



**Ministerio de Educación Superior**

**Universidad de Granma**

**Facultad de Ciencias Agrícolas**

**Departamento de Ingeniería forestal**



**1er Congreso de la Industria de la Moda, el Mueble, los Ambientes y los Estilos  
FIMAE**

**23 al 27 de junio de 2014**

**Palacio de Convenciones de La Habana, Cuba**

**Título del trabajo: El bambú, sus laminados y los tableros en el mueble**

**Autores: Profesor Asistente. MSc. Ing. Mederico Pascual Rojas Rojas**

**Profesora Titular. MSc. Ing. Caori Patricia Takeuchi**

**Instituciones: Universidad de Granma, Universidad Nacional de Colombia**

**Dirección postal: carretera vía Manzanillo, km 17½, CP 85100, Bayamo, Granma**

**País: Cuba**

**Teléfono: 023 481015**

**E-mails: mrojasr@udg.co.cu, cptakeuchit@unal.edu.co**

## **RESUMEN**

Los bambúes son plantas extremadamente diversas y económicamente importantes que crecen en regiones tropicales y templadas de Asia, África y América. Se conocen como las gramíneas más grandes del mundo. La conferencia "El bambú, sus laminados y los tableros en el mueble" tiene como objetivo mostrar las potencialidades del bambú en la elaboración de muebles con sus culmos, laminados y tableros. Detalla los elementos anatómicos, las características físicas y mecánicas más importantes de sus culmos; las plagas y hongos que atacan al bambú; trata sobre el secado y preservación de los culmos describe algunas de las especies más conocidas mundialmente;. Describe su comercialización y muestra algunas maquinarias para su procesamiento, así como los laminados, chapas y tableros con sus tecnologías de fabricación, sus propiedades físicas y mecánicas, así como sus aplicaciones en el mueble. Muestra imágenes de muebles fabricados con culmos, laminados y tableros de bambú de varios países.

Palabras claves: bambú, culmos, laminados, muebles

## **Conference: "The bamboo, it's laminated and boards in the furniture"**

### **ABSTRACT**

Bamboos are extremely diverse and economically important plants that grow in tropical and temperate regions of Asia, Africa and America. They are known as the world's largest grass. The conference "The bamboo, laminated and bamboo panels in the furniture" aims to show the potential of bamboo in furniture making with their culms, laminated and panels. Details the anatomical elements, the most important physical and mechanical properties of the culm; pests and fungi that attack the bamboo; describes some of the known world species; also on the culms drying and preservation. Describe the trade and shows some machinery for processing as laminated, veneers and panels with manufacturing technologies, physical and mechanical properties and it is applications in the furniture. Sample images of furniture made with culms, laminated and bamboo panels from some countries.

Key words: bamboo, culms, laminated, furniture

Índice	Página
INTRODUCCION	1
DESARROLLO	2
El bambú	4
Anatomía	5
Propiedades físicas y mecánicas del culmo	8
Manejo del bambú	8
Aprovechamiento comercial del bambú	9
Prestaciones del bambú al medio ambiente	9
Plagas, enfermedades y daños al bambú y a sus plantaciones	10
Protección y preservación del bambú	11
Usos del bambú	14
Comercio del bambú	15
Maquinaria para procesar el bambú	16
Los laminados de bambú	19
Muebles de culmos	20
Muebles laminados	21
Muebles de tableros	22
CONCLUSIONES	22
BIBLIOGRAFÍA	

*"Es posible de vivir sin carne, sin bambú hay que morir"*  
*Confucio, filósofo chino*

## **INTRODUCCIÓN**

Los bambúes son plantas extremadamente diversas y económicamente importantes que crecen en regiones tropicales y templadas de Asia, África y América. En el mundo existe un total de 90 géneros y más de 1200 especies, que se distribuyen desde los 51° de latitud Norte (Japón) hasta los 47° de latitud Sur (Chile) y desde el nivel del mar hasta los 4300 m de altura (Londoño, 2002).

En el mundo 34,6 millones de hectáreas están cubiertas de bambú. El área total de las plantaciones de bambú de China es aproximadamente 3,4 millones de hectáreas, casi 3% de las áreas de los bosques del país.

Están documentados 1500 usos del bambú, desde los alimentos hasta las construcciones. Un billón de personas viven en casas de bambú en el mundo y en todas, de una forma o de otra usan muebles y diferentes artículos de bambú.

El bambú está considerado como una de las plantas más útiles del mundo e igual que la palma puede suplir las necesidades básicas del hombre. De acuerdo a la calidad de la biomasa los bambúes tienen una determinada utilización.

La importancia ecológica del bambú y sus plantaciones se basa en las valiosas prestaciones al medio ambiente, por consumir y fijar un gran volumen de CO<sub>2</sub> atmosférico, generando grandes cantidades de oxígeno, materia orgánica a los suelos, contribuyendo al hábitat de la flora y la fauna y al mejoramiento y embellecimiento del paisaje.

El bambú manifiesta alto significado social al contribuir a la generación de empleo a millones de personas, a la generación de alimento humano y animal, y al ser parte de millones de viviendas y artículos para el hogar.

Desde el punto de vista económico sus aportes son muy representativos en Asia y representan cientos de millones de USD en el comercio internacional.

La alta demanda de artículos de primera necesidad por la población, como los muebles, especialmente en Cuba, exige altos volúmenes de materia prima para su elaboración, donde la oferta y disponibilidad de madera es cada día menor debido al lento crecimiento de los árboles hasta su edad de corta, mínimo 25 años, la cual contrasta con los turnos de corta del bambú entre los tres y cinco años, la incapacidad de la industria forestal de lograr altos volúmenes de madera aserrada y de buena calidad, además de la disponibilidad de materias primas alternativas a la madera como el bambú, y una población con insuficientes niveles de conocimientos sobre la anatomía, la morfología, cultivo, protección y aprovechamiento del bambú, así como las tecnologías para convertirlo en muebles centran la situación problemática de este trabajo.

Las principales acciones referidas al marco legal nacional sobre el bambú están recogidas en el lineamiento 133 de la política económica y social del Partido y la

Revolución del VI Congreso del PCC, donde se priorizan los estudios encaminados al enfrentamiento del cambio climático y, en general, a la sostenibilidad del desarrollo del país enfatizados en la conservación y uso racional de los recursos naturales como suelos, agua, las playas, la atmósfera, los bosques y la biodiversidad, así como el fomento de la educación ambiental.

Por tanto, los objetivos de la investigación están relacionados con la descripción de la anatomía, morfología, propiedades físico-mecánicas, protección y uso del bambú, así como la mención de diferentes diseños de muebles con sus tecnologías de elaboración y las maquinarias empleadas.

La estructura del trabajo se compone de secciones dedicadas al bambú, a las tecnologías de fabricación de laminados y tableros, a la elaboración de muebles con culmos (tallos), laminados y tableros, además a los fabricantes de maquinarias de laminados, tableros y muebles y los muebles que representan. Finaliza con las conclusiones más representativas del potencial del bambú como materia prima para la fabricación de muebles.

## DESARROLLO

### Bambú

Los bambúes son las gramíneas más grandes del mundo y se distinguen del resto de ellas por tener el hábitat perenne, los rizomas bien desarrollados, los culmos (tallos) casi siempre lignificados y fuertes, las hojas pecioladas, el embrión pequeño en comparación con el endospermo (Soderstrom & Ellis, 1987 citados por Londoño, 2002).

Los bambúes prefieren los hábitats húmedos de las selvas nubladas y selvas bajas tropicales aunque algunos crecen en hábitats secos como *Dendrocalamus strictus* del Asia y *Guadua amplexifolia* de América Latina. En América existen 41 géneros y 451 especies, casi la mitad de la diversidad mundial, los cuales se distribuyen desde los Estados Unidos con *Arundinaria gigantea*, a lo largo y ancho de Centro y Suramérica, en las Islas del Caribe, hasta el sur de Chile, con *Chusquea culeo* (Londoño, 2002).

Los bambúes son plantas con una gran diversidad morfológica; las hay de pocos centímetros y tallos herbáceos hasta bambúes de 30 metros de altura y tallos leñosos. Debido a su naturaleza especializada y a la poca frecuencia floración, se le ha dado mucha importancia a las estructuras morfológicas tales como: rizoma, culmo, yema, complemento de rama, hoja caulinar y follaje. En esta presentación solo se describe el culmo, como el elemento de mayor interés.

Describe Hsiung (2014) que el área total de las plantaciones de bambú de China es aproximadamente de 3,4 millones de hectáreas, casi el 3% de las áreas



Fuente: Wikipedia

de los bosques del país, donde la especie predominante *Phyllostachys Pubescens* (Mao Bamboo) ocupa 2,42 millones de hectáreas, el 71,2% del área total de plantaciones de bambú en China. El 10 % de las plantaciones de bambú están bajo manejo intensivo, lo que permite obtener entre 10 y 30 toneladas/ha anuales, según la especie.

