

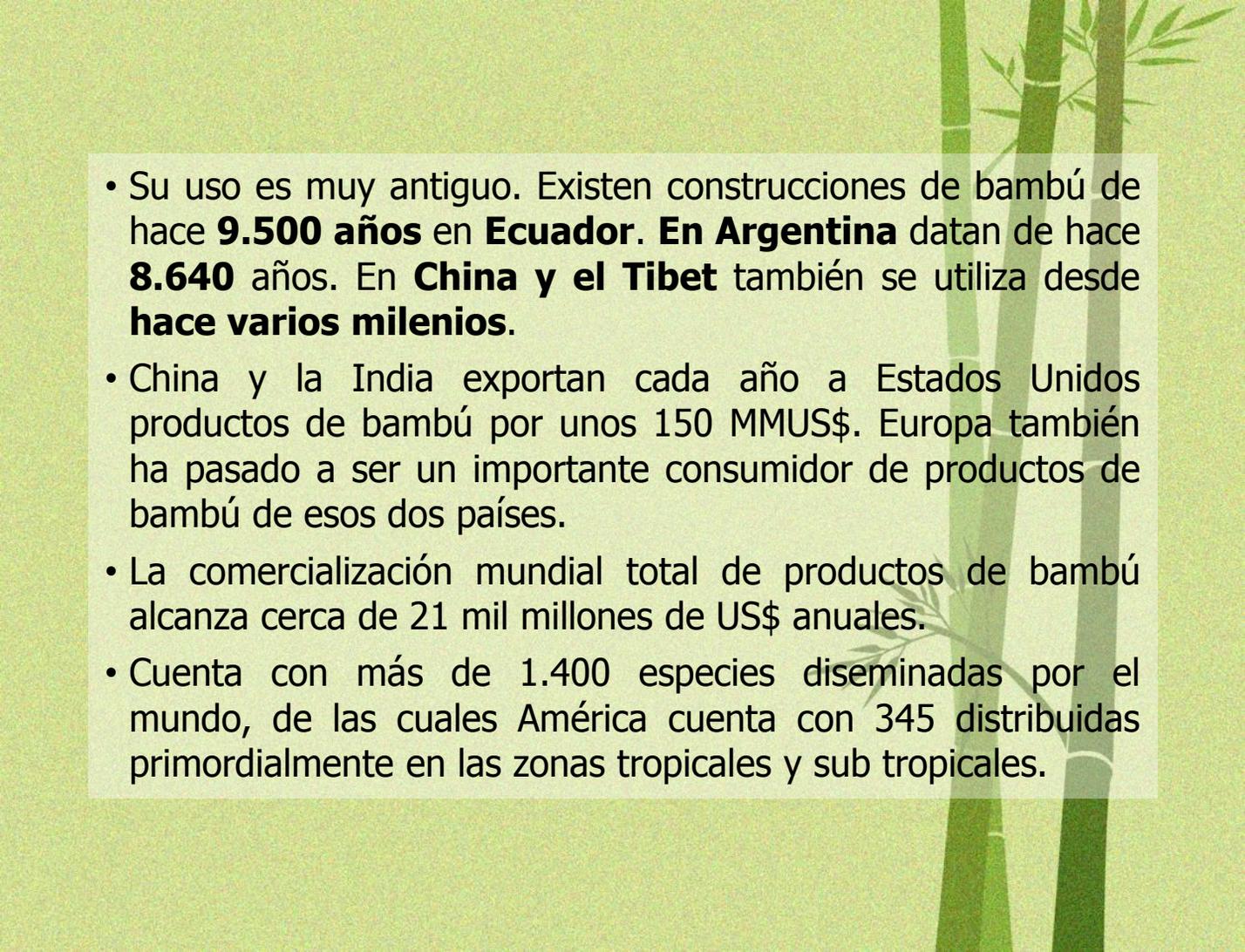
The background of the slide features a stylized illustration of bamboo. In the upper left and right corners, there are clusters of vibrant green bamboo leaves with prominent veins. On the right side, a vertical bamboo stalk is depicted, showing its characteristic segmented structure and a smooth, light green surface. The overall aesthetic is clean and natural, emphasizing the theme of sustainable bamboo construction.

EL BAMBÚ COMO RECURSO SUSTENTABLE PARA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS DE BAJO COSTO

Prof. Heriberto Echezuría

- El Bambú es llamado por la sabiduría asiática «oro verde» y “planta maravillosa”.
- Para los chinos  un tesoro maravilloso
- Para los tailandeses  el gran amigo y
- Para los hindúes  el gran proveedor
- Gran diversidad de usos: entre 1500 y 3000 productos derivados o asociados, incluyendo construcción.
- De hecho, en China y el Tibet lo han utilizado desde hace milenios no solo para casas sino para puentes, foto abajo, por sus características estructurales,
- En el eje cafetero de Colombia, se han hecho poblaciones enteras de bambú incluidos puentes como el de la derecha.



