

Serrano, Rafael. *Extracción de madera con bueyes y procesamiento con aserradero portátil de cinta. Tecnología en marcha*. Vol. 10, no. 3, 1990, p. 45-52.

## EXTRACCION DE MADERA CON BUEYES Y PROCESAMIENTO CON ASERRADERO PORTATIL DE CINTA<sup>(\*)</sup>

Rafael Serrano<sup>(\*\*)</sup>

### RESUMEN

*En el presente artículo se evalúa la posibilidad de utilizar parte de los residuos dejados por la explotación tradicional del bosque natural. Los resultados obtenidos son positivos y permiten recomendar la extracción de trozas con bueyes y el aserrado en el bosque. De esta forma se obtienen productos rentables de amplio consumo en el país. A su vez se logra un mejor aprovechamiento del recurso forestal, permitiendo abastecer el mercado nacional con menos área de bosque explotada. Esto alargaría la vida útil de este escaso recurso.*

Esta técnica amplía la utilización del recurso forestal, pues procesa madera que, de otra manera, se perdería al podrirse o ser quemada.

El esquema aquí propuesto, utiliza la tracción animal como tecnología bien adaptada para el arrastre de árboles con diámetros menores a 60 cm, con bajo costo de inversión.

Por otra parte, un aserradero portátil permite un buen rendimiento y la posibilidad de trabajar a la orilla del mismo bosque, disminuyendo los costos de transporte.

El proyecto se ejecutó en un bosque muy húmedo tropical de la región norte de Costa Rica (Chaparrón, San Carlos), en junio y julio de 1986.

### INTRODUCCION

Una buena opción para prolongar la vida de los bosques naturales es la aplicación de técnicas de extracción e industrialización que utilicen un mayor volumen de madera por hectárea. Esto se lograría aumentando el número de especies utilizadas y usando árboles de menores dimensiones. Lo anterior puede reducir la cantidad de hectáreas deforestadas para abastecer el consumo nacional.

En el presente estudio se evalúa la posibilidad de utilizar el volumen de madera dejado por la explotación tradicional haciendo el arrastre con bueyes y el procesamiento en el bosque con un aserradero portátil de cinta.

### REVISION DE LITERATURA

Las máquinas de aserrado se clasifican principalmente en tres grupos<sup>2</sup>:

- Sierras circulares (simples y múltiples)
- Sierras de cinta sin fin (verticales y horizontales)
- Sierras alternativas (simples y múltiples)

A su vez, los aserraderos pueden ser estacionarios, portátiles o semiportátiles y todos pueden ser reclasificados en dos categorías<sup>1</sup>:

- Aquellos en los cuales la troza está fija y la torre o elemento en donde se encuentra la sierra se desplaza en una dirección de doble sentido
- Aquellos en que la troza es móvil en un carro que se desplaza hacia la sierra que está en una posición fija.

\* Los datos referentes al inventario de madera y al comportamiento de los bueyes, fueron obtenidos por el Ing. William Cordero del Departamento de Ingeniería Forestal.

\*\* Profesor e investigador del Departamento de Ingeniería en Maderas del Instituto Tecnológico de Costa Rica.

Los aserraderos portátiles más comunes son de sierras de cinta horizontal, sierras circulares y sierras de cadena o motosierras. El aserradero portátil empleado en este proyecto es del tipo de sierra de cinta horizontal la cual se desplaza sobre la troza.

El equipo de aserrado que existe en Costa Rica en su mayor parte es estacionario. Los aserraderos de cinta sin fin representan el 81%, el resto son aserraderos circulares, sin embargo éstos solo procesan el 7,20% del consumo total<sup>6</sup>. En la mayor parte de los aserraderos, la troza es movida en un carro a través de la sierra que está fija. Por lo general los aserraderos circulares que existen en el país tienen un grueso de corte entre 6 y 9 mm, mientras que los aserraderos de cinta son de 3 a 4,50 mm, esto quiere decir que los aserraderos circulares generan el doble de desperdicio en aserrín que los de cinta.

