

Este Informe y su presentación ampliada en las páginas WEB de CIPAV y Econometría S.A. deben servir de guía para la formulación y puesta en marcha de proyectos similares en otras regiones del país y de información para potenciales inversionistas en proyectos forestales.

Los resultados específicos del proyecto, contenidos en el presente Informe, son los siguientes:

1. Análisis de la experiencia internacional en la cadena de productos de madera del caucho.
2. Inventario y estimación de la disponibilidad actual y futura de madera en las plantaciones de caucho de Colombia.
3. Estructuración de un proyecto piloto en términos de selección de su localización, productos, mercados, comercialización, rendimientos y escala de producción, tecnología, requerimientos de inversión, costos de producción, empleo, rentabilidad esperada y organización empresarial requerida para su puesta en marcha.
4. Formulación y evaluación de diferentes alternativas de establecimiento de nuevas plantaciones de caucho o de renovación de las existentes en el país.
5. Síntesis de lecciones y perspectivas de la experiencia internacional aplicables a Colombia.
6. Recomendaciones para la puesta en marcha de una estrategia exitosa de desarrollo de la cadena productiva de muebles y productos derivados de la madera de plantaciones de caucho en Colombia.
7. Reseña de los seminarios de presentación de resultados dirigidos a inversionistas, empresarios, líderes de comunidades y agencias de gobierno relacionados con el tema.
8. Guía de las opciones de consulta a los interesados en la información del proyecto presentada en la Web.

2. ANÁLISIS DE LA EXPERIENCIA INTERNACIONAL EN LA CADENA DE PRODUCTOS DE MADERA DEL CAUCHO

El análisis de la cadena de productos derivados de la madera de plantaciones de caucho se fundamenta en la experiencia de Malasia y Tailandia que son los países líderes en su desarrollo. Con base en la utilización que se está haciendo de este recurso en estos países se construyó el diagrama de la Gráfica 2.1 el cual permite identificar las diferentes posibilidades de uso de esta madera y sus principales actores, ya sean del gobierno o del sector privado.

La cadena de productos de madera del caucho es similar a la de productos de madera de otras especies, especialmente aquellas que provienen de plantaciones. Sin embargo es importante resaltar la producción del látex en la plantación, proceso que se adelanta por 20 o más años y que es la fuente principal de ingresos del productor hasta el momento de la utilización de la madera para su procesamiento industrial, cuando se inicia un nuevo ciclo de renovación de la plantación.

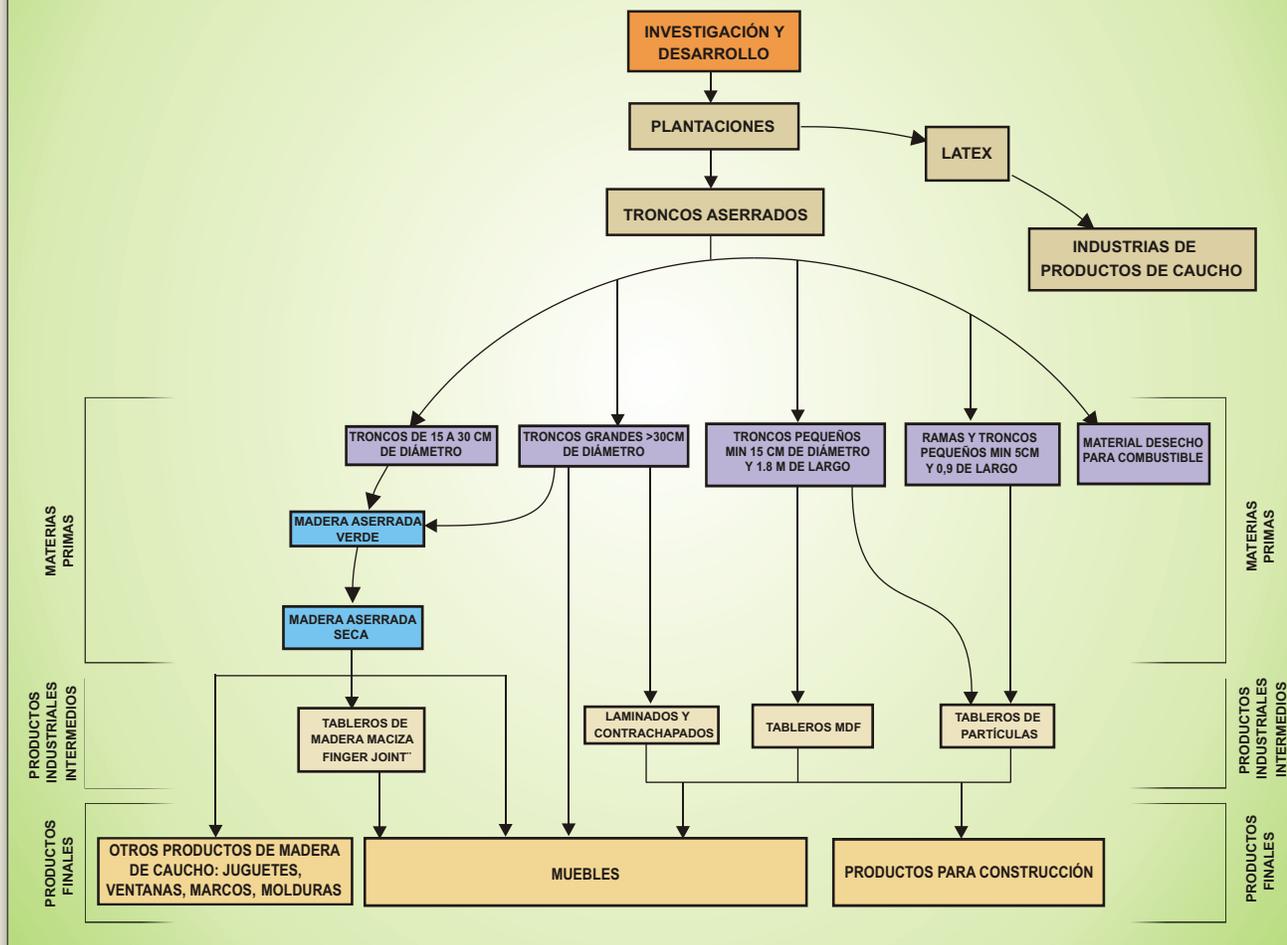
La cadena empieza con la investigación y desarrollo del material vegetal que se utiliza para las plantaciones. Este desarrollo es un proceso de largo plazo, que permite obtener los clones que ofrecen las mejores posibilidades para la producción del látex y utilización de la madera. En países como Malasia ha tomado mucha relevancia la investigación para aumentar el rendimiento de madera de los árboles de caucho, dada la importancia que tiene la industria maderera del caucho en el país. En Colombia algunos de los clones utilizados han sido desarrollados localmente y otros importados de Guatemala, Surinam o de países asiáticos. Hasta el momento no se ha tenido en cuenta la producción de la madera de las plantaciones pues no existe esta actividad en el país. Para la siembra de plantaciones de caucho es necesario disponer del material vegetal requerido, para lo cual se debe contar con viveros que provean material de alta calidad.