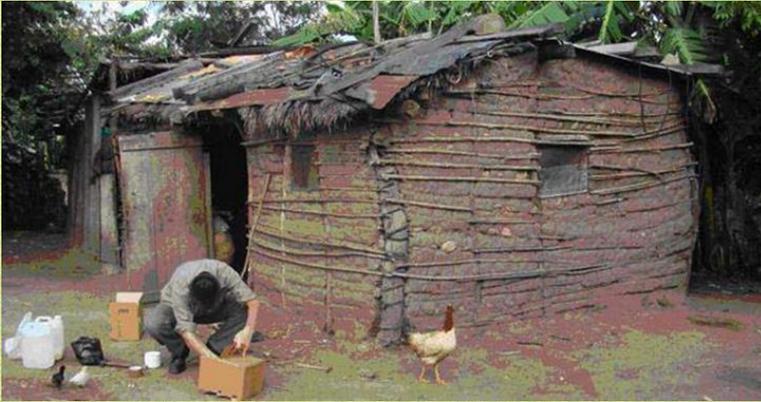
- 
- Su uso es muy antiguo. Existen construcciones de bambú de hace **9.500 años** en **Ecuador**. En **Argentina** datan de hace **8.640** años. En **China y el Tibet** también se utiliza desde **hace varios milenios**.
 - China y la India exportan cada año a Estados Unidos productos de bambú por unos 150 MMUS\$. Europa también ha pasado a ser un importante consumidor de productos de bambú de esos dos países.
 - La comercialización mundial total de productos de bambú alcanza cerca de 21 mil millones de US\$ anuales.
 - Cuenta con más de 1.400 especies diseminadas por el mundo, de las cuales América cuenta con 345 distribuidas primordialmente en las zonas tropicales y sub tropicales.

- En Venezuela existen 57 variedades, incluyendo la Guadúa Angustifolia, ampliamente usada en construcción en América.
- Esa especie tiene una velocidad de crecimiento muy alta, con incrementos de 10 a 20 cm en altura por día. Alcanza su altura máxima (~20 metros) en 6 meses. Este crecimiento difícilmente es superado por otras especies madereras.
- Los bambusales representan casi el 25% de la biomasa en la región tropical y aportan cerca de 35% más oxígeno que otros bosques de árboles.
- Una hectárea de guadúa puede almacenar 30.375 litros de agua, es decir, el agua para unas 150 personas por día (asumiendo consumo promedio de 200 litros/día/persona).
- En verano cuando hay necesidad de agua en el suelo, la planta cede paulatinamente la que tiene almacenada (esponja que suelta líquido).

- A los dos años un guadual cultivado (unos 1000 tallos /Ha) captura 15 toneladas de bióxido de carbono, y a los 7 años, con tallos más gruesos, absorbe 56 toneladas de bióxido de carbono.
- Excelente fuente energética capaz de ser usada en gasificadores y sustituir hornos de diesel.
- Se utiliza en manufactura de briquetas de carbón para combustión y carbón activado de excelente calidad.
- Los brotes de bambú son nutritivos, bajos en calorías y grasa y aportan mucha fibra a millones de personas alrededor del mundo.
- Además, el bambú forma parte de las receteas médicas tradicionales en el sureste de Asia por sus propiedades medicinales. Es antioxidante, ayuda a reducir el colesterol y es anti-inflamatoria.



Brotos de Bambú



Mucha de la resistencia al uso del bambú y el bahareque en América para las viviendas es su asociación con pobreza extrema.

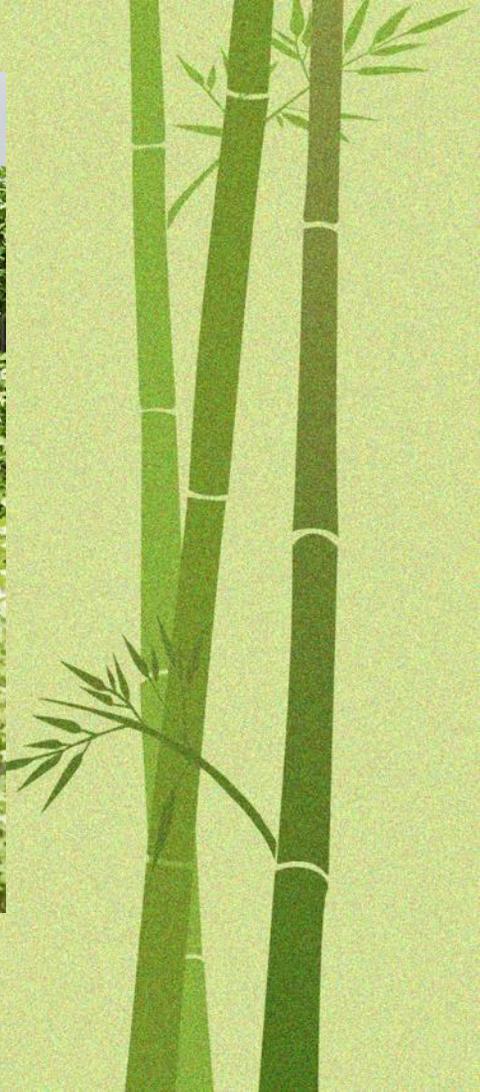
Cuando es asociado con el diseño arquitectónico se elimina esa imagen.

Eso se logró en el eje cafetero de Colombia.