Los aserraderos de cinta estacionarios aunque generen menor desperdicio que los circulares, se caracterizan por su alto costo de funcionamiento, de inversión y por su mayor dificultad de operación y mantenimiento.

Los aserraderos de cinta en nuestro medio tienen una capacidad de aserrado de trozas en forma económica, de 35 a 150 cm de diámetro; generalmente trozas de menor diámetro no se procesan a no ser de especies de alto valor comercial como laurel (*Cordia alliodora*), o ciprés (*Cupressus lusitanica*), y ha sido práctica común cobrar como mínimo una medida de 10 pulgadas al cuarto de circunferencia, lo que significa un diámetro de aproximadamente 33 cm.

Aproximadamente un 40% de estos aserraderos se encuentran ubicados en el Valle Central<sup>6</sup>, sin embargo su materia prima proviene en su mayoría de zonas relativamente lejanas (de 150 a 250 km). Esto genera elevados costos de transporte, ya que del costo promedio de las trozas puestas en un patio de aserradero<sup>3</sup> cerca de un 50% corresponde al transporte y alrededor de un 25% es costo de extracción (sistema tradicional con tractor de oruga). Estos costos tienen un efecto muy fuerte sobre los precios de la madera y ocasionan un sistema de explotación selectivo tanto en especies como en tamaño de trozas. Una solución interesante para disminuir estos problemas es probar opciones de trabajo que permitan reducir estos costos.

La cantidad de aserraderos portátiles en Costa Rica es pequeña (6 unidades), sin embargo en estos

momentos debido al agotamiento del bosque, se están desarrollando varias iniciativas de esta naturaleza o similar, con el fin de hacer un uso racional del recurso.

### Tracción animal

En Latinoamérica, el proceso de mecanización ha tenido avances significativos, a pesar de ello la tracción animal se ha mantenido latente y de esa manera ha sobrevivido en los últimos 20 años. Lo más importante es que se observa una nueva tendencia a tomar fuerza. En Costa Rica, por ejemplo<sup>2</sup>, como consecuencia de los elevados costos de la maquinaria e hidrocarburos, se ha producido un incremento en el uso de yuntas de bueyes en los sectores agrícola y forestal, además se están realizando proyectos de investigación tendientes a mejorar los sistemas tradicionales.

La tracción animal representa una fuente renovable de energía, adaptada fácilmente a las necesidades de los usuarios debido a que requiere bajos grados de especialización. Además mediante este sistema se produce una alteración mínima sobre el ambiente natural. En el arrastre, las pistas son angostas y requieren solamente cortar la vegetación presente, sin necesidad de hacer movimientos de tierra. Aún cuando los animales ejercen mayor presión sobre el suelo que las máquinas, el efecto que causan es mínimo pues el área que necesitan para su desplazamiento es menor. También por la baja velocidad a la que viajan, los daños que causan a otros árboles son mínimos y fácilmente evitables. Esto es importante sobre todo cuando se realizan explotaciones selectivas, se extraen productos de raleos o hay presencia de regeneración natural y árboles jóvenes que tienen potencial y deben protegerse.

La tracción forestal mediante bueyes presenta serias limitaciones en cuanto al tamaño de las trozas y las distancias de extracción. Una yunta de bueyes puede arrastrar trozas de hasta 60 cm de diámetro y de 4 m de largo (1 m<sup>3</sup>). La mayor producción se obtiene con distancias menores a 300 m, aunque con el uso de arcos, carretas,

escudos de arrastre, etc., estas distancias pueden ser aumentadas considerablemente.

## MATERIALES Y METODOS

### Descripción del área

El estudio se realizó en un área que había sido explotada anteriormente, por el método tradicional de extracción selectiva con tractor de oruga. El terreno presenta pendientes fuertes de hasta un 65%, con un promedio de alrededor de un 35%.