China es rica en recursos de bambúes, posee más de 400 especies y variedades de 34 géneros. Los bambúes están muy asociados a la civilización china. Los arqueólogos han encontrado evidencias de tejidos y cestas de bambú de la Edad de piedra en las ruinas de Hemodu y Shishan en la provincia de Zhejiang, a los cuales se les ha estimado entre 4800 y 5300 años de antigüedad. Aproximadamente 1100 años atrás culmos jóvenes fueron usados para elaborar pulpa y papel. El papel de bambú sirvió de base a las mejores pinturas y redacciones a mano.

Según Álvarez, M (2014) hasta el año 2013 existían en Cuba 9000 de hectáreas de plantaciones. La especie *Bambusa vulgaris* Schrader ex Wendland es la más común de las 28 especies leñosas introducidas en Cuba y entre ellas las más prometedoras para la producción de laminados, tableros y muebles y la construcción son:

- *Guadua angustifolia* Kunth
- *Bambusa vulgaris* Schrader ex Wendland
- *Bambusa tulda* Roxburgh
- *Dendrocalamus asper* Backer
- *Dendrocalamus strictus* Nees
- *Bambusa balcoa* Roxburgh
- *Gigantochloa verticilata* Munro
- *Bambusa polymorpha* Munro
- *Bambusa longispiculata* Gamble



Fuente: Caori

### Anatomía

El bambú es una monocotiledónea de la familia *Poaceae*, subfamilia *Bambusoideae*, de tipo leñosa y rápido crecimiento, sus culmos son capaces de crecer de 10 a 20 cm/día, preferentemente de noche, el diámetro del culmo al emerger de la tierra es el mismo que tendrá de por vida.

Los culmos están formados por nudos y entrenudos, donde tiene lugar el nacimiento de las hojas. Los entrenudos son mayormente huecos y el espesor de sus paredes varía entre especies y disminuye desde la base hacia el ápice. Las ramas se desarrollan en las yemas de los nudos, pueden ser espinosas o apiladas. Las



Fuente: Londoño, X

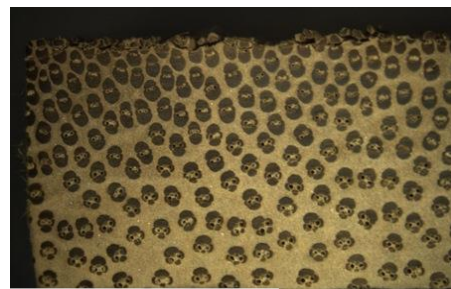
hojas del culmo, llamadas caulinares, son diferentes de las que crecen en las ramificaciones.

La floración de los bambúes puede ser gregaria o esporádica. Se denomina gregaria cuando todos los miembros de una generación determinada, con un origen común, entran a la etapa reproductiva aproximadamente al mismo tiempo. En este tipo de floración todos los culmos de una especie florecen al mismo tiempo independiente de su edad y del lugar en que se encuentren. La longitud del ciclo de floración varía en cada especie, con un rango de fluctuación entre 30-60 años (Liese, 1985 citado por Londoño 2002).

Después de florecer y producir frutos, en la mayoría de las especies el fruto es un cariopsis con pericarpio seco, delgado, y tiene la forma de un grano de trigo o de arroz; el culmo se seca, la planta se debilita y muere con el rizoma, ocurriendo la muerte total de grandes poblaciones de bambú, ocasionando desequilibrios ecológicos en la fauna y a veces con implicaciones sociales (India y Bangladesh). Este fenómeno es común en Asia y sucede con especies importantes económicamente, tales como *Phyllostachys bambusoides* y *Melocanna baccifera*.

Los bambúes carecen de cambium y por eso no presentan crecimiento secundario o incremento en diámetro, solamente tienen crecimiento primario o apical. En los entrenudos las células están axialmente orientadas, mientras que los nudos proveen la interconexión transversal. El tejido del culmo consiste de células parenquimatosas, de haces vasculares, y de fibras. Las células parenquimatosas constituyen la base del tejido y son en su mayoría verticalmente elongadas. Los haces vasculares están compuestos por:

- a) El xilema, con dos grandes metaxilemas y, 1 ó 2 más pequeños elementos del protoxilema (vasos).
- b) El floema con paredes delgadas y tubos cribosos sin lignificar, los cuales están conectados a las células acompañantes o fibras. Las fibras constituyen el tejido esclerenquimatoso y se localizan alrededor de los haces vasculares; contribuyen con el 40-50% del total del tejido del culmo y con el 60-70% de su peso. La estructura anatómica del corte transversal de un entrenudo está determinada por la forma, tamaño, organización y número de los haces vasculares, los cuales contrastan con el tejido esclerenquimatoso (fibras) y parenquimatoso. Los elementos conductores de agua funcionan o trabajan toda la vida sin remplazar sus tejidos como en el caso de las maderas con tejido de cambium. En el sentido horizontal las células conductivas y el parénquima son más frecuentes en el tercio interno de la pared, mientras que en el tercio externo el porcentaje de fibras es notablemente más alto. En el sentido vertical la cantidad de fibra incrementa de la base hacia la punta mientras que la cantidad de tejido de parénquima decrece.



Fuente: Caori

## Composición química

La selección de las especies de bambú para sus aplicaciones no sólo está relacionada a las propiedades físicas y mecánicas, sino también a la composición química. Tomalang *et al.*, (1980) en su estudio encontraron que los principales componentes del culmo son la celulosa (60-70%), pentosa (20-25%), hemicelulosa y lignina aproximadamente la suma de los dos (20-30%) y como componentes secundarios: resinas, taninos, ceras, sales inorgánicas, cenizas y sílice.

En un estudio a *B. vulgaris* determinaron 52,34% de celulosa y 22,14% de lignina, además de 2,37% de glucosa, 2,07% fructosa y 0,5% de sacarosa. Guyat Ma. y Capote, V. (2003) determinaron para la misma especie un 52,34% de celulosa y 22,14 de lignina.

## Propiedades físicas y mecánicas del culmo

Las propiedades físicas y mecánicas del culmo están fuertemente correlacionadas con su estructura anatómica. En general las propiedades mecánicas están determinadas por la densidad, la cual varía de 500 a 900 kg/m<sup>3</sup>.

La densidad de las paredes del culmo depende principalmente del diámetro de las fibras, del contenido de fibras, y del espesor de la pared de las células, por lo tanto varía considerablemente dentro de un mismo culmo y entre especies. La densidad se incrementa considerablemente en los primeros tres años del proceso de maduración del culmo, debido al engrosamiento de la pared de la fibra.

Describe Londoño, (2002) que la parte externa del culmo, con su mayor densidad de fibra, tiene una densidad más alta que la parte interna. Esta concentración de fibras en la capa externa es lo que se denomina en términos de ingeniería "maximización del radio por giro".

La densidad se incrementa a lo largo del culmo, desde la base hacia el ápice, debido a la reducción de la pared y al incremento en la concentración de haces vasculares. La reducción del espesor de la pared del culmo está asociada con la resistencia mecánica, especialmente hacia el ápice, el cual contiene menos parénquima y más fibras.

El encogimiento está influenciado por el estado de madurez de las fibras y por la densidad de los haces vasculares. Los culmos viejos son dimensionalmente más estables que los jóvenes. El encogimiento radial y tangencial decrece hacia el ápice del culmo, ya que este segmento tiene un mayor número de haces vasculares y un contenido de humedad inicialmente más bajo (Ghavami, 2004).

Los nudos tienen una gran influencia en la resistencia mecánica del culmo, presentan una densidad mayor que el entrenudo, un menor volumen de encogimiento y una menor resistencia a la tensión que los entrenudos.

La longitud de la fibra tiene una correlación positiva con el módulo de elasticidad (MOE) y con la resistencia a la compresión. El engrosamiento de las paredes de la fibra se correlaciona positivamente con la resistencia a la compresión paralela, y al



módulo de elasticidad, pero negativamente con el módulo de ruptura. Se da una correlación positiva entre la longitud de la fibra, el grosor de la pared de la célula y las propiedades mecánicas (Takeuchi y Sánchez, 2007).

El comportamiento a la ruptura o fractura de un culmo es diferente al de la madera. Las fracturas no espontáneas ocurren a través de todo el culmo; las fracturas llegan a ser deflectantes en la dirección de las fibras y estas reducen el efecto desventajoso en los sitios de menos resistencia (Londoño, 2009).

En trabajos de distintos autores colombianos (Carvajal, 1981; García, 1991; González, 1992; Hidalgo, 1978; Salazar, 1983) este tema es tratado, pero sin embargo los valores obtenidos no pueden ser comparados y analizados estadísticamente por diferentes razones. La primera de ellas es debido a la falta de una norma para el ensayo de resistencia a compresión y la utilización de procedimientos diferentes; la segunda, debido a que las edades de los culmos a ensayar varían entre uno y siete años y en muchos de estos trabajos, el número de ensayos fue muy reducido.

Según Takeuchi *et al.*, (2007) sobre este tema en el ámbito internacional son conocidos los trabajos de Janssen y Ghavami, Janssen ensayó probetas a compresión y tenían diferentes alturas, algunas con nudo y otras sin nudos y fueron extraídas de diferentes partes del culmo. Ghavami determinó diversas propiedades de diferentes especies de bambú y encontró que la resistencia a compresión fue en general tres veces menor que la resistencia a la tracción.

