

TECNOLOGIAS PARA EL ASERRIO DE TROZAS DE DIAMETROS MENORES

Rafael Serrano M*

*E*n el presente artículo se analizan los aspectos generales relacionados con las tecnologías para el aserrío de trozas de diámetros menores y también se analizan aspectos relevantes del proceso propiamente dicho. Se plantea la importancia del sistema de acopio de materia prima, la necesidad de aplicar apropiadas medidas de protección y se dan lineamientos para la selección del equipo para el manejo de trozas, en patio así como para la clasificación y descortezado. En relación con los equipos de transformación, se analizan los sistemas convencionales que usan sierras circulares, de banda y sierras alternativas, así como su evolución y las principales ventajas y desventajas. También se comenta someramente sobre los sistemas no convencionales, como las técnicas de reducción y perfilado y aquellas sin producción de aserrín. Finalmente se analiza la importancia de los tratamientos de secado y preservación, así como la necesidad de una mayor integración, con el fin de aprovechar en la mejor forma el recurso forestal para así incrementar su valor agregado y obtener la máxima rentabilidad.

INTRODUCCION

La selección del método adecuado para convertir madera en trozas en madera aserrada es dependiente de muchos factores entre los que se pueden citar:

- Propiedades de las materias primas (físico-mecánicas, anatómicas, etc.)
- Diámetro de las trozas y calidad de las mismas
- El tipo de producto que se fabricará (mercados)
- El volumen o capacidad de planta requerida
- Recursos humanos disponibles
- Infraestructura y disponibilidad de servicios
- Ubicación de la industria con respecto a la materia prima
- Volumen y tipo de residuos
- Capital disponible.

Es por ello, que no se pueden dictar normas generales y menos en las situaciones y peculiaridades que se dan en los países en desarrollo. La finalidad más importante debe estar orientada hacia el máximo aprovechamiento del recurso maderero, que mantenga los productos compitiendo exitosamente en el mercado y logrando una adecuada rentabilidad. De ahí la importancia de evaluar todos los factores, antes de tomar una decisión definitiva sobre el tipo de instalación por establecer.

El sector forestal de aprovechamiento, transporte e industrialización de productos del bosque

* Profesor e investigador del Departamento de Ingeniería Forestal, del Instituto Tecnológico de Costa Rica. Ponencia presentada en el V Seminario de Ingeniería en Maderas. 5-9 noviembre, 1991.

en nuestro país, se ha desarrollado a partir de la explotación del bosque natural, explotación que es altamente selectiva tanto en especies como en dimensiones de los árboles cortados y procesados, por lo que estos subsectores no están preparados para trabajar eficientemente con materia prima de las especies, características y dimensiones que en el futuro se producirán en nuestros bosques.

Es fundamental desarrollar en el país la tecnología que permita racionalizar la explotación actual y aprovechar al máximo los productos de plantaciones y las especies forestales subutilizadas y no utilizadas.

En el presente documento se discuten principalmente aspectos relacionados con el procesamiento de trozas de diámetros menores, que en general son aquellos comprendidos entre la categoría diamétrica de 10 a 40 cm sin corteza.

FUNDAMENTOS Y CARACTERISTICAS PRINCIPALES

La tecnología de aserrío para trozas de diámetros menores, es poco conocida en el

país, y reúne algunas características especiales debidas al tipo de trozas que serán procesadas.

En general los países tropicales que inician la sustitución de los bosques naturales por maderas provenientes de plantaciones, deben comenzar un proceso de adaptación y desarrollo de tecnología que se ajuste a las nuevas condiciones.

La característica principal para el desarrollo de estas tecnologías es la necesidad de procesar trozas de diámetros pequeños (10 a 50 cm sin corteza) producto de maderas de crecimiento rápido con turnos de rotación finales de 10 a 25 años.

