

RENDIMIENTO DE TROZAS ASERRADAS DE *Cedrelinga cateniformis* Ducke OBTENIDAS DEL RALEO SILVICULTURAL DE PLANTACIONES EN JENARO HERRERA, LORETO – PERÚ

Federico Yepes Alza¹ y Carlos Linares Bensimón²

RESUMEN

Con el propósito de determinar el rendimiento al aserrío de la especie *Cedrelinga cateniformis* Ducke “tornillo” se midió el volumen de 412 trozas antes del aserrío y su conversión en tablas aserradas. La madera fue obtenida del raleo silvicultural en plantaciones de 31 y 33 años establecidas en el Centro de Investigaciones Jenaro Herrera, en el departamento de Loreto. El rendimiento fue estimado como el cociente entre el volumen aserrado y el volumen de la troza.

En las plantaciones experimentales 202, 204, 209 y 210 el volumen promedio de troza fue 0.24 ± 0.04 , 0.26 ± 0.04 , 0.30 ± 0.03 y 0.28 ± 0.03 m³ y se obtuvieron rendimientos del 29.2%, 27.2%, 31.2 % y 31.9% respectivamente. Por lo tanto, los residuos (canteras, recortes y aserrín) obtenidos durante el proceso del aserrío fue alto (70%), contribuyendo a estos, la presencia de trozas con pudrición medular (3-8%) y rajaduras (1-9%).

PALABRAS CLAVE: Rendimiento, aserrío, *Cedrelinga cateniformis*, tornillo, plantaciones

YIELD OF SAWN LOGS OF *Cedrelinga cateniformis* FROM SILVICULTURAL THINNING OF PLANTATIONS IN JENARO HERRERA, LORETO – PERU

ABSTRACT

In order to determine the efficiency of sawing *Cedrelinga cateniformis* Ducke “tornillo”, we measured the volume of 412 pieces before sawing and after conversion into boards. The wood was obtained from the silvicultural thinning in 31 and 33 year old plantations, established in the Jenaro Herrera, Research Centre, in the Department of Loreto. The efficiency was estimated as the ratio between the volume of sawn wood and the bole volume.

In the experimental plantations 202, 204, 209 and 210 the mean volume per trunk was 0.24 ± 0.04 , 0.26 ± 0.04 , 0.30 ± 0.03 y 0.28 ± 0.03 m³ and we obtained efficiencies of 29.2%, 27.2%, 31.2 % y 31.9% in the four plantations. However, the percentage of waste materials (bark, side pieces, sawdust) obtained during the sawing process was high (70%), and included the presence of pieces with heartrot (3-8%) and splits (1-9%).

KEYWORDS: Efficiency, sawing, *Cedrelinga cateniformis*, tornillo, plantations

¹ Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. 094 Iquitos Perú fyepes@iiap.org.pe

² Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. clinares@iiap.org.pe

1. INTRODUCCIÓN

El continuo desarrollo de información y tecnología en el manejo de plantaciones forestales tienen por finalidad incrementar los conocimientos en diferentes especies para el impulso del sector forestal en la Amazonia Peruana. El reconocimiento de los aportes económicos, sociales, culturales y ambientales de las plantaciones forestales ha aumentado considerablemente en los últimos años a nivel mundial.

En el sector forestal del Perú se sigue adoleciendo de escasa inversión, participación relativamente pequeña en el empleo y los ingresos nacionales; por lo que los responsables de las decisiones asignan baja prioridad en comparación con otros sectores (Plan Nacional de Reforestación, 2005).

Los ensayos de tornillo fueron establecidos en el Centro de Investigaciones Jenaro Herrera (CIJH) entre los años de 1971 a 1988 en fajas de enriquecimiento y campo abierto, en áreas no inundables de la Amazonia Peruana. Según Claussi *et al.* (1992), *C. cateniformis* requiere de suelos con buen drenaje, como lomas y laderas. Es una especie considerada promisoriosa para el establecimiento en plantaciones en áreas deforestadas de la Amazonia del País.

