

## CUANTIFICACION DE RESIDUOS DE LUPUNA EN LA INDUSTRIA DE CONTRACHAPADO

Leticia Guevara S. \*

Tedy Tuesta T. \*\*

---

### RESUMEN

Con la finalidad de proponer usos alternativos de los residuos de laminado, se efectuó una evaluación en Maderas Laminadas S.A. Pucallpa, Ucayali. Se cuantificaron los volúmenes de residuos de lupuna (*Chorisia integrifolia*) y se evaluaron los defectos que influyen en el rendimiento. Mediante un muestreo piloto, y con un error permisible de 8%, se obtuvo una muestra de 55 trozas. Los residuos de descortezado se calcularon en base a la diferencia en el volumen de la troza con y sin corteza; los residuos por despuntado y los polines se calcularon por el volumen del cilindro; los residuos de redondeo calculados por la diferencia en el volumen de cada troza antes y después del redondeo; los residuos del cizallado determinados por la diferencia entre el volumen de residuos acumulados hasta la cizalla y el debobinado; las pérdidas de contracción, calculadas por la diferencia en el volumen antes y después del secado. Los principales residuos son: recortes por cizallado, 17.2% polines, 10.8% corteza, 9.5%; residuos por redondeo 8.3%; despuntado, 6.9%; merma por contracción, 5.1%; otros, 2.4%. También se determinaron las dimensiones promedio de los residuos. La frecuencia en los defectos de las trozas es como sigue: médula excéntrica, 76%; defectos de forma, 76; grietas, 69; nudos, 62 y ataque de hongos, 40. Para establecer la relación entre el diámetro y el volumen de trozas respecto al volumen de residuos y volumen útil de láminas se seleccionaron tres ecuaciones de regresión logarítmica. Se concluye que estadísticamente el volumen de residuos y el volumen útil de láminas están altamente correlacionados con el diámetro y volumen de troza. Además las ecuaciones logarítmicas determinadas se aceptan como significativas a niveles de 0.05 y 0.1

---

\* Investigadora CRI-IIAP

\*\* Investigadora CRI-IIAP.

## 1. INTRODUCCION

Una de las principales líneas de producción de la industria maderera nacional es el contrachapado. Alrededor del 10% del volumen rollizo procesado anualmente se destina a la fabricación de contrachapado. Actualmente, con la apertura del mercado de exportación, esta industria está creciendo notablemente, incrementándose los volúmenes de producción e instalándose nuevas plantas, las que demandan volúmenes de materia prima cada vez mayores.

La fabricación de contrachapado se caracteriza, entre otros, por el bajo rendimiento de la materia prima. Debido a la serie de etapas de procesamiento mecánico requeridas, a defectos en la madera rolliza y a otros factores derivados del estado de la maquinaria y equipos, se producen volúmenes considerables de residuos sólidos y aserrín.

Con la finalidad de proponer usos alternativos para los residuos se efectuó una evaluación en la planta de producción de contrachapado de Maderas Laminadas S.A., ubicada en Pucallpa, Ucayali. Inicialmente se efectuó una evaluación piloto para determinar la variabilidad del diámetro. Con un error permisible del 8% se calculó una muestra de 55 trozas, con un volumen de 173 metros cúbicos. Se determinaron los residuos generados en las fases del preparado de trozas (despunte y descortezado) y en el redondeo, volúmenes de polines, recortes en cizalla, pérdidas por contracción volumétrica y otros menores. También se efectuó el análisis de la regresión estableciéndose el grado de correlación entre el diámetro de troza y volumen de residuos, y éste con volumen útil de láminas.

## 2. REVISION DE LITERATURA

Según investigaciones efectuadas por FAO (1978) los residuos de la transformación mecánica de la madera han crecido tanto en volumen como en valor, constituyendo valiosa materia prima para la industria de tableros aglomerados y de pulpa. El volumen de residuos generados en la fabricación de contrachapado alcanza proporciones considerables, alrededor del 60%. Screwe (1981) sostiene que en Pucallpa el rendimiento en contrachapado es de 44%; generándose 56% de residuos sólidos y aserrín. En un estudio orientado a determinar volúmenes de residuos de la transformación mecánica de la madera para

uso en generación de energía eléctrica, Otero (1985) estima en base a un muestreo un índice de residuos de contrachapado de 64%. En base a las estadísticas de producción de Ucayali, se calcula que en 1991 se han producido 13,000 metros cúbicos de residuos de contrachapado. Asimismo Sánchez (1984) estudiando el proceso de fabricación de contrachapado de lupuna, determina un volumen de residuos del 62%. Con madera de capinurí (*Clarisia* sp.) Quinteros (1981) determina 67% de residuos, de los que 61% se origina durante el debobinado (incluidos polines centrales y cizallado).

