como *Dipteryx panamensis*, *Vochysia ferruginea*, *Vochysia guatemalensis*, entre otros grupos de especies de gran interés para el país.

Dentro de la gama de especies nativas reforestadas, que ha tenido excelentes resultados en cuanto a crecimiento y adaptación, ya que no exige buenas condiciones de suelos, pues crece tanto en suelos arcillosos como en arenosos, lo mismo que en colinas como en llanuras, es la *Terminalia amazonia*. Esta especie se distribuye en forma natural en la zona norte y el sur de Costa Rica (Encuentro

Regional sobre Especies Forestales Nativas en Costa Rica, 1992).

A partir del año de 1989 se empezaron a establecer las primeras plantaciones en pequeñas extensiones, principalmente en la zona sur de Costa Rica, utilizando la mencionada especie. Hasta el año de 1994 se estima que existen alrededor de 1 900 hectáreas reforestadas, ubicadas principalmente en la zona sur de Costa Rica y una pequeña proporción en la zona norte (DGF, 1994).

Existe mucha experiencia en el proceso de aserrío con trozas de *Terminalia amazonia* provenientes del bosque natural, trozas cuya característica principal es su gran dimensión (en la mayoría de los casos superan los 40 cm de diámetro). La edad de los árboles de donde fueron extraídos las trozas generalmente sobrepasan los 50 años en el bosque natural. Se reporta como una especie fácil de aserrar, defectos en calidad de madera cuando es cepillada, buena calidad de la

<sup>1</sup> Ing. en Maderas. Profesor Investigador. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Departamento de Ingeniería Forestal. Tel (506) 552 53 33 ext. 2321, Fax (506) 591 33 15.

superficie cuando es moldurada y se encuentra entre las especies difíciles de preservar por los métodos de inmersión y presión de célula llena (Encuentro Regional sobre Especies Forestales Nativas en Costa Rica, 1992).

Las trozas provenientes de árboles jóvenes, en especial de las plantaciones forestales, poseen diámetros bastantes reducidos (que en muchos casos no alcanzan diámetros mayores a 40 cm). Se debe investigar sobre el comportamiento de este tipo de materia prima para verificar si su comportamiento en procesos industriales es similar al obtenido con trozas de grandes dimensiones y árboles adultos, además si es posible la utilización de los raleos en procesos industriales.

Debido a ello, el Centro Agrícola Cantonal de Pérez Zeledón presentó la inquietud al Centro de Investigación en Integración Bosque Industria (CIIBI), del Instituto Tecnológico de Costa Rica, en el sentido de investigar el comportamiento de las trozas de *Terminalia amazonia* provenientes de una plantación forestal con 6 años de establecida.

De acuerdo con esta premisa, se plantearon los siguientes objetivos:

- Investigar el comportamiento de trozas de dimensiones menores a los 20 cm y de 6 años de la especie de *Terminalia amazonia* en las labores de aserrío y reaserrío.
- Determinar los rendimientos en el aserrío y reaserrío.
- Buscar el potencial de industrialización de las trozas provenientes de los raleos forestales como una alternativa para los productores de madera.

## Materiales y métodos

### Materia prima

Las trozas de *Terminalia amazonia* provenían de una plantación ubicada en el cantón de Pérez Zeledón establecido

en el caserío de Las Mercedes de Cajón. La edad de la plantación en el momento en que se extrajeron las trozas era de 6 años, el año de la siembra fue en 1989, considerada una de las plantaciones más antiguas ubicadas en el sur del país de Costa Rica. La mencionada plantación es propiedad del señor Rafael Ángel Varela, y está sometida al apoyo técnico del Centro Agrícola Cantonal de Pérez Zeledón.