La información se recopiló en dos estratos diferentes del mismo tipo de bosque. En uno de los estratos, después de la explotación tradicional, se taló y quemó el bosque residual. En el otro estrato no se hizo ni tala ni quema; durante el estudio los árboles se cortaron conforme se iban extrayendo.

La extracción de la madera se hizo con una yunta de bueyes de aproximadamente 6 años de edad y 916 kg de peso. Para amarrar las trozas se utilizó un pedazo de cadena alrededor de la troza y de allí al yugo un mecate de cabuya de 2 cm de diámetro.

### Producción en arrastre

Para determinar la producción en el arrastre con bueyes, se llevó a cabo un estudio de tiempos y movimientos. Esta información se recopiló en ambos estratos, utilizando los métodos propuestos por Gibson y Rodenburg<sup>4</sup>. Los procedimientos se modificaron parcialmente para adaptarlos a esta condición específica.

### Producción en el aserradero

Los ensayos de aserrado se realizaron en el estrato de bosque que se taló y quemó. Se utilizó un aserradero portátil de banda de la marca Wood Mizer, modelo Lt-30 (Figura 1). Este aserradero puede aserrar trozas con diámetros de 10 a 76 cm. La sierra utilizada tiene un ancho de 32 mm y un grueso de 0,90 mm (1,60 mm a 2 mm) de grueso de corte o traba. El aserradero tiene un sistema de afilado incorporado, las trozas se suben al carro manualmente, utilizando un torno volteador "winche". El aserradero utiliza un motor principal de gasolina de 14 caballos de fuerza; tanto el motor como la



FIGURA 1. Aserradero portátil de cinta.

unidad se encuentran instalados en un trailer, esto permite su movilización de un sitio a otro.

Se utilizaron trozas con diámetros entre 20 y 60 cm que se encontraban volteadas. Se empleó un patrón de aserrado de cortes alternos opuestos para reducir el efecto de las tensiones de crecimiento. Los productos obtenidos fueron principalmente tablas de espesores entre 12 y 32 mm.

Se contó con un aserrador y un ayudante en forma permanente. Para la toma de datos se emplearon formatos previamente definidos. Este aserradero había sido empleado en un proyecto de investigación anterior, por lo que se aprovechó la experiencia generada para resolver con mayor facilidad situaciones de operación y dificultades de aserrado que se presentaron.

## RESULTADOS Y DISCUSION

En el Cuadro 1 se presentan los promedios de volumen determinados por cada estrato donde se recopiló información.

*CUADRO 1. Volumen promedio extraído por tipo de estrato.*

Estrato	m <sup>3</sup> /ha
1	41,62
2	76,45

El tipo de bosque para ambos estratos es el mismo, por lo tanto puede considerarse que la diferencia de volumen entre ambos, se debe a la volteo y quema que se hizo en el estrato 1.

El volumen (m<sup>3</sup>/ha) de madera promedio, en un bosque no intervenido de este tipo es de aproximadamente 130 m<sup>3</sup>, del cual se considera que alrededor de 80 m<sup>3</sup>/ha es potencialmente comercial<sup>3</sup>.

En el área donde se realizó el estudio se extrajo como volumen comercial 12,40 m<sup>3</sup>/ha, lo que representa un 9,50% del volumen total o lo que es lo mismo 15,50% del volumen comercial.

Estos resultados reflejan la magnitud de volumen no aprovechado que queda en el bosque, después de realizada la explotación tradicional.

## Tiempos y producción en arrastre

En el Cuadro 2 se presenta la información de tiempo para los diferentes elementos de un ciclo. La eficiencia en la operación fue de un 74,59% del tiempo programado de trabajo. Esto significa que se dan una serie de atrasos normales en la operación de la yunta de bueyes.

En el Cuadro 3 se presentan los valores promedio máximo y mínimo de los parámetros medidos en el campo. El rendimiento promedio en arrastre fue de 2,79 m<sup>3</sup>/hora, sin considerar el tiempo improductivo (74,59%) lo que da una producción efectiva de 2,08 m<sup>3</sup>/hora.

En relación con el desempeño por estrato, se observaron mejores condiciones para el arrastre en el estrato 2 o sea donde no se hizo tala ni quema, esto por cuanto los estorbos en las pistas de arrastre eran menores. Con el empleo del sistema tradicional de arrastre mediante cadena y trozas sin trompa, los bueyes pudieron abastecer adecuadamente al aserradero, incluso se estima que en condiciones más favorables de pendiente y distancias de arrastre no mayores a 200 m una yunta de bueyes puede abastecer 3 aserraderos.

## DESEMPEÑO EN EL ASERRADO

### Rendimiento

En el Cuadro 4 se presenta un resumen del estudio de rendimiento. El rendimiento promedio logrado en el aserrado fue de 69,44%, el cual se compone de un 52,09% obtenido del bloque central de la troza y un 17,35% de aprovechamiento de la zona exterior. Esta zona generalmente presenta madera más corta y a menudo es menos durable, pero su utilización es factible dándole algún tipo de tratamiento preservante. Este rendimiento sobre trozas residuales, es superior al promedio de rendimiento del aserrado convencional nacional (cercano al 50%) y es considerado muy bueno de acuerdo con datos reportados en países que utilizan maderas de pequeño diámetro.

CUADRO 2. Resumen estadístico de los elementos del ciclo al arrastrar madera con bueyes.

Número de ciclos:	156
Distancia promedio extracción:	139,18 m
Pendiente pista:	-5,07

Elemento	Minutos por ciclo	Tiempo total por elemento (min)	% Tiempo total programado
Viaje vacío	4,06	633,67	21,63
Amarre	2,17	338,96	11,57
Viaje cargado	6,84	1067,19	36,43
Soltar	0,93	145,26	4,96
Total tiempo productivo	14,00	2185,39	74,59
Atrasos:			
Por ciclo	2,76	430,66	14,70
Por día	2,01 <sup>1</sup>	313,93	10,71
Tiempo promedio programado	18,77	2929,98	100,00

1. Promedio obtenido del tiempo total de este elemento.

Por tipo de madera, los más altos rendimientos corresponden a: fruta dorada, botarrama, gavián y areno. En general estas especies presentan trozas bastante cilíndricas (excepto el gavián). Las especies de menos rendimiento fueron maría y jícaro.

En el maría, el bajo rendimiento fue motivado principalmente porque se aserraron las trozas más pequeñas (diámetro promedio 27,92 cm) y en cuanto al jícaro debido a que su albura es muy susceptible al ataque de hongos e insectos y al momento de

CUADRO 3. Valores promedio de la información recolectada en el campo.

PARAMETRO	PROMEDIO	MINIMO	MAXIMO
Diámetro troza (m)	0,41	0,22	0,61
Distancia extracción (m)	139,18	5,40	488,00
Pendiente pista (%)	-5,07	-21,00	14,90
Horas trabajo por día	3,89	2,14	5,48
Peso yunta bueyes (kg)	916,58	879,00	960,00
Volumen extraído por ciclo (m <sup>3</sup> )	0,45	0,10	0,94
Peso extraído por ciclo (kg)	404,39	77,40	822,94
Velocidad viaje vacío (m/min)	34,54	10,04	99,75
Velocidad viaje cargado (m/min)	22,47	1,02	72,35
Calidad pista	71,42	60,00	83,00
Densidad madera (kg/m <sup>3</sup> )	897,99	689,41	1218,05
Producción:			
m <sup>3</sup> /hora	2,79	0,24	12,26
kg/hora	2448,69	165,70	13411,80

CUADRO 4. Resumen del estudio de rendimiento por tipo de madera y promedio total.

Nombre común	Diámetro promedio (cm)	Largo (m)	F.R.M. bloque (%) *	F.R.M. total (%)
Areno	38,67	3,06	48,58	69,18
Botarrama	39,42	3,51	53,74	78,48
Cocobolo	36,00	3,57	40,53	78,40
Cucaracho	42,24	2,77	60,36	63,35
Fruta dorada	38,50	3,23	55,34	79,30
Gavilán	39,25	3,42	52,26	71,19
María	27,92	3,23	49,16	60,19
Jícaro	37,33	3,12	49,56	60,56
PROMEDIO**	37,30	3,22	52,09	69,44

\* Bloque: parte central de la troza

\*\* Incluye los datos por troza

F.R.M.: factor de rendimiento (recuperación) de la madera

aserrarlas esta parte de las trozas presentaba fuerte degradación.

En el Cuadro 5 se presentan varios resultados comparativos de importancia, que corresponden al presente estudio y a uno realizado anteriormente.

Mediante el estudio de tiempos se determinó que una troza promedio de 37,30 cm de diámetro y 3,22 m de largo se procesó en 52,73 minutos. El consumo promedio de madera en troza fue de 370 dm<sup>3</sup>/hora, dando una producción promedio de 257 dm<sup>3</sup>/hora de madera aserrada.

Dado que el aserradero utiliza dos operarios, resulta una productividad de 185 dm<sup>3</sup>/hora-hombre de madera en troza y de 128 dm<sup>3</sup>/hora-hombre de madera aserrada. Lo anterior significa que operando aproximadamente 1600 a 1800 horas por año este equipo puede consumir entre 600 y 666 m<sup>3</sup>/año de madera en troza, dependiendo de la combinación de maderas con que se opere.

Para determinar el tamaño óptimo de las trozas aserrables, se consideraron diferentes observaciones de campo y además se llevó a cabo un estudio de productividad de líneas de corte por minuto.

En general la mayor productividad de acuerdo con este parámetro es para las trozas entre 20 y 50 cm de diámetro. Se recomienda el aserrado de

trozas entre 20 y 60 cm para maderas suaves, entre 20 y 45 cm para maderas semiduras y entre 20 y 35 cm para maderas duras. En cuanto al largo se recomienda que éste sea entre 2,50 y 3,50 m, con el fin de evitar los problemas de tensiones de crecimiento presentes en estas maderas. Las longitudes menores deben estar de acuerdo con los diámetros menores.

Para determinar la calidad de los productos, se llevó a cabo un estudio de calidad dimensional utilizando la Norma oficial para la comercialización de madera en troza y aserrada en condición verde del Ministerio de Economía, Industria y Comercio, editada en 1981.

Como promedio se obtuvo un 81,53% de aceptación, se determinó una variación de  $\pm 2,2$  mm, con máximos de 5,20 mm. También se evaluó la calidad, empleando el método tradicional de clasificación en primeras, segundas y terceras; el resultado fue que el 96,82% (primeras y segundas) de la madera es utilizable en Costa Rica.

En general los datos presentados en el Cuadro 5, denotan claramente que en el presente proyecto se lograron mejores índices respecto del proyecto anterior. Esto se puede apreciar especialmente en la producción de madera aserrada con un 13,88% de incremento. Este cambio es debido a varias razones, como por ejemplo mayor experiencia y previsión de

CUADRO 5. Datos comparativos de dos experiencias de aserrío con el aserradero portátil de cinta.

Variables	1	2	% incremento o disminución
Rendimiento promedio (%)	67,37	69,44	3,07
Tiempo total de aserrío por troza (min)	57,47*	52,73**	-8,25
Consumo de madera en troza (dm <sup>3</sup> /hr)	335,00	370,00	10,44
Producción de madera aserrada (dm <sup>3</sup> /hr)	225,68	257,00	13,88
Productividad (líneas de corte/min)	0,43	0,50	16,28
Maderas utilizables en primeras y segundas (%)	95,00	96,82	1,91
Aceptación de acuerdo con norma oficial (%)	80,69	81,53	1,04

1 Corresponde a información recolectada en bosque natural y plantaciones en diferentes partes de Costa Rica, entre julio y octubre de 1985.

2 Información recolectada en Chaparrón de Pital. Junio 1986.

\* Tamaño de troza promedio: diámetro: 34,28 cm  
largo: 3,07 m  
volumen: 283 dm<sup>3</sup>

\*\* Tamaño de troza promedio: diámetro: 37,30 cm  
largo: 3,22 m  
volumen: 3,52 dm<sup>3</sup>

aspectos tanto logísticos como técnicos. También, se contó con un aserrador y ayudante permanentes, con mayor entrenamiento que les permitió resolver dificultades muy particulares del aserrado de las maderas tropicales. Estos aspectos plantean la necesidad de contar con bastante experiencia previa sobre el comportamiento de estos equipos para mejorar su uso.

#### Índice de rentabilidad

El análisis efectuado tomó en consideración los resultados promedios obtenidos durante el estudio. Se evaluó una unidad de producción conformada por una yunta de bueyes y un aserradero portátil.

La tasa interna de retorno determinada fue de 66,61% sobre las inversiones. El punto de equilibrio

resulta de un consumo de aproximadamente 300 m<sup>3</sup> de madera en troza.

#### CONCLUSIONES

La utilización de la tracción animal para la extracción de residuos de madera dejados por la explotación tradicional, permite una buena posibilidad para aprovechar este material.

El esquema evaluado de extracción de madera con bueyes y procesamiento con aserradero portátil, es una manera real de aumentar la utilización del bosque natural, para prolongar su vida útil.

El rendimiento en el aserrado de un 69,44%, es un buen índice del aprovechamiento logrado. A su vez, la unidad de producción permite obtener índices de rentabilidad muy satisfactorios.

## LITERATURA CONSULTADA

1. Bertrand, S. *Les principaux matériels de scierie mobiles ou semimobiles*-**Revue Bois et Forêt des Tropiques**. no. 175. p. 35-46. 1977.
2. Cordero, W. **Directrices para la extracción forestal con bueyes**. Lima: Proyecto de Manejo de Recursos Naturales de la Selva Central, 1985 Tropical Science Center-USAID. Contrato # 527-0240-C-00-4013-00. Informe Técnico TSC-020-C.
3. Flores, J. **Diagnóstico del sector industrial forestal**. San José: Editorial Universidad Estatal a Distancia, 1985. 116 p.
4. Gibson, D.F. y Rodenburg, J.H. **Time study techniques for logging systems analysis**. Utah: U.S.D.A. Forest Service. Intermountain Forest and Range Experimental Station, 1975. General Technical Report INT-25.
5. Ninin, Luc. *Recomendaciones para el aserrado de maderas tropicales*. **Tercer Seminario de Ingeniería en Maderas**. Cartago: Departamento de Ingeniería en Maderas, ITCR, 1983. p. 109-164.
6. Costa Rica, Ministerio de Recursos Naturales, Energía y Minas. **Censo de la Industria Forestal**. San José: MIRENEM, 1988.
7. Serrano, R. **Informe de visita de observación e intercambio científico a la División de Maderas del Instituto de Pesquisas Tecnológicas de Brasil**. Cartago, 1985. 11 p.
8. Serrano, R. **Aprovechamiento de los residuos del bosque natural y plantaciones con un aserradero portátil de banda**. 1986 (Informe final Proyecto de Investigación, sin publicar). 149 p.
9. Tuset, R.; Durán, F. **Manual de maderas comerciales, equipos y procesos de utilización**. Buenos Aires: Editorial Agropecuaria Hemisferio Sur, 1979. 688 p.