

43  
2ej



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN**

**REVISION BIBLIOGRAFICA DE LOS BAMBUES EN  
RELACION A SUS USOS, METODOS DE  
TRATAMIENTO, MANEJO Y SU  
DESCRIPCION MORFOLOGICA.**



**V-N-A-M**

**T E S I S**  
**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO AGRICOLA  
P R E S E N T A  
HECTOR YELA BRAVO**

**DIRECTOR DE TESIS  
M.C. SILVESTRE BENITEZ VICTORINO**

**CUAUTITLAN, IZCALLI EDO. DE MEX. 1989**

**TESIS CON  
FALSA DE ORIGEN**



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## I N D I C E

	PAG.
RESUMEN	10
INTRODUCCION	15
OBJETIVOS	19
1. DISTRIBUCION GEOGRAFICA DEL BAMBU EN EL MUNDO	20
2. LISTA DE ESPECIES DE BAMBUES NATIVOS E INTRODUCIDOS EN LA REPUBLICA MEXICANA.	27
3. DESCRIPCION MORFOLOGICA	29
3.1 Rizomas	29
3.1.1 Rizoma Paquirmorfo.	29
3.1.2 Rizoma leptomorfo	31
3.1.3 Rizoma Anfipodial	33
3.2 Tallos.	33
3.2.1 Desarrollo	36
3.2.2 Determinación de la edad del tallo	40
3.2.3 Características físicas del tallo	44
3.2.3.1 Dimensiones	44
3.2.3.2 Contenido de humedad	45
3.2.3.3 Peso	48
3.2.3.4 Resistencia	48
3.2.4 Anatomía del tallo	49
3.3 Flor y fruto	52
4. PROPAGACION DEL BAMBU	61
4.1 Propagación sexual	61
4.2 Propagación asexual	61

	PAG.	
4.2.1	Transplante de rizoma	61
4.2.2	Transplante completo (División de matas).	62
4.2.3	Transplante de rizoma y parte del tallo.	62
4.2.4	Estacas de tallo.	64
5.	MANEJO DE UN BOSQUE DE BAMBU Y BAMBUDAL.	68
5.1	Consideraciones para el corte.	68
5.1.1	Edad del corte.	68
5.1.2	Epoca de corte.	69
5.1.3	Número de tallos que deben ser cortados.	70
5.1.4	Forma de corte	71
5.1.5	Métodos de corte	72
5.2	Explotación racional.	73
6.	USOS DEL BAMBU.	75
6.1	Alimentación humana	75
6.2	Alimentación animal	79
6.3	Uso medicinal.	80
6.4	Construcción	83
6.5	Ingeniería aeronáutica	92
6.6	Ingeniería civil	93
6.7	Ingeniería hidráulica y sanitaria	95
6.8	Muebles	99
6.9	Artesanías	104
6.10	Pulpa y papel	106

	PAG.
<b>7. METODOS SENCILLOS DE PROTECCION DEL BAMBU.</b>	<b>109</b>
7.1 Curado del bambú	109
7.2 Secado al aire libre	110
7.3 Secado con calentador solar	110
7.4 Secado en estufa	112
7.5 Secado sobre fuego abierto	112
<b>8. METODOS TRADICIONALES DE PROTECCION DEL BAMBU.</b>	<b>115</b>
8.1 Lixiviación con agua	115
8.2 Lechada de cal y otros revestimientos	115
8.3 Cepillado y frotado	116
<b>9. METODOS DE TRATAMIENTO DE PRESERVACION DEL BAMBU CON SUSTANCIAS QUIMICAS.</b>	<b>118</b>
9.1 Método de imbibición (Stepping)	118
9.2 Método de brocha y aspersión	118
9.3 Método de inmersión	119
9.3.1 Tratamiento con sosa cáustica	122
9.3.2 Método de baño caliente y frío	124
9.3.3 Tratamiento con pentaclorofenol	126
9.3.4 Tratamiento con creosota	128
9.4 Método de difusión o impregnación	130
9.5 Método de doble difusión	132
9.6 Método Boucherie	135
9.7 Método Boucherie modificado	136
9.8 Método de tratamiento a presión	144

	PAG.
10. SUGERENCIAS	146
11. CONCLUSIONES	148
12. BIBLIOGRAFIA	150

## RESUMEN

Generalmente se agrupa y clasifica botánicamente a los bambúes dentro de la subfamilia Bambusoideae de la familia de las Gramíneas (familia a la que -- pertenecen el maíz, el trigo, el arroz, el sorgo, la cebada, la caña de azúcar y el pasto común), aunque algunos investigadores los han clasificado como una tribu de la misma familia o como una familia separada.

