

EXPERIENCIA DEL APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS EN UN ASERRÍO

ING. KATIA MANZANARES AYALA, ING. DIGNA VELÁZQUEZ VIERA
Y M.Sc. MA. ANTONIA GUYAT DUPUY

Instituto de Investigaciones Forestales. Calle 174 no. 1723
e/ 17B y 17C, reparto Siboney, Playa, La Habana, CP 11600

RESUMEN

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 CO₂ 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 de este trabajo es realizar una propuesta de uso productivo de los desechos con el fin de diversificar la producción de productos forestales mediante tecnologías de bajo impacto económico, así como estimar los niveles del costo ambiental por efecto de la práctica de las quemas. 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, artesanías, elementos constructivos y carbón vegetal es técnicamente posible y viable desde el punto de vista social y económico, ya que posibilita agregar valor a la producción primaria del aserrío y reducir la carga contaminante por emisiones de gases tóxicos.

La estrategia de utilizar desechos maderables es una práctica de innovación tecnológica que proporciona ganancias adicionales a la empre-

ABSTRACT

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 CO₂ 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 work is to carry out a proposal of productive use of the waste with the end to diversify the production of forest products by means of technologies of under economic impact as well as to estimate the levels of the environmental cost for effect of the practice of you burn them. The work was carried out with the species Pinus caribaea Mor. and Pinus tropicalis Mor. that are processed in the sawmill of Pons, Mines of Matahambre.

It was proven that the one recycled of the waste in the production of packings, crafts, wood cement composite, charcoal is technically possible, social and economic because facilitates to add value to the primary production of the aserrío and to reduce the polluting load for emissions of toxic air.

The strategy of using wood wastes is a practice of technological innovation that provides additional earnings to the Company for concept

sa 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, embalajes, carbón, componentes mineralizados biomasa*

of sale of forest products and it stimulates the creativity of the actors in the process of generation of new knowledge.

Key words: *residues, sawmill, packing, charcoal, mineral banded wood composite*

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] que 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 a fin de incrementar el valor agregado del recurso forestal.

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

El objetivo del trabajo es buscar soluciones productivas a los desechos que permita realizar una estrategia para agregar valor a la producción primaria del aserrío, y 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 Álvaro Barba, de 60 000 m³ anuales de capacidad instalada. La madera procesada en este aserrío es fundamentalmente de coníferas, principalmente *Pinus caribaea* Morelet y *Pinus tropicalis* Morelet.

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 deben contener, proteger, informar y vender ese contenido [González, 1999].

El estudio de este perfil se llevó a cabo tomando elementos de las Normas NC 97-95-1987 y NC 97-83-1987, de acuerdo con la naturaleza de la materia prima, definición de la forma, determinación de las dimensiones y funcionalidad del embalaje. Se recogió además información de las mercancías comercializadas en la zona con el método de observación directa y sondeos exploratorios a algunos campesinos y 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 de volteo desde el aserradero hasta el área de carbonización, y cubrieron una distancia de 2 km. 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.

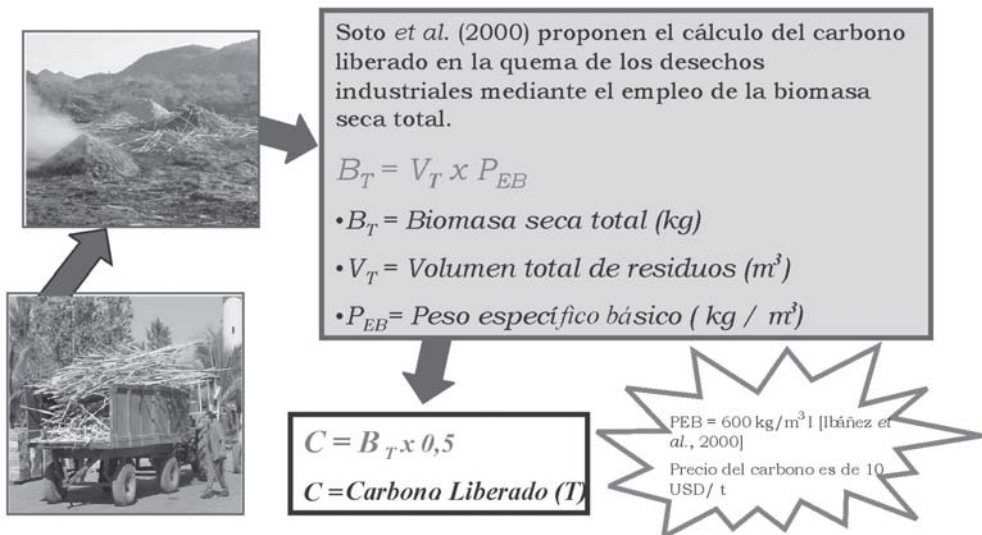
El diseño del horno está constituido por dos secciones que ocupan una capacidad de 7 m³. El cuerpo está formado por dos cilindros de diámetros ligeramente diferentes acoplados entre sí, y la tapa cónica que descan-

