

---

# EXPERIENCIA DEL APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS EN UN ASERRIO

Katia Manzanares, Digna Velázquez y Ma Antonia Guyat <sup>1</sup>

## RESÚMEN

La deficiente tecnología empleada en los procesos de aserrado de la madera genera altos volúmenes de desechos que son agentes de contaminación ambiental. La mayor parte de estos residuos, se acumulan en los patios de los aserraderos y en la mayoría de los casos son convertidos en cenizas, liberando gran cantidad de CO<sub>2</sub> a la atmósfera, lo cual es una amenaza para la salud ambiental y un factor decisivo en el deterioro progresivo de los recursos naturales. El objetivo del trabajo es realizar una propuesta de uso productivo de los desechos con el fin diversificar la producción de productos forestales mediante tecnologías de bajo impacto ambiental. El trabajo se realizó con las especies *Pinus caribaea* Mor. y *Pinus tropicalis* Mor que se procesan en el aserradero de Pons, Minas de Matahambre. Se comprobó que el reciclado de los desechos en la producción de embalajes, elementos constructivos y carbón vegetal es técnicamente posible y viable desde el punto de vista social ya que posibilita agregar valor a la producción primaria del aserrío. La estrategia de utilizar desechos maderables es una práctica de innovación tecnológica que proporciona ganancias adicionales a la Empresa por concepto de venta de productos forestales y estimula la creatividad de los actores en el proceso de generación de nuevos conocimientos.

**Palabras claves:** Residuos, aserrío, productos forestales, coníferas

---

<sup>1</sup> Instituto de Investigaciones Forestales. Cuba. [katia@forestales.co.cu](mailto:katia@forestales.co.cu)



## SAWMILL WOOD WASTES UTILIZATION EXPERIENCE

### SUMMARY

The faulty technology used in the processes of having sawed of the wood generates high volumes of waste that are agents of environmental contamination. Most of these residuals, they accumulate in the patios of the sawmills and in most of the cases they are converted in ashy, liberating great quantity from CO<sub>2</sub> to the atmosphere, that which is a threat for the environmental health and a decisive factor in the progressive deterioration of the natural resources. The objective of the article is to carry out a proposal of productive use of the waste with in order to get diversify the production of forest products by means of technologies of under environment impact. The work was carried out with the *Pinus caribaea* Mor. and *Pinus tropicalis* Mor species that are processed in the sawmill of Pons, Minas de Matahambre. It was proven that the one recycled of the waste in the production of packing, constructive elements and vegetable charcoal is technically possible and viable from the social point of view since facilitates to add value to the primary production of the sawmill. The strategy of using wood waste is a practice of technological innovation that provides additional earnings to the Company for concept of sale of forest products and it stimulates the creativity of the actors in the process of generation of new knowledge.

**Keywords:** Wood wastes, sawmill, forest product, pine

## INTRODUCCIÓN

La comunidad internacional reconoce que la gestión de los residuos es un problema global que requiere una atención urgente señala Álvarez (2001). La utilización de los residuos leñosos puede convertirse en una fuente potencial de materia para el desarrollo de la industria local, el rescate de las técnicas tradicionales y la implementación de nuevas tecnologías de control ambiental. Este tipo de estrategia está basada en la llamada concentración vertical. (Bequete, 1996) en la cual los desechos de una producción constituyen insumos para otras líneas de flujo, propiciando así el reciclado de la materia prima e incrementando el valor agregado del producto.

Esta concepción industrial propone que el modelo ideal es aquel que en todos los desechos producidos sean utilizados de manera productiva, teniendo en cuenta que los asuntos medioambientales son cada vez más vitales para las empresas.

Los residuos de la industria de transformación mecánica de la madera son considerados como una de las mayores complicaciones en el sector forestal, no sólo por los costos que demanda su almacenamiento o evacuación, sino por que además son causantes de contaminación ambiental (CONAF, 1995).

En lo relativo a la industria forestal en Cuba, se ha presentado una brecha en el aprovechamiento de los residuos maderables generados en los aserrios, situación que es indispensable tener en cuenta si se pretende manejar los recursos forestales bajo la tesis del desarrollo sostenible.

## OBJETIVOS

El objetivo del trabajo es buscar soluciones productivas a los desechos que permita realizar una estrategia para agregar valor a la producción primaria del aserrio que garantice la estabilidad socioeconómica del complejo agroindustrial mediante la ampliación de bienes y servicios a la población.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Lugar de Ejecución.

El trabajo se realizó en el combinado industrial Albaro Barba, de 60 000 m<sup>3</sup> anuales de capacidad instalada. La madera procesadas en este aserrio es fundamentalmente de coníferas, principalmente *Pinus caribaea* Morelet y *Pinus tropicalis* Morelet.

### Metodología para el Esquema de Adecuación.

La evaluación se efectuó basada en el método de diagnóstico exploratorio de sistemas agrícolas (García, 1995). El diseño de investigación contempló la modalidad de la comparación del estado de los desechos maderables antes y después del tratamiento, en este caso la introducción de la propuesta de uso productivo. Para la elaboración del esquema de base se

utilizaron grupos de empleados «testigos» para valorar la situación actual de la instalación y los antecedentes. Se recopiló información de carácter económico y técnico mediante sondeos informales a los trabajadores.

### **Metodología de Trabajo para el Diseño de Embalaje**

Los envases y embalajes han sido definidos como un sistema de preparación de mercancías para su transporte, almacenamiento, distribución y consumo, y por ende los mismos deben contener, proteger, informar y vender dicho contenido (González, 1999).

El estudio de este perfil se realizó tomando elementos de las Normas NC 97-95-1987. Y NC 97-83-1987 de acuerdo a los aspectos siguientes: Naturaleza de la materia prima, definición de la forma, determinación de las dimensiones y funcionalidad del embalaje. Además se recogió información de las mercancías comercializadas en la zona, utilizando el método de observación directa y sondeos exploratorios a algunos campesinos y a unidades estatales para evaluar la funcionalidad del embalaje.

### **Metodología para la Producción de Energía**

Se realizó un Seminario de Capacitación a un grupo de obreros dedicados a la tarea de carbonización para establecer un flujo de conocimientos técnicos y habilidades sobre la nueva tecnología de hornos metálicos basada en producciones secundarias recomendadas por (Sarré 2001). Los residuos maderables fueron transportados en camiones tipo volteo desde el aserradero hasta el área de carbonización, cubriendo una distancia de dos kilómetros. La materia prima seleccionada son las costaneras cortas, rasgadas, finas, y las recorterías en forma de tacos. Después, los residuos seleccionados son depositados al aire libre en una zona del escenario productivo prefijado.

El diseño del horno esta constituido por dos secciones que ocupan una capacidad de 7 m<sup>3</sup>. El cuerpo, que está formado por dos cilindros de diámetros ligeramente diferentes acoplados entre sí, y la tapa cónica, que descansa sobre el cilindro superior. Presenta, además, ocho salidas; cuatro para la entrada de aire y las restantes para la salida de los gases. Las operaciones realizadas para la carbonización en el horno metálico son las siguientes: Capacitación del personal, selección y transporte de los desechos, corte y redimensionamiento de las costaneras, secado natural de la biomasa, llenado del horno, encendido del equipo, proceso de carbonización (Monitoreo de las operaciones), descarga del horno, pesaje y envasado del carbón.

### **Metodología para la Producción de Bloques de Madera Mineralizada**

Se realizó una fabricación seriada de elementos de paredes con la aplicación de la guía metodológica de autoconstrucción propuesta por Velázquez *et al.* (2000). Estos productos se fabrican con partículas maderables amasadas con cemento Pórtland y un agregado local mediante la técnica del moldeado *in situ* por compactación manual.

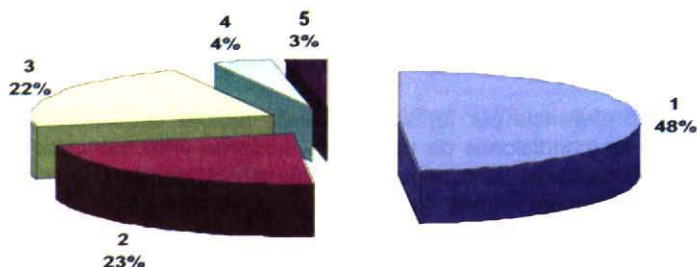
## RESULTADOS Y DISCUSION

### Cuantificación de Biomasa en Aserrío de Minas de Matahambre.

Se obtuvo un tamaño de muestra para el trabajo en la plataforma #1 de 80 árboles, cuyos resultados en esta área revelaron que el volumen total de la cuantificación fue de 30,33 m<sup>3</sup> y el volumen de trozas después del despunte resulto de 28,18 m<sup>3</sup>, equivalente a un 93,91 % del total del bolo, estos datos indican que 2,16 m<sup>3</sup> de madera (7,13 %) se pierde como leña. La cual es uno de los primeros residuos que se obtiene en la industria del aserrado. El tratamiento que se le está dando a la leña, al igual que a las costaneras es como energía. En la segunda fase o plataforma 2 se determinó un tamaño de muestra de 50 unidades (trozas). El volumen total de madera en trozas fue de 6,97 m<sup>3</sup>, de ellos 3,38 m<sup>3</sup> se convirtieron en madera aserrada para un 48,49 % de rendimiento y el resto 3,59 m<sup>3</sup> pasó a la categoría de residuos totales que representa un 51,51 %.

**Cuadro N° 1**  
**ESTRUCTURA PORCENTUAL DEL APROVECHAMIENTO DEL BOLO**

Conceptos	(m <sup>3</sup> )	(%)
Volumen trozas	6.97	100
Madera aserrada	3.38	48,49
Residuos totales	3.59	51,51
Aserrín	1,62	23,24
Costanera	1,51	21,66
Tacos	0,27	3,87
Varillas	0,19	2,73



**Figura N° 1**  
**ESTRUCTURA PORCENTUAL DE LA MADERA ASERRADA Y LOS RESIDUOS**

Teniendo en cuenta la cuantificación de la biomasa obtenida en las plataformas 1 y 2, se puede plantear de forma general que del total de madera larga que llega al aserrío, solo el 45,03 % se convierte en madera aserrada y el resto (54,97 %) se transforma en residuos totales, de los cuales el 7,2 % se destina para leña, 21,06 % es aserrín, 20,12 % costaneras, 3,59 % tacos y 2,54 % varillas (Figura N° 1). Los resultados demuestran que existen problemas en el rendimiento de madera aserrada que pueden ser resueltos tecnológicamente con el reciclado de los residuos coincidente con lo planteado por AITIM (1997).

### Producción de Embalajes

Los envases y embalajes han sido definidos como un sistema de preparación de mercancías para su transporte, almacenamiento, distribución y consumo, y por ende los mismos deben contener, proteger, informar y vender dicho contenido (González, 1999). El análisis de caracterización de maderas de las especies de coníferas occidentales revela ser una materia prima apta para embalaje, correspondiente a un grupo intermedio entre maderas moderadamente blandas y duras (Figura N° 2). Por estas razones, su capacidad de resistencia a la compresión, flexión estática, dureza y retención a los clavos está en el rango de media-alta. Estas propiedades son de mucha importancia para el uso recomendado ya que los embalajes están sometidos a golpes y caídas en las operaciones de carga y descarga.



Figura N° 2  
COSTANERAS UTILIZADAS EN LA FABRICACIÓN DE CAJAS

La actual preferencia por formas sencillas, cúbicas o de paralelepípedo es una consecuencia de las condiciones de transporte moderno y en particular para el caso de Cuba. Además los huacales de configuración esquelética para embalar pomos y botellas son diseños muy apropiados para fabricarlos con residuos de madera. Los principales embalajes de paralelepípedos que pueden fabricarse con los residuos son las cajas de acopio (Figura N° 3) para apoyar el programa de la producción de alimentos de la agricultura urbana. Las dimensiones nominales son 44 x 30 x 25 cm y están constituidos por las piezas siguientes:

- Laterales: 4 piezas de 44 x 10 x 1 cm y 6 piezas de 30 x 7 x 1 cm
- Fondo: 3 piezas de 44 x 8 x 1 cm y 4 piezas de 30 x 3 x 1 cm
- Refuerzos: 4 piezas triangulares de 2 x 2 x 25 cm



Figura N° 3  
CAJAS AGRÍCOLAS FABRICADAS CON COSTANERAS

## Producción de Energía

### - Carbonización en Horno Metálico

Los residuos industriales, por presentar una forma irregular, fueron ubicados en los hornos de manera que los pedazos más gruesos estuvieran en la parte central, mientras que los más finos se dispusieron en la periferia, tanto para horno tradicional como el metálico. Se enciende el horno, se inicia la carbonización hasta lograr que todo el horno haya quemado. Se logró realizar una quema homogénea durante 72 horas en horno metálico (Figura N° 4).

Se utilizó residuos de aserradero (cantos) para rellenar algunas zonas de la pila de madera. Terminada la carbonización se descarga el horno, se enfría el carbón y pasa a una etapa final de envasado en sacos de fibras sintéticas para su comercialización.

### - Aspectos Productivos de los Hornos

Los rendimientos del horno tradicional con estos residuos se comportaron similar al de la producción, obteniéndose 6 sacos por horno en una semana, mientras que en el metálico se realizan 2 cargas semanales alcanzándose aproximadamente 50 sacos por horno/semanales. El efecto económico de la variante base con relación a la nueva es de 242 pesos/semanales.

Los resultados obtenidos en el horno metálico superaron al tradicional, logrando un carbón de mejor calidad que el producido por el método tradicional (Figura 4). Además, se consigue una mayor eficiencia energética y de esta forma una reducción de la presión sobre los recursos forestales y de las emisiones de gases de efecto invernadero, con el uso de este tipo de tecnología alternativa para el sistema de abastecimiento energético de la población. Este proceso productivo demuestra la importancia de movilizar a las empresas en la gestión ambiental del aprovechamiento integral de la biomasa, mediante tecnologías

de reciclado, que resultan un éxito cuando se organiza la participación colectiva y la materia prima está cerca del escenario productivo tal como propone Contreras y Owen (2000).

Se comprobó que esta tecnología presenta una serie de ventajas con respecto a la producción en hornos tradicionales, las principales son la humanización del trabajo de los operarios, los tiempos de carbonización son menores que los tradicionales, mayor eficiencia y calidad del producto, mayor productividad (rendimientos), mayor remuneración salarial al carbonero y mayor protección e higiene de los operarios. A lo anterior se suma la ventaja de que se trata de un horno transportable que permite un fácil traslado de locación.



Figura N° 4

#### DISEÑO DEL HORNO METÁLICO PARA CARBONIZACIÓN DE RESIDUOS

### Productos Mineralizados para Viviendas Populares

Se fabricó 325 prototipos de elementos de paredes con un binomio de técnicas forestales, circunstancia que permitió elevar la autoestima femenina en un ámbito laboral dominado por los hombres. Aprender a realizar bloques de madera exigió iniciativa, organización y perseverancia así como incitó a ser minucioso para no descuidar los detalles en el afán de obtener la calidad requerida del producto. La experiencia realizada tuvo el mérito de enseñar a pensar, a ejercitar el sentido común, a dar rienda suelta a la imaginación creadora para "aprender haciendo" como señala Nguingiri (2004) (Figura N° 5). Los bloques de xilo-cemento cumplen la función de muro divisorio aislante térmico-acústico porque satisfacen los requerimientos establecidos en las normas (Yossifov et al., 1997). Los resultados de los sondeos de opinión indican que la población está dispuesta a consumir este producto forestal como solución alternativa para sus viviendas, aunque se inclinan a utilizar el bloque convencional de hormigón por un problema de costumbre constructiva arraigada y por no tener claridad de las ventajas ecológicas del empleo de bioconcreto.





Figura N° 5  
BLOQUES DE MADERA MINERALIZADA

Se determinó que el producto forestal propuesto es un material de construcción ecológico, de acuerdo a lo descrito por Roche *et al* (2003), que posibilita la práctica de la autoconstrucción por el futuro propietario, particularmente en momentos críticos como los desastres naturales tal como recomienda Soriano *et al.*, (2002).

## CONCLUSIONES

Los principales residuos de aserrío se clasifican en varios tipos: Residuos de troceado con hacha, rectángulos pequeños y grandes, costaneras (largas, rasgadas y en pedazos), varillas irregulares y con corteza, cantos de módulos, corteza y virutas y aserrín. De acuerdo a las categorías de uso, el volumen mayoritario de desechos se destinará para fines energético seguido de embalaje.

Las tecnologías propuestas en este trabajo pueden ser un intento de crear un camino para el acercamiento a los pequeños talleres asociados a la industria forestal y rescatar la cultura de reciclado de desechos. Además, estimula la conservación y utilización de la biomasa leñosa residual.

Se comprobó que es técnicamente viable el aprovechamiento de los residuos sólidos industriales ya que posibilita la diversificación de los productos forestales, con menor consumo de materia prima procedente del bosque y mayor valor agregado.

## REFERENCIAS

Álvarez, Esther, 2002. Perspectivas del Aprovechamiento del Aserrín para Diferentes Fines. Pinar del Río. Revista Forestal centroamericana: (39-40)

AITIM, 1977. El Reciclado de los Residuos de Madera. Boletín de Información Técnica 188:9-10

Bequete, F., 1996. Un Mundo sin Desecho, una Utopía? Revista Correos (XLIX):43-45.

**Contreras, W. y Owen, M., 2000.** Prototipo Estructural Mucunutan I para la Construcción de Viviendas Rurales Modernas para los Páramos Venezolanos Empleando la Madera y las Tecnologías Constructivas Alternativas. Revista Forestal Venezolana 44 (2):53-61

**García, L., 1995.** Diagnóstico de Sistema Agrícolas/Ciudad Habana/: CEAS-ISCAH – 158 p.

**Gonzalez, S., 1999.** Etiquetas Autoadhesivas. Revista Cuba Envase.14 (2):12-17.

**Nguingui, J.C., 2004.** Punto de Vista. Revista Actualidad Forestal Tropical.12 (2):31-32

**Roche, I.; O'Connor, J. y Tetu, P., 2003.** Los Productos de la Madera y la Producción Sostenible./Québec: XII Congreso Forestal Mundial 381 p.

**Sarré, A., 2001.** El Proceso de Elaboración Secundaria. Editorial. Actualidad Forestal Tropical 9(1):1-2.

**Soriano, F.; Rondero, T.; Manalo, A. C. Carino, C. R. y Bonaagua, E. A., 2002.** Application of Wood Wool Cement Boards for Shop-fabricated Emergency Shelters in the Philippines. Proceeding of Workshop Wood cement composites in the Asia-Pacific region. Canberra, /: ACIAR/— 160 p.

**Velázquez D.; Manzanares, K. y Castillo, M., 2000.** Instructivo Técnico de Auto-construcción./Ciudad Habana/: DTA —22 p

**Yossifov, N.; Palmira, K. y Gabi, S., 1997.** Agri-cement Panels from Sunflower Stalks./Spokane/: Inorganic Bonded Wood and Fiber composite Conference — 162 p.