Se aceptan de 47 a 75 géneros y hasta 1,250 especies distribuidas en casi todo el mundo. De los cinco continentes, solamente Europa no tiene especies nativas y las que existen hoy en día fueron introducidas principalmente del continente Asiático.

En el continente Americano crece el bambú en todos los países salvo Canadá; existiendo alrededor de 290 especies correspondientes a 37 géneros aproximadamente.

Según los últimos estudios, se encuentran en México nativos los siguientes siete géneros: *Arthrostylidium*, *Aulonemia*, *Bambusa*, *Chusquea*, *Olmeca*, *Otatea* y *Rhipidocladum*; distribuidos en la zona situada al sur del Trópico de Cáncer, con excepción de la Península de Yucatán.

Además de estas especies nativas, se han introducido y cultivado otras de origen asiático como *Bambusa vulgaris*, *Phyllostachys aurea*, *P. nigra*, *P. pubescens* y otras, sobre todo para uso ornamental en jardinería.

La planta de bambú consta de un sistema de ejes vegetativos segmentados: rizomas, tallos y ramas. Las tres estructuras forman una serie de nudos y entrenudos alternos.

Como la mayoría de las especies de bambú, la floración se presenta a intervalos o ciclos muy largos, no es común la propagación por semilla (sexual), por lo que el bambú se propaga con mayor facilidad por medios vegetativos (asexualmente), ya sea por división de matas completas; con rizomas solos o bien por estacas provenientes de tallos o ramas.

Los tallos de bambú llegan a su altura final, alrededor de 3 ó 4 meses (rápido crecimiento). Una vez que llegan a su altura final, las paredes de los tallos se van haciendo gruesas y fuertes. Entre los 3 y 6 años, el bambú llega a su total madurez y a su máxima resistencia. En este período de tiempo se deben de cortar los tallos de la planta, pues de otra manera el material es frágil y de poca resistencia por lo que no se recomienda utilizar en construcción.

El bambú se debe de cortar durante el periodo frío del año, que es cuando hay menos insectos, o también se puede cortar en los meses mas calurosos del año, cuando los tallos contienen menos humedad, logrando así aumentar su resistencia al ataque de los insectos que son atraídos por los almidones y azúcares que contiene la savia del bambú.

El corte de los tallos de bambú, se debe hacer con machete o sierra al ras y sobre el primer nudo del tallo que se encuentre, ya sea sobre el suelo o



muy semejantes a los empleados para las maderas.

Si se van a tratar piezas de bambú que van a estar en contacto con el suelo, enterradas o en medios húmedos, es conveniente usar preservadores (oleo solubles) como el petróleo con pentaclorofenol, la creosota, el naftenato de cobre, el aceite de antraceno y otros.

Para usos interiores, muebles y objetos artesanales se recomiendan sales solubles en agua (hidrosolubles) tales como las sales de cobre, cromo, arsénico, fluor, boro y zinc. Estos productos químicos una vez secos, ya no se disuelven al mojarse posteriormente el bambú.

El método de inmersión debe realizarse en bambúes previamente secados y en sustancias preservadoras calientes. Los productos preservadores oleosolubles son los mas utilizados por este método, siendo muy poco empleados los productos preservadores hidrosolubles.

El método de difusión o impregnación y de difusión doble se efectúa en tallos recién cortados o verdes con un contenido de humedad mayor del 80%. Los productos preservadores utilizados deben ser solubles en agua (hidrosolubles).