El diámetro de la troza influye sobre el volumen en forma exponencial (cuadrática). A manera de ejemplo (ver Cuadro 1), podemos mencionar que en un aserradero convencional de tamaño mediano en Costa Rica se procesan alrededor de 20 m³ por día de madera en troza. Si se estuvieran aserrando trozas de un diámetro medio de 60 cm y un largo de 3,40 m (4 varas), se aserrarían 21 trozas/día, o sea una longitud total de 71 m de troza. En un proceso de aserrío de trozas de diámetros menores (diámetro 15 cm,

CUADRO 1. Efecto del diámetro sobre el volumen, y la producción en tres tipos de trozas para un consumo de 20 m³/día

Línea	Tipo troza	D medio	L m	No. trozas/ 20m ³	Longitud total/ 20m ³	Rango rendim.	Para igual producción*
Diámetros menores	Raleos (entresacas)	15	2,5	453	1132 m	30-35%	No.-836 trozas Long.= 2090 m
	Cosecha final Plantaciones	30	3,4	83	282 m	40-60%	No.-100 trozas Long.= 340 m
Convencional	Bosque Natural	60	3,4	21	71 m	45-75%	No.-21 trozas Long.= 71 m

* Para igualar la producción de la línea de aserrío convencional de bosque natural. Para el cálculo se empleó el rendimiento medio.

largo 2,5 cm) se tendrían que aserrar 453 trozas con una longitud de 1132 m de troza, para el mismo consumo de 20 m³/día, incluso existen aserraderos de alta producción que procesan de 1500 a 2500 trozas (Suecia) y de 3000 a 10000 trozas (Alemania) por turno de 8 horas.

Ahora bien, el volumen producido de **madera aserrada** es el que determina el resultado económico del trabajo. En consecuencia, solamente un mayor número de trozas procesadas puede compensar la disminución de los diámetros. El rendimiento en madera aserrada a partir de trozas de pequeño diámetro es bajo (30 a 35%, trozas diámetro medio 15 cm). En el Cuadro 1 podemos observar que si quisiéramos mantener **la misma** producción de **madera aserrada**, en el caso de la línea de raleos, se tendrían que procesar 836 trozas para una longitud total de 2090 m de troza. En otros términos, esto también significa un gran volumen de residuos (costillas, orillas, despuntes y aserrín, etc.), lo cual disminuye la productividad del proceso y consecuentemente los resultados económicos. La rapidez del proceso es muy importante, ya que la velocidad nominal de procesamiento de una línea de aserrío de pequeño diámetro (ver Cuadro 1), debería ser, de acuerdo con el ejemplo, aproximadamente 30 veces mayor que una línea convencional de bosque natural, para lograr los mismos resultados de producción de madera aserrada.

Otro aspecto muy importante que se debe considerar es la calidad de las trozas, lo cual afecta los resultados de producción. En nuestro caso (Costa Rica), la calidad se puede ver seriamente afectada debido a características como la conicidad, torceduras, achatamientos, médula migrante, ramas-nudos vivos o muertos, que aunado a las elevadas tensiones de crecimiento internas, imposibilita el procesar trozas largas, lo cual a su vez aumenta aún

más el número de trozas por m³ de materia prima. Posiblemente una troza de 2,50 m (3 varas) más o menos sea indicado, con el fin de disminuir el efecto de algunas de estas características.

La velocidad nominal para las tres líneas con la misma producción de madera aserrada (se estiman 6,5 horas de trabajo efectivo en un turno de 8 horas), es la siguiente:

		Relación
Línea de raleos	= 5,36 m de troza/minuto	30
Línea cosecha final	= 0,87 m de troza/minuto	5
Línea de bosque natural	= 0,18 m de troza/minuto	1

Todo el conjunto de aspectos mencionados hacen necesario el replantamiento de las metas de los productores de madera en troza (especies, calidades, etc.), además del uso de técnicas nuevas que sustituyan en gran parte a los métodos y equipos tradicionales. En forma muy resumida, se puede afirmar que los requisitos de las nuevas técnicas son:

- Elevada velocidad del procesamiento
- Cortes múltiples
- Flexibilidad y rapidez de variación de los patrones de corte
- Mecanización-automatización racional de los flujos de producción
- Separación y reutilización de residuos.

Con el análisis anterior y teniendo como referencia los datos del Cuadro 1, se puede resumir lo siguiente:

- La línea para procesar raleos y trozas menores de la parte superior de los árboles debe tener un énfasis en la





- alta eficiencia de producción y no tanto en el rendimiento de la materia prima
- La línea de cosecha final y entresacas (20-40 cm) debe tener un equilibrio entre una buena eficiencia de producción y un **buen rendimiento**
- La línea de bosque natural enfatiza en un alto rendimiento ya que la eficiencia de producción es generalmente baja.

PROCESO

Acopio de materia prima en planta

Medidas de protección

La madera proveniente de plantaciones es muy propensa a la degradación biológica causada por hongos de pudrición y manchado, así como por el deterioro causado por efecto de la intemperie (vientos, sol-temperatura, lluvia), por lo cual el diseño del sistema de acopio (patios) debe tomar en cuenta lo anterior. En nuestras condiciones, este sistema debe considerar una alta rotación con períodos de almacenaje que no excedan de cuatro semanas en las maderas latifoliadas y quizás no mayor de dos semanas en el caso de los pinos. Es importante entender también, que se trata de madera joven, que al estar a la intemperie se deteriora en forma rápida, principalmente por agrietamientos y rajaduras en los extremos y como consecuencia de lo anterior se incrementan a su vez tensiones de crecimiento internas. Para disminuir estos efectos sería importante considerar que los rayos solares y los vientos dominantes no incidan directamente sobre los extremos (cabezas) de las trozas. En cuanto al deterioro por pudrición, es importante que las trozas estén en contacto directo con el

suelo. Un sistema sencillo para lograr esto es el uso de trozas preservadas semienterradas, y el establecimiento de adecuados drenajes de aguas pluviales que eviten las acumulaciones (charcos) y la generación de focos de infección. Además esto evita que las trozas adquieran materiales perjudiciales para las sierras (arena, lodo, piedras, etc.).

Se recomienda mantener el patio libre de malezas, y aserrar las trozas de acuerdo con su orden de ingreso (primeras en entrar, primeras en salir), esto también ayudará a la prevención de defectos.

El descuidar las medidas de protección de la materia prima tiene serias consecuencias sobre el rendimiento y calidad de la madera aserrada.

En un esquema de esta naturaleza, se sugiere la necesidad de realizar la corta y extracción de la materia prima, durante todo el año, por lo que es importantísimo contar con la infraestructura necesaria en las plantaciones para que esto se pueda realizar. De no ser factible, sería necesario considerar en los patios, un sistema que pueda extender los períodos de almacenamiento de las trozas. Probablemente el sistema de aspersión permanente sería lo más apropiado, por lo que el lugar de ubicación de la planta, debería contar con disponibilidad de agua para tal efecto.

Tomando en consideración todas las variables mencionadas, es importante que en el diseño se tomen en cuenta las medidas apropiadas de protección, se considere un tamaño adecuado a las características y volumen de materia prima que se deba almacenar, así como de acuerdo con el equipo de manejo de trozas que se disponga o se recomiende adquirir. Debe incluir además el área necesaria para las vías de circulación o incluso un espacio para depositar trozas deterioradas que no se hayan podido procesar.

Equipo de manejo de trozas

Es necesario considerar un equipo apropiado al tamaño y volumen de madera en troza que se va a manejar. Además de las medidas de protección indicadas, debe procurarse que el equipo utilizado para el manejo de trozas no produzca deterioro adicional a la madera. Probablemente por el tamaño de las trozas y el tamaño de las empresas que se pueden establecer en nuestro país, lo más recomendable es emplear equipo agrícola adaptado, por ejemplo: un tractor agrícola (chapulín) con un cargador frontal, posiblemente permitirá realizar esta operación en forma adecuada. Esto tiene la ventaja de utilizar equipo disponible en el país a un costo relativamente bajo, equipo para el que se dispone de una estructura de mantenimiento bien establecida, lo que permitiría operar con mayor seguridad en el tiempo y a unos costos menores.

Lo anterior no descarta la posibilidad de que en empresas grandes se puedan utilizar equipos de mayor capacidad como los cargadores frontales tipo CAT 966, ó 980 etc., o por ejemplo grúas móviles en camiones, autopropulsadas o incluso el sistema de grúa viajera de gran capacidad. Lo ideal sería aplicar un sistema tipo justo a tiempo, en donde la materia prima ingresa de acuerdo con las necesidades diarias de procesamiento con lo que se suprime la necesidad de almacenar temporalmente la materia prima, además los camiones podrían descargar directamente en las rampas de ingreso al aserradero, estando su arribo programado en forma secuencial y precisa.

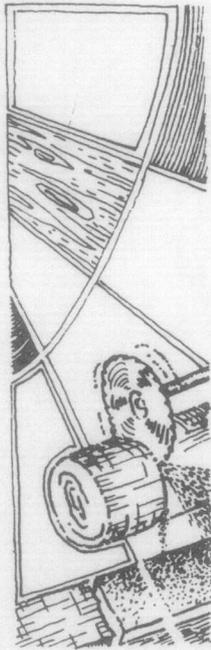
Clasificación y descortezado

El aserrío de trozas de diámetros menores es un proceso que requiere una mayor especialización, para que sea

eficiente y productivo. Anteriormente se mencionó que la principal característica que ha originado estos procesos es el diámetro de las trozas, sin embargo, sumado a ello es de gran importancia considerar la calidad general de las trozas, así como su longitud. Esto evitará el procesamiento de materia prima que no es rentable, y a su vez esto también definirá la relación que debe existir en el mercado de compra y venta de madera en troza.

En este sentido es importante que en el país se promuevan sistemas de **clasificación de madera** en pie y en troza, y aún más importante que esto sirva como elemento orientador a los reforestadores para que produzcan la materia necesaria, con la calidad requerida por el mercado de productos aserrados.

Para ilustrar la importancia que tiene la clasificación de las trozas en los patios de acopio, se puede mencionar que hoy en día, por ejemplo en Alemania, se utilizan sistemas (cajas) de separación mecánica de trozas por categoría diamétrica con diferencias de 1 cm (5 mm en radio), y con diferentes longitudes de troza, dado que el troceado se realiza en los mismos patios. Esto permite que a cada grupo de trozas se le aplique un patrón de corte específico, que a su vez evita el constante ajuste en las sierras o en el caso de nuestro ejemplo, de los cabezales perfiladores-picadores. Tal grado de especialización es difícil de lograr en nuestro medio, principalmente por las características propias de nuestras maderas y debido a una menor homogeneidad de la forma de los árboles en una misma especie. Sin embargo, es importante que por lo menos, sea empleado un sistema similar al utilizado en el sur de Brasil, en donde es típica la existencia de una línea de proceso



generalmente de sierras circulares dobles más reaserradora y despuntadora para los llamados toretes (trozas de aproximadamente 10 a 20 cm de diámetro sin corteza) y otra línea de proceso de alto rendimiento, generalmente de sierras de cinta-reaserradoras-desorilladora y despuntadora, para las toras (trozas de aproximadamente 20 a 40 cm de diámetro sin corteza). Quizás, sea importante en nuestro caso una clasificación como ésta, en dos grupos principales de diámetro y calidad, y que sea realizada directamente en el bosque, con el fin de evitar la adquisición de un equipo de clasificación, que implica una inversión considerable y que probablemente no se justifica sobre todo en las primeras etapas de desarrollo de esta industria.

En cuanto al descortezado es importante evaluar la necesidad de realizar esta operación a la luz de una utilización posterior de los residuos, y en cuanto una mejor conservación de los elementos cortantes (sierras, etc.). Esto por cuanto generalmente la inversión necesaria es relativamente alta e implica costos adicionales, en muchos casos si el uso de los residuos está orientado principalmente a producir energía, no se requiere un descortezado mecánico y continuo. Más bien sería importante emplear sistemas simples de limpieza, mediante elementos manuales y sobre todo una buena inspección previa al aserrío.

Equipo de transformación

a- Convencional

Existe una amplia gama de equipos de aserrío convencionales, de los cuales los más importantes se pueden clasificar de acuerdo con el elemento cortante como sigue:

- Los de sierras circulares
- Los de sierras de banda sin fin (cinta)
- Los de sierras alternativas.

Dentro de cada una de ellos existen varias subdivisiones y generalmente en todos los tipos existen tanto sierras principales, como equipo complementario (reaserradores, desorilladoras, etc.).

En nuestro caso, los más conocidos son los de sierras circulares y los de sierras de cinta.

En general, el procesamiento de trozas de diámetros menores se realiza principalmente por estos dos métodos (sierras de cinta y circulares): las sierras de corte alternativo (múltiple) han ido perdiendo terreno, debido principalmente a su baja velocidad de avance (3 a 18 m/min), esto en función de no realizar corte en el viaje hacia arriba y además porque se necesitan fundaciones especiales para su instalación.

Por su parte, las sierras circulares han ido ganando popularidad, sobre todo en aquellos procesos industriales de mayor capacidad de producción, dado que ofrecen las mayores velocidades de avance mientras mantienen su precisión (hasta 50 m/min); además son equipos más simples y por lo tanto generalmente de menor costo que las sierras de cinta. Tienen la desventaja que producen más desperdicio por aserrín (espesor de corte entre 4,5 y 7 mm), sin embargo, esto es compensado por la precisión de corte, la cual permite disminuir tolerancias y la sobremedida. En cuanto a la preparación del filo en las sierras circulares es generalmente más sencillo, y se realiza con equipo más económico.

Todo esta tecnología ha sido diseñada, desarrollada y aplicada en procesos industriales de gran escala en países industrializados donde abundan las maderas de coníferas. Es por ello que



dicha tecnología tiene grandes limitantes para ser empleada en nuestro medio, principalmente por aspectos de índole económica, ya que los productores de ese tipo de maquinaria fabrican por lo general equipo de alto volumen de producción con un valor de inversión muy elevado para el medio costarricense. Ante esta situación, bien vale la pena iniciar con equipo de procedencia latinoamericana: países como Brasil han desarrollado y adaptado tecnología congruente con los principios y requisitos para el procesamiento de maderas de plantación, que se pueden emplear en nuestro medio de acuerdo con las condiciones y escalas requeridas, y además se ajustan en mejor forma tanto al recurso madera como el recurso humano (mano de obra) disponible en nuestro país.

Por otra parte, algunas de las máquinas y equipos requeridos se pueden construir localmente (sobre todo equipo de pequeña y mediana capacidad). En este sentido se han venido realizando algunas experiencias interesantes que ojalá a corto y mediano plazo vengan a incidir en forma positiva en esta incipiente industria. Además, en aserraderos medianos y grandes, muchas veces las inversiones en equipo de manejo de materiales es similar o mayor que la inversión en maquinaria, y mucho de este equipo (transportadores de cadenas, rodillos, elevadores, etc.) es relativamente fácil de construir localmente.

Es importante que en el establecimiento de estas industrias se planifiquen planteles de producción, con flujos bien organizados, con posibilidades de modificación, ampliación e integración con actividades posteriores, en la medida de los requerimientos. En nuestro medio donde se tiene poca experiencia en este tipo de industria, es muy saludable iniciar la actividad industrial por etapas, donde toda la experiencia acumulada en un proceso se transfiera al siguiente. Esto permite mejorar progresiva y permanentemente.

b- No convencional

- **Técnicas de reducción y perfilado:** esta técnica ha sido desarrollada a partir de los cabezales astilladores-perfiladores. La operación se basa en el fresado de dos lados opuestos o cuatro lados de la troza y la conversión de las costaneras en astillas (chips) a través de cabezales portacuchillas. Con esto, en una sola operación, se produce un bloque o viga de sección cuadrada o rectangular y simultáneamente ocurre la transformación de los segmentos a través de sierras simples, múltiples, circulares, cintas o alternativas, con lo que los bloques son convertidos en productos finales aserrados. Inicialmente (40 años atrás), esta técnica fue desarrollada para trozas de hasta 15 cm de diámetro en el lado menor. Sin embargo, se dio la tendencia de usarla en trozas de diámetros mayores, pero al cuadrar la troza empezaron a bajar los rendimientos, por lo cual se introdujeron equipos adicionales para obtener tablas de las partes laterales de las trozas. Incluso hoy en día, con el fin de eliminar los equipos complementarios se usan los cabezales perfiladores que hacen el trabajo de desorillado directamente en la línea del astillador junto con las costillas, y las tablas son retiradas mediante corte con sierras circulares o de cinta. Esto permite mantener una línea de procesamiento integral compacta, la cual es también flexible ya que las variaciones de los patrones de corte se realiza con el apoyo de computadoras.



- **Técnicas sin producción de aserrín:** estas técnicas son aún de tipo experimental y se basan principalmente en el uso del rayo laser y agua a grandes presiones. También se ha intentado el corte mediante una cuchilla estática, haciendo pasar las trozas a velocidad variable a través de la misma.

Tratamientos (secado y preservación)

Estos son tratamientos que en términos generales permiten que la madera tenga un mejor comportamiento de acuerdo con las condiciones de servicio. Por un lado el secado permite obtener un producto más estable sin la presencia de defectos, como grietas y rajaduras, torceduras, contracción e hinchamiento, etc. En el caso de la preservación persigue la prolongación de la vida útil de los productos en servicio, y en el caso de los baños antimancha, procura evitar el aspecto desagradable que se obtiene cuando se aplican acabados transparentes (lacas, barnices) a las superficies.

Es importante aplicar estos tratamientos a maderas adultas del bosque natural, y más importante aún en el caso de las maderas jóvenes de plantación, donde existe una mayor posibilidad de deterioro tanto por el secado como por el ataque de agentes biológicos. Con estas condiciones, es casi imprescindible aplicar los tratamientos apropiados para lograr que los productos compitan exitosamente en el mercado, sobre todo en un medio acostumbrado a maderas de mayor calidad; de lo contrario es posible que su ingreso al mismo sea muy difícil.

Ahora bien, el aplicar estos tratamientos toma tiempo energía y dinero, por lo tanto se deben buscar los métodos que permitan realizar los mismos, tan rápido y barato como sea posible. Desde este punto de vista, es conveniente considerar

sistemas económicos, por ejemplo en el caso del secado, mediante presecado al aire y utilizar los residuos (que serán abundantes) para producir el calor de secado, requerido por las cámaras. En cuanto a la preservación, es importante considerar las condiciones de uso final de los productos para aplicar el método apropiado. En el caso de madera para uso interior, posiblemente un sistema de inmersión sea suficiente, y cuando existan condiciones muy severas y en contacto con el suelo será necesario la preservación mediante sistemas de presión y vacío con equipo especial (retortas).

De todas maneras, es que los productos respondan adecuadamente de acuerdo con las condiciones de servicio, para lo cual en cada caso, se deben analizar en forma exhaustiva, los métodos que se aplicarán.

Necesidad de una mayor integración

Una finalidad importante de la integración es la de aprovechar en la mejor forma el recurso maderero con el fin de incrementar el valor agregado y obtener el máximo de rentabilidad.

Para establecer un complejo integrado, se debe tener asegurado el abastecimiento estable de materias primas, evaluar la composición y distribución de la masa forestal y a su vez conocer sus propiedades tecnológicas. Además es necesario el estudio de los mercados locales, regionales y eventualmente mundiales, así como planificar y proyectar detalladamente el complejo y ejecutar los planes previstos.

Para asegurar el éxito de la operación, el complejo de elaboración debe establecerse por etapas. Si bien un complejo puede llegar a tener varias instalaciones de fabricación, es



imprescindible que comprenda como mínimo una instalación de elaboración primaria (aserrío), además de las instalaciones de elaboración secundaria y un plantel que permita elaborar parte de los residuos y utilizarlos para la producción de energía.

Será de gran importancia buscar opciones que permitan crear el mercado para los residuos. Para ello es necesario:

1. La reutilización de los residuos de un producto final como materia prima para la fabricación de otro;
2. El empleo de productos semielaborados de un proceso como producto base e intermedio en otro proceso; y
3. El reciclaje de residuos y desechos para la producción de energía y otros subproductos (carbón, etc.).

El desarrollo e integración de procesos de producción, empleando como producto básico e intermedio, el obtenido en otra línea de producción permitirá aumentar el valor agregado. También, el establecimiento de líneas de producción tales como parquet, puertas lisas y de tablero, ventanas y marcos de ventanas, muebles y productos de madera elaborada, permite emplear las materias primas en forma integrada, pues admite la utilización de una mayor variedad de dimensiones y, en menor medida, de especies.

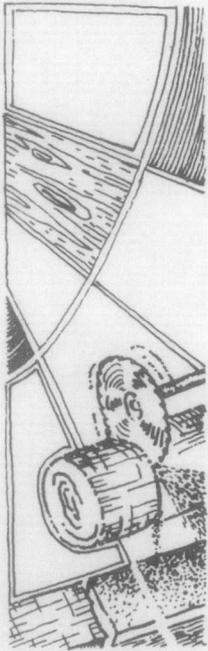
En general, la integración puede tener una serie de ventajas, en cuanto a una mejor utilización de los recursos, reducción de costos, mejoras en la organización y la comercialización, utilización adecuada de la infraestructura y generación de fuentes de empleo sobre todo en zonas rurales. Sin embargo, existen riesgos por una inadecuada planificación del complejo industrial por falta de organización y por falta de experiencia de su personal de gestión.

Aunque se trate de algo inevitable, los rendimientos cuantitativos y cualitativos de las unidades transformadoras suelen ser mayores en los países desarrollados que en plantas similares, en países en desarrollo. Esto se debe al tipo de equipo empleado, y a la mayor capacitación de los trabajadores. Para competir tanto en el mercado nacional como internacional, es necesario aumentar la productividad.

La capacitación de técnicos y del personal de supervisión y gestión, parece ser un requisito previo indispensable para aumentar la eficiencia. El perfeccionamiento en el manejo de la maquinaria ha de ir acompañado de una mayor capacidad de los gerentes para elegir el equipo adecuado y organizar el proceso de producción, así como la disponibilidad de diseñadores, ingenieros de la madera, inspectores de control de calidad y clasificadores, etc.

La integración puede conseguirse ya sea fomentando las pequeñas empresas en un plantel central, o alentando a una empresa existente a emprender nuevas actividades de producción. Todo lo mencionado se refiere principalmente a la integración horizontal y diversificación. También debe promover la integración vertical, de los dueños de bosque con la industria (o viceversa) y a su vez con el mercado. En este sentido vale la pena apoyar tanto a empresas pequeñas como grandes, pero sobre todo a aquellos esquemas participativos. Será también importante, evaluar modelos costarricenses del sector agro-industrial, por ejemplo el caso cafetalero, en donde hoy en día es frecuente que una amplia base de productores de café por regiones, cuenten con un centro de beneficiado, con la tecnología adecuada para el procesamiento industrial.

Sería excelente que los productores de madera, se proyectaran en un



mejoramiento permanente de sus prácticas silviculturales y de manejo de las plantaciones (con apoyo en asistencia técnica), con el fin de obtener madera de la mejor calidad y que, a su vez puedan contar con control de procesamiento industrial en forma integrada, con la tecnología apropiada que garantice un adecuado rendimiento y rentabilidad del recurso.

LITERATURA CONSULTADA

1. FAO. **Elaboración de la madera para países en desarrollo**. Informe de un Curso Práctico, ID/180, Viena, noviembre 1975.
2. Moosmayer, H. **Técnicas Modernas de desdoble de Pinus con aprovechamiento de residuos**, Moosmayor Asociados, Brasil, sin fecha, 27 p.
3. Serrano, R.; Saucedo, Carlos. **Proyecto de remodelación integral del Aserradero El Gavilán S.A.** CIFOR/San Carlos, diciembre 1989.
4. 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.
5. Serrano, R. **Extracción de madera con buya y procesamiento con aserradero portátil de cinta**. *Tecnología en Marcha*. Vol. 10, no. 3, 1990.
6. Serrano, R. **Informe sobre visita a Suecia**. Cartago, enero 1985, 11 p.
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. **Pasantía sobre "Capacitación en Equipamiento y Montaje", visita a industrias de los Estados de Santa Catarina, Paraná y São Paulo, Brasil**. Cartago 1990, 12 p.
9. Serrano, R. **Visita a Feria Mundial de maquinaria y equipo para la industria de la madera y forestal "LIGNA 91" (Alemania), y visita a varias industrias**, mayo 1991.
10. Instituto Tecnológico de Costa Rica. **Viceministerio de Investigación y Extensión. Centro de Industrialización de la Madera**. Sometido al Convenio Préstamo 544-GC.