### Tiempo de almacenamiento de las trozas

El raleo en la plantación fue ejecutado en el mes de abril, mes que se caracteriza por ser uno de los meses más secos en el país. Inicialmente las trozas fueron almacenadas en un patio de acopio en la plantación, pero a los dos días de haber sido cortadas las trozas, se notó que estas se estaban rajando por los extremos, por lo que se tomó la decisión de mantenerlas bajo sombra y evitar que el viento incidiera directamente por los extremos mientras las trozas eran transportadas hacia el aserradero donde iban a ser procesadas.

Las trozas ingresaron en el patio del aserradero a los ocho días de haber sido cortados los árboles. Inmediatamente se sometieron 20 trozas a un estudio para determinar el tiempo en que empezaban aparecer las rajaduras en los extremos de las trozas. A estas 20 trozas se les cortó nuevamente un extremo a 20 cm de donde tenía el corte inicial, garantizándose que en ese nuevo corte el extremo estuviera húmedo. A 10 de estas trozas se les pintó el extremo con pintura de aluminio y las otras 10 se dejaron sin ningún tipo de tratamiento. Posteriormente, todas las trozas se colocaron en un lugar donde los rayos solares y los vientos incidieran en forma directa sobre los extremos de las trozas.

Cuando estas trozas tenían 4 días de

almacenamiento, se empezaron a presentar las rajaduras por cabeza en aquellas trozas que no habían sido tratadas con pintura de aluminio y a los 11 días de estar almacenadas las trozas que no poseían ningún tipo de tratamiento, las rajaduras alcanzaban hasta una profundidad de 4 centímetros.

Por otra parte, las 10 trozas que habían sido tratadas con pintura de aluminio por sus cabezas al mes y medio (6 semanas) de estar almacenadas comenzaron a presentar pequeñas rajaduras por los extremos de las trozas, profundidad que no alcanzaba el centímetro.

Un aspecto importante de destacar es que las trozas, luego de 6 semanas de almacenamiento en el patio de trozas, no mostraban presencia de insectos u hongos que fueran a provocar algún tipo de daño, a pesar de encontrarse al final del período de invierno.

#### Determinación de rendimiento

Para la cuantificación del volumen de las trozas, se usó el método de smalian, que básicamente determina el volumen real de la troza:

$$\text{Vol} = 0,00007854 \times D_p^2 \times L$$

donde:

- Dp: diámetro promedio de la troza medido en centímetros
- L: largo de la troza medido en metros
- Vol: volumen en metros cúbicos

La determinación del diámetro promedio se toma con base en 4 mediciones de diámetro, dos en un extremo, medidos en forma de cruz y los otros dos en el otro extremo medidos de igual forma (Figura 1).

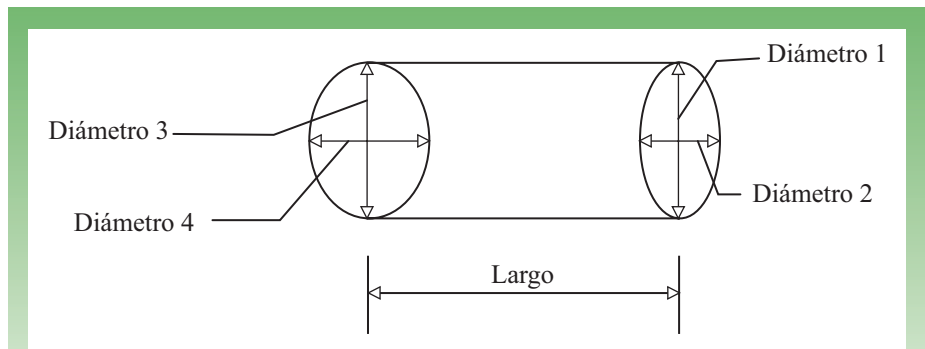
En la cuantificación de la madera aserrada proveniente de las trozas, se utilizó la siguiente fórmula matemática:

$$\text{Volumen (m}^3\text{)} = \frac{L \times A \times E}{10000}$$

donde:

- L: largo de la pieza medida en metros
- A: ancho de la pieza medida en centímetros
- E: espesor de la pieza aserrada medida en centímetros.

Una vez que la madera aserrada se cuan-



**Figura 1**  
Medición de diámetros y largo para la determinación de volumen

tificó se determinó el porcentaje de rendimiento de todo el proceso de aserrío por la siguiente fórmula matemática:

$$\% \text{ Rendimiento} = \frac{\text{Volumen total de madera aserrada} \times 100}{\text{Volumen total de madera en troza}}$$

#### Calidad de las trozas

Cada una de las trozas se clasificó en calidad “A” o, bien, en calidad “B” usando los siguientes parámetros, evaluados visualmente:

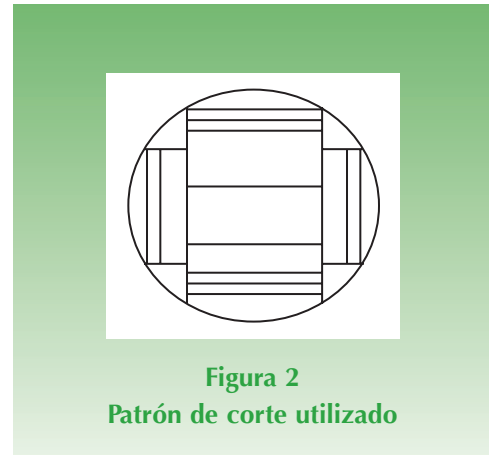
**Curvatura de la troza:** Se clasificaron como calidad “A” aquellas trozas que presentaran un fuste cilíndrico y como calidad “B” aquellas trozas que presentaran una curvatura en su fuste apreciable a simple vista.

**Conicidad de la troza:** De igual forma que la anterior clasificación, las trozas totalmente cilíndricas se clasificaron como calidad “A” y las trozas donde la conicidad era bastante pronunciada a simple vista se clasificó como calidad “B”.

#### Comportamiento en aserrío

Para evaluar el comportamiento de la especie *Terminalia amazonia* en cuanto al proceso de aserrío, se utilizó la tecnología que actualmente se aplica a las trozas provenientes de las plantaciones forestales, específicamente las trozas de diámetro menor, consistente en la obtención de un bloque central y luego reaserrar este y las costillas en otra máquina, en ambos casos con cortes paralelos y simultáneos (Figura 2).

Este sistema de aserrío consiste en la utilización de una sierra circular doble como la máquina principal, en ella se obtiene un bloque central y dos costillas (costaneras); para el reaserrío del bloque central se utiliza una sierra circular múltiple de un solo eje, y para el saneado y dimensionado de las piezas se utiliza



una despuntadora del tipo circular.

Para la sierra circular doble se utilizó una velocidad de alimentación de 10 m/s, además se evaluó visualmente el estado del filo de las herramientas de corte antes y después de procesar todas las trozas. En esta máquina se observó el comportamiento de la troza en el momento de efectuar el corte, como, por ejemplo, embotamiento de los dientes de las herramientas de corte a causa del aserrín, además por otra parte se evaluaron las tensiones de las trozas al efectuar el corte.

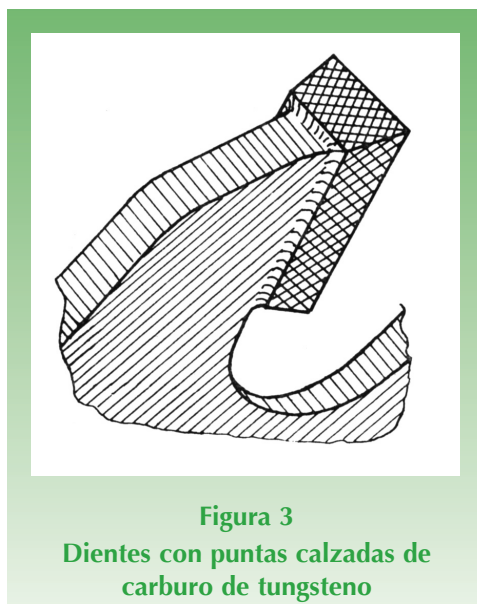
En la sierra circular múltiple, al igual que en la anterior máquina, se evaluaron los problemas de embotamiento de las herramientas de corte y los problemas de tensiones de la madera. La velocidad de alimentación utilizada en el proceso de reaserrío fue de 10 m/s.

Referente a las herramientas de corte utilizadas en cada una de las etapas del proceso de aserrío, se emplearon las siguientes condiciones: en la sierra circular doble se usó una sierra de 700 mm de diámetro, espesor de la sierra de 4,57 mm (calibre 7 BWG), paso de 63,5 mm (2-1/2 pulgadas) y los dientes acondicionados con puntas calzadas a base de carburo de tungsteno con un traba a cada

lado del diente de 0,8 mm.

Por otra parte, en la sierra circular múltiple se utilizaron sierras circulares de 350 mm, con un espesor de sierra de 3,05 mm (calibre 11 BWG), paso de la sierra de 55 mm (2-1/4 pulgadas) y los dientes también acondicionados con puntas calzadas de carburo de tungsteno con una traba a cada lado de 0,6 mm. Este tipo de dientes, al igual que los de la sierra circular doble, son mostradas en la Figura 3.

Las dimensiones dadas en el proceso de aserrío tenían por finalidad obtener un bloque central aserrado de 7,5 cm, que



corresponde al ancho de las tablas, y el recantado de las costillas a igual espesor, que posteriormente se aserraron a espesores de 15 mm, 25 mm y 38 mm.

## Resultados

Se procesó un total de 44 trozas con un diámetro promedio de 12,3 cm, con un volumen de madera en troza de 1,27 m<sup>3</sup>. El 45,45% (20) de las trozas correspondían a calidad “A” y el 54,55% (24) correspondían a trozas calidad “B” (Cuadro 1).

El volumen aserrado total obtenido fue de 0,4469 m<sup>3</sup> incluyendo los diferentes espesores de madera aserrada, lo cual significó un rendimiento en el proceso de aserrío, que corresponde para el uso comercial, de 35,19% (Cuadro 2).

Para efectos de aserrío, la especie presenta los siguientes problemas cuando se utiliza madera de 6 años de edad:

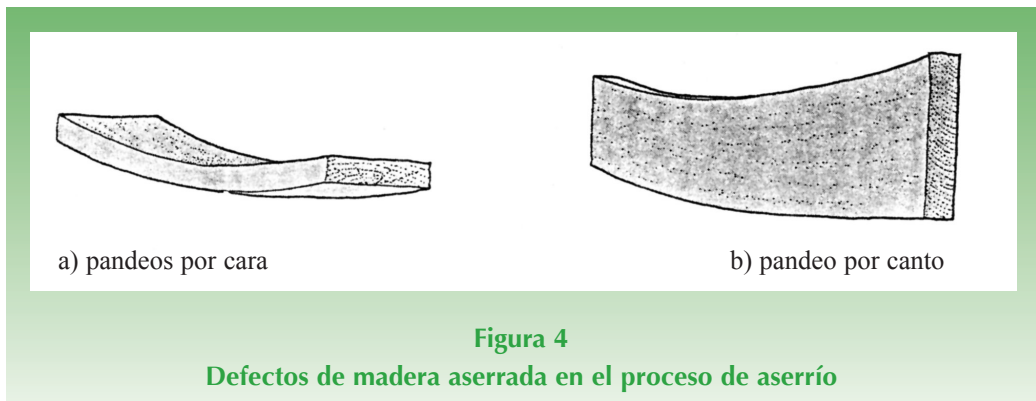
- madera aserrada torcida por canto y cara: provocada por las tensiones internas de la madera, en especial aquellas tablas que se obtenían de la sierra circular múltiple donde se liberan las tensiones, lo cual provoca que la madera aserrada tome una forma de arco al salir de las máquinas de proceso (Figura 4).
- embotamiento de las herramientas de corte, en especial las zonas cercanas a

**Cuadro 1**  
**Cantidad procesada y calidad de las trozas de Terminalia amazonia de 6 años provenientes de una plantación de la zona sur de Costa Rica, 1997**

Cantidad de Trozas	Trozas calidad “A”		Trozas calidad “B”	
	Cantidad	Porcentaje	Cantidad	Porcentaje
44	20	45,55	24	54,55

**Cuadro 2**  
**Volumen de madera en troza, cantidad de madera aserrada y rendimiento de 44 trozas de *Terminalia amazonia* de 6 años provenientes de una plantación de la zona sur de Costa Rica, 1997**

Diámetro Promedio (cm)	Volumen de madera en troza (m <sup>3</sup> )	Volumen de madera aserrada (m <sup>3</sup> )	Porcentaje de rendimiento (%)
12,30	1,2698657	0,446873	35,19



los dientes y el cuerpo central de las sierras. En la sierra circular doble se procesaron las 44 trozas sin ningún tipo de problemas, pero al finalizar el proceso los dientes de las sierras, especialmente el fondo de la garganta y los costados de los dientes, se encontraban cubiertos de aserrín solidificado que no permitía el buen desempeño de la herramienta al efectuar el corte en la madera. Al eliminar esta sustancia de forma manual, esto no fue posible; se necesitó dejar las sierras durante un día en una mezcla de agua y potasa para que se suavizara el aserrín solidificado y así poder eliminar. En las sierras circulares pertenecientes a la sierra múltiple este problema fue mucho más pronunciado que los problemas tenidos en las hojas de la sierra circular doble. En esta máquina solamente se lograron procesar los 44 bloques con dos cambios de sierras. Cuando se habían procesado 20 bloques de 7,5 cm de espesor, se

presentaba sobrecalentamiento de la herramienta debido principalmente a que los dientes estaban totalmente cubiertos con una “costra” de aserrín solidificado. Las sierras fueron limpiadas con una solución de potasa y agua después de estar sumergida en ella por un día y fueron colocadas nuevamente para reaserrar los bloques restantes.

**Análisis de resultados**

La especie de *Terminalia amazonia* es propensa a sufrir reventaduras o rajaduras por los extremos de las trozas. Luego de cortados los árboles en la plantación, se empezó a notar este problema y se comprobó cuando se llevó a cabo un estudio sistemático referente a este problema. A solamente 4 días de almacenamiento, las trozas en contacto directo con el viento y los rayos del sol, presentaron este tipo de problema.

Para una futura industrialización de las trozas de plantación de la mencionada especie con edad de 6 años, se debe tener en cuenta este factor para evitar pérdidas económicas importantes, así como pérdidas de materia prima para el aserradero. Además, este factor obliga a planificar las labores de aprovechamiento de tal manera que el tiempo que transcurre desde el momento en que se corta el árbol hasta que la troza sea procesada sea lo más breve posible.

En caso de que las trozas estén almacenadas por mucho tiempo, se debe buscar opciones que no permitan la salida de la humedad de las trozas por los extremos. Una de las posibles soluciones es pintar cada una de las cabezas de las trozas, lo cual permite tener las trozas almacenadas durante mes y medio sin sufrir reventaduras, pero implicaría tener una o dos personas en esta labor a tiempo completo pintando los extremos. Otra opción sería contar con un sistema de aspersión de agua en los patios de trozas para mantener húmedas las trozas y de esta manera evitar las rajaduras.

La *Terminalia amazonia* puede considerarse una especie con poca probabilidad de ser atacada por hongos e insectos en el patio de trozas a muy corto tiempo, pero luego de un período mayor a las 6 semanas empieza aparecer por los lados un polvo fino que muestra la existencia de insectos barrenadores. En nuestro caso, las trozas tenían 6 semanas de almacenamiento y hasta el momento no eran atacadas por ningún tipo de insectos u hongos. Este período puede considerarse bastante aceptable y permite concluir que la especie es apta para mantenerse almacenada por períodos inferiores a las 6 semanas.

El rendimiento obtenido (35,19%) puede considerarse bastante aceptable para este tipo de trozas donde el diámetro

promedio fue de 12,30 cm. En estudios similares llevados a cabo por Moya y Córdoba (1995) con trozas de *Bombacopsis quinatum*, se obtuvo un rendimiento del 36,02% con un diámetro promedio de 12,19 cm; en trozas de *Cupressus lusitanica* (Moya, 1995) con un diámetro de 14,18 cm se reporta un rendimiento de 34,86%; mientras que para el promedio nacional es 46,02% (DGF, 1994), que representa el valor de los aserraderos convencionales, especializados para el aserrío de trozos proveniente del bosque natural donde usualmente procesan los diámetros superiores a los 33 cm.

Al igual que todas las especies de rápido crecimiento, y las maderas de cortas edades, es frecuente encontrar problemas de tensiones en la madera que se manifiestan en el proceso de aserrío, implicando una disminución en la calidad de la madera aserrada (principalmente los pandeos y arqueaduras de las tablas). Una de las soluciones para enfrentar los problemas de calidad de la madera aserrada provenientes de las trozas con tensiones es efectuar varios cortes múltiples y simultáneos (Alfaro, 1992). En este caso se llevó a cabo esta recomendación, pero solo se obtuvieron buenos resultados en la sierra circular doble, no así en la sierra circular múltiple donde la madera aserrada obtenida presentaba problemas de pandeos y arqueaduras debido a las tensiones de la madera. Así, cuando el proceso de aserrío se hace con equipos donde se efectúa solamente un corte en la troza, se debe tener presente que las tensiones se van a manifestar en mayor magnitud que cuando se haga el aserrío utilizando cortes múltiples y simultáneos.

Un aspecto importante por considerar en este sentido es determinar si a esta variedad de *Terminalia* le sucede lo mismo que la especie de *Terminalia ivoren-*

sis, cuyo comportamiento de las trozas en aserrío depende del tiempo que transcurre desde el momento de la corta hasta el momento de aserrar la troza:

- para trozas recién cortadas (donde el tiempo transcurrido es de unas horas) las trozas presentan pocos problemas de tensión, el proceso puede efectuarse de una manera convencional (un solo corte) o bien con técnicas modernas de procesamiento de diámetros menores, sin obtener madera torcida.
- trozas ligeramente secas: madera semi-seca presenta problemas en el proceso de aserrío tales como las torceduras, y rajaduras longitudinales, por lo que en algunos de los casos se pierde la troza en su totalidad, y en el peor de los casos se daña la maquinaria por atascamientos de las sierras.
- trozas secas: no se presenta ningún problema de importancia.

En nuestro caso, el proceso de aserrío se llevó a cabo con trozas ligeramente secas (el tiempo transcurrido desde el momento de su corta hasta el inicio del proceso de aserrío fue de 4 semanas).

Sería de gran importancia investigar aún más sobre el procesamiento en aserrío con trozas recién cortadas para comprobar si posee el mismo comportamiento que la especie de *Terminalia ivorensis*. De igual forma sería conveniente estudiar el comportamiento de las trozas secas en el proceso de aserrío, pero con el agravante de que deben evitarse las rajaduras por los extremos.

Los problemas de embotamiento de las herramientas de corte es otro factor que debe estudiar más, pues afecta negativamente la eficiencia del proceso de aserrío. En nuestro caso utilizamos sierras con una calza de carburo de tungsteno (Figura 3) que junto con la masa de aserrín solidifica formando un solo cuerpo con la sierra provocando el sobrecalentamiento de esta.

Entre las posibles soluciones que deben estudiarse, se encuentran:

- Utilizar este tipo de sierras con agua, que permite enfriar las sierras y por otro lavar el aserrín.
- Emplear sierras donde la traba sea aún mucho mayor que la usada en nuestro caso (0,6 mm) para permitir una mejor evacuación del aserrín producido.
- Efectuar pocos cortes en una troza, teniendo bloques de grandes dimensiones para luego secarlos y hacer el proceso de aserrío con madera seca. En este caso, el aserrín producido tendrá menos cantidad de agua y se evitaría la formación de una pasta (costra) entre el aserrín y el agua de la madera.
- La utilización de otro tipo de dientes, por ejemplo emplear sierras donde la troza obtenida sea por medio de recalado o bien por triscado. Por el tipo de diente utilizado en nuestro caso, la pequeña grada que existe entre la parte frontal del diente y el cuerpo de la sierra hace que el aserrín se vaya acumulando en ese espacio, provocando al cabo de cierto tiempo la solidificación del aserrín y la formación de “costras”. Con algunos de los métodos antes propuestos, se evitaría la acumulación de aserrín en esa parte ya que no existe esa pequeña grada entre la punta del diente y el cuerpo de la sierra (Figura 3).

## Conclusiones y recomendaciones

1. La *Terminalia amazonia* es propensa a sufrir rajaduras o reventaduras por los extremos de las trozas a los pocos días de estar almacenada, por lo que se deben tener los cuidados necesarios, tales como una buena rotación del inventario, la protección de las trozas o, bien, el establecimiento de sistemas que mantengan la humedad de las trozas tal como los aspersores de agua.
2. La mencionada especie permite tener almacenadas las trozas hasta 6 semanas sin sufrir ataques de hongos o insectos. Sería conveniente determinar, en futuras investigaciones, en qué momento comienzan a



presentarse estos problemas, con el fin de planificar un rotación del inventario en un aserradero donde se procese este tipo de madera.

3. El rendimiento obtenido con trozas de pequeño diámetro se considera normal, inclusive comparado con otras estudios llevados en este sentido.
4. El proceso de aserrío es llevado a cabo 4 semanas después de haber sido cortados los árboles; en este periodo se presentan tensiones que provocan una baja calidad de la madera aserrada. Es conveniente investigar el efecto de diferentes periodos de almacenamiento, periodos que correspondería a trozas recién cortadas y trozas casi en su totalidad secas con el fin de determinar el tiempo óptimo desde el momento en que se corta el árbol hasta que la troza es aserrada.

Alpízar, C. 1993. Características de la madera de 20 especies nativas de la región huetar norte. Documento del proyecto COSEFORMA. San José, Costa Rica. 88 pp.

Cordoba, R. y Moya, R. 1995. Evaluación de aserrío y trabajabilidad de madera de pochote (*Bombacopsis quinatum*) de ocho años de edad. Revista Forestal Centroamericana 12 (4):19-24 pp.

Encuentro regional sobre especies nativas de Costa Rica. Memoria del segundo encuentro regional sobre especies nativas de la zona norte y atlántica de Costa Rica. Heredia, Costa Rica. pp. 67-70.

Alfaro, J. 1992. Estudio tecnológico para determinar posibilidad de uso industrial en madera de raleo de *Gmelina arborea*. Práctica de especialidad, Departamento de Ingeniería en Maderas, ITCR. Cartago, Costa Rica. 127pp.

COSEFORMA, 1995. *Terminal ivorensis* "consideraciones de la especie". Boletín del Proyecto COSEFORMA. Costa Rica. 8 pp.

Dirección General Forestal, 1994. Boletín Estadístico Forestal 1993-1994. San José, Costa Rica. 35 pp.

## Bibliografía