Para el tratamiento de bambúes sólidos (no huecos) y para aquellos bambúes huecos en que no se desea romper los tabiques internodales, el método Bou-

chero es el mas eficaz. Este método se realiza en bambúes recién cortados, cuando la savia está todavía en movimiento. La mayoría de los productos - preservadores empleados por este método deben ser solubles en agua (hidrosolubles) y son pocos los productos oleosulubles, como en el caso del croma to cloruro de zinc.

## INTRODUCCION

El bambú en nuestro país, para la mayoría de las personas y sobre todo para aquellas que no son o provienen del medio rural, es una planta exótica que sirve únicamente de alimento a los pandas o también como una planta ornamental de parques y jardines que fue traída alguna vez del lejano oriente.

Aparte de las ideas anteriores existe hoy todavía un desconocimiento acerca de lo que es el bambú y para que sirve.

Consideran ciertos autores que la palabra "bambú" proviene de la misma voz malaya en el sureste asiático y bajo este nombre general se incluyen 1250 especies de plantas con características comunes. Con este mismo nombre se designan los tallos leñosos y al producto de estos.

La palabra bambú ha llegado hasta hoy en día a integrarse dentro del lenguaje común de muchos países y es generalmente aceptado por los botánicos en todas partes del mundo.

El bambú es una planta perenne, arbustiva o arborescente, siempre verde, de rápido crecimiento que se desarrolla principalmente en climas tropicales, subtropicales y templados de todos los continentes y que se encuentra desde zonas ubicadas al nivel del mar hasta los 4,000 metros de altura en las laderas de las montañas.

El bambú forma parte de la familia de las gramíneas, la que constituye uno de los grupos más grandes de plantas, algunos de los miembros de la familia han ocupado un lugar primordial en la alimentación del hombre; entre estas es importante citar al maíz, arroz, trigo, sorgo, avena, la caña de azúcar, etc.; sin embargo, a pesar de la utilidad alimenticia que estas especies han tenido, a ninguna de ellas se le ha dado un uso tan variado como al bambú.

Todas las partes de la planta de bambú tienen alguna utilidad, especialmente puede decirse esto de los tallos, que se emplean en toda clase de construcciones.

El bambú es un material versátil de origen vegetal, lo bastante delicado para obtener de él agujas fonográficas, y bastante fuerte para usarlo en la construcción de puentes.

Los bambúes en los diferentes lugares en los que se encuentran nativos, se les ha dado una utilidad singular o muy particular de acuerdo a cada cultura. En los pueblos en cuyo ambiente constituye el bambú un rasgo natural, este ha demostrado ampliamente el derecho de ocupar un lugar -- preferente en su vida cotidiana.

En América los bambúes juegan un importante papel dentro de las esferas globales de interacción social, económica y cultural. El bambú es una planta que se encuentra dentro de nuestro territorio siendo las zonas tropicales las más ricas en estas plantas.

El bambú está ampliamente distribuido en el oriente, siendo en los campos de la India, China, Japón y sureste asiático donde mas abunda. Algunos de estos son silvestres y otros son cultivados; en el transcurso de los siglos el hombre asiático ha obtenido de esta planta, alimento, vestido, vivienda, infinidad de objetos de uso doméstico, instrumentos musicales, herramientas, armas defensivas, transporte, etc.

Muchos de los usos primitivos que se le dió al bambú fueron el origen de herramientas que hoy existen en acero. En los últimos años con ayuda de la moderna tecnología se han revivido muchos de los antiguos usos que se le dió al bambú a la vez que se han encontrado nuevas aplicaciones en medicina, en la industria farmacéutica, química y en otros campos industriales.

Por sus extraordinarias cualidades físicas, su forma y bajo peso, el bambú ha sido el material de construcción de uso mas diversificado que haya existido. Por su bajo costo y fácil disponibilidad en lugares donde existe, el bambú ha sido particularmente utilizado por la gente de pocos recursos económicos, tanto de latinoamérica como de algunos países asiáticos, que no solo lo emplean en todo tipo de construcción, inclusive en la elaboración de muebles y de infinidad de artículos de uso doméstico, por lo cual se le llama "la madera de los pobres".