Los conocimientos referentes a los rendimientos en el aserrío de madera proveniente de raleos silviculturales de plantaciones forestales en la Amazonia son limitados. Los estudios han sido realizados principalmente con madera proveniente del aprovechamiento de árboles en bosques naturales. En estos casos el rendimiento del aserrío de trozas con diámetro medio de 60 cm varía de 45-75%. Cuando se procesa madera de raleos con diámetro medio de 15 cm, apenas alcanza rendimientos de 30 a 35% (Serrano, 1991).

El término rendimiento se refiere a la relación entre el volumen de madera rolliza (trozas) y el volumen de madera aserrada (tablas). Este término también es conocido como coeficiente de aserrío o factor de recuperación de madera aserrada (FRM) y constituye un indicador de la tasa de utilización en el proceso de aserrío (Quirós, 1990). Entre los factores principales que afectan el rendimiento destacan el diámetro y forma de las trozas a procesar, la clase de madera y su calidad, el patrón de corte y el tipo de sierra empleada para transformar la materia prima. Conforme se reduce el diámetro de las trozas disminuye el rendimiento (Serrano, 1991).

El objetivo del presente estudio fue determinar el rendimiento en el proceso de aserrío de trozas de tornillo obtenida de los árboles raleados de las plantaciones.

2. MATERIAL Y MÉTODO

ÁREA DE ESTUDIO

Los ensayos de plantaciones forestales del estudio se encuentran ubicados en el Centro de Investigaciones Jenaro Herrera (CIJH), estación experimental del Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana (IIAP). El CIJH se encuentra a 2,5 km al este del poblado de Jenaro Herrera (4°55' S, 73°44' E), perteneciente al distrito de Jenaro Herrera, provincia de Requena, departamento de Loreto.

La precipitación promedio anual de Jenaro Herrera fue de 2 730 mm durante un periodo de observación realizado entre 1972 y 1994. El mayor valor de precipitación se reporta durante el mes de Abril (294 mm) y el de menor durante el mes de julio (155 mm). La época más lluviosa ocurre entre octubre y mayo (más de 200 mm mensuales) y la época menos lluviosa entre junio y setiembre. La temperatura media anual durante el periodo 1972-1994 fue de 26,9°C. Los promedios de las temperaturas mínima y máxima son de 21,1°C y 32,6°C respectivamente. La mayor temperatura se registra durante los meses de setiembre y octubre (33,3°C en ambos casos) y las menores en julio y agosto (19,1°C y 20,1°C, respectivamente) (Otárola *et al.*, 2001).

Las plantaciones investigadas se localizan en terraza alta, la que se muestra como una extensa llanura, cruzada por depresiones suaves de 6 a 12 m de profundidad y de 10 a 300 m de ancho. Son recorridos por quebradas que forman meandros y laderas con pendientes que superan el 10% (López Parodí y Freitas, 1990). Las plantaciones fueron instaladas sobre suelos amarillos - anaranjados de las llanuras y laderas de terraza alta, se caracterizan por ser fuertemente ácidos (de 3,9 a 4,6 de pH) y ostentar una textura que va de franco - areno - arcilloso a arcillo - arenoso sin fragmentos gruesos. Asimismo, estos suelos presentan una estructura granular con intensa presencia de raíces que penetran hasta una profundidad que oscila entre 60 y 70 cm, por debajo de la cual la estructura se transforma en masiva. Algunos suelos presentan un horizonte superior grisáceo bien desarrollado (Claussi *et al.*, 1992).

SELECCIÓN DE ÁREAS EXPERIMENTALES

Y ESPECIE

El estudio se realizó con trozas provenientes de los árboles extraídos del tornillo de las plantaciones forestales de los campos experimentales Cañal y Laurent. Los árboles eliminados fueron aquellos con inadecuado distanciamiento, enfermos, podridos y muertos; con copas recesivas, suprimidas y mala conformación; y fustes dañados y deformes.