Eje Cafetero de Colombia



Eje Cafetero de Colombia



Eje Cafetero de Colombia



Eje Cafetero de Colombia



Eje Cafetero de Colombia

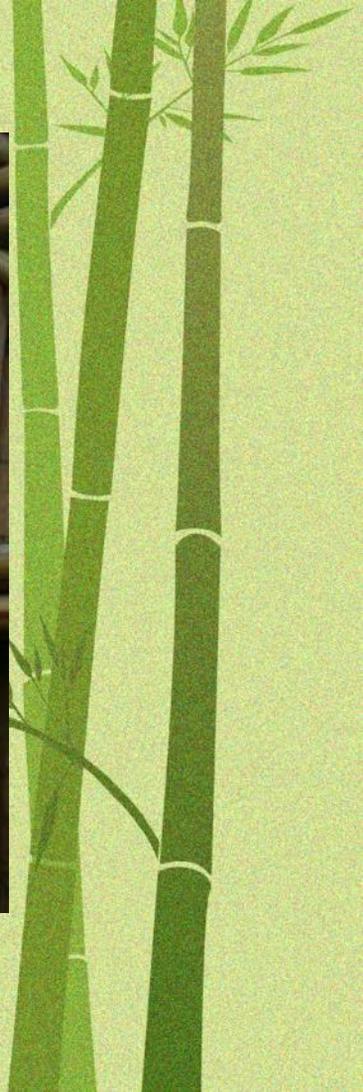
Otro aspecto que se le ha asociado en América a las viviendas construidas con bambú, caña y barro, es que **no tienen previsión sismorresistente** y son altamente vulnerables ante esos eventos.



- Sin embargo, en China y el Tibet hay evidencias de construcciones sismorresistentes con bambú desde épocas ancestrales cuando no existían las normativas actuales.
- Aprendieron por ensayo y error.
- Adicionalmente, Colombia tiene una norma sismorresistente que incluye las construcciones con bambú, debido al éxito de las mismas en el eje cafetero.



Eje Cafetero de Colombia



Estructura sismorresistente



Estructura sismorresistente



Estructura sismorresistente



Espacios abiertos



Espacios abiertos



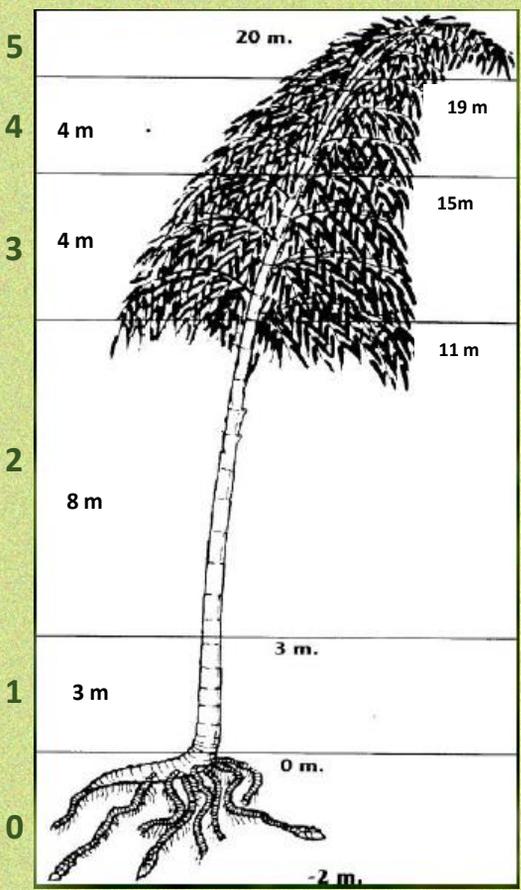


Espacios abiertos





Cúpulas



Partes y longitudes típicas de una Guadúa madura:

- 5. **Copa:** Es la parte apical de la guadua, con una longitud entre 1.20 a 2.00m.
- 4. **Varillón:** Corresponde a la parte terminal de la planta y su diámetro es menor. Alcanza longitudes de cuatro (4) m o más.
- 3. **Sobrebasa:** Puede ser utilizada en la construcción o para obtener láminas de piso de poco ancho. Alcanza altura hasta de cuatro (4) m.
- 2. **Basa:** Es la sección del **culmo** o tallo de mayor valor comercial, denominada Guadua rolliza. Esta pieza puede tener una longitud entre cinco (5) m y ocho (8) m.
- 1. **Cepa:** Sección que posee el mayor diámetro, se encuentra en la parte inferior del tallo, es utilizada generalmente para postes, caminerías y para cercas. Las dimensiones más comunes van desde y 2.50 a 3.0 m.
- 0. **Rizoma:** es un tallo subterráneo, que conforma el soporte de la planta. Es el lugar por donde absorbe los nutrientes. Se ha utilizado en la estabilización de las laderas y prevención de la erosión, también para artesanía, muebles o para obtener vinagre.

Descripción de la planta

- Los chusquines son plántulas pequeñas muy resistentes que se desarrollan como brotes basales (hijos) del rizoma de las guadúas.
- Aparecen a partir de los dos meses de haberse cortado el culmo (tallo).
- Son tallos con alturas entre 10 y 30 cm.