El que vive en el área rural por ejemplo, puede construir su propia casa de bambú con herramientas sencillas existiendo en cada lugar una tradición viva de los oficios y métodos necesarios para la construcción y ela

boración de diferentes productos. En años recientes esta tradición se ha enriquecido con las investigaciones y experimentos llevados a cabo principalmente en países como la India, Colombia, Indonesia y Filipinas.

Al emplearse el bambú como material de construcción al igual que la madera, sufre de biodeterioro debido a factores bióticos y abióticos. El mejoramiento de las propiedades del bambú como material empleado en diferentes partes de una construcción y manufactura de varios productos, se puede lograr mediante el uso de preservadores y el empleo de métodos sencillos de tratamiento, que permiten de alguna manera enriquecer la calidad y alargar la durabilidad del bambú.

Por las bondades del bambú antes expuestas, se consideró de gran importancia desarrollar el presente trabajo.

**OBJETIVO GENERAL**

Recopilar la información disponible y accesible sobre aspectos técnicos en relación a los bambúes.

**OBJETIVOS PARTICULARES.**

1. Describir un panorama general de la distribución y morfología de la planta de bambú.
2. Describir los métodos de propagación asexual del bambú, así como sugerir las consideraciones básicas para el mejor manejo del corte de un bosque y plantación de bambú para su aprovechamiento posterior.
3. Sugerir algunos métodos de tratamiento post-cosecha que se efectúan en los tallos de bambú para su protección y preservación en contra del deterioro.
4. Describir algunos usos en el mundo y en México del bambú.

## 1. DISTRIBUCION GEOGRAFICA DEL BAMBU EN EL MUNDO.

Los bambúes aparecen como constituyentes importantes de la vegetación natural de muchas partes de las regiones tropicales, subtropicales y templadas del mundo (Mc Clure, 1956).

En zonas tropicales forman parte de los bosques de hojas perennes o caducas. En la mayoría de los casos esta parte consiste en una sola especie de bambú, pero a veces se hallan juntas varias especies. Los bambúes crecen mejor y alcanzan su máximo desarrollo en las selvas cálido-húmedas, mientras que en las regiones templadas son como arbustos y a altitudes elevadas, algunas especies casi parecen hierbas. (Anónimo, 1972).

Todos los continentes, con excepción de Europa y la Antártida tienen especies nativas de bambú, el cual se encuentra desde zonas ubicadas a nivel del mar hasta altitudes cercanas a 4,000 metros en los trópicos, como en el caso de la cordillera del Himalaya en Asia y en los Andes en América del Sur donde llegan a alcanzar hasta la línea de las nieves eternas.

La mayoría de las especies de bambúes se encuentran en los países que bordean el sur y sureste asiático, así como las islas adyacentes en donde el clima es tropical y subtropical con temperatura cálida y en donde los monzones son frecuentes. (Simmons, 1987). Esta zona se extiende desde la India a través de China y Corea, en el continente y desde el Japón a Indonesia, entre las islas. (Mc Clure, 1956) (fig. 1)



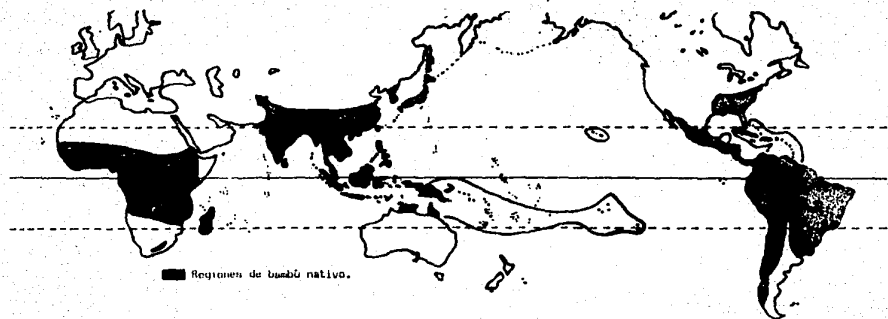


Fig. 1 DISTRIBUCION GEOGRAFICA DEL BAMBU (Norden, 1980)

En Birmania, Pakistán Oriental y otras partes de Asia, hay bosques formados exclusivamente por bambúes, en laderas en que se ha practicado la rotación de cultivos. El bambú crece en una gran variedad de suelos, siempre que no sean demasiado ácidos ni demasiado alcalinos. Prefiere los lugares con buenas características y no se desarrollan en terrenos pantanosos o encharcados. (Anónimo, 1972).