Mesas en madera del caucho.
Tomado del catálogo Malaysian
Ruberwood a beautiful
& versatile timber of
Malaysian timber industry board.

Gráfica 2.1

CADENA PRODUCTIVA DE LA MADERA DE CAUCHO
EN MALASIA Y TAILANDIA



En los países asiáticos existe apoyo no solamente en el desarrollo de clones y mejores prácticas para viveros y plantaciones, sino que también se apoya a los productores en las diferentes etapas de la cadena con investigación sobre prácticas de sangrado y manejo del látex, así como en la utilización industrial de la madera, desde su aserrado, inmunización y secado, hasta la producción y comercialización de muebles. Para el efecto, diferentes institutos de investigación tienen laboratorios especiales para desarrollar productos de látex, medir resistencias de los muebles, durabilidad de la madera, además de la promoción de nuevos diseños y participación en ferias y concursos internacionales. Este apoyo garantiza que los productos que van a mercados nacionales e internacionales sean de muy buena calidad y diseño.



Malasia

En los países asiáticos existe apoyo en el desarrollo de clones y mejores prácticas para viveros y plantaciones.

Después de la investigación, el siguiente paso de la cadena es la siembra de la plantación y su manejo. Existen varias alternativas, una de ellas es el monocultivo y otras son la combinación de la plantación de caucho con otras actividades productivas que ofrezcan posibilidades de ingreso, mientras la plantación empieza la producción del látex. La decisión de la alternativa de plantación depende del tipo de propiedad donde se va a sembrar la plantación, si es de pequeños o grandes propietarios, de su localización, tipo de tierra, etc. Al respecto, es importante la experiencia que se tiene en Colombia en alternativas agroforestales con caucho y otro tipo de plantaciones. La asistencia técnica para el manejo adecuado de la plantación es fundamental para el éxito de la misma.

Luego del ciclo de extracción de látex en la plantación, el cual se puede hacer hasta que la plantación tenga 20 o más años, se pasa a una actividad diferente, que es la utilización de la madera de la plantación. El uso industrial de la madera se inicia con el corte de los árboles de las plantaciones en trozas de madera rolliza, esto generalmente lo hacen directamente personas encargadas de la comercialización de este producto, quienes compran la madera en pie al propietario y se encargan de su traslado y venta a los aserraderos o plantas industriales para su corte, inmunización y secado.



En general las plantas de corte, inmunización y secado se localizan cerca de las plantaciones, con el objeto de ahorrar costos de transporte, y aún más importante, lograr la inmunización e iniciar el secado de la madera en un término no mayor a cuatro días después de haber cortado el árbol, pues es una madera que requiere de este procedimiento para garantizar su calidad. Este punto será tratado con más detalle en los siguientes numerales, pero es importante insistir en que se requiere implantar la cultura de tratamiento y secado adecuado de la madera del caucho en las zonas donde se inicie esta actividad.

La transformación de la madera tiene varias opciones según el tamaño de los troncos o ramas y dependiendo también de la infraestructura existente en cada zona, ya sea para su procesamiento en el sitio o para su transporte hacia las industrias donde pueda utilizarse esta madera. Es muy importante lograr el mayor valor agregado de la madera cerca de las plantaciones, de manera que pueda comercializarse como producto intermedio o final, pues la rentabilidad de esta actividad depende del punto de la cadena donde se venda la madera.



Tailandia



En Malasia y Tailandia se utiliza prácticamente toda la madera de los árboles de caucho, para la fabricación de tableros de madera maciza denominados "*finger joint*", y tableros MDF y de partículas, además de una gama muy amplia de muebles y otros artículos de madera que utilizan estos productos intermedios, además de la madera aserrada. Es importante tratar de orientar esta actividad en Colombia hacia el mayor grado de utilización de la madera de los árboles, y en lo posible a su transformación en la zona donde están las plantaciones, en productos de mayor valor agregado que los simples bloques o tablas que generalmente es el producto comercializado en las áreas cercanas al bosque nativo o a plantaciones forestales en Colombia.

La utilización de la madera del caucho en productos finales como muebles y accesorios depende en gran medida de la competitividad de la madera de caucho frente a las opciones que tiene actualmente la industria de muebles en Colombia. La madera del caucho tiene propiedades adecuadas, similares a maderas comerciales y su precio puede ser favorable frente a maderas de plantaciones como el pino, melina o el nogal cafetero.

La estrategia de comercialización es por lo tanto un proceso muy importante para el éxito de la utilización de este tipo de madera. En el sureste asiático el empleo de la madera del caucho ha sido apoyado por el gobierno mediante la promoción de productos terminados en el mercado internacional en ferias y eventos comerciales y con una estrategia de acompañamiento al sector en las diferentes etapas del proceso productivo. Actualmente es una madera altamente apreciada en los mercados internacionales de muebles y productos de madera, dadas sus propiedades y su origen en plantaciones, que le da un reconocimiento especial frente a maderas del bosque nativo. En los mercados internacionales se la conoce con diferentes nombres como el de *Malaysian Oak* para los productos de Malasia, o *Parawood* para los de Tailandia.

2.1 INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO DEL MATERIAL VEGETAL

A continuación se examina en detalle el estado de las diferentes etapas de la cadena productiva en los países líderes y sus implicaciones para el caso colombiano.

Se puede decir que la investigación relacionada con los cultivos de caucho se inició a finales del siglo XIX, cuando se llevó la especie desde el neotrópico amazónico al Asia con una relativa corta parada en Kew Gardens en Inglaterra. Aunque simple, la investigación se basó en obtener éxito en la adaptación del árbol de caucho al cultivo en plantación y a otra región distinta a la de su origen en la cuenca amazónica. En esta sección se examina principalmente la investigación desarrollada por Malasia, debido a su posición como pionero y líder mundial en la producción de clones llamados de doble propósito (madera y látex).

Malasia ha sido pionera en la selección de material genético y la producción de clones altamente productivos desde 1927. Después de la Segunda Guerra Mundial institutos en otros países también desarrollaron investigaciones para la obtención no sólo de clones altamente productivos en látex, sino adaptables a ambientes diversos y con cierta resistencia a patógenos, como el mal suramericano (el hongo *Microcyclus ulei*, que causa la caída del follaje y la disminución de producción). Hasta finales de los años setenta la investigación se basó en la selección de los mejores individuos que producían una mayor cantidad de látex.

En cuanto a la investigación relacionada con clones que producen más volumen de madera de buena calidad, el desarrollo es relativamente reciente, también liderado por Malasia. La investigación de clones de mayor producción de madera de caucho no tiene más de 20 años, debido al interés que tuvo el gobierno de Malasia de utilizar, producir y exportar productos de madera del caucho de alto valor agregado. Este interés se vio reforzado por las restricciones que a finales de los años ochenta se impusieron en Europa y el Japón a la importación de maderas y productos del bosque nativo.

En Malasia el instituto responsable por toda la investigación relacionada con cultivos de caucho es el RRIM, Rubber Research Institute of Malaysia o Instituto de Investigación de Caucho de Malasia. Con más de 1.2 millones de hectáreas de cultivos de caucho y más del 80% de los muebles exportados hechos con madera de caucho, el látex genera un impacto económico menor que la madera, la cual se ha convertido en el principal producto de las plantaciones (MTC, 2002). Por ello el RRIM ha enfocado su investigación en clones de doble propósito (madera y látex), los que denomina serie 2000. Estos clones han sido ensayados además para su productividad doble propósito en diversos lugares de Malasia peninsular e insular. Así el RRIM quiere asegurarse de tener clones doble propósito, de alta productividad, adaptados a diversas situaciones de suelos y clima.



Malasia

En el momento estos clones han superado la etapa de experimentación y se encuentran listos para pasar a la utilización comercial. En el Cuadro 2.1 se presentan las características de producción de látex y madera que tienen algunos clones de la serie 2000.

CUADRO 2.1
 RENDIMIENTO DE LÁTEX Y MADERA DE CLONES SELECCIONADOS
 DE LA SERIE 2000 DE UNA LISTA DE 12 CLONES DESARROLLADOS POR EL RRIM

En el cuadro están los clones con mayor y menor producción de látex y madera, respectivamente

CLON	PRODUCCIÓN DE LÁTEX (KG/HA/AÑO)	PRODUCCIÓN DE MADERA (M ³ /ÁRBOL)
RRIM 2027	3,036	1.30
RRIM 2014	2,007	1.33
RRIM	2,277	0.68
RRIM 2025	2,700	1.87

FUENTE: Cifras publicadas por el Malaysian Rubber Board (Rubber Forest Plantation, MRB, 2003).

Para la obtención del material vegetal óptimo, Malasia ha tenido que realizar un enriquecimiento genético del material existente en su país. Originalmente los cultivos que se realizaron en Malasia a finales del siglo XIX provenían de unas pocas semillas contrabandeadas de Brasil y llevadas a sus territorios en la península de Malasia. La carga genética era bastante limitada ya que se trataba de algunas semillas de un grupo reducido de individuos de algún lugar de la baja o media cuenca amazónica. En 1908 y 1995 Malasia realizó dos misiones de prospección genética a la Amazonia brasileña, con fines de investigación y producción de nuevos clones. La última misión realizada en 1995 fue la primera en explorar y obtener material genético de la cuenca media- alta de la Amazonia brasileña, de donde no se contaba con material. Sin embargo, las áreas originarias del caucho en la alta Amazonia, donde preferentemente se incluye la región del Apaporis en Colombia, no han sido exploradas aún por parte de investigadores con el fin de obtener un mejor material genético para la producción de nuevos clones.



Para producir nuevos clones, investigadores del RRIM, como el Dr. Ramli Othman¹ realizan una serie de selecciones a partir de material injertado con nuevas variedades. Se ha logrado reducir la producción de nuevos clones a no más de 10 años, lo cual es un excelente logro, teniendo en cuenta que se trata de una especie perenne, con ciclos de hasta 40 años de producción en algunos países.



Malasia

¹ Jefe de mejoramiento de cultivos y de la unidad de protección del RRIM en Malasia.

2.2 TÉCNICAS DE CULTIVO Y MANEJO DE LAS PLANTACIONES DE CAUCHO

Una vez se obtienen nuevos clones, estos deben ser reproducidos en la cantidad necesaria para nuevas plantaciones comerciales. Esto se hace a través del establecimiento, manejo y uso de jardines de clones en bancos de material vegetal, o viveros especializados en la producción de clones.

Para ello se necesitan básicamente dos elementos: la base, que es una porción de una plántula de caucho desde parte del tallo hasta su raíz, también llamada estaca y la porción aérea que se desarrolla a partir de una yema injertada en la base y que proviene de un cultivo pequeño y puro de clones jóvenes que se mantiene en el vivero. Aunque la estaca puede provenir de cualquier origen genético, actualmente parece que también se están seleccionando estacas para determinados clones.

El *stump*, o material injertado y desarrollado es el que se lleva a campo para su plantación a escala comercial. Por la forma de obtener el material vegetal adecuado para el cultivo de caucho, es vital en la planeación de siembras a mayor escala el establecimiento de jardines clonales que suministren los clones adecuados, y la cantidad necesaria en cercanía a la región de las plantaciones que se planea realizar.



De manera general el caucho requiere de los siguientes factores ambientales para poder desarrollarse adecuadamente a escala comercial: suelos bien drenados de profundidad media mínimo de un metro, que no se inundan y con un pH de 4 a 6.5; una precipitación de 1,200 a 3,000 milímetros por año, con (ojalá) un período seco definido de uno a dos meses (importante para el control del mal suramericano); una temperatura promedio de 25° C y un rango de 22 a 30° C y mínima superior a 15° C; altitud de 0 a 1,200 metros sobre el nivel del mar; 1,500 a 1,800 horas anuales de luminosidad; 70% a 80% de humedad relativa en el ambiente y vientos inferiores a 60 km/h.

Según investigaciones de CONIF, en Colombia existen al menos tres millones de hectáreas con condiciones aptas para el cultivo del caucho, incluyendo dentro de ello que estén en zona de escape del hongo *Microcyclus ulei*. Las áreas de mayor aptitud se localizan en la Orinoquia, Valle del Magdalena y la Costa Atlántica.



Malasia

Para los cultivos comerciales se utilizan hoy en día diferentes trazados, pero prevalece el de líneas con 2.8 a 3 metros entre plantas y con surcos de 7 metros entre líneas. Esto da una densidad de aproximadamente 500 árboles por hectárea. Con este trazo se garantiza una adecuada captación de la radiación solar y utilización de nutrientes del suelo en una plantación madura, además de facilitar labores de extracción de látex y entrada de equipos como tanques recolectores.

Los cultivos comienzan a producir aproximadamente a los seis años de establecidos, aunque hay clones que pueden producir antes. Normalmente la producción va aumentando hasta estabilizarse en el año 9 y se mantiene económicamente viable hasta el año 25 a 30. Pero actualmente con los nuevos clones producidos y nuevas técnicas de extracción de látex estos esquemas han variado. Los clones de la serie 2000 pueden entrar en ciclos de producción de no más de 15 años, comenzando a producir en el año 5 y obteniendo un buen volumen de madera en el año 15 (ver Cuadro 2.1).

La agroforestería y sistemas silvopastoriles tienen ventajas importantes frente a los monocultivos de caucho. En varios países, incluyendo Colombia, existen investigaciones en tres grupos de combinaciones distintas asociadas al cultivo de caucho: ganadería, cultivos agrícolas de ciclo corto y cultivos semi-perennes (frutales arbustivos y otros).

En Brasil, en el estado de Pará, inmigrantes japoneses han mantenido sistemas de cultivos de caucho asociados con pimienta y maracuyá, convirtiéndose en los mayores productores de pimienta blanca en la región en la década de 1980. En Colombia CORPOICA ha tenido un papel importante en la investigación de sistemas agroforestales con caucho. Se han desarrollado esquemas asociados con frutales amazónicos que son interesantes no sólo desde el punto de vista económico sino también en cuanto al ciclo de nutrientes en el suelo de los cultivos. Parece que al tener plantas que se nutren de partes superficiales del suelo se logra reciclar mejor los nutrientes, lo que beneficia a los árboles de caucho. En síntesis, para nuestra realidad es recomendable establecer el caucho en sistemas agroforestales debido a la diversificación del cultivo (y entradas económicas), mejor aprovechamiento de recursos y mayor reciclaje de nutrientes, entre otros factores.



Caquetá

Las plantaciones de caucho no requieren de mucha mano de obra, pero sí de una constancia en la extracción del látex a través del rayado del árbol. Esta labor se debe realizar temprano en la mañana todos los días. Se sangra un lado del fuste (media cara) de manera descendente con el tiempo, rayando la corteza para alcanzar los vasos donde circula el látex y se pasa al otro lado después de cierto número de años. Entre ambos lados se cubre normalmente el período o ciclo del cultivo, aunque el sangrado se puede extender a varias partes del fuste e inclusive a las ramas gruesas del árbol.

Esto es lo que actualmente se hace en los cultivos antiguos del Caquetá en Colombia, por productores que dependen exclusivamente del látex y tienen plantaciones de más de 30 años con baja producción. Un sangrado excesivo puede afectar considerablemente la calidad de la madera y el rendimiento en la obtención de madera industrial.

Al final del ciclo de producción de látex, el productor en países como Malasia y Tailandia negocia la madera verde en pie. Del árbol talado se utiliza industrialmente la gran mayoría, o sea el fuste y las ramas hasta de 5 cm

de diámetro. Se talan los árboles y el fuste y las ramas mayores se cortan en trozas cortas de unos 2 metros de largo. Las ramas menores se usan hasta con 0.9 metros de largo. Las raíces y el follaje menor se pueden utilizar como combustible. La madera es un bien preciado por los productores de caucho en Asia, ya que genera una buena entrada de recursos que permite financiar parte del período improductivo de una nueva plantación, entre otras cosas.

Los troncos y ramas de los árboles de un cultivo se separan de acuerdo con la industria respectiva y son transportados por la empresa compradora o terceros a los patios de procesamiento de madera. Allí comienza el proceso industrial de producción de productos derivados de la madera del caucho.



2.3 CORTE, ASERRÍO Y TRATAMIENTO DE LA MADERA DEL CAUCHO

Para la producción de madera del caucho para uso en la industria de muebles, tableros y paneles hay una serie de pasos que son, de manera general, semejantes al procesamiento de otras maderas de bosques plantados. Sin embargo, existen algunos elementos especiales para el manejo de esta madera que se han perfeccionado mediante varios años de investigación realizada en

Malasia principalmente y que tienen que ver con el secado y la preservación de la madera.

Los pasos del procesamiento básico de la madera de plantaciones de caucho, para obtener madera para uso industrial se resumen en los siguientes aspectos:

1. Corte en trozas

En campo, o sea en la plantación de caucho, se realiza una pre-selección de diferentes partes del árbol de caucho. El propósito es realizar el corte del fuste (tronco principal), y de las ramas utilizables industrialmente en porciones transportables, llamadas trozas. Estas trozas varían en el largo, dependiendo de su destino, y no son más que el tronco o ramas cortados en secciones.

Las trozas del árbol de caucho se cortan más eficientemente con motosierra, aunque produce bastante desperdicio un medio más eficiente para la obtención rápida de trozas. El árbol se corta a ras del suelo (10 a 20 cm). No se deben cortar las trozas en bloques, que es el producto inicial que tradicionalmente se corta en campo en Colombia, ya que al producir bloques, el desperdicio de madera aumenta sustancialmente (ver sección de rendimientos más adelante en este informe) debido al corte de la motosierra y la dificultad en cortar eficientemente los troncos en el campo.





Tailandia

Para el aserrío en campo se utilizan normalmente todas las ramas que se pueden procesar industrialmente. No es necesario retirar la corteza del árbol, ya que los troncos con corteza se pueden utilizar en la producción de aglomerados. Para la producción de madera aserrada la corteza se retira normalmente en el proceso posterior de corte y selección de la madera. Para fábricas de tableros de partículas (aglomerados), ramas con diámetros iguales o superiores a 5 cm pueden ser utilizadas. Para la obtención de madera aserrada como producto intermedio (para muebles y tableros *finger-joint*) ramas de mínimo 15 cm de diámetro se pueden comenzar a utilizar, siendo la limitante el manejo en las sierras sinfín.

En síntesis, en el aserrío en campo se obtienen ramas entre 5 y 15 cm para suplir la industria de tableros de partículas; y ramas y troncos de más de 15 cm de diámetro para la industria de tableros de madera maciza (*finger-joint*) y la producción de madera aserrada seca para la industria de muebles. Las dimensiones de las trozas de troncos y ramas van desde alrededor de 1 metro a 1.8 metros de largo. No tiene sentido producir trozas con dimensiones más largas debido a las características de esta madera en el secado, como se detalla más adelante. El único subproducto que queda en el campo son raíces y ramas muy pequeñas (menores que 5 cm) que son fundamentalmente las copas de los árboles.



Tailandia

2. Transporte

Las trozas de madera del caucho se separan en campo y se transportan directamente a los patios de las diferentes industrias. Es importante que el transporte de las trozas de caucho no se realice mucho tiempo después del corte, ya que el alto contenido de látex (savia elaborada) en el tronco crea un medio óptimo para la implantación y crecimiento de hongos que afectan inicialmente el color de la madera, así como el posible ataque de insectos que también afectan su calidad.

El ataque de hongos e insectos causan posteriormente la biodegradación de la madera. Debido a que su color claro y su consistencia tienen un papel muy importante en la industria de productos de madera maciza, su transporte de esta madera debe realizarse inmediatamente, con cinco días como máximo período entre el corte en campo y el aserrío y tratamiento en las industrias procesadoras. Si por algún motivo el transporte demora más que esto, es necesario rociar la madera con una mezcla de bórax / ácido bórico para evitar el ataque de hongos.

Aserrío o producción de *chips*

Las trozas de madera de caucho se aserran utilizando la misma maquinaria normalmente empleadas para otras maderas, desde sierras sinfín hasta máquinas más eficientes como la Woodmizer, utilizada en varias regiones del país. Debe ser un proceso eficiente y rápido, ya que se debe poder tratar y secar la madera lo más pronto posible, por sus características explicadas en el párrafo anterior. Dependiendo del producto, se cortan piezas de dimensiones relativamente pequeñas, en comparación con otras maderas tropicales. Las piezas aserradas varían en dimensiones, pero no pasan normalmente de 1.8 metros de largo, 10 cm de ancho y 5 cm de espesor. Estas dimensiones se pueden variar entre las dimensiones mencionadas anteriormente de acuerdo con el producto final (madera aserrada seca y tratada, o tableros de madera maciza).

La limitación del corte de la madera del caucho se debe principalmente a su deformación al secarla. Piezas mayores tienden a deformarse mucho, causando desperdicios muy altos. Por ende, con piezas menores se pueden obtener productos sólidos y estables. Es por esto que los tableros de madera maciza son un producto tradicional en la industria de madera del caucho para la producción posterior de muebles.

La madera aserrada, tratada y seca, se vende en Malasia tradicionalmente con las siguientes dimensiones:

1" x 1" x 46 cm

2" x 2" x 46 cm

3" x 3" x 46 cm

4" x 4" x 46 cm



Tailandia

Para la industria de tableros de partículas, las ramas que llegan a los patios son directamente depositadas en bandas continuas en donde son picadas en partículas o *chips*. La principal diferencia entre tableros aglomerados y MDF es que para los aglomerados se puede utilizar madera con corteza, mientras que para la producción de MDF es necesario retirar la corteza antes del picado de la madera.

3. Tratamiento y secado

Una vez obtenidas piezas aserradas de madera éstas deben ser tratadas con sustancias químicas que evitan el ataque de hongos que causan la biodegradación de la madera afectando sus cualidades químico - físicas.

Una mezcla de bórax y ácido bórico (llamada boron en Asia) es suficiente para evitar que hongos se establezcan y propaguen en la madera aserrada, que es el estado más vulnerable de su procesamiento. Para una protección temporal se puede sumergir por corto tiempo la madera aserrada en boron. Pero para hacer permanente y efectiva su protección es necesaria la impregnación de boron bajo presión. Para ello se hace uso de cámaras de inmunización a presión.

Estas cámaras se cargan con las piezas de madera (ver foto) y el boron es introducido a la misma, se cierran herméticamente y se someten a presión lo que hace que la madera absorba la sustancia hasta el interior de la misma.

Para una protección temporal se puede sumergir por corto tiempo la madera aserrada en boron. Pero para hacer permanente y efectiva la protección de la madera es necesaria la impregnación de boron bajo presión. Para ello se hace uso de cámaras de inmunización a presión.



Malasia



Estas cámaras se cargan con las piezas de madera y el boron es introducido a la misma.

Existen métodos para verificar la eficacia de absorción del boron (*test* de curcumin), cuyo estándar mínimo es de 0.2% de retención neta de equivalente de ácido bórico a 12 mm de la superficie. En Colombia existen varias de estas cámaras que se utilizan en otras maderas con requerimientos similares como el pino.

Una vez se impregna la madera con boron, ésta pasa al secado en hornos que controlan la humedad y temperatura en ciclos predeterminados para la especie, en los cuales se aumenta progresivamente la temperatura (desde 40.5 hasta 76.5°C. seca, según esquema) y se disminuye la humedad relativa en el horno (de 85% a 30%, según el esquema). Piezas de 5 cm de espesor se secan en 10 a 12 días en hornos con programas tipo *Kiln*. La madera del caucho sufre deformaciones, principalmente pandeo o combadura. Esta deformación se reduce mediante el aserrío de piezas relativamente pequeñas y el uso de cargas de 250 k / m² sobre la madera apilada para secado. La madera seca debe contener un promedio comercial máximo de 10% (8 a 12%) de humedad después de que pasa por el ciclo *Kiln* de secado en horno. Una vez esté seca la madera, debe organizarse en forma de cubos (montones de piezas), que se deben cubrir con plástico u otro elemento que evite la rápida reabsorción de humedad del aire, sobre todo en regiones tropicales como las de Colombia donde la humedad relativa del aire supera en muchas áreas el 80%.

2.4 TRANSFORMACIÓN INDUSTRIAL DE LA MADERA DEL CAUCHO

En Malasia y Tailandia la madera proveniente de las plantaciones de caucho se transforma en diferentes materias primas que se exportan o sirven de insumos para la producción local de productos de un mayor valor agregado como son muebles, pisos, molduras, puertas, ventanas y demás artículos de madera que se producen con estos materiales.

De acuerdo con la estructura productiva actual de la cadena en estos países, las transformaciones y usos industriales de la madera de las plantaciones de caucho se inicia con la producción de diferentes materias primas, según se presenta en el Cuadro 2.2.

CUADRO 2.2
MATERIAS PRIMAS PRODUCIDAS A PARTIR DE LAS TROZAS DE MADERA DEL CAUCHO

TIPO DE MATERIAL	DIÁMETRO	PRODUCTO BÁSICO PRODUCIDO
Ramas y troncos pequeños	5 a 10 cm.	Tableros de partículas.
Troncos intermedios	10 a 15 cm.	Tableros MDF.
Troncos principales	15 a 30 cm.	Madera aserrada y tableros de madera maciza tipo <i>Finger joint</i> .
Troncos grandes	Superiores a 30 cm	Preferentemente para producir piezas especiales de madera aserrada para la fabricación de muebles y una parte muy pequeña para contrachapados.

FUENTE: Malaysian Rubber Board



Malasia

- **Tableros de partículas y MDF**

Los tableros de partículas han sido empleados tradicionalmente como superficies laminadas, generalmente con papeles plastificados, que se emplean en la producción de muebles modulares, de oficina, cocinas, revestimientos de construcción y muchas otras aplicaciones.

Por otra parte, en los últimos 15 años se ha consolidado en el mercado mundial de tableros el MDF (*Medium Density Fiberboard*), que es un tablero de altísima calidad, que no se construye a partir de partículas, sino por la transformación de la materia prima de los troncos en fibras de madera que se reconstituyen en un nuevo material con propiedades específicas según el uso que se le quiera dar. Estos tableros son usados para la fabricación de muebles y algunos productos de madera para terminados de construcción.

En Tailandia más del 80% de los tableros producidos son fabricados con madera del caucho y en Malasia el 97% de los tableros son de madera de plantaciones de caucho. En el Cuadro 2.3 se presenta la capacidad instalada en estos países.

CUADRO 2.3
LA INDUSTRIA DE TABLEROS DE MADERA DE PLANTACIONES DE CAUCHO
EN MALASIA Y TAILANDIA -2002

PAÍS	TABLEROS DE PARTÍCULAS			TABLEROS MDF		
	NÚMERO DE PLANTAS	CAPACIDAD TOTAL EN M ³ /DÍA	CAPACIDAD EN MADERA DEL CAUCHO M ³ /DÍA	NÚMERO DE PLANTAS	CAPACIDAD TOTAL EN M ³ /DÍA	CAPACIDAD EN MADERA DEL CAUCHO M ³ /DÍA
Malasia	8	ND	(4 plantas)	10	ND	(7 plantas)
Tailandia	17	3960	3550 (14 plantas)	6	2240	1800 (4 plantas)

FUENTE: Malaysian Timber Council, *Marketing and promotion of Malaysian Oak products*, Julio 2003.

La capacidad instalada de los dos países muestra un liderazgo de Malasia en la producción de tableros MDF y de Tailandia en tableros de partículas. Las cifras de producción para 2001 son las siguientes:

PAÍS	PRODUCCIÓN MDF MILLONES DE M ³	PRODUCCIÓN DE TABLEROS DE PARTÍCULAS MILLONES DE M ³
Malasia	1388	379
Tailandia	442	538

Es de señalar que Malasia es el tercer productor mundial de MDF y Tailandia el décimo en tableros de partículas.

- Transformación de la madera aserrada

La madera aserrada del caucho se emplea con creciente importancia para la producción de listones y tableros de madera maciza, mediante el proceso de unión y pegado de pequeñas tablas de madera aserradas y pulidas en un proceso llamado *finger jointing*, es decir, se pegan pequeñas tablas, mediante unos dientes abiertos en sus extremos para formar listones, que después a su vez se pegan y conforman tableros formados de madera maciza. Estos tableros de madera maciza son de excelente acabado, resistencia y son producidos en hojas de hasta 4.5 X 1.2 metros y con un espesor de 1.8 cm hasta 8 cm. En Colombia existen algunas plantas de tableros *finger joint*, siendo la primera la que montó Cartón de Colombia en 1998 en la planta de INMUNISA en Cali.

Estos productos son la materia prima básica para la producción de muebles y molduras, ya que tienen un costo menor y características similares que las maderas finas de los bosques tropicales, las cuales además se están agotando, aun en explotaciones sostenibles. Sin embargo, se debe señalar que alrededor de un 65% de la madera aserrada, especialmente las piezas más grandes, no se laminan sino que se pulen y se utilizan directamente en la producción de muebles y de otros artículos de madera como pisos, marcos, adornos, juguetes, etc. La producción anual de madera del caucho aserrada, incluyendo los tableros *finger joint* es actualmente de 900.000 m³ en Malasia y de 700.000 m³ en Tailandia.





Malasia

- **Contrachapados**

Los contrachapados o *plywood*, conforman otro grupo de productos intermedios derivados de la madera del caucho que básicamente son láminas pegadas de la madera del árbol, las cuales se obtienen al desenrollar el tronco, razón por la cual para este proceso se emplean los troncos de mayor diámetro. Dadas las exigencias de diámetro para una producción eficiente de contrachapados, el uso de madera del caucho no es el mayoritario, ya que las maderas del bosque nativo son de mayor diámetro. En Malasia no más del 10% de los contrachapados son producidos de madera del caucho.

- **Producción de muebles y otros productos de madera del caucho**

La producción de muebles representa la etapa final del uso de las materias primas antes descritas. Tanto en Malasia como en Tailandia se estima que el 90% de sus componentes de madera son de madera del caucho y el 10% de otras especies. En cuanto a los componentes de madera de caucho, un 60% es madera aserrada o moldeada (*finger joint*) y un 30% tableros MDF y de partículas.

La madera del caucho tiene propiedades físicas similares a otras maderas comerciales y su precio puede ser favorable frente a maderas de plantaciones como el pino, melina o el nogal cafetero en Colombia. Actualmente la madera del caucho es altamente apreciada en los mercados internacionales de muebles y productos de madera, dadas sus propiedades y su origen en plantaciones, que les da un premio especial frente a maderas del bosque nativo. En los mercados internacionales se la conoce con diferentes nombres como el de *Malaysian Oak* para los muebles y productos de Malasia, o *Parawood* para los de Tailandia. Las exportaciones de muebles y productos de madera fabricados con madera del caucho en Malasia en el año 2002 fueron de US\$ 1.130 millones, de los cuales los muebles representan el 80% del valor total. Las exportaciones de Tailandia en 2002, de productos derivados de madera del caucho, llegaron a US\$ 550 millones. En el siguiente numeral se analizan en detalle estos flujos de comercio.

2.5 COMERCIALIZACIÓN DE PRODUCTOS DERIVADOS DE LA MADERA DE PLANTACIONES DE CAUCHO

Los países líderes en el comercio de productos de madera de plantaciones de caucho son los asiáticos. A continuación se presentan algunas referencias del tamaño del mercado de maderas tropicales en el mundo, del de productos de madera de plantaciones de caucho y de la participación de estos países en estos mercados. Luego se describen los elementos de la estrategia comercial que han implementado estos países y que se considera pueden ser útiles para entender el proceso y aplicar algunos de ellos al caso colombiano.



Tailandia

- **Participación de Malasia y Tailandia en el mercado de productos de madera en general**

El país líder en la comercialización de los productos de madera de caucho ha sido Malasia, seguido por Tailandia y otros países asiáticos como Indonesia. Tanto en Malasia como en Tailandia se dieron situaciones que contribuyeron a facilitar la introducción de estos productos a los mercados nacional e internacional. La primera es que Malasia es mundialmente reconocida como el productor líder de látex y de sus productos en el mundo, con experiencia en exportación y con un sector productor importante, orientado al mercado externo, algo muy similar ocurre con Tailandia. La segunda es que en estos países existía una industria maderera importante, con posicionamiento en el mercado mundial de muebles y de otros productos de madera. La tercera es que el área de plantaciones de caucho de estos países representa cerca del 40% del área total de plantaciones de caucho en el mundo, en 1999 había 7.2 millones de hectáreas de plantaciones de caucho en el mundo, donde el 93% estaba ubicado en Asia, y el 73% estaba en tres países: Indonesia (31.56%), Tailandia (21.63%) y Malasia (19.75%).

En el mercado mundial de productos forestales de maderas tropicales, la producción está concentrada en unos pocos países; Malasia y Tailandia están en los primeros lugares (Ver Cuadro 2.4). Los principales actores en el flujo de comercio cambian de acuerdo con el tipo de producto, pero en todos ellos estos países tienen una posición de liderazgo. En 1999 Malasia estaba en los primeros lugares como productor de trozas y madera aserrada como principal exportador; Es el principal productor y exportador de chapas, segundo en contrachapados y segundo productor y primer exportador de tableros de madera reconstituida. Por su parte Tailandia tiene un puesto muy importante en el mercado de tableros y en el de pulpa. De los grupos anteriores la participación más importante en productos de madera de plantaciones de caucho es en tableros y en especial en MDF donde cerca del 100% son producidos con madera de plantaciones de caucho.

En el mercado de productos de mayor valor agregado, Asia y especialmente Malasia, Tailandia e Indonesia tienen una participación muy importante. Las exportaciones de productos elaborados de maderas tropicales pasaron de US\$ 1.102 millones en 1989 a US\$ 4.826 millones en 1999. La participación de Asia en estas exportaciones era del 85% (US\$ 4.082 millones) en 1999. El renglón más dinámico ha sido el de muebles y partes que pasó de representar un 39% del total de las exportaciones en 1989 al 67% en 1999 (Cuadro 2.4).

CUADRO 2.4
PRODUCCIÓN, EXPORTACIONES E IMPORTACIONES MADERAS Y SUS
PRODUCTOS, PRINCIPALES ACTORES SEGÚN MERCADO- 2002

	TROZAS, MADERAS TROPICALES		MADERA TROPICAL ASERRADA		CHAPAS DE MADERA TROPICAL	
		MILES DE M ³		MILES DE M ³		MILES DE M ³
PRODUCTORES	total mundial	121.101	total mundial	40.487	total mundial	2.662
	total productores	120.732	total productores	38.625	total productores	2.364
	Indonesia	25.000	Brasil	15.300	Malasia	950
	Brasil	26.000	India	6.800	Brasil	370
	Malasia	19.500	Indonesia	6.250	Cote d'Voire	300
	India	14.000	Malasia	5.000	Ghana	264
	Tailandia	7.800	China	950	Filipinas	311
EXPORTADORES	total mundial	12.979	total mundial	9.256	total mundial	1.139
	total productores	12.804	total productores	8.522	total productores	1.016
	Malasia	4.300	Malasia	2.500	Malasia	55
	Indonesia	2.000	Indonesia	2.300	Cote d'voire	120
	Gabón	2.000	brasil	1.200	Ghana	112
	Myanmar	582	camerun	640	Gabón	66
	P Nueva Guinea	1.500	Cote d'Voire	425	Brasil	61
IMPORTADORES	total mundial	15.650	total mundial	8.851	total mundial	1.079
	China	7.100	China	3.096	China	150
	Taiwán	1.100	Tailandia	785	Corea	203
	Japón	1.675	Japón	514	Taiwán	170
	India	2.041	España	500	Filipinas	127
	Malasia	162	Hong Kong	133	Italia	50

Del total de las exportaciones de productos de mayor valor agregado de Asia (US\$ 4.082 millones en 1999), Malasia tenía en 1999 el 36%, Tailandia el 18% e Indonesia el 36%. Para Malasia el 73% de estas exportaciones son muebles y sus partes, para Tailandia son el 85% y para Indonesia son el 32%. Estas cifras muestran la importancia de los muebles y sus partes en el mercado de productos elaborados de maderas tropicales, siendo muy relevante para los dueños de plantaciones de caucho, pues el 80% de las exportaciones de muebles de Malasia y Tailandia son de madera de plantaciones de caucho.

CONTRACHAPADOS MAD TROPICAL		TABLEROS MADERA RECONSTITUIDA ^{1/}		PULPA DE MADERA ^{1/}	
	MILES DE M ³		MILES DE M ³		MILES DE M ³
total mundial	20.289	total mundial	119.712,1	total mundial	277.877
total productores	14.300	total productores	7.205,6	total productores	27.928
Indonesia	7.300	Brasil	2.763,0	Brasil	12.393
malasia	4.600	Malasia	1.767,0	Indonesia	9.190
China	3.600	Tailandia	1.115,0	India	2.279
Japón	900	Indonesia	854,0	Tailandia	2.274
Brasil	1.000	Colombia	161,5	Venezuela	
total mundial	11.851	total mundial	36.589	total mundial	60.875
total productores	10.684	total productores	3.205	total productores	8.998
Indonesia	6.500	Malasia	1431,8	Brasil	5.555
Malasia	3.350	Tailandia	1.018	Indonesia	2.832
Brasil	440	Indonesia	444	Tailandia	568
China	550	Brasil	250		
Bélgica	175	Colombia	39		
total mundial	9.822	total mundial	38.927	total mundial	65.015
Japón	4.300	Brasil	115	Indonesia	1.311
EEUU	1.400	Filipinas	108	Tailandia	642
Corea	1.022	India	82	Brasil	527
China	570	Malasia	79	India	354
Taiwán	460	Indonesia	37		



FUENTE: Cálculos con base en información de la OIMT, reseña anual y evaluación de la situación mundial de las maderas, 2002. Cuadros: 1-1 b y d, 1-3, y 5-7.

^{1/} Los datos de tableros y pulpa de madera corresponden al año 2001.

- **ESTRATEGIA DE COMERCIALIZACIÓN DE LOS PRODUCTOS DE MADERA DE PLANTACIONES DE CAUCHO**

La estrategia de comercialización que han venido adelantando estos países tiene varios aspectos:

- Ofrecer en el mercado productos de excelente calidad a precios competitivos.
- Utilizar adecuadamente las ventajas de las propiedades de la madera de plantaciones del caucho, para ofrecer en el mercado una amplia gama de productos.
- Utilizar tecnologías que permitan minimizar la desventaja del tamaño de las trozas de la madera del caucho y su vulnerabilidad a los hongos e insectos.
- Aprovechar su ventaja de tener una posición fuerte en el mercado mundial de productos de madera para introducir los productos de madera de plantaciones de caucho.
- Sustituir en una proporción importante el uso de maderas del bosque natural, y aprovechar esta condición desde el punto de vista ambiental, para la apertura de los mercados.
- Abrir mercados para estos productos, con énfasis en los de mayor valor agregado como son los muebles.

Las propiedades de la madera del caucho han permitido el desarrollo de una gran cantidad de productos para el mercado. Es una madera con veta, de color blanco o crema, esto permite la obtención de productos de color natural o teñidos con colores que se adapten a los gustos de los consumidores de los productos finales, lo cual da versatilidad en la presentación. No se distingue el duramen de la albura, lo cual permite la obtención de tableros y piezas de madera más uniformes que para ciertos mercados es una ventaja. Tiene buenas cualidades para el labrado, torneado, clavado y engomado. Se puede trabajar manualmente o con máquinas. Es fácil de moldear y permite pulirla para obtener muy buenos acabados. Por su contenido de azúcares libres y de almidones requiere de un proceso de inmunización y secado para evitar los ataques de hongos e insectos, para esto se ha desarrollado una tecnología sencilla de inmunización a presión y también de cámaras de secado adaptadas al tamaño y necesidades de las diferentes industrias.

Como ya se ha mencionado en los numerales anteriores, los usos más frecuentes de la madera de plantaciones de caucho son los muebles y sus partes, objetos de madera, los tableros de madera maciza, los tableros de partículas y MDF, ventanas, puertas y pisos y también tableros laminados y otros tableros.

Al igual que en otro tipo de maderas la cadena de generación de valor es importante, por ejemplo en Malasia en el año 2002, de acuerdo con los precios de mercado por m³ y teniendo en cuenta el factor de conversión, donde se requieren 11.8 m³ de madera en pie para obtener 1 m³ de madera aserrada seca, se obtiene un valor agregado de US\$ 141 por m³ en el proceso de convertir la madera en pie a madera aserrada seca, de los cuales US\$ 36 se obtienen al convertir la madera en pie en trozas, que son vendidas a los aserraderos y US\$ 105 se obtienen en el procesos de convertirla en tablas aserradas, inmunizadas y secas. Este proceso no solamente es necesario realizarlo en un plazo de no más de 5 días por la vulnerabilidad de la madera, sino que también agrega valor a la madera de plantaciones de caucho (Cuadro 2.5).



Madera del caucho aserrada en Colombia

CUADRO 2.5
CADENA DE VALOR DE LA MADERA DE PLANTACIONES DE CAUCHO EN MALASIA - 2002

VALOR AGREGADO US\$ M ³				
ETAPA DE LA CADENA	PRECIO / M ³	FACTOR DE CONVERSIÓN	PRECIO EQUIVALENTE	VALOR PAGADO
Madera en pie	4,7	11,8	53,5	
Troncos aserrados	23,0	4,0	92,0	36,5
Madera aserrada seca	197,0	1,0	197,0	105,0

FUENTE: Cálculos Econometría S.A. - CIPAV sobre cifras del MTB.

La desventaja del tamaño de las trozas, que tiene la madera de plantaciones de caucho cuyas trozas son cortas (entre 1 y 1.5 metros) y de diámetros reducidos (menos de 30 cm), ha sido minimizada mediante el desarrollo de tecnologías sencillas que permiten la producción de tableros de madera maciza, de molduras y partes para muebles con peso y características similares a las producidas con maderas finas de bosques tropicales.

Adicionalmente se hicieron desarrollos para utilizar las ramas y troncos, de menos de 15 cm de diámetro, en tableros de partículas y MDF, de manera que se aproveche la mayor parte del árbol.

Los precios de la materia prima son muy competitivos frente a otras maderas del bosque nativo. Por ejemplo, si el m³ de madera aserrada seca del caucho tiene un precio cercano a US \$ 200, un metro cúbico de madera aserrada seca de Meranti o Sepetir cuesta el doble.

La madera del caucho es reconocida actualmente por otros países asiáticos como óptima para la fabricación de muebles, por esta razón, países que no tienen plantaciones están importando madera aserrada seca o tableros para fabricar sus productos y exportarlos a mercados como Europa y Estados Unidos. Actualmente China es uno de los principales proveedores de muebles de alcoba (muchos de ellos fabricados con tableros y piezas de madera de plantaciones de caucho), en los Estados Unidos, país que recientemente se ha visto en la necesidad de poner barreras arancelarias a estos productos que son ofrecidos en el mercado americano a precios muy bajos.

Una de las ventajas que han sido utilizadas como estrategia comercial para los productos de madera del caucho es que la madera sea de plantación que es un recurso natural renovable y por lo tanto es ambientalmente amigable, y está contribuyendo a la protección de los bosques naturales mediante la sustitución del uso de una parte importante de las maderas tropicales.

La estrategia comercial también incluyó el posicionamiento de la madera del caucho con un nombre atractivo "*Malaysian Oak*", el cual ha permitido la identificación del producto en los mercados internacionales asimilándolo a una especie maderable conocida y cotizada, en Tailandia la madera se denomina "*parawood*". La reciente utilización de la madera de plantaciones de caucho (últimos 15 años) requiere de un proceso de introducción del producto en el mercado donde los expertos en comercialización identificaron la necesidad de contar con un nombre comercial muy atractivo.