- Se siembran a distancias entre plántulas de 0.3 * 0.3 m.
- Número de surcos: 4
- Distancia entre surcos: 0.7 m.



Reproducción por chusquines

- Luego de tres meses se extraen nuevos Chusquines (nuevos hijos de los anteriores) y se les separan y podan las raíces. Éstos son más delicados.
- Si el chusquín excede los 25 cms, también se poda la parte aérea.
- Se siembran en recipientes individuales y se llevan a un invernadero con riego por aspersión, con humedad relativa de 75 % y temperatura máxima de 35 °C
- Luego de 10 días se pasan a sombra del 49 % por otros 15 días antes de llevarlas al campo, o para repetir el ciclo.



Reproducción por chusquines

- La etapa reproductora es el primer eslabón de la cadena de valor del bambú que puede ser explotada.
- La capacidad de producción de los viveros es variada, de acuerdo con los planes/proyectos y la demanda y va desde 90 plántulas hasta 225.000 cada año
- El proceso de siembra por chusquines permite una progresión geométrica en la generación de nuevas plántulas.

PLÁNTULAS SEMBRADAS	MESES	NUEVAS PLÁNTULAS
1	3	9
9	6	81
81	9	729
729	12	7101

Los márgenes de ingreso oscilarían entre US \$ 0,02 y 1,22/plántula promedio suficientemente significativo para este primer eslabón de la cadena de valor del bambú, tomando en cuenta además que basta con cinco meses (2 de renuevo y tres después de la primera siembra en vivero) para obtener plántulas en cantidad y calidad deseadas.

Reproducción por chusquines

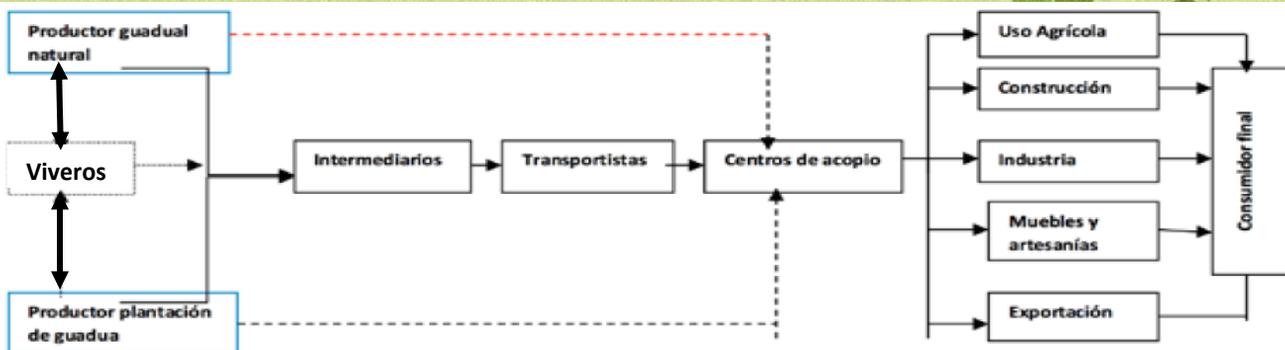
- Las plantas del vivero se llevan al plantío libre de malezas en un área con 1.5 m de diámetro alrededor de cada plántula durante sus dos primeros años.
- Requiere 3 o 4 mantenimientos mínimos por año, durante los 3 primeros años de la plantación.
- Se debe fertilizar la plántula lo cual ayuda a preservarla modificando la constitución química de los tallos, haciéndolos no apetecibles para los agentes biológicos.
- Cuando la plantación cumple 6 años produce tallos maduros con características comerciales homogéneas (diámetros superiores a 9 cm y alturas de mas de 14 m).
- La durabilidad de la guadua está relacionada con el contenido de humedad en los tejidos.
- En general, el culmo de la guadua se utiliza como unidad de medida para las ventas.



Este es el segundo eslabón de la cadena de valor que puede ser explotada.

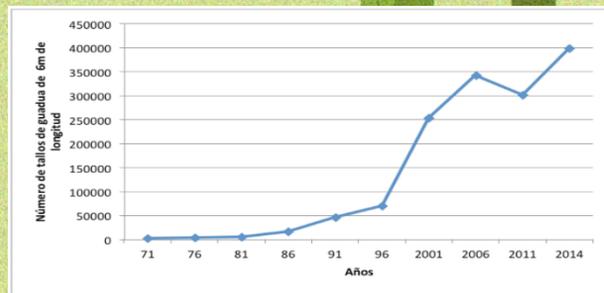
Manejo Silvicultural

- Categoría de productores: **pequeños**, entre 50 y 1.000 plantas; **medianos** de 1.000 a 5.000 y **grandes**, más de 5.000 plantas.
- Las cadenas de producción incluyen empresas agrícolas, de fomento agrario públicas, de cooperación entre otras, incluyendo campesinos individuales. Las mismas tienen distintos destinos de ventas .
- Las plantaciones cultivadas llegan a tener una densidad promedio de 1.000 plantas/ha.
- Los guaduales naturales pueden tener una densidad promedio de 1.835 plantas por hectárea,
- Distribución de edades : Madura 65% - 70%, Verde (joven) 20% - 25%, Renuevos 5 % - 10 %, Seca 2 % - 5 %
- Volumen estimado a extraer el primer año unos 70 m³/Ha de tallos maduros.
- Luego, aprovechamientos cada 2 años, con volumen aprovechable de unos 100 m³/Ha/año (1.000 tallos/Ha/año).