Los bambúes se encuentran ampliamente distribuidos en el oriente, algunos de ellos silvestres y otros cultivados (Ueda, 1960); en Asia, el bambú crece prácticamente en todos los países incluido el Nepal. Los mayores centros de producción y consumo son la India, Indonesia, China, Pakistán, Japón y Filipinas (Anónimo, 1972).

La India cuenta con 10 géneros y más de 100 especies de bambúes distribuidos en un área superior a los 9'570,000 hectáreas. Los bambúes forman vastos y ricos cinturones de vegetación en habitats tropicales y subtropicales, y en la cordillera del Himalaya se pueden encontrar hasta en una altitud de 3,700 metros, en esta región alpina solo se encuentran las especies del género *Arundinaria*, mientras que las especies de los géneros *Bambusa*, *Dendrocalamus*, *Oxyanthera* y *Phyllostachys* se encuentran en la región templada.

Los géneros subtropicales incluyen *Arundinaria*, *Bambusa*, *Cephalostachyum*, *Dendrocalamus*, *Melocanna*, *Ochlandra*, *Oxyanthera*, *Schizostachyum* y *Dendrocalamus strictus* que es la especie predominante en la India (Vurmah, 1982).

En China es tal la abundancia del bambú que, de acuerdo con Tairan (1982) sus distintas especies alcanzan a 300; en otras palabras, equivalen a la cuarta parte de las que existen en la tierra. En cuanto a la superficie de su cultivo, ha aumentado en un 20% desde 1949, año de la liberación alcanzando 2'000,000 de hectáreas, cifra equivalente a un 2% de toda la superficie boscosa del país. Con esto se puede apreciar la importancia que tiene en la vida de los chinos.

Africa y Australia son los que menor número de especies de bambú poseen (Hidalgo, 1978). Australia tiene aproximadamente doce especies nativas y Europa ninguna (Anónimo, 1972). En Africa, el bambú se encuentra distribuido en el cinturón tropical que va desde Etiopía a Ghana y en la República Malgache (Anónimo, 1972). Africa continental es pobre en bambúes, con casi veinte especies, de las cuales algunas tienen habitats muy especializados, como la *Oxytenanthera abyssinica* de las partes escarpadas y secas, y la *Arundinaria alpina*, de las montañas (Mc Ilroy, 1976). Se ha descubierto que en la isla de Madagascar, cuya flora se conoce de manera mas completa, es particularmente mas rica en géneros y especies endémicas de bambú que en la totalidad de Africa Continental. En Africa muchas de las especies se emplean en la construcción de casas, aunque la importancia económica es menor en este continente (Anónimo, 1972).

En América crece el bambú en todos los países, excepto Canadá (Anónimo, 1972). En América existen alrededor de 290 especies de bambú, correspondientes a 37 géneros aproximadamente (Calderón & Soderstrom, 1980), cuya

distribución natural se extiende desde los 39° 25' N, en la parte oriental de los Estados Unidos hasta los 45° 23' 30" S en Chile y a 47° S en Argentina y desde el nivel del mar hasta las regiones más altas de los Andes (Mc Clure, 1966).

Todos los países latinoamericanos poseen en mayor o menor número de distintas especies o variedades de bambú, algunas de ellas del tipo gigante de gran valor económico, que por lo general se desarrollan naturalmente en determinadas regiones formando bosques aislados o asociados con otras especies de árboles. Para algunos países, sus especies están en su mayor parte concentradas en zonas aisladas o de difícil acceso, como es el caso de Venezuela, en donde la mayoría de ellas se encuentran en las intrincadas selvas del Río Orinoco, debido a esta razón es que el bambú tiene muy poca utilización en este país.