Las plantaciones 202, 204, 209 y 210 fueron

seleccionadas (Tabla 1) en base a la implementación del Plan de Intervención Silvicultural (Rojas, 2004) de las plantaciones del CIJH en el año 2006.

Tabla 1. Código, fecha de establecimiento, distanciamiento y calidad de sitio de las plantaciones en estudio en Jenaro Herrera.

CÓDIGO PLANTACIÓN	FECHA DE ESTABLECIMIENTO	DISTANCIAMIENTO (m)	CALIDAD SITIO
202	12/1973	2 x 3	Media
204	12/1973	4 x 2	Media - alta
209	06/1974	4 x 2	Alta
210	03/1975	4 x 2	Alta

OBTENCIÓN DE TROZAS

En total, se procesaron 412 trozas correspondientes a las cuatro plantaciones en el año 2006. Se obtuvieron 100, 101, 117 y 94 trozas de las plantaciones 202, 204, 209 y 210 respectivamente. El diámetro medio de las trozas procesadas varió entre 20 y 60 cm. La cantidad de trozas se encuentran dentro de las normas COPANT que sugiere un máximo de 120 trozas y un mínimo de 10 para este tipo de estudios (Quirós *et al.*, 2005).

SISTEMA DE PROCESAMIENTO Y

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA MÁQUINA DE ASERRÍO

El proceso de aserrío consta de una serie de operaciones que van desde que las trozas son colocadas sobre la sierra, hasta que son convertidas en madera aserrada como tablas, tablonés, vigas y otros.

Para el aserrío de las trozas se utilizó una adaptación de aserradero portátil de fabricación local con sierra cinta sinfin horizontal, marca Douglas. La sierra de cinta de corte es de 1.0 mm de ancho, 1 1/4" de espesor y 4 m de longitud. La máquina consta de dos volantes (fija y móvil) de 18 pulgadas de diámetro y esta habilitada para procesar trozas de hasta 30 pulgadas de diámetro y 15 pies de largo, con una productividad entre 1500 a 2000 pt por turno de 8 horas.

La estructura del aserradero se desliza sobre dos rieles, los mismos que sirven para colocar en forma manual las trozas para el corte. El avance del corte es manual, el operador empuja el cabezal de poder, ejecutando el corte por el extremo más delgado (donde indica el código de la troza), obteniéndose tablas las cuales son recibidas, transportadas y estibadas manualmente según las dimensiones y calidades en el patio de acopio.

REGISTRO DE LA INFORMACIÓN

La condición de las trozas fueron definidas de la siguiente forma: sanas, es decir sin ninguna clase de ataque; trozas con presencia de ataque de la enfermedad conocida como pudrición medular causada por hongos y trozas con rajaduras, producto de las tensiones del crecimiento en la madera rolliza.

Cada troza que ingresó al patio fue marcada con un código de identificación en el extremo más delgado, para el control y seguimiento en las diferentes etapas del procesamiento. De igual modo, las tablas obtenidas fueron codificadas en la superficie.

La medición de la longitud de la troza se realizó en metros, así como los diámetros con corteza en el extremo mayor y menor. Luego del aserrío se registraron las medidas de cada tabla: ancho y espesor en pulgadas y largo en pies; para su respectiva cubicación (Quirós *et al.*, 2005).

Se obtuvieron como productos tablas comerciales cuyas medidas variaron en ancho de 8 a 10 pulgadas, espesor de 1 a 2 pulgadas y largo de 7 pies. Según Tropical Forest Consultores, (2004) define las medidas de madera comercial: 2-3-4" de espesor, 5" a más de ancho y más de 6' de longitud.