Otros autores como Moreno, P, *et al.*, (2007) establecieron estudios sobre las propiedades físicas, tales como la densidad promedio de los tallos en condición verde, la cual fue de  $825 \text{ kg/m}^3$  a un contenido de humedad de 80%;  $694 \text{ kg/m}^3$  para la condición seca al aire y a un contenido de humedad del 12% y  $635 \text{ kg/m}^3$  para la condición seca al horno.

Plantean Razak *et al.*, (2007) en los resultados obtenidos sobre las características físicas, particularmente la contracción del diámetro y el espesor de la pared disminuyó significativamente en la sección media en los culmos de 2 años de edad en un 8,7% y 13,5% en los culmos de 4 años respectivamente. El espesor de la pared aumentó en la sección basal en un 62,5% y fue disminuyendo en la sección media con 34,5% en los culmos de 2 años. En los culmos de 4 años de edad desde la base a la sección media disminuyó desde un 39,6 % hasta un 24,7%. También estos autores evaluaron el número total de los entrenudos a lo largo del culmo y la longitud de estos, mostrándose también variaciones, donde la longitud de los entrenudos aumentó desde la región basal hasta la media y desde esta fueron disminuyendo hacia la sección superior.



Fuente: Mederico

Para el caso particular de la provincia de Granma, Cuba, las investigaciones realizadas por diversos autores han motivado a la comunidad científica a

interesarse por las bondades que brinda el bambú, como materia prima, y debido a su impresionante ciclo de desarrollo. Destaca el estudio de Rojas *et al.*, (2013) donde se determinaron las características físicas y de resistencia a la compresión de *B. vulgaris* Schrader ex Wendland, en el municipio Bayamo y, se obtuvieron como resultado, valores medios de las propiedades físicas en las probetas ensayadas, una densidad de 815,4 kg/m<sup>3</sup> y un contenido de humedad de 11,5%. Para las probetas ensayadas en la contracción del diámetro, el espesor y la longitud los valores oscilaron entre 0,4%, 0,5% y 0,4% respectivamente. Los valores medios de la resistencia a la compresión en las probetas con nudo y sin nudos fueron de 31,0 y 25,9 MPa respectivamente.

Con base en la estructura fina de las paredes de fibras polilaminadas combinadas con las paredes lignificadas del parénquima, se explica la alta resistencia a la tensión que alcanza valores hasta de 3800 N/mm<sup>2</sup> en la región periférica del culmo. El alto porcentaje de fibras longitudinales son las que aportan una mayor resistencia a la tracción; esta resistencia es mayor que la resistencia de la madera, mientras que a la compresión perpendicular la fibra es muy pobre por carecer de fibras radiales o ser hueco (Catasús, 2003).

En el ámbito internacional los estudios sobre la caracterización de las propiedades físicas y mecánicas están enmarcados con los propósitos de ser empleados en la determinación de las posibles aplicaciones del bambú.

En cuanto a las virtudes físicas del bambú, se puede decir que su relación resistencia/peso es tan alta como la de las mejores maderas, esto permite emplear diversas operaciones mecánicas como corte, curvado, agujereado y ranurado y terminaciones superficiales como secado, teñido, lijado y pintado. Aunque esto es aplicable a casi todas las especies de bambú, hay algunas que presentan características más favorables para las distintas aplicaciones (Ghavami, 2004).

### **Especies de bambúes**

Más de 1200 especies de bambú existen en el mundo, de ellas se describen las siguientes:

- *Phyllostachys edulis* (bambú Moso), alcanza hasta 20 metros de altura.
- *B. vulgaris* Schrader. Culmos erectos o inclinados en la mitad superior, 8-20 m de alto, 5-10 cm de diámetro, entrenudos huecos, hasta 45 cm de largo y paredes de 7-15 mm de grosor.
- *Guadua angustifolia* Kunth. Culmos generalmente erectos, hasta más de 30 m de alto y 20 cm de diámetro y hasta 20 mm de espesor.
- *Dendrocalamus asper* Culmos erectos de 20-30 m de alto y 10-20 cm de diámetro, entrenudos huecos, 30-50 cm de largo y paredes de 15-20 mm.
- *Bambusa striata*. Culmos erectos o inclinados, 5-8 m de alto, 5-8 cm de diámetro.
- *Bambusa tuldoides* Munro

En Cuba la especie *B. vulgaris* Schrader ex Wendland es la más común de las 28 especies leñosas introducidas en el país y entre ellas las más promisorias para la producción de laminados, tableros y muebles y para la construcción son: *G. angustifolia* Kunth, *B. vulgaris* Schrader ex Wendland, *B. tulda* Roxburgh, *D. asper* Backer entre otras, Catasús (2003).

### Manejo de la plantación de bambú

Una plantación de bambú es un cultivo como cualquier otro y por lo tanto, requiere los mismos cuidados de limpieza, abonos y mantenimiento.

En el bambú los tallos emergen con el diámetro que van a tener de por vida, siendo la altura proporcional al diámetro. Es importante poder identificar por su aspecto las edades de los tallos, en este sentido se distinguen cuatro grados en los plantones:

1. Brotes o renuevos: son aquellos tallos que no han alcanzado su máximo desarrollo foliar y se encuentran cubiertos por hojas caulinares (entre 0 y 1 año).
2. Jóvenes o verdes: tallos que se recubren por una capa cerosa (entre 1 y 2 años).
3. Maduros: tienen un aspecto seco color verde amarillento, con manchas circulares blancas de carácter externo que se usan como parámetro visual para determinar los tallos aptos para el corte (entre 3 y 6 años).
4. Secos: totalmente amarillos con poca o ninguna área foliar, muy deshidratados y susceptibles al ataque de plagas y enfermedades.

En el caso de la especie *B. vulgaris* Schrader ex Wendland, Betancourt (2007) señala que la composición estructural adecuada en un rodal de seis años y con 3600 culmos por hectárea tendría una composición como sigue:

- Brotes o renuevos: 540 para un 15%
- Jóvenes o verdes: 1080 para un 30%
- Maduros: 1440 para un 40%
- Secos: 540 para un 15%
- Enfermos: 0 para un 0%



Fuente: Caori

La especie *G. angustifolia* en Colombia presenta un crecimiento con rapidez, en condiciones óptimas, un culmo puede lograr un diámetro de 22-24 cm y alcanzar su altura máxima en 3-4 meses. Es capaz de generar un número significativo de culmos/ha 3000-8000 unidades en plantaciones naturales (Londoño, 2002).

## **Aprovechamiento comercial del bambú**

La edad de corte de los culmos está en dependencia del futuro uso, cuando se trata de obtener semillas para la propagación, los culmos a utilizar deben tener entre 1 y 2 años, que son los que aparecen en el exterior de los plantones y presentan un color brillante. Estos tallos deben cortarse preferentemente en luna llena o cuarto creciente, y han de utilizarse a más tardar dentro de las 48 horas, a menos que se conserven sumergidos en agua. Hasta su uso como semilla han de mantenerse en posición horizontal.

Los culmos cuyo destino es el empleo como materia prima para la elaboración de muebles, elementos constructivos, laminados y tableros son cortados a edades comprendidas entre 4 y 6 años. Estos culmos por lo general presentan la corteza opaca o cenicienta. Deben cortarse en cuarto menguante y preferiblemente en la época de seca.

Se recomienda hacer el corte con machete (bien afilado) o motosierra, a ras y sobre el primer nudo, de tal forma que el agua no se deposite sobre el nudo y pudra el rizoma. Para el secado inicial deben mantenerse en posición vertical, y separados del suelo, durante una o dos semanas.

Una vez cortados los tallos deben ser trasladados hacia el camino o vías de extracción, observando siempre, que deben ser cortados desde el centro del plantón hacia la periferia. Si un tallo (sano) ha completado su madurez y en el momento del corte, se observa que de su rizoma se ha formado un nuevo hijo, no debe cortarse hasta el año siguiente. Se deben realizar talas sanitarias, cortando aquellos tallos que estén enfermos, sin tener en cuenta su grado de madurez, los tallos mal formados, inservibles, etc.

En un rodal de bambú es necesario planificar el corte mediante un inventario de existencia para conocer la cantidad de tallos, el diámetro y el grado de madurez.

Cortar sólo los tallos que hayan completado 4 ó 5 años de edad. Se aconseja aprovechar entre el 33% y el 45% de los bambúes maduros, para mantener un ciclo continuo de corte. Se reconoce la edad del bambú, por las manchas blancas que empiezan a aparecer. Estas manchas se ven más definidas y más blancas en los tallos de mayor edad.

Para que una plantación sea productiva, es indispensable cumplir estrictamente con las recomendaciones mencionadas. Una población de bambú que no se maneje adecuadamente conduce a la destrucción o muerte del plantón.

La producción acelerada de culmos en China reportó en la década del 1980: 304 millones de unidades y en el año 1996: mil millones unidades (Cana and Bamboo technology Center, 2002).

Según Catasús (2003) una hectárea de bambú puede reportar al cuarto año de sembrada unos 80 m<sup>3</sup> de madera elaborada (biomasa).

## Prestaciones del bambú al medio ambiente

Londoño, (2002; 2006 citado por López, 2009) afirma que una plantación de bambú reporta valiosas prestaciones al medio ambiente, tales como:

- Aporte de materia orgánica, recuperación y conservación de los suelos, eliminando la erosión del mismo. Cuando es plantado en cuencas hidrográficas de ríos, lagunas, etc. En invierno toma agua para almacenar tanto en sus raíces como en su tallo, y luego por efecto de concentración, el agua es regresada nuevamente al caudal de los ríos y quebradas en épocas secas, evitando la formación de cárcavas y disminuyendo las pérdidas de agua por evaporación.
- Es hábitat de diversa flora y fauna.
- Consume y fija un gran volumen de CO<sub>2</sub> atmosférico, genera grandes cantidades de oxígeno.
- Contribuye al mejoramiento y embellecimiento del paisaje.

## Plagas, enfermedades y daños al bambú y a sus plantaciones

Los bambúes son atacados por una gran cantidad de insectos, sin embargo poco se conoce del daño producido y mucho menos de la biología de estos organismos, por lo que no existen métodos reglamentados para su control.

Los insectos perjudiciales, llamados plagas del bambú, pueden ser de dos tipos, Hidalgo (1974 citado por Cervantes, *et al.*, 2005), los que atacan al bambú vivo y los que atacan al bambú cortado o seco.

Entre los insectos que atacan los tallos vivos (Cruz, 1994 citado por Cervantes, *et al.*, 2005), menciona que en Asia *Cyrtotrachelus longitupes* (*Curculionidae*) ataca el ápice superior de los tallos nuevos y como resultado se desarrollan mal; así mismo *Estigmina chinensis* (*Chrysomelidae*) ataca a los nuevos brotes en crecimiento y como consecuencia los entrenudos se hacen más cortos y en ocasiones se tuercen. En América, se han realizado estudios en la Universidad de Puerto Rico sobre el gorgojo *Dinoderus minutus* de la familia (*Bostrychidae*) que ataca tanto tallos cortados como en pie.

Según Londoño (2002) las poblaciones de bambú en Asia y en América son poco afectadas por plagas y enfermedades si se compara con otros cultivos como el trigo, la papa y la soya. Sin embargo varios insectos se han reportado que atacan la planta viva de bambú durante los diferentes estados de desarrollo. Se sabe que durante la fase de renuevos es cuando el bambú sufre más el ataque de



Fuente: Trada



Fuente: UBC

coleópteros, saltamontes, termitas y edafidos, los cuales perforan los culmos; también se sabe que los roedores, las ardillas y las cabras roen los rizomas y/o se comen los renuevos, además el ganado come y destruye con el pisoteo los brotes nuevos. Los culmos adultos son atacados por el coleóptero *Dinoderus minutus*, considerado la mayor amenaza para el bambú cortado.

Los hongos afectan el follaje; cuando ataca a los culmos en su fase juvenil se observa una coloración especial y los vuelve tan decorativos que en países como Japón y China se pagan precios altos por ellos. Bajo condiciones excesivas de humedad los hongos pueden atacar mortalmente al rizoma.

En Cuba la especie *B. vulgaris* puede ser atacada por algunas plagas y hongos. Se conocen ataques a plantas vivas de perforadores como *Estigma sinensis*, que afecta a culmos jóvenes, la larva *Atrachea vulgaris* que perfora los brotes. Entre los insectos chupadores se encuentra *Harmolita phylostachitis*, sus daños nunca han sido severos, debido a los enemigos naturales que realizan el biocontrol de estas plagas.

Con relación a las enfermedades se reportan tres hasta el presente: *Salenophoma donacis* (mancha en el culmo), *Puccinia spp.* (Roya de las hojas) y *Ustilago shiraiana* (causante de la pudrición de la cepa y tocones) *Ustilago shiriana*. Estas enfermedades fungosas no han causado daño de consideración.

La mayor plaga conocida de los culmos cortados, son las especies de *Dinoderus*, *D. brevis*, *D. minutus*, *D. ocellarius*, *D. pelifrons*, el cerambícido *Stromatum barbatum* y las termitas. Los daños de estas plagas pueden ser disminuidos y a veces controlados aplicando productos preservadores como la mezcla de ácido bórico más bórax u otros productos (Betancourt, M. 2007).



Fuente: Betancourt

### **Protección y preservación del bambú**

Los mayores problemas de ataque de insectos y hongos se presentan durante el período de secado, que es necesario realizar antes de emplear el bambú. Es preferible no almacenar el bambú en contacto con el suelo, ni a la intemperie, sino bajo techo y bien ventilado, en posición vertical. El tiempo de secado varía según el contenido de humedad en el culmo, el grosor de la pared, el grado de madurez y las condiciones de secado; en general es de cuatro a ocho semanas (Stultz 1981 citado por Londoño 2002). Los defectos que se presentan en los bambúes en el secado, son agrietamientos en la superficie, rajaduras en los extremos, colapso o aplastamiento, y deformaciones (Hidalgo 1974 citado por Londoño 2002), que hacen a los culmos inservibles.

### **Preservación del bambú**

La durabilidad natural del bambú es de varios años, empleado en la construcción en contacto con el suelo, y en interiores de cuatro a siete años aproximadamente,



si es tratado puede durar de 15 años a 20, aún en condiciones extremas, o hasta 30-50 años sin estar en contacto con la humedad.

Los bambúes varían de especie a especie en la susceptibilidad de los culmos a xilófagos y hongos. Existe además cierta correlación entre el ataque y el contenido de almidón y de humedad. En consecuencia, la durabilidad depende de la especie de bambú, del tiempo de cosecha y la edad de corta.

La durabilidad natural del bambú puede verse afectada por numerosos agentes, los cuales causan el deterioro y la destrucción de la biomasa del bambú y se clasifican en dos categorías: bióticos (biológicos ) y abióticos (no biológicos). Los agentes bióticos (hongos, coleópteros e insectos). Los agentes abióticos (luz solar, el viento, el agua y el fuego).

### **Métodos para preservar el bambú**

Para la preservación de los bambúes se utilizan métodos no químicos (tradicionales) y métodos químicos.

- Métodos tradicionales según describe Londoño, (2002).

Se utilizan frecuentemente en las áreas rurales sin embargo poco se sabe de su real efectividad. Generalmente requieren poco esfuerzo y pueden ser implementados por los campesinos fácilmente, ya que no se requiere de equipos especiales:

1. Curado: los culmos se cortan en la base y se dejan por 1-3 semanas dentro del bambusal con sus ramas y sus hojas adheridas; durante este tiempo el contenido de almidón en el culmo se reduce. Como resultado a este tratamiento la resistencia al ataque de insectos perforadores se incrementa, pero no la resistencia a ataque de termitas y hongos.
2. Ahumado: los culmos se almacenan en sitios cerrados expuestos al humo, lo cual ocasiona un cambio de coloración en el culmo, con tendencia al color oscuro. Durante este tratamiento, algunas sustancias tóxicas se depositan al interior del culmo y contribuyen a que adquiera alguna resistencia. Por aquello del calor, el almidón depositado dentro de las células del parénquima puede destruirse.
3. Encalado: los culmos de bambú y las esteras o paneles utilizados en las construcciones de vivienda son pintadas con cal ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ). Además del efecto ornamental del color blanco, se espera



Fuente: Moran



Fuente: Moran

una prolongación de la vida útil del material. Es posible que se reduzca la absorción de agua por este tratamiento lo que conlleva a una mayor resistencia contra hongos.

4. Inmersión en ríos o mares: este método es utilizado principalmente en islas (ejemplo Cuba y Filipinas). Los culmos frescos se colocan sumergidos en agua estancada o corriente durante varias semanas. Durante la inmersión, los almidones y azúcares de las células de parénquima son expulsados o degradados por bacterias, de ahí que la resistencia contra perforadores o insectos se incremente. Este método no incrementa la durabilidad contra termitas y hongos y el agua estancada quizás tenga efectos negativos sobre el culmo.
5. Protección por diseño: muchos daños pueden evitarse mediante la ubicación de los postes de bambú o de las paredes o paneles de bambú sobre piedras o sobre cemento en vez de ponerlos directamente sobre el suelo. También debe tenerse en cuenta la circulación del aire para mantener seco el ambiente y para que los hongos no ataquen. Las lacas o repelentes de agua reducen las propiedades higroscópicas y los hongos no penetran, de allí que se deban siempre aplicar.

- **Métodos químicos**

Estos métodos son generalmente más efectivos que los no químicos, pero no siempre son aplicables y económicos. Los preservantes no deben contener sustancias tóxicas para el hombre ni para los animales. La solución de bórax y ácido bórico en proporción 1:1 es muy efectiva y además es permitida a nivel internacional.

Los culmos de bambú no se deben inmunizar con brocha o con aerosol excepto para propósitos profilácticos; la brocha o el aerosol tienen efecto únicamente temporal debido a la muy baja penetración de los preservantes.

1. Método del tanque abierto: este tratamiento es económico y simple con un buen efecto protector. Los culmos se sumergen en una solución de agua y preservante por varios días. La solución penetra el culmo a través de los extremos del culmo y parcialmente hacia los lados por efecto de difusión. Los bambúes en estado juvenil aceptan mejor este tratamiento que en estado adulto. Este efecto está correlacionado con la lignificación del culmo. Como la pared interna es más permeable que la externa, los culmos partidos son tratados más fácilmente que los culmos enteros; además, el periodo de inmersión se reduce en 1/3-1/2 del tiempo.