FAO (1976) opina que el rendimiento depende de la calidad de la madera rolliza y de la tecnología. En efecto, la presencia de nudos, rajaduras, grietas, médula excéntrica, ahusamiento, presencia de hongos e insectos, orientación del grano, etc., influye en la calidad de las láminas y en el porcentaje de volumen aprovechado. El diámetro de las trozas incide decisivamente en el rendimiento. El diámetro mínimo de la troza debe ser 0.45 m; el máximo depende del diámetro del torno. Incluyendo el acondicionamiento de la troza antes del debobinado, básicamente el descortezado y lavado para eliminar impurezas inorgánicas, el tratamiento térmico (inmersión en agua caliente o vaporización para eliminar sílice) influyen notablemente en el rendimiento de la materia prima y en la calidad del laminado, afirma Ríos (1983). Las características de los equipos de procesamiento, tales como el ángulo del bisel de la barra de presión, el espesor de las láminas, estado de la barra de presión y del afilado de la cuchilla, condiciones y duración del secado (temperatura y velocidad de avance), condiciones de ensamblado y de prensado (temperatura, presión, tiempo, manejo, etc.) considera French de mucha importancia e incidencia en la generación de residuos de contrachapado.

En la Consulta Técnica de TECNOFOREST (1980) se propuso la utilización de residuos como combustible para calderos de vapor o motores generadores de energía eléctrica. Otros proponen utilizarlos en la fabricación de pequeños objetos de madera con valor ornamental. En nuestro país los residuos de contrachapado casi no tienen aplicación práctica. Algunos son destinados a la caldera, los recortes de cizalla se usan para fabricar "esteras", los polines se comercializan para aserrío.

### 3. MATERIALES Y METODOS

#### LUGAR

El estudio se realizó en la planta de producción de contrachapado de MADERAS LAMINADAS S.A., ubicada en la Av. Salvador Allende

s/n Pucallpa-Ucayali, en el marco del Proyecto "Adecuación de Tecnología para la utilización de residuos" que ejecuta el Convenio IIAP-INIA.

### **MADERA**

La evaluación de residuos de contrachapado se efectuó en madera de lupuna, que constituye el 90% de la producción de Ucayali.

### **MAQUINARIA Y EQUIPOS DE PLANTA**

Torno con tres motores eléctricos

Tecla de 5 tm

Polipasto con dos motores y dos cuchillas

Motosierra

Caldero de fluidos térmicos

Afiladora

Montacarga

Secadero con 10 ventiladores, 2 motores de enfriamiento de vapor, tres pisos de rodillos vivos, longitud total de 27 m., capacidad de secado 2,3 metros cúbicos por hora.

Secadero con 14 ventiladores, 2 motores de enfriamiento de vapor, tres pisos de illos vivos, longitud total de 20 m., capacidad de secado 2 metros cúbicos por hora.

### **EQUIPOS DE MEDICION Y PROCESAMIENTO DE DATOS**

Cintas métricas

Calibrador milimétrico

Computador Pc

Detector de humedad

Calculadora electrónica

## **4. METODOS Y PROCEDIMIENTOS**

### **IDENTIFICACION DE LA MADERA**

La madera fue identificada en el laboratorio de anatomía de la madera de la EE Pucallpa INIA por el método de anatomía comparada.

### **TAMAÑO DE LA MUESTRA**

A fin de determinar la variabilidad del diámetro, se hizo un muestreo piloto con 12 trozas tomadas al azar. Con un error permisible del 8%, se calculó el tamaño de muestra como sigue :

$$n = (CV)^2 t^2 / E^2$$

donde :

n es el tamaño de la muestra

CV es el coeficiente de variación del diámetro

t es el número de grados de libertad ( $p = 0.05$ )

E es el error permisible

### **DIMENSIONES DE LAS TROZAS**

Las trozas presentaban un diámetro de 1.17 m. con un mínimo de 0.70 y un máximo de 1.76. La longitud promedio fue de 2.86 m. con un mínimo de 2.72 y máximo de 3.0 m.

### **CLASIFICACION DE TROZAS**

Se tomó como referencia la clasificación propuesta por Sánchez (1984). La clase A corresponde a trozas de médula céntrica, de forma cilíndrica, sin grietas, rajaduras, acebolladura ni nudos; libres de ataque de hongos e insectos. La clase B permite trozas de médula excéntrica, forma irregular en la punta, con grietas, rajaduras, acebolladura y nudos, presencia de hongos, incluso en la médula y de ataque de insectos.

### **PROCESAMIENTO MECANICO**

Las trozas fueron despuntadas dimensionándose a 2,65 m. El laminado se efectuó en trozas con un diámetro máximo de 1,52 m. Para dar el dimensionamiento en el ancho y eliminar defectos, se efectuó el cizallado.

## **SECADO**

La alimentación y recepción de láminas fue manual. La temperatura inicial fue de 110°C., la final de 190°C. La velocidad de avance fluctúa entre 0,4 y 1,0 m/min.

## **CALCULO DE RESIDUOS**

Se determinó el volumen de los siguientes residuos :

Residuos por descortezado, determinado por la diferencia entre el volumen de troza con y sin corteza.

Residuos de despunte, determinado en el diámetro promedio del despunte, la longitud y una constante (0,7854).

Residuos por redondeo, determinado por la diferencia entre el volumen de la troza antes y después del redondeo.

Polines, determinado por el volumen geométrico del cilindro.

Residuos por cizallado, determinado por la diferencia entre el volumen de residuos acumulados hasta la cizalla y el debobinado.

Pérdida por contracción determinado por la diferencia de volumen antes y después del secado.

Otros residuos, recortes por debobinado, tableros desechados por defectos de manipuleo, calculados por el volumen geométrico y afectado por factor de forma correspondiente.

## **ANALISIS DE REGRESION Y DE LA VARIANCIA**

Se establecieron cuatro variables: diámetro de troza, volumen de troza, volumen de residuos y volumen útil de láminas.

Se seleccionaron cuatro modelos de regresión: lineal, cuadrática y dos logarítmicas, de la forma  $\log. y = a + bx$ ;  $\log y = a + b \log x$ .

Se estudió la correlación entre el volumen de troza y el volumen de residuos; diámetro de troza y volumen de residuos; volumen de troza y volumen útil.

Se eligió el modelo de regresión de mejor ajuste de acuerdo a los valores máximos del coeficiente de correlación y a los valores mínimos de CME. El ANVA indica el grado de significancia de los modelos de regresión elegidos.

## 5. RESULTADOS

**Cuadro 1**  
**Defectos en trozas de lupuna**

DEFECTOS	FRECUENCIA %
Excentricidad	76,4
Forma	76,4
Grietas	69,1
Nudos	61,8
Ataque de hongos	40,0
Hongos en la médula	34,6
Curvado	34,6
Ataque de insectos	21,8
Acebolladura	20,0
Pudrición	18,2
Bajaduras	9,1

**Cuadro 2**  
**Principales residuos de laminado**

RESIDUOS	VOLUMEN	
	m3	%
Recortes por cizallado	0,43	17,2
Polines	0,27	10,8
Cortezas	0,30	9,5
Redondeo	0,21	8,3
Despunte	0,22	6,9
Merma por contracción	0,13	5,1
Otros	0,06	2,4

**Cuadro 3**  
**Dimensiones de residuos (cm)**

RESIDUOS	ESPEJOR	ANCHO	LONGITUD	DIAMETRO
Recortes por cizallado	0,2	25,2	237,4	nd
Polines	nd	nd	264,5	33,2
Cortezas	2,6	30,5	61,7	nd
Redondeo	0,2	46,8	186,7	nd
Despuntas	nd	nd	16,6	112,5
Polines	nd	nd	246,5	33,2

**Cuadro 4**  
**Ecuaciones de Regresión**

RELACIONES	VOLUMEN	CME	ECUACION
Diámetro de troza/ volumen de residuo	0,83	0,146	$\log y = -0,0814908 + 0,740057x$
Volumen de troza/ volumen de residuo	0,83	0,142	$\log y = -0,338759 + 0,890189 \log x$
Volumen de troza/ volumen útil	0,83	0,0112	$\log y = -0,274702 + 1,043049 \log x$



## 6. DISCUSION

De acuerdo a la frecuencia de defectos en las trozas de lupuna, sólo cuatro son intrínsecas a la madera y siete se presentan después de la tumba. Mediante tratamientos preventivos oportunamente aplicados puede reducirse el biodeterioro y los defectos de secado, lograndose aumentar el rendimiento.

En lo que se refiere a residuos del proceso, se advierte que el 24,7 corresponde al preparado de trozas: descortezado, redondeo y despuntado.

El volumen de estos residuos depende, básicamente, del espesor de corteza, de la forma en la sección transversal, de la diferencia entre los diámetros promedio de los extremos, de la sinuosidad y, con el caso específico del despuntado, de la diferencia entre la longitud total y la máxima longitud permisible en la debobinadora. De acuerdo a las dimensiones de despuntes y cortezas, posiblemente la única aplicación práctica sea como combustible, en cambio los residuos por redondeo, pueden ser reciclados como almas o destinarse como materia prima para producción de objetos artesanales de alto valor agregado.

Los polines también alcanzan volúmenes considerables de residuos, variando su proporción en función inversa al diámetro y a la calidad de la troza, principalmente a la excentricidad y estado sanitario de la médula, defectos de secado y tumba (grietas, acebolladuras, rajaduras), etc. La aplicación practica de los polines abarca infinidad de usos. Previo tratamiento preservador, pueden utilizarse como postes para cercas, pilotes de estructuras livianas, bases y otros usos compatibles con su resistencia mecánica.

Los recortes por cizallado también constituyen un importante volumen de residuos de acuerdo a sus dimensiones, pueden tener igual aplicación que los residuos por redondeo. El alto valor porcentual se debe a la calidad de la troza y proporción de defectos determinantes tales como nudos, manchas, pudriciones, rajaduras, etc.

En base al análisis de la variancia y de la correlación, puede afirmarse que existe un alto grado de asociación entre la variable en estudio y que las regresiones efectuadas son altamente significaciones. Las ecuaciones logarítmicas elegidas representan los mejores estimadores del volumen de residuos y del volumen útil de láminas.

En efecto, para las dos primeras relaciones, diámetro de troza versus volumen de residuos, y volumen de troza versus volumen de residuos, existe una relación directamente proporcional. Esto probablemente se debe, al menos parcialmente, a que trozas de gran diámetro proceden de árboles sobremaduros, con mayor susceptibilidad al biodeterioro y, a causa del peso con mayor probabilidad de formación de defectos tales como grietas, rajaduras, desgarramientos internos, fisuras, etc.

Gráficamente se puede determinar que diámetros superiores a 1,20 m. arrojan mayores volúmenes de residuos. Además, cabe resaltar que las variaciones por unidad de volumen de residuos es cada vez menor en relación al incremento de volumen de troza.

## 7. CONCLUSIONES

Los principales residuos de producción de laminado son: recortes por cizallado (17,2%) polines; (10,8%); cortezas (9,5%); redondeo (8,3%) y despunte (6,9%).

Los residuos por descortizado, redondeo y despunte pueden ser utilizados para producción de calor. Los residuos por redondeo pueden usarse para fabricación de almas o centros de contrachapado. Los polines pueden ser preservados y utilizados para estructuras livianas y postes para cercos.

## 8. BIBLIOGRAFIA

FAO. 1976. *Actas de la Consulta Mundial sobre paneles de madera*. Bruselas: Miller Freeman Pub. 454 pp.

----- 1976. *Las astillas de madera, su producción, manipulación y transporte*. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 136 p.

FRENCH M., George 1977. *Diseño y Operación en plantas productoras de tableros contrachapados*. Lima: MICTI. 334 p.

- FULLOP Z. y W. VASQUEZ. 1989. *Guía de cubicación industrial de trozas*. Pucallpa: Proyecto de Desarrollo Industrial Forestal Perú-Canadá. 16 p.
- OTERO N., A. 1985. *Estudio sobre la disponibilidad de sobrantes de madera en el ámbito de Pucallpa*. Pucallpa: ELECTROCENTRO S.A. 517 p.
- QUINTEROS, A. 1981. *Cuantificación de residuos en la Industria de contrachapado a partir de capinurí*. Tesis Ing. Forestal. Iquitos: UNAP. 79 p.
- SANCHEZ P., C. 1984. *Estudio comparativo del rendimiento entre Chrosia integrifolia Ulbr y Chlarisia biflora Ruiz y Pavón en la industria de laminado de Iquitos*. Tesis Ing. For. Iquitos: UNAP. 112. pp.
- SCHREWE 1981. *La Industria del Aserrió en el Perú*. Lima: Proyecto PNUD/FAO/PER/78/003 Doc. Trab. N° 08 59 pp.
- TECNOFOREST. 1982. *Libro de Selecciones*. Lima: Consulta Técnica. Feria Internacional del Pacífico 40 pp.