sa 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 la 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 Portland y un agregado local mediante la técnica del moldeado *in situ* por compactación manual.

Metodología para el cálculo del costo ambiental



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Teniendo en cuenta la cuantificación de la biomasa obtenida por Sánchez (2001) 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 ellos el 7,2% destina-

da para leña; 21,06% aserrín; 20,12% costaneras; 3,59% tacos; y 2,54% varillas (*Fig. 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).

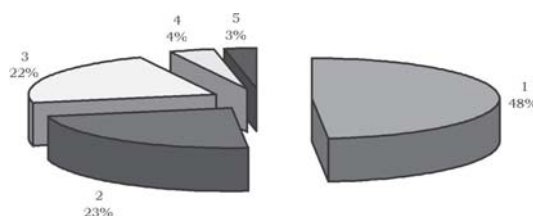


Fig. 1. Estructura porcentual de la madera aserrada y los residuos.

Producción de embalajes

El análisis de caracterización de maderas de las coníferas occidentales revela ser una materia prima apta para embalaje, correspondiente a un grupo intermedio entre made-

ras moderadamente blandas y duras (*Fig. 2*). La capacidad de resistencia a la compresión, flexión estática, dureza y retención a los clavos está en el rango de media-alta [Ibáñez *et al.*, 2000].



Fig. 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. Los huacales de configuración esquelética para embalar pomos y botellas son además diseños muy apropiados para fabricarlos con residuos de madera. Los principales embalajes paralelepípedos que pueden fabricarse con los residuos son las cajas de acopio (*Fig. 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 constituidas por las piezas siguientes:

Laterales: cuatro piezas de 44 x 10 x 1 cm, y seis de 30 x 7 x 1 cm.

Fondo: Tres piezas de 44 x 8 x 1 cm y cuatro de 30 x 3 x 1 cm.

Refuerzos: Cuatro piezas triangulares de 2 x 2 x 25 cm.



Fig. 3. Cajas agrícolas fabricadas con costaneras.

Producción de energía

Carbonización en horno metálico

Los residuos industriales, por presentar una forma irregular, se colocaron en los hornos de manera que los pedazos más gruesos estuvieran en la parte central, mientras que los más finos se dispusieran en la periferia, tanto para horno tradicional como metálico. Se enciende el horno, inicia la carbonización hasta lograr que toda la madera se haya quemado. Se logró realizar una quema homogénea durante 72 h en horno metálico (*Fig. 4*).

Se utilizaron 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 del horno

Los rendimientos del horno tradicional con estos residuos se comportaron similar al de la producción, y se obtuvieron seis sacos por horno en una semana, mientras que en el metálico se realizan dos cargas se-

manales, con aproximadamente cincuenta sacos por horno por siete días. El efecto económico de la variante base con relación a la nueva es de 242 pesos semanales.

Los resultados en el horno metálico superaron al tradicional y lograron un carbón de mejor calidad que el producido por el método tradicional (*Fig. 4*). Se consigue además una mayor eficiencia energética, y de esta forma reducir la presión sobre los recursos forestales y las emisiones de gases de efecto invernadero, mediante 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 con tecnologías

de reciclado, y que resulta un éxito cuando se organiza la participación colectiva y la materia prima está cerca del escenario productivo, como proponen Contreras y Owen (2000). Se comprobó que esta tecnología presenta ventajas con respecto a la producción en hornos tradicionales, las cuales se detallan a continuación:

- Humanización del trabajo de los operarios.
- Los tiempos de carbonización son menores que los tradicionales.
- Eficiencia y calidad del producto.
- Los rendimientos son mayores (productividad).
- Mayor remuneración salarial al carbonero.
- Mayor protección e higiene de los operarios.
- Es un horno transportable que permite un fácil traslado de locación.



Fig. 4. Diseño del horno metálico para carbonización de residuos y carbonos obtenidos por este método.

Productos mineralizados para viviendas populares

Se fabricaron 380 de 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 (Fig. 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].



Fig. 5. Bloques de madera mineralizada.

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 no tener claridad de las ventajas ecológicas del empleo de bioconcreto.

Se determinó que el producto forestal propuesto es un material de construcción ecológico de acuerdo con 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, como recomienda Soriano *et al.* (2002).

Cálculo del costo ambiental por efecto de las quemas de residuos



Pron ó stico de desechos en la provincia de Pinar del Río

Tipos de residuos (m ³)	Años			
	2005	2007	2010	2015
Varillas	13 730	14 500	17 600	20 000
Recortes	10 984	11 600	14 083	16 800
Tacos	16 476	17 400	19 000	23 350
Totales	41 190	43 500	50 690	60 480

Años	Volumen residuos (m ³)	Biomasa seca (t)	Carbono liberado (t)	Costo Ambiental (CUC)
2007	43 500	26 100	13 050	130 000
2010	50 690	30 414	15 207	152 070
2015	60 480	36 288	18 144	181 440

Se observa que la liberación de carbono por efecto de la quema de la recortería representó en el 2007 un monto valorado en 18 144 t de carbono equivalente a 130 000 en moneda libremente convertible por concepto de multas ambientales.

CONCLUSIONES

- 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.
- 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.
- La estimación del carbono liberado por efecto de las quemas representa una pérdida de biomasa forestal considerable y produce efectos dañinos al medioambiente.

BIBLIOGRAFÍA

- AITIM: «El reciclado de los residuos de madera», *Boletín de Información Técnica* 188:9-10, 1977.
- ÁLVAREZ, E.: «Perspectivas del aprovechamiento del aserrín para diferentes fines. Pinar del Río, *Revista Forestal Centroamericana* (39-40), 2002.
- BEQUETE, F.: «Un mundo sin desecho, una utopía?», revista *Correos* (XLIX):43-45, 1996.
- CONTRERAS, W.; M. OWEN: «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, 2000.
- GONZÁLEZ, SILVIA: «Las etiquetas autoadhesivas», *Cubaenvases*. (262):12-14, 1995.
- IBÁÑEZ, A.; K. MANZANARES; M. SOSA: «Compendio de 56 especies cubanas, tropicales y de otras regiones» [disco], Instituto de Investigaciones Forestales, La Habana, 2000.
- ROCHE, I.; J. O'CONNOR; P. TETU: *Los productos de la madera y la producción sostenible*, XII Congreso Forestal Mundial, Québec, 2003.
- SÁNCHEZ, E.: «Embalajes realizados con residuos maderables de costaneras». Tesis por el título de Máster en Ciencias Forestales, Universidad de Pinar del Río, Cuba, 2001.
- SARRÉ, A.: «El proceso de elaboración secundaria», Editorial, *Actualidad Forestal Tropical* 9(1):1-2, 2001.
- SORIANO, F.; T. R. E. RONDERO; A. C. MANALO; C. R. CARINO; E. A. BONAAGUA: «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*, ACIAR, Canberra, 2002.
- SOTO, J.; J. A. AGUIRRE; J. MÉNDEZ; G. PÁEZ: «Evaluación económica y ambiental de residuos maderables en aserraderos de Costa Rica», *Revista Forestal Centroamericana*, 23-29, 2000.
- VELÁSQUEZ, D.; K. MANZANARES; M. CASTILLO: «Instructivo técnico de autoconstrucción, DTA, La Habana, 2000.
- YOSSIFOV, N.; PALMINA KHRISTOVA; S. GABI: *Agri-Cement Panels from Sunflower Stalks*, Spokaine, Inorganic Bonded Wood and Fiber Composite Conference, 1997.