2. Método Boucherie: este método es el más efectivo, debe realizarse con bambú recién cortado. Consiste en forzar por gravedad o por presión neumática la penetración del preservante, sustituyendo la sabia dentro del culmo. El tratamiento se termina cuando la solución que sale al final del culmo indica que hay una concentración alta del preservante. La duración del tratamiento y la efectividad de este método dependen principalmente de



la especie de bambú, del contenido de humedad y del tipo de preservante utilizado. Es un método eficiente y económicamente viable.

3. Tratamiento con presión: se emplea en la industria de la madera. Requiere del uso de autoclave, aplicando presiones entre 0,5 y 1,5 N/mm<sup>2</sup>. Este método da los mejores resultados en cuanto a la penetración del preservante, pero necesita instalaciones especiales.

4. Tratamiento con gases tóxicos a través de orificios en el culmo.

- **Preservantes empleados**

Para el tratamiento del bambú, según el medio de disolución de los preservantes se diferencian dos grupos:

- ✓ Preservantes oleosolubles, tales como: creosota alquitranada, creosota alquitranada libre de cristales, aceite de antraceno, creosota obtenida por la destilación de la madera, aceite y vapor de agua, soluciones de creosota, nafteno de cobre.
- ✓ Preservantes hidrosolubles: son sales disueltas en agua y que entre sus ingredientes activos están: cloruro de zinc, dicromato de sodio, cloruro de cobre, cromato de zinc clorado, ácido bórico, bórax, sulfato de amonio, fluoruro de sodio, sulfato de cobre y entre ellos se conforman diferentes compuestos: sulfato de cobre-dicromato de sodio- ácido acético; sulfato de cobre-cromato de zinc- dicromato de sodio; ácido bórico-sulfato de cobre-dicromato de sodio, cloruro de zinc-dicromato de sodio; bórax-ácido bórico-dicromato de sodio; bórax-ácido bórico; y otros.

## Usos del bambú

Están documentados 1500 usos del bambú, desde los alimentos hasta las construcciones. Un billón de personas viven en casas de bambú en el mundo. Solamente en Quito, Ecuador, vive un millón de ecuatorianos en diversas casas de bambú.

Además, el bambú está considerado como una de las plantas más útiles del mundo e igual que la palma puede suplir las necesidades básicas del hombre. De acuerdo a la calidad de la biomasa los bambúes tienen una determinada utilización. Thomas Edison usó carbón de bambú en su primer exitoso filamento de luz (Adams, 2004).



En la cultura china los bambúes simbolizan la apacibilidad, la modestia y la serenidad. Han jugado un papel vital en el desarrollo de la cultura de ese país y la civilización y son muy importantes hoy en la economía rural y en la industria. El uso de bambú en China se remonta aproximadamente a 5000 años (Hsiung, 2014).

El estudio de las propiedades físico-mecánicas, que incluyen densidad, contenido de humedad, peso específico, contracción, resistencia a la compresión, a la tensión y a la flexión, determinan si son aptos como elemento estructural en la construcción o para la elaboración de muebles; sus propiedades anatómicas son decisivas para determinar su uso en la fabricación de la pulpa de papel o la fibra textil (rayón); el análisis de la composición química y bioquímica, que implica proporciones de celulosa, hemicelulosa, y lignina, además de sustancias menores como: resinas, ceras, y sales orgánicas, y las variaciones de las mismas dependiendo de las condiciones de crecimiento, son informaciones que ofrece bases para nuevas posibilidades de uso (Widmer, 1990 citado por Londoño 2002).



Fuente: Trada

El bambú está dotado de propiedades químicas, físicas y mecánicas que le permiten ser utilizado de formas diversas, tales como:

- En la construcción de obras, pisos, paredes, carpintería, etc.
- En la fabricación de tableros, laminados y muebles
- Elaboración de artesanías y útiles para el hogar y el trabajo
- Medios de transporte, almacenamiento y traslado de agua
- Elementos de la defensa militar y del deporte
- Combustibles: carbón, briquetas, pellets
- Instrumentos musicales
- Celulosas para la fabricación de papel, materia prima para la obtención de fibras vegetales
- Alimento humano y animal,
- Medicinas



Usos del bambú según la edad (Adams, 2004):

- En menos de 30 días es bueno como alimento humano, en algunas especies.
- Entre los 6-9 meses para elaborar cestos.
- De 2-3 años para la elaboración de tejidos o esteras.
- De 3-6 años como elementos de la construcción
- A partir de los 6 años el bambú comienza a perder los valores de resistencia gradualmente hasta los 12 años.

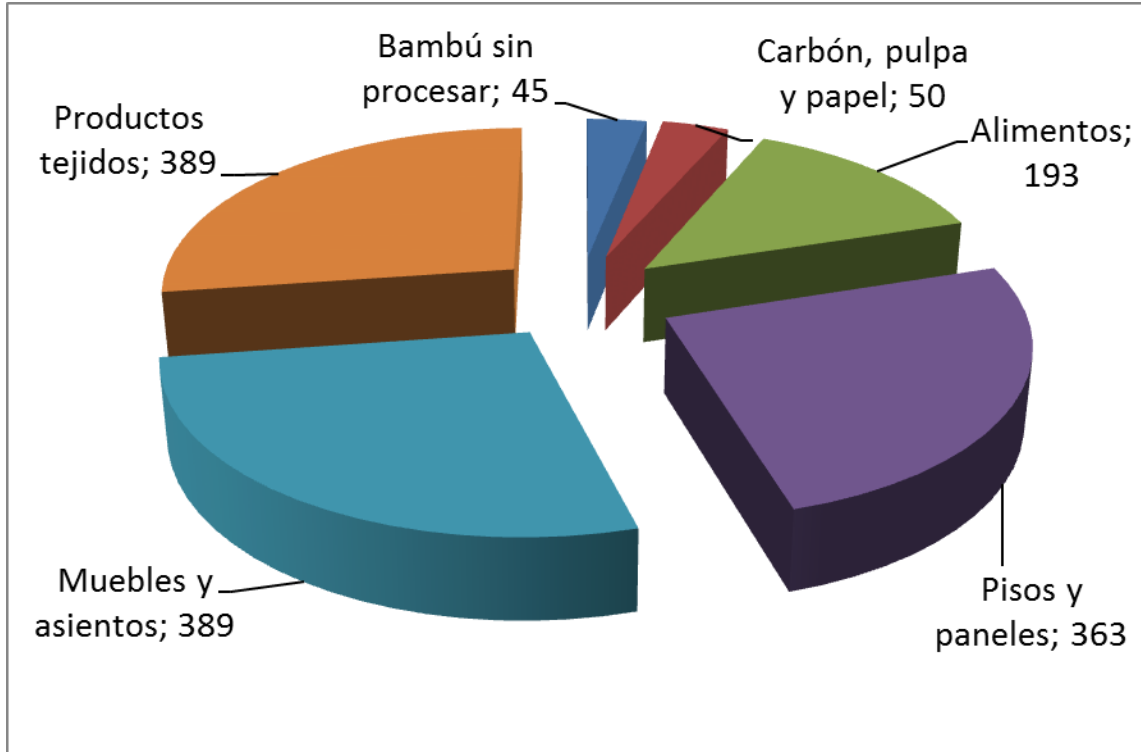
## El comercio del bambú

En China anualmente se producen 71,22 millones de toneladas de bambú y el crecimiento anual es de 7 millones de toneladas. Se utiliza en la fabricación de papel, como alimento, en la fabricación de muebles y en la construcción (Hsiung, 2014).

Las estadísticas de comercio confirman que China es la suministradora principal de pisos de bambú a los EE.UU. Las exportaciones saltaron de 0 en el 2006 a 26 millones de USD en el año 2007, y la cifra se elevó a 67,6 y 68.8 millones en los siguientes dos años respectivamente.

Según Cana and Bamboo technology Center (2002) 1300 especies de bambú ocuparon un área de la tierra equivalente a 25 millones de hectáreas. Casi 45% de los bosques de bambú de mundo se concentraban en la India 8,6 y en China en 3,79 millones de hectáreas respectivamente. La cosecha anual de bambú se estimó en 10 millones de toneladas, igual a 8 millones de km de bambú aproximadamente, o lo que es igual a 200 veces la circunferencia de la tierra. El mercado global está valorado en 12 billones de USD, donde los principales productores y exportadores mundiales son China, Vietnam, India, Indonesia, Malasia, e importadores Europa, EE.UU. y Japón.

El comercio mundial de bambú y sus productos durante el 2012 en millones de USD.



Fuente: Cabrera, (2013)

El comercio del bambú en Cuba es incipiente, solo se evidencia la comercialización de posturas en las empresas forestales y culmos en entre unidades silvícolas e industriales del sector forestal y artesanos por cuentapropistas. Los tejidos (esteras) simples, artesanías y muebles son los productos más representativos del mercado cubano.

### **Fabricación de laminados de bambú**

Los laminados de bambú son materiales elaborados con tablillas (latas en América Latina) de una especie determinada de bambú y que están unidas por sus cantos y caras, en forma de capas paralelas, por un adhesivo (acetato de polivinilo (PVA), urea formaldehído, otros), bajo una presión, temperatura y tiempo determinados. Sus dimensiones son no mayores de 50 mm de espesor, 200 mm de ancho y con una longitud hasta los 3 m. Este material puede ser recto o curvo (moldeado). Las siguientes figuras reflejan varios diseños de diferentes países.

El color de las tablillas puede modificarse por calor en estufas, asumiendo el laminado el nombre de carbonizado.

Los laminados pueden ser de capas contrachapadas, unidireccionales y listonados.

Las características físico-mecánicas más resaltadas en los laminados son: densidad, contenido de humedad, hinchazón, absorción de agua y los módulos de ruptura y elasticidad y los ensayos mecánicos generalmente realizados son de resistencia a la flexión, la tracción perpendicular y el agarre al tornillo.

Investigadores de diferentes parte del mundo han diseñado y evaluados diversos laminados obteniendo variados valores de sus propiedades físico-mecánicas. Ejemplo de ello: densidad de 710-750 kg/m<sup>3</sup>. Los módulos MOR y MOE se movieron en el rango de 393,7-969,4 kg/cm<sup>2</sup>. El contenido de humedad osciló entre 5 y 9%.

La tecnología de elaboración de los laminados incluye diversos equipos: sierra circular transversal, torno destocador, sierras circulares simples, dobles y escuadradoras, fresadoras de 2 y 4 caras, garlopas y cepillos de 1 o 2 caras, mezcladora de pegamento, engomadora, prensa fría (vertical), prensa caliente (horizontal), y lijadoras. El equipamiento depende de las opciones del fabricante.

### **Fabricación de tableros de bambú**

El tablero de bambú es un producto plano obtenido en un proceso de unión de un elemento que puede ser: tablilla, tejido (estera), partícula o fibra, los cuales son unidos entre sí por un adhesivo bajo una presión, temperatura y tiempo determinados. El tablero obtenido puede tener formatos, espesores y cualidades específicas.

#### **1. Tableros tejidos de bambú (Mat plybamboo)**

Las esterillas son tejidas con laminas (chapas, tiras, rebanadas) de bambú en

diferentes diseños, luego las esterillas son encoladas, ensambladas y prensadas. Usualmente tienen de 2 a 5 capas. La superficie de los tableros no es lo suficientemente plana, mas es decorativa. En términos de ligereza, flexibilidad y buena resistencia ante el impacto los convierten en buenos sustitutos del acero, tableros de madera, espuma de poliestireno y el asbesto para ser usados como encofrados, paredes y techos prefabricados, etc.

## 2. Tableros de tablillas verticales de bambú (listonado) (Curtain Plybamboo)

En un proceso mecánico son elaboradas las tablillas de bambú (con espesores y anchos mayores de 4 mm y 20 mm respectivamente), las cuales se ordenan paralelamente, uniéndose por sus caras con adhesivos y sometidas a presión hasta obtener el tablero de tablillas. Una de las ventajas de este tablero es que su espesor y ancho pueden ser ajustados según los requerimientos del producto final. Además, su consumo de adhesivo es menor que el tablero tejido, poseyendo una mejor estabilidad en sus dimensiones y mejores propiedades mecánicas. Como material de construcción puede ser utilizado como paredes, techos y tabiques.

## 3. Tablero de capas horizontales de tablillas de bambú. (Laminated Bamboo of Strips)

El tablero está constituido por tablillas encoladas por los cantos, luego ensambladas y prensadas en forma de capas de tablillas. El tablero de capas horizontales de tablillas de bambú puede ser un sustituto del acero, el concreto y a los paneles de madera y servir como viga, pilares, puertas, en la ebanistería, y como pared en las construcciones prefabricadas.

## 4. Tablero de capas de tablillas contrachapas de bambú (Plybamboo)

El tablero se elabora con capas de tablillas ordenadas en forma contrachapada (cruzada), alternándose una capa longitudinal con otra transversal, y unidas por el adhesivo en un prensado caliente. Este tablero es un excelente material de ingeniería por sus grandes dimensiones, fortaleza, bajas deformaciones, estabilidad en las formas. Se emplea para disminuir el peso de las construcciones, siendo apropiado como paredes, techos y puertas.

## 5. Tablero de partículas de bambú (Bamboo Particleboard)

Con el objetivo de incrementar el aprovechamiento de los recursos del bambú, incluyendo los tallos de pequeños diámetros se reprocessan todos los residuos para producir tableros de partículas de bambú. El proceso productivo es similar al de los tableros de partículas de madera. La gran ventaja de este producto es que la materia prima existe en abundancia, además de poseer una fortaleza alta. Este tablero se emplea en la industria de muebles, en la construcción para la elaboración de paneles prefabricados, puertas, tabiques, etcétera.

## 6. Tableros compuestos de bambú. (Bamboo Composite Board)

En el mejoramiento de la calidad del producto, incremento del nomenclador de las materias primas y la disminución del costo de producción se han escogido varios materiales para la elaboración de los tableros compuestos de bambú, donde se

incluyen los tableros: bambú-madera compuesto, bambú-cemento compuesto, bambú-poliespuma compuesto, etcétera. Estos tableros tienen el mérito de diferentes materias primas lo que hace que sus propiedades mecánicas sean superiores a la de los contrachapados de madera (plywood). Estos tableros no emiten formaldehído libre, ni otros elementos químicos tóxicos. Los tableros de bambú compuestos son excelentes en la construcción y pueden emplearse como paredes, techos, pilares y en forma de prefabricados.

Tableros de tablillas de *G. colombiana* y *B. vulgaris* de Cuba



Fuente: Caori



Fuente: Mederico



La tecnología de elaboración de los tableros incluye diversos equipos: sierra circular transversal, torno destochador, sierras circulares simples, dobles y escuadradoras, fresadoras de 2 y 4 caras, garlopas y cepillos de 1 o 2 caras, mezcladora de pegamento, engomadora, prensa fría (vertical), prensa caliente (horizontal), y lijadoras. El equipamiento depende de las opciones del fabricante.

En Asia se fabrican todos los tipos de tableros de bambú: contrachapados, tejidos (esteras), listonados, de partículas y de fibras.

Los tableros de partículas y de fibras emplean las mismas tecnologías en la fabricación de los tableros de madera.

En Latinoamérica se fabrican, preferentemente, los tableros contrachapados, aunque en determinadas investigaciones se han desarrollado tableros con partículas, fibras y de tablillas de bambú.

La generalización de plantaciones de bambú en Cuba y la instalación de diferentes talleres para la fabricación de tableros, muebles y artesanías de bambú ha exigido el desarrollo de tecnologías nacionales que permitan un empleo óptimo del potencial instalado en el país. Entre las más recientes investigaciones con tableros de bambú se encuentra: "Evaluación convencional e integral de parámetros tecnológicos para la producción de tableros de bambú prensado (TBP)" de la profesora y Dra. C. Ing. Lena Mora Rodríguez, de la UCVL.

Según Rojas (2013) la primera experiencia cubana en la fabricación de tableros de bambú se desarrolló en un taller de artesanías de Sagua de Tánamo, Holguín, en los años 90 del siglo pasado, bajo la dirección de la ANAP, donde de forma



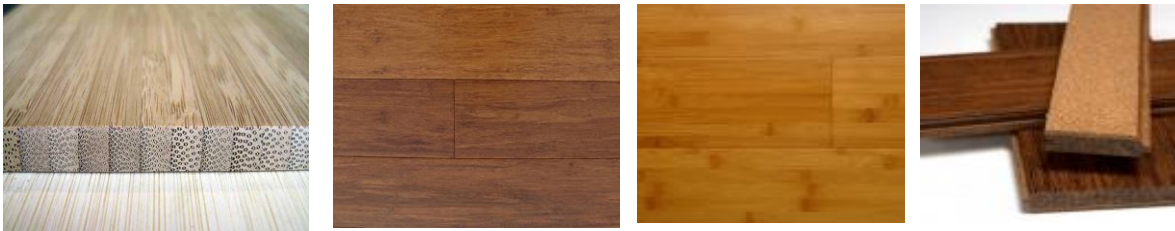
experimental fabricaban tableros de pequeño formato, empleando como adhesivo al PVA.

En el año 2005 en Bayamo fue montada la Planta Piloto Experimental de tableros de bambú, la cual surge de un proyecto del Instituto de Investigaciones Forestales, con financiamiento de la ONUDI. Allí se elaboraron variedades de laminados y tableros, siendo caracterizadas las propiedades físico-mecánicas del tablero de tres capas. En estos momentos la Planta no existe, sus equipos se encuentran en fase montaje en el taller de artesanías de Manzanillo, perteneciente a la Unidad Empresarial de Base Industria de la Empresa Forestal Integral Granma.