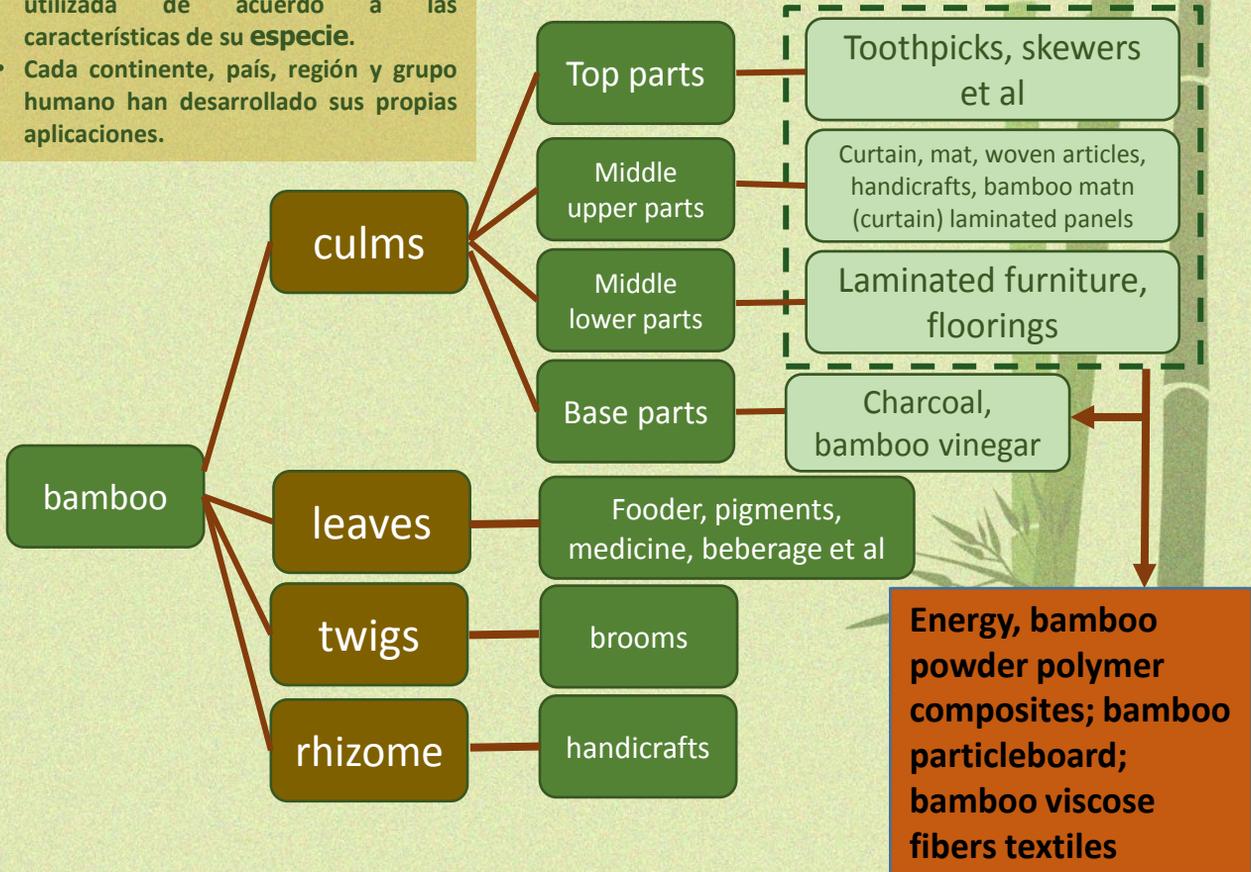
Cadena de valor

- Las **ganancias por venta** de varias secciones de la planta, según informe proyecto Guadua-Bambú de la Unión Europea, **oscilan entre 54% (varillón) a 168% (mejores culmos)**.
- Proyectos de explotación de guaduales con criterio de rendimiento sostenible muestran **Tasa Interna de retorno (TIR)** de al menos **21,17%, en Colombia y de 45,3 % en Ecuador**, con relaciones Beneficio/Costo superiores al 4%, lo cual demuestra su rentabilidad y representa un excelente negocio para invertir.
- El número de tallos de Guadúa producido al año en esos países oscila entre **0,5 a 1,5 millones de culmos al año**
- En la gráfica se muestra el aumento del consumo de culmos de guadúa en Ecuador por construcción de viviendas con bambú entre 1911 y 2014.



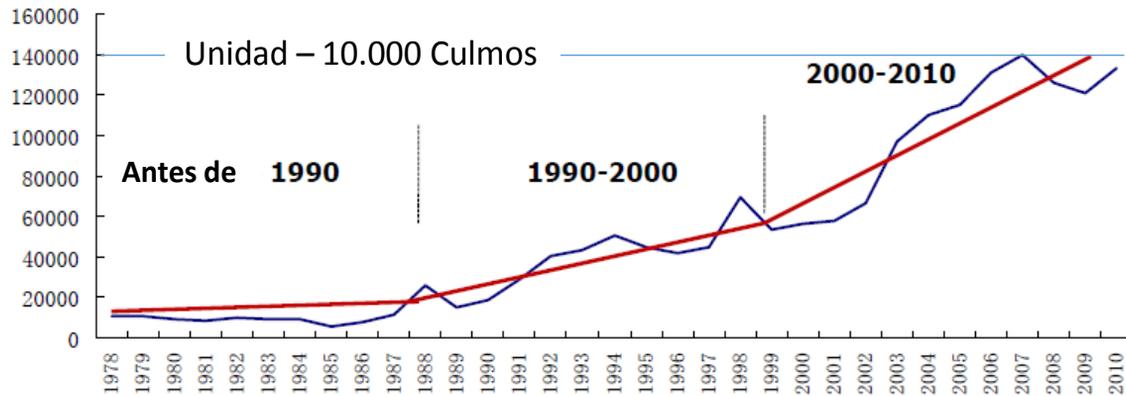
Cadena de valor - construcción

- Cada especie de bambú tiene uno o más manejos específicos.
- Cada parte de la planta puede ser utilizada de acuerdo a las características de su **especie**.
- Cada continente, país, región y grupo humano han desarrollado sus propias aplicaciones.



- En Ecuador, México y Colombia existen universidades y organizaciones públicas y privadas participando en planes de cultivo y explotación del bambú para diferentes usos.
- En Venezuela hay ensayos de crecimiento en varios estados como Yaracuy, Aragua, Mérida, Zulia, Portuguesa, Barinas, con diferentes participantes públicos y privados, pero todo ha sido incipiente hasta ahora.
- China transforma y usan sus bambúes con procesos industriales a dos niveles, primario y secundario.
- En China, la industria del bambú ha alcanzado un valor de producción anual de 13,8 mil millones de dólares.
- La Industria de bambú ofrece muchas oportunidades de empleo para la sociedad, hay más de 5,6 millones de personas directamente involucradas en la misma, en China.
- En India hay una buena cantidad de personas involucradas en la industria del bambú, pero mucho menos en la producción. Eso se debe a las leyes y regulaciones para el manejo del bambú que es catalogado como madera (puede ser extraído del bosque) y prácticamente no es permitida su explotación. Además, los permisos para transporte pueden tardar hasta 6 o más meses para obtenerse. En consecuencia, la industria del bambú en India debe importar bambú, a pesar de contar internamente con muy buenas variedades y extensas áreas tanto públicas como privadas de cultivo.
- No obstante, todos los cultivos en China son económica y ambientalmente sustentables!!

Usos del bambú



Producción de culmos de bambú en China desde 1978 a 2000.

- La producción de culmos de bambú en China cambió poco desde 1978 a 1990.
- Incrementó significativamente desde 2000 debido a la explotación industrial secundaria.
- Pasó en todo ese período de unos 100 millones de culmos al año en 1978 a Un billón 400 mil millones de culmos en 2010.

La industria del bambú en China se divide en tres épocas:

Tradicional, antes de 1990

Artesanía, artículos de madera, andamios, const. tradicional

Primera industrialización desde 1990 a 2000

Madera enchapada, pisos de madera, brotes, carbón entre otros

Industrializada máximo valor agregado desde 2000+

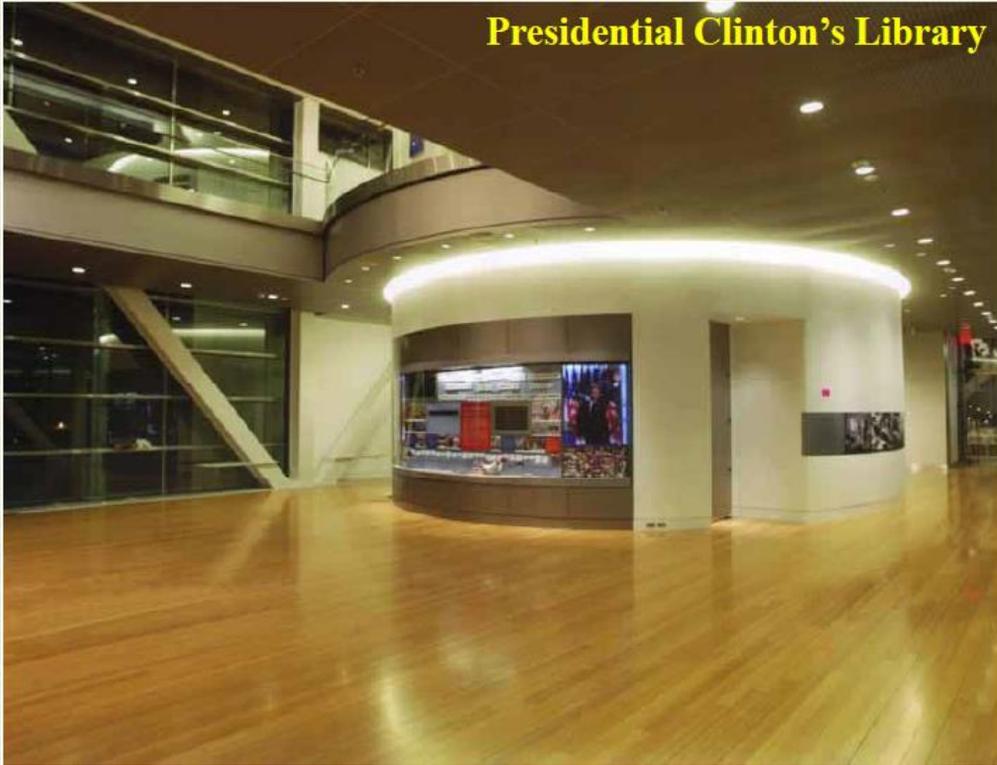
Acabados delicados, madera compuesta de alta calidad, acabados finos, textiles, carbón activado, vinagre

La industria del bambú



Preparación de acabados de pisos a partir de tallos de bambú

Presidential Clinton's Library





Preparación de paneles laminados a partir de tallos de bambú

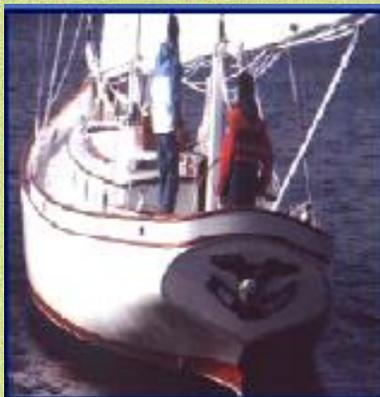


Aplicación de distintas maderas preparadas a partir de tallos de bambú





Preparación de madera mejorada para construcción a partir de tallos de bambú



Preparación de madera compuesta mejorada a partir de tallos de bambú



Preparación de fibra de madera a partir de tallos de bambú



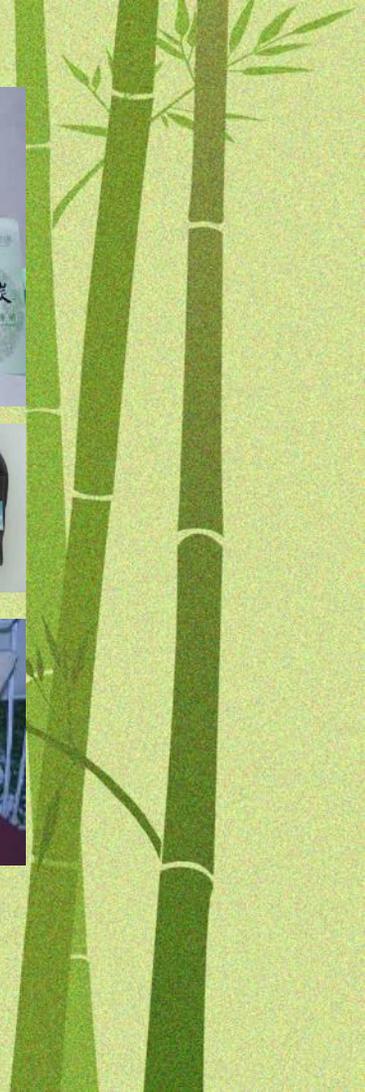
- Bamboo viscose fibers
- Bamboo lyocell fibers
- Natural bamboo fibers



Preparación de fibra textil a partir de tallos de bambú



Usos de fibra textil a partir de tallos de bambú





Flavonoides



Antioxidantes



Aditivo de alimentación que reduce consumo de antibióticos en criaderos de ganado y pollos

Preparación de medicamentos a partir de partes del bambú



Carbonizing facility



Bamboo charcoal

The production of bamboo charcoals in China reached 0.14 million tons in 2010



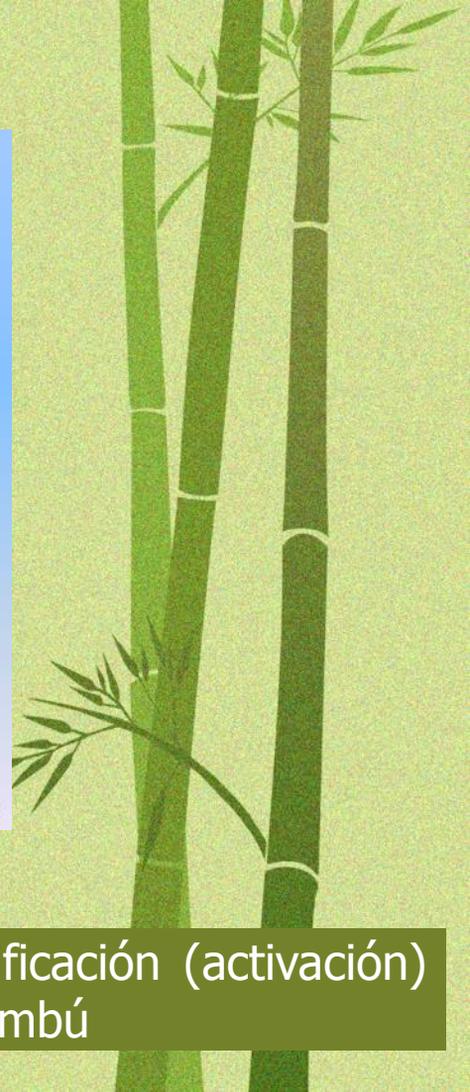
Vinegar collecting facility



Bamboo vinegar



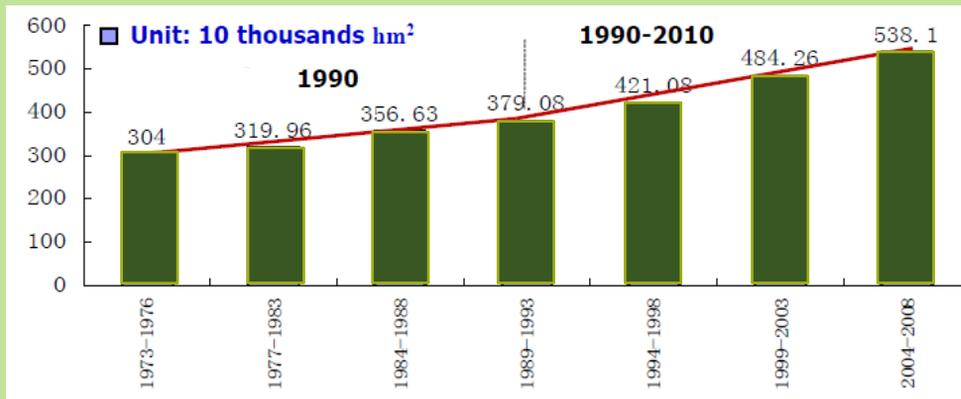
Preparación de carbón y vinagre a partir del tratamiento primario del bambú



Extra valor agregado para adsorción y purificación (activación) por tratamiento secundario del carbón de bambú



Extra valor agregado por tratamiento secundario del vinagre de bambú



Cambio en área de bosques de bambú en China desde 1976 a 2008.

La superficie de bosques de bambú aumentó de 3,0 a 5,4 MMHa desde 1976 hasta 2008
Esto aumenta la cantidad de oxígeno aportado a la atmósfera y disminuye la cantidad de CO₂ en la misma.

Aspectos ecológicos

- La cadena de valor agregado del bambú es muy diversificada pues existen muchos productos derivados de las distintas partes de la planta.
- La industrialización puede ser llevada del primero al segundo nivel para generación de productos de muy alta calidad y demanda que aseguran buenas oportunidades de inversión para consolidación de dicha cadena.
- La reproducción por chusquines permite una progresión geométrica con 9 plántulas hijas por plántula sembrada cada tres meses.
- Eso significa más de 7.100 plántulas al año en vivero a partir de una sola plántula con buenos márgenes de ingreso que garantizan buena rentabilidad en el primer eslabón de la cadena.
- La construcción de viviendas basada en culmos naturales ha demostrado buenos resultados en Colombia. Ecuador y México también han comenzado a aplicarla con muy buenos resultados.

Conclusiones

- La relación beneficio/costo y la tasa interna de retorno de los proyectos manejados en países como Ecuador y Colombia que manejan sólo una fracción de la cadena total indican excelentes condiciones financieras para las inversiones.
- La rentabilidad de la cadena es tal que países como la india, que tiene muchas restricciones para la explotación, importa el bambú y mantiene un mercado tan bueno con EE.UU y Europa que mantiene su industria funcionando con buenos márgenes.
- La explotación del bambú genera la expansión de bosques de ese género lo cual aumenta la cantidad de oxígeno aportada a la atmósfera a la vez que extrae una alta cantidad de CO₂ de la misma.
- Debido a la propiedad de almacenar agua haciéndola disponible en verano una plantación de bambú resulta ecológicamente sustentable inclusive para otras especies que puedan ser cultivadas en forma combinada.
- Elevada industrialización requiere soporte de universidades e institutos de investigación pública y privada para garantizar los avances científicos y tecnológicos requeridos para expandir la cadena de valor, tal como ha hecho china.

Conclusiones cont.

- La explotación de viveros y la aplicación en construcción de viviendas del bambú ha comenzado en algunos países latinoamericanos, como Colombia, Ecuador y México.
- En Venezuela ha habido algunos proyectos de reproducción y crecimiento del bambú entre entes públicos y privados, incluyendo universidades, pero no existe una política de estado que estimule la consolidación de la cadena de valor.
- Se deben verificar en Venezuela las condiciones empleadas exitosamente en otros países latinoamericanos y en China para orientar las condiciones venezolanas para esta industria, aprovechando las experiencias positivas y reduciendo las negativas.
- No obstante, la información existente en proyectos de esos países con la Unión Europea indica que es posible construir buenas viviendas de bajo costo con bambú y generar una cadena de valor que permita explotación sustentable del bambú y expanda los bosques de estas plantas.

Conclusiones cont.

A photograph of a paved path winding through a dense bamboo forest. The bamboo stalks are tall and thin, creating a green tunnel effect. The path is bordered by low bamboo fences and covered with fallen brown leaves. A semi-transparent green rectangular box is centered over the path, containing the text "MUCHAS GRACIAS POR SU ATENCIÓN" in white, bold, uppercase letters.

MUCHAS GRACIAS POR SU ATENCIÓN