CUBICACIÓN DE MADERA EN TROZAS Y

ASERRADA

Madera rolliza (trozas)

Para determinar el volumen de las trozas se aplicó la fórmula de Smalian (Sistema Métrico), ya que considera el promedio de los diámetros mayor y menor registrado de la troza y la longitud de la misma (Chávez y Guillén, 1997).

$$\text{Fórmula de Smalian } V = 0.7854 \times \frac{(D + d)^2}{2} \times L$$

Donde:

V = Volumen en m³

D = Diámetro mayor (m)

d = Diámetro menor (m)

L = Longitud (m).

Madera aserrada (tablas)

Para determinar el volumen de las tablas se aplicó la siguiente fórmula

$$V = (L \times A \times E) / 12$$

Donde:

V = Volumen en pies tablares

L = Longitud de la tabla en pies
A = Ancho de la tabla en pulgadas
E = Espesor de la tabla en pulgadas.

Considerando que el volumen en tablas generalmente se obtiene en pies tablares se transforma el volumen en pies tablares a metros cúbicos utilizando el factor: $1 \text{ m}^3 = 424 \text{ pies}$.

DETERMINACIÓN DEL RENDIMIENTO

Para determinar el rendimiento en porcentaje, se utilizó la siguiente relación.

$$R = \frac{\text{Volumen madera aserrada en m}^3}{\text{Volumen madera rolliza en m}^3} \times 100$$

3. RESULTADOS

CONDICIÓN DE LAS TROZAS

De las trozas obtenidas en las plantaciones raleadas, entre el 87 a 91% fueron sanas y una reducida cantidad presentaron ataque de hongos causantes de la pudrición medular (3 a 8%). Las trozas con rajaduras, producto de las tensiones del crecimiento en la madera rolliza representaron sólo entre el 1 a 9%. En la figura 1 se presenta la relación de la condición de las trozas por plantaciones.

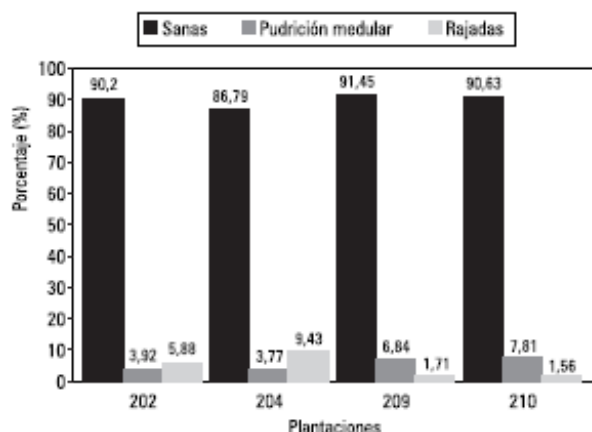


Figura 1. Relación de la condición de las trozas: sanas, pudrición medular y rajadas en el Centro investigaciones Jenaro Herrera.

VOLUMEN DE TROZAS Y TABLAS

El volumen promedio de madera de trozas varió entre 0.24 y 0.30 m^3 y de madera aserrada entre 0.06 y 0.10 m^3 . El volumen promedio obtenido fue de 0.24 ± 0.04 , 0.26 ± 0.04 , 0.30 ± 0.03 y 0.28 ± 0.03 en las plantaciones 202, 204, 209 y 210 respectivamente (figura 2).

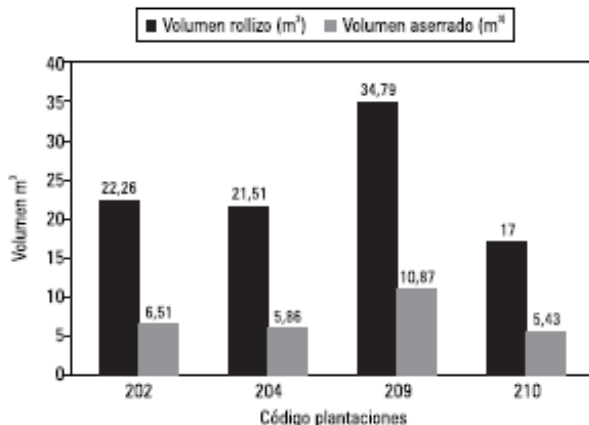


Figura 2. Volumen de madera rolliza y madera aserrada para *Cedrelinga Cateniformis* (Ducke) para cada plantación del Centro Investigaciones Jenaro Herrera.

RENDIMIENTOS DE LA MADERA

El rendimiento obtenido del aserrío de trozas de las plantaciones 202, 204, 209 y 210 fue de 29.22%, 27.23%, 31.25 % y 31.94%, respectivamente. Se obtuvieron los mayores porcentajes de rendimiento en el rango de la clase 40 – 49 cm de diámetro, reduciéndose los valores en las clases con menores rangos diamétricos (Tabla 2).

Tabla 2. Rendimiento por clase diamétrica obtenida en las plantaciones intervenidas del Centro investigaciones Jenaro Herrera.

PLANTACIÓN	CLASE DIAMÉTRICA				RENDIMIENTO TOTAL (%)
	10 - 19	20 - 29	30 - 39	40 - 49	
202	27.03	28.23	31.28	34.24	29.22
204	17.78	28.42	31.75	33.46	27.23
209	26.67	30.05	30.37	36.61	31.25
210	27.44	32.71	31.23	32.12	31.94

RESIDUOS DE LA MADERA

De la diferencia entre la madera rolliza (trozas) y aserrada (tablas) se determinó la cantidad de residuos (canteras, recortes y aserrín), cuyos valores variaron entre 68 - 72%. La presencia de trozas con pudrición medular y con rajaduras, contribuyeron al bajo rendimiento de madera aserrada.

4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN

En el caso de *Cedrelinga cateniformis*, en trozas con el mismo diámetro y menor longitud se tuvieron rendimientos menores (17-27%) en comparación con otros estudios, por ejemplo con el uso de aserraderos de sierra de cinta de características técnicas similares a

las de este estudio en Costa Rica, Serrano (1991) reporta rendimientos de 30 a 35% para trozas de raleos de plantaciones con 15 cm de diámetro y 2,5 m de longitud. Asimismo para raleos de plantaciones de 6, 7 y 8 años de las especies *Gmelina*, *Acacia* y *Terminalia* con diámetros medios 18.4, 21.7 y 28.7 cm se obtuvieron rendimientos del 39%, 30% y 27% respectivamente (Quirós *et al.*, 2005).

En el caso del aserrío de trozas en diversas especies provenientes de bosque natural de la amazonía, con diámetro medio de 60 cm, el rendimiento varía entre el 45 % a 75% en promedio (Chávez y Guillen, 1997; Morales *et al.*, 2004). La tendencia de la distribución determinada establece que conforme aumentan los diámetros de las trozas incrementan el valor del rendimiento. En el caso de de tornillo en plantaciones, se determinó que los mayores porcentajes de rendimiento se encuentran en el rango de la clase 40 – 49 reduciéndose los valores en las clases inferiores. Esta relación ratifica el efecto inverso del diámetro de las trozas sobre el factor de recuperación de la madera aserrada (Serrano, 1991).

El ataque de patógenos fúngicos causantes de la enfermedad conocida como “pudrición medular” y las rajaduras producto de tensiones del crecimiento en la madera rolliza, constituyeron causas que disminuyeron el rendimiento al procesar las trozas de madera.

Es necesario realizar estudios del contenido de humedad propicio para el aserrío con tornillo para reducir las rajaduras. COSEFORMA (1995) citado por Quiros *et al.*, (2005) menciona que las trozas presentan problemas de tensiones mínimas cuando se realiza el corte a pocas horas de tumbada la madera o bien cuando se encuentra complementemente seca. Lo contrario ocurre con madera semi-húmeda, donde se produce rajaduras. En la plantación 209, Claussi *et al.* (1992) reporta árboles entre 5 y 7 años de edad la presencia de un hongo y se manifiesta en una pudrición cada vez más pronunciada en la base del fuste y se propaga de un árbol a otro por las raíces y mató 3% de los individuos. En trozas sin problemas sanitarios y de largos similares, el rendimiento se incrementa a medida que su diámetro es mayor (Fresard, 1977; Kuncar, 1978).

Los valores del rendimiento obtenido del aserrío de trozas de tornillo proveniente del raleo silvicultural, en general es menor a los otros los estudios. Probablemente pueden estar influenciados por el irregular manejo silvicultural en las fases iniciales y mantenimiento de las plantaciones, ocasionaron un limitado desarrollo de los fustes y copas de los árboles. En la sistematización que realizó Claussi *et al.* (1992) reporta mantenimientos irregulares, así como la aplicación de raleos en tornillo de diferentes

intensidades sólo en la década del 70 y 80. Asimismo, Rojas (2004), reporta la remoción de un total 5,651 árboles de varias especies, siendo 3,429 árboles de tornillo por su condición de indeseables (inadecuado distanciamiento y mala conformación de copa y fuste), ambos estudios realizados en Jenaro Herrera.

Con la aplicación del raleo silvicultural en plantaciones de *Cedrelinga cateniformis* con más de 30 años de edad se obtuvieron rendimientos del 28 a 32% a partir de trozas en un aserradero de cinta. La presencia de la pudrición medular y las rajaduras contribuyeron a la disminución de los valores obtenidos. Se ratifica la tendencia de la distribución que conforme aumentan los diámetros de las trozas incrementan los valores de los rendimientos.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA. 1989. Manual para la determinación de rendimientos y costos de faena de producción de los sistemas de árboles de uso múltiple (Informe interno) Ed. Por C. Reiche. Turrialba, C.R. 62 p.
- CHÁVEZA., GUILLÉNA. 1997. Estudio de rendimiento, tiempos y movimientos en el aserrío. Manual Práctico. Documento Técnico BOLFOR 62/1997. Santa Cruz, Bolivia. 1997. 29 p.
- CLAUSSI, A.; MARMILLOD, D.; BLASER, J. 1992. Descripción silvicultural de las plantaciones forestales de Jenaro Herrera. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. Iquitos (Perú): Centro de Investigaciones Jenaro Herrera. 334 pp.
- CRUZ BOLAÑOS, J. 1998. Rendimiento de aserrío industrial de madera en rollo, de la caoba (*Swetenia macrophylla* King). Investigación inferencial. Petén, Guatemala. 38 p.
- KUNCAR, N. 1978. Aprovechamiento de trozas y evaluación de la calidad dimensional del producto en procesos de aserrado de pino. Tesis Ingeniería Forestal. Universidad de Chile. 89 p.
- LÓPEZ-PARODI, J.; FREITAS, D. 1990. Geographical aspects of forested wetlands in the lower Ucayali, Peruvian Amazon. *Forest Ecology and Management* 33/34(1-4): 157-168.
- OTÁROLA E., FREITAS L., LINARES C., BALUARTE J. 2001. Estimación de la calidad de sitio mediante índices de sitio para *Cedrelinga cateniformis* Ducke (tornillo) en plantaciones de Jenaro Herrera, Loreto (Perú). *Folia Amazónica* 12 (1-2)-2001 39 IIAP.
- QUIROS R., CHINCHILLA O., GÓMEZ M. 2005. Rendimiento en aserrío y procesamiento primario

de madera proveniente de plantaciones forestales
Agronomía Costarricense año/vol. 29 número 002.
Universidad de Costa Rica. San Jose de Costa
Rica. pp 7-15.

ROJAS, R. 2004. Plan de intervenciones silvicultu-
rales para las plantaciones de Jenaro Herrera.
Informe Técnico. IIAP. Iquitos. Perú. pp 142.