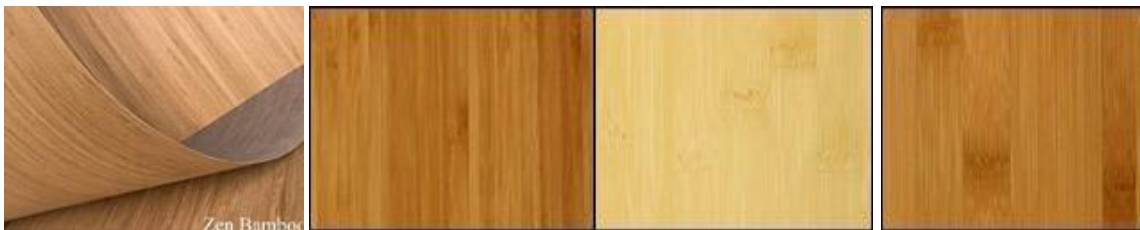
### **Propiedades físico-mecánicas de los tableros**

A los tableros de bambú, también, le son propias las propiedades físico-mecánicas, las cuales reflejan sus características especialmente la densidad, contenido de humedad, contracción, absorción de agua, transmisión del calor y el sonido, y las mecánicas, en especial la resistencia a la flexión, tracción y a la extracción del tornillo. Se muestra como ejemplo al tablero chino contrachapado de cinco capas: densidad 1000 kg/m<sup>3</sup>, hinchazón a 24 horas sumergido en agua fría 2,5%, resistencia a compresión 71,99 MPa. MOR 135,78 MPa y MOE GPa 10,50.

Tableros y laminados de diferentes configuraciones de la firma Chin Fu Industrial Corporation



Chapas de bambú de un espesor de 0,6 mm, largo y ancho de 2500 y 1250 mm con diferentes tonalidades y tableros de tres y cinco capas de chapas de bambú de la firma china ZEN BAMBOO

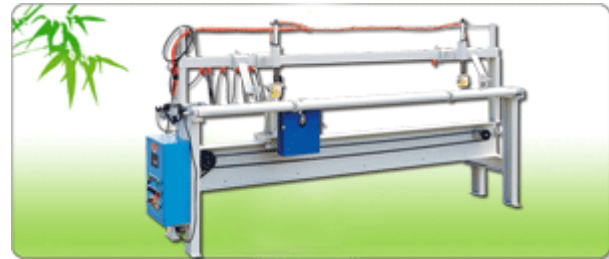
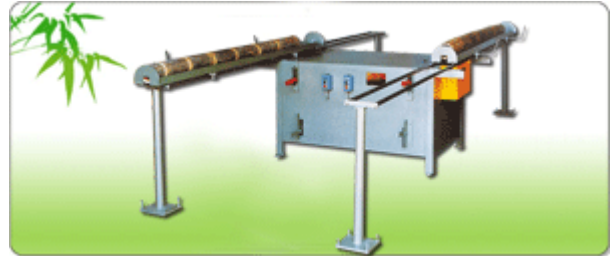


Tableros y laminados de diferentes configuraciones



## MAQUINARIAS PARA PROCESAR EL BAMBÚ

Las siguientes imágenes representan algunas de las máquinas para procesar el bambú de la firma Chin Fu Industrial Corporation: sierra radial, sierra circular doble, máquina partidora, sierra circular doble automática, fresadora de 4 caras y prensa horizontal de platos calientes.





## MUEBLES CON SECCIONES DE CULMOS

Los diseños de muebles de secciones de culmos son más propios de artesanos que de oficinas de diseño. La elaboración de estos muebles tiene un alto componente manual, desde los cortes, la preservación, el secado y la elaboración de la superficie, el ensamblaje y el acabado.

Estos muebles combinan diferentes diámetros de los culmos para sus uniones, en algunos casos emplean tabillas para los asientos y respaldos, unidos con diferentes materiales lignocelulósicos como cintas de ratán en Asia y con guaniquiqui en Cuba.

Si el diseño es de piezas curvas en estado verde y rectas, entonces para las piezas curvas el proceso incluirá corte, curvado, por lo general con un soplete y secado en un molde, cortes para uniones, ensamblaje con las piezas rectas y acabado. Especie muy empleada en México *Phyllostachys Bambusoides* Siebold & Zuccarini por poseer excelente biomasa y diámetros menores a los 50 mm).

En el acabado se emplean, por lo general, los mismos barnices y lacas empleados en las terminaciones de muebles de madera.



Fuente: Bambú Centro

La Universidad Central de Villa Clara, Cuba, a través de un proyecto internacional logró introducir en Cuba, 2007-2012, equipos para establecer “talleres de laminado de bambú” en las provincias de Holguín, Granma, Villa Clara, S. Spíritus, La Habana (Parque Metropolitano) y Pinar del Río. El equipamiento consistió en diferentes máquinas importadas para procesar el bambú en forma de tirillas (cintas) para su posterior tejido en forma de esteras (capas), además para la elaboración de muebles y artesanías, entre ellas: sierra radial (sierra de péndulo), rajadora (abridora), procesadora de tirillas y removedora de nudos, procedentes de Taiwán. Una prensa hidráulica con platos calientes importada desde México, además de herramientas eléctricas y manuales: sierra eléctrica manual, caladora, taladro, lijadora, porta segueta, juegos de barrenas y brocas.

## MUEBLES CON LAMINADOS DE BAMBÚ

Los diseños de muebles con laminados de bambú requieren estudios técnicos y tecnológicos, y en su elaboración pueden emplear laminados rectos y curvos, los cuales permiten una amplia gama de diseños. Por lo general se dedican a los asientos y a partes de muebles para guardar, entre otros.



Fuente: Michael McDonough

Sus tecnologías de elaboración se corresponden a las empleadas en la fabricación de muebles con tableros de madera

La modelación de diseños y de cargas en muebles es utilizada por oficinas de diseño y universidades de Tailandia.

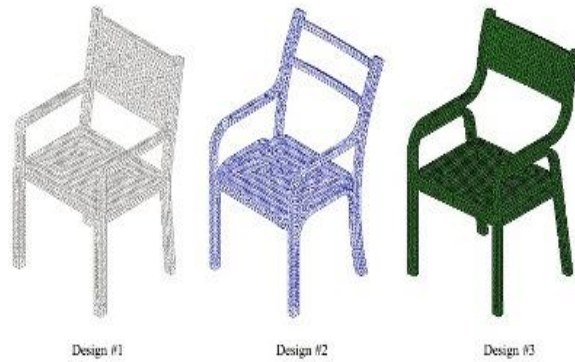


Fig. 1. Design models of laminated bamboo chair

## MUEBLES CON TABLEROS DE BAMBÚ

Los diseños de muebles con tableros abarcan a muchas tipologías de muebles, especialmente los de guardar y apoyo.

Sus tecnologías de elaboración se corresponden a las empleadas en la fabricación de muebles con tableros de madera.



Fuente: Lamboo, Inc.



Fuente: Woven Bamboo Enterprises

## **CONCLUSIONES**

La descripción de la anatomía, la morfología, las propiedades físico-mecánicas, la protección y uso del bambú, así como las tecnologías de fabricación de laminados, tableros, la elaboración de muebles con culmos y sus derivados, además de las maquinarias empleadas brindan una amplia información sobre el bambú y de cómo emplearlo en la elaboración de muebles, en particular y general para otros propósitos, así como la mención de diferentes diseños de muebles con sus tecnologías de elaboración y maquinarias empleadas completan la información, representando el alto potencial del bambú, en todas sus formas, en la fabricación de muebles, lo que constituye una fuente inagotable de recursos económicos sustentables.

El conocimiento sobre el bambú es imprescindible para su aprovechamiento integral y racional, para generar amplios beneficios con el fomento de miles de hectáreas y cientos talleres de artesanías y muebles a lo largo y ancho de Cuba; empleo en las zonas rurales y suburbanas, especialmente para las mujeres; beneficiando el medio ambiente en todas sus dimensiones. En fin, aportando con el bambú por la prosperidad y sostenibilidad de Cuba.

## **AGRADECIMEINTOS**

Agradecemos las atenciones especiales brindadas desde Cuba y el extranjero por personas como Ximena Londoño, Presidenta de la Sociedad del bambú de Colombia; a las Direcciones de Dujo, Industria de muebles y de la Universidad de Granma; a las compañías extranjeras Chin Fu International, Woven Bamboo Enterprises Ltd y otras.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Adams, C. 2004. Bamboo Architecture and Construction with Oscar Hidalgo
2. Álvarez, M. Betancourt, León, J., Montalvo J. y Ancizar F. 2003. Tecnología para el manejo sostenible de *Bambusa vulgaris Schard var, vulgaris* Memoria del Primer Taller Nacional del Bambú. Programa.- Desarrollo de alternativas agroecológicas para el uso del bambú en Cuba.- Ed, ACTAF, pp 39-51.
3. Bedoya, J. R.; González, H. Á.; Montoya, J. A. 2008. Comportamiento de muestras de *Guadua angustifolia* Kunth con diafragma y sin diafragma sometidas a esfuerzo de compresión. *Scientia et Technica* 14: 449-454.
4. Betancourt, M, *et al.* 2007. Manual técnico del bambú
5. Betancourt, R., Cuesta, M. y Ramírez, M. 2005. Procesamiento Industrial del Bambú. Cuba, Versión electrónica, ONUDI, ISBN (959-246-148-1) Año 2005.
6. Betancourt, R., Álvarez, M, Montalvo, G. y Cuesta, M. I .2006. Retrospectiva del Bambú en Cuba. Situación actual, perspectiva y Situación del Ratán Informe de País al III Simposio Latinoamericano del Bambú, Guayaquil, Ecuador.
7. Cana and Bamboo technology Center. India. Bamboo Timber for 21<sup>st</sup> Century
8. Cardoso, R. 2000. Arquitectura con bambú
9. Castellanos, C., Godoy, D., Rodríguez, H.2005. Caracterización físico-mecánica y de trabajabilidad de laminados de *Guadua angustifolia* Kunth
10. Castellanos, S., Godoy D, y Rodríguez, H. 2002. Caracterización físico - mecánica y de trabajabilidad de laminados de *Guadua angustifolia* Kunth
11. Castrillón *et al.* 2004. Procedimientos de ensayo para la determinación de las propiedades físico mecánicas de la guadua. UNC
12. Catasús, L. 2001. Ficha técnica del bambú
13. Catasús, L. 2003. Estudio de los bambúes arborescentes cultivados en Cuba, Ed, ACTAF, La Habana, 56p.
14. Cervantes, L. *et al.* 2005. Insectos asociados a bambúes y posibles métodos de control de *Myelobia sp.* (LEPIDOPTERA). México
15. Chin Fu International. 2014. Catálogos de maquinarias
16. Cooper, G. 2005. Bambú: su importancia en la ecología y la conservación de las especies nativas. Bamboo of the Americas
17. Cortés, J., Takeuchi, C. 2010. Transformación y Producción de *Guadua* Laminada, Pegada y Prensada para el Desarrollo de Elementos Estructurales
18. Delgado L., Yansumi y León J. (2006) Estado actual de la colección de bambúes en el Jardín Botánico de Cienfuegos En; X Encuentro de Botánica Johannes Bisse in Memoriam, Ed, Centro de Estudio de Medio Ambiente y Educación Ambiental, Universidad Pedagógica José Martí Camagüey, Cuba.

19. *Dinoderus minutus*.  
[http://www.biodiversity.ubc.ca/entomology\\_pictures/Coleoptera/Bostrichidae/Dinoderus%20minutus%20\(2ventral\).jpg](http://www.biodiversity.ubc.ca/entomology_pictures/Coleoptera/Bostrichidae/Dinoderus%20minutus%20(2ventral).jpg)
20. Dirección Nacional Forestal. 2006. Estudio de tendencias y perspectivas del Sector Forestal en América Latina. Documento de trabajo, Informe nacional, Cuba, Ed. DNF/FAO, La Habana, 59p.
21. Estrada, M.; Ramirez, F., Maldonado, A; Correal, J. 2011. Caracterización mecánica de las fibras del bambú colombiano, *Guadua angustifolia*
22. Ghavami, K.; Marinho, A. B. 2004. Propiedades físicas e mecánicas do colmo interior do bambú da especie *Guadua angustifolia*. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 9: 107-114.
23. Ginarte C. 2013. "Evaluación de la resistencia a la compresión al bambú de las especies *Bambusa vulgaris* Schrader y var. *vittata*, y *Guadua angustifolia* en la provincia de Granma". Trabajo de Diploma (en opción al título de Ingeniero Forestal). Universidad de Granma
24. GUADUA COLOMBIA TECNOLOGIA Y ENSAYOS.  
[http://www.arqhys.com/viviendas - bambú. html](http://www.arqhys.com/viviendas-bambu.html)LCA
25. Guyat, Ma. y Capote, V. 2003. Caracterización físico-química del tallo y el carbón vegetal de la especie *Bambusa vulgaris* Shrad. Memorias del primer taller nacional de bambú. Pp 81-84
26. Hsiung, W. 2014. Bamboo in China: new prospects for an ancient resource. *Unasylva* - No. 156 Tropical Rain Forest Management a status report
27. [http://es.wikipedia.org/wiki/Phyllostachys\\_edulis#Taxonom.C3.ADA](http://es.wikipedia.org/wiki/Phyllostachys_edulis#Taxonom.C3.ADA)
28. [http://www.ces.csiro.au/aicn/system/c\\_516.htm](http://www.ces.csiro.au/aicn/system/c_516.htm)  
[http://www.fscfridayperu.org/presentaciones\\_sesion\\_1/lvaro\\_Cabrera\\_INBAR.pdf](http://www.fscfridayperu.org/presentaciones_sesion_1/lvaro_Cabrera_INBAR.pdf)
29. [http://www.google.com/cu/books?hl=es&lr=&id=v3riDLVenTQC&oi=fnd&pg=PR9&dq=international+network+on+bamboo+and+rattan&ots=MjMI3IPIN6&sig=z6PAUxnNt7et3p - oMEEnQQN9FFA&redir\\_esc=y#v=onepage&q=international%20network%20on%20bamboo%20and%20rattan&f=false](http://www.google.com/cu/books?hl=es&lr=&id=v3riDLVenTQC&oi=fnd&pg=PR9&dq=international+network+on+bamboo+and+rattan&ots=MjMI3IPIN6&sig=z6PAUxnNt7et3p-oMEEnQQN9FFA&redir_esc=y#v=onepage&q=international%20network%20on%20bamboo%20and%20rattan&f=false)
30. Jayanetti, L. 2005. Bamboo in construction. TRADA International
31. Londoño, X. 2002. Distribución, morfología, taxonomía, anatomía, silvicultura y usos de los bambúes del Nuevo Mundo. Cátedra Maestría en Construcción - Módulo *Guadua*, Arquitectura, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Agosto 2002
32. Londoño, X. 2004. Especies de bambúes de Argentina. Sociedad colombiana del bambú
33. López, A. 2009. Caracterización dasométrica de *Bambusa vulgaris* Schrader ex Wendland en la provincia de Granma. Tesis de maestría
34. LUNA, Patricia; LOZANO, Jorge y TAKEUCHI, Caori. Determinación experimental de valores característicos de resistencia para *Guadua angustifolia*. *Maderas, Cienc. tecnol.* [online]. 2014, vol.16, n.1 [citado 2014-04-24], pp. 77-92 . Disponible en:  
<[http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-)

221X2014000100007&lng=es&nrm=iso>. Epub 25-Nov-2013. ISSN 0718-221X. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-221X2014005000007>.

35. Martirena, F. 2009. El proyecto Bambú, Fase II. Seminario del proyecto BAMBÚ Fase II
36. Morán, J. 2005. Usos de bambú en el mundo con énfasis en América 1er Congreso Mexicano de bambú Veracruz, Xalapa, México
37. Ordóñez, R. *et al.* 2002. Caracterización Tecnológica de las Especies Mexicanas de *Guadua* (*Poaceae bambusoideae*) y sus aplicaciones en la construcción. CONAFOR-2002-C01-5670
38. Physical, chemical, and mechanical properties of bamboo and its utilization potential <http://users.telenet.be/jeffstubbe/thesis/documenten/papers/PHYSICAL,%20CHEMICAL,%20AND%20MECHANICAL%20PROPERTIES%20OF%20BAMBOO%20.pdf>
39. Rojas, 2014. *Bambusa vulgaris* Schrader ex Wendland, como elemento estratégico para la defensa del país. Taller regional de PPD MES. Bayamo, Granma
40. Rojas, M. 2010. El bambú y sus aplicaciones. Conferencia
41. Rojas, M. 2013. Tecnologías de fabricación y metodologías de caracterización físico - mecánica de los tableros de bambú. Taller Nacional Bambú Construye, Holguín, Cuba
42. Seijo, P. 2013. Madera prensada de bambú una alternativa en Cuba. Taller nacional bambú construye
43. Seijo, P., *et al.* 2013. Madera prensada de Bambú una alternativa en Cuba. Memorias del Taller Nacional "Bambú Construye", Holguín
44. Sjøvall, P. 2014. Bamboo in China: new prospects for an ancient resource. <http://www.fao.org/docrep/s2850e/s2850e07.htm>
45. Tomalang, F, *et al.* 1980. Properties and utilization of Philippine erect bamboo. In International Seminar on Bamboo Research in Asia held in Singapore, May 28-30, 1980: Pp. 266-275.
46. Vietnam NTFP Network publishes the NTFP Newsletter biannually and the NTFP E-bulletin quarterly. Bamboo furniture produced by Hoa Binh – Shengjia Company. Vol. 1, July 2004
47. Wenyue Hsiung. Bamboo in China: new prospects for an ancient resource. Unasyva - No. 156 Tropical Rain Forest Management a status report. 2014
48. Woven Bamboo Enterprises Ltd. agent for Zen Bamboo. <http://www.wovenbamboo.co.nz/bamboo-veneer-g-96.html>
49. [www.lamboos.us](http://www.lamboos.us)
50. Yan Xiao, Masafumi Inoue, Shyam K. Paudel. 2011. Modern Bamboo Structures: Proceedings of the First International Conference.
51. ZEN BAMBOO. 2014. Catálogos de tableros y laminados para pisos
52. González, C. E.; Takeuchi, C. P. 2007. Resistencia a la compresión paralela a la fibra de la *Guadua angustifolia* y determinación del módulo de elasticidad. Ingeniería y Universidad 11: 89-103.