En Colombia y Ecuador, las especies de mayor valor económico como la *Bambusa guadua*, se desarrollan abundantemente en regiones muy -- fértiles comprendidas hasta los 1,700 metros de altitud, formando grandes extensiones de "guaduales" que inicialmente sirvieron de protección y de soporte a muchas tribus indígenas y posteriormente a los grandes núcleos humanos que allí se formaron atraídos por la magnificencia de las tierras, ríos y lagos así como por la disponibilidad del bambú que utilizaron en la construcción de sus viviendas y poblados (Hidalgo, 1978).

La distribución de los bambúes ha sido modificada grandemente por la intervención humana. En muchas áreas han desaparecido o se han reducido

significativamente. En muchos lugares naturales han sido mas o menos - destruidas como complemento en la limpieza para destinarlas a la agricultura. El corte de las cañas en los Estados Unidos han estado reduciendo el número y la superficie (Mc Clure, 1966).

La disponibilidad que se ha tenido del bambú en las zonas de mayor desarrollo agrícola de estos y otros países centroamericanos, no ha sido un factor favorable para la conservación de las especies. El poco aprecio que se tiene por este recurso y el corte intensivo sin control alguno que se hace con el fin de aumentar las áreas de otros cultivos considerados como mas rentables, ha llevado a algunos países a eliminar de sus suelos las especies mas valiosas, como ha ocurrido en Centroamérica, con la *Bambusa aculeata* y como está sucediendo actualmente en Colombia, donde se - han arrasado grandes extensiones de *Bambusa guadua* para ser reemplazadas por cultivos de plátano, caña de azúcar y café. El único país latinoamericano que en los últimos años ha tomado conciencia de la importancia - que puede tener el bambú para su economía, ha sido Brasil, país que además de tener la mayor cantidad y número de especies de bambú, se ha preocupado por cultivarlo con fines de una futura utilización (Hidalgo, 1978).

Debido al auge y al aumento de la demanda comercial, han surgido plantaciones de bambú en gran escala, que ahora son comunes en la India, China, Japón y otros países. El cultivo del bambú ha hecho que se introduzcan nuevas especies en países donde las nativas no satisfacen las necesidades locales. Una especie originaria de China *Bambusa textilis*, se cultiva - ahora con éxito en el sur de Estados de América y en Puerto Rico. Si-

**bambusa tootsik** llevada de China a Honolulu como ornamental, escapó al cultivo y se ha transformado en una especie que cubre grandes superficies. **Bambusa vulgaris** de origen desconocido, se ha naturalizado en Jamaica a raíz de una agricultura migratoria, en que las estacas de cañas frescas de este bambú usado como soporte de ñame, enraizan y forman matos rrales. En Guatemala y Nicaragua esta especie ha reemplazado en gran parte a las especies nativas y es posiblemente esta especie la mas cultivada en América.

En Africa, Europa, Gran Bretaña y Estados Unidos, los bambúes introducidos desempeñan un papel importante en jardinería y como materia prima para varios usos (Veln, 1982).

2. ESPECIES DE BAMBUES NATIVOS E INTRODUCIDOS  
EN LA REPUBLICA MEXICANA.

- 2.1 *Arthrostylidium excelsum* Grisebach
- 2.2 *Arthrostylidium venezuelae* (Steud)Mc Clure
- 2.3 *Aulonemia laxa* (Maikawa) Mc Clure
- 2.4 *Bambusa aculeata* (Ruprecht) Hitchcock
- 2.5 *Bambusa amplexifolia* (Preal) Schultes
- 2.6 *Bambusa latifolia* H.B.K.
- 2.7 *Bambusa longifolia* (Fournier) Mc Clure
- 2.8 *Bambusa paniculata* (Munro) Hackel
- 2.9 *Bambusa smalleriana* Mc Clure
- 2.10 *Bambusa vulgaris*\* Schrad
- 2.11 *Chusquea bilimeki* Fournier
- 2.12 *Chusquea carinata* Fournier
- 2.13 *Chusquea circinata* Soders & Cald
- 2.14 *Chusquea coronalis* Soders & Cald
- 2.15 *Chusquea galeottiana* Ruprecht
- 2.16 *Chusquea lanceolata* Hitchcock
- 2.17 *Chusquea liebmannii* Fournier
- 2.18 *Chusquea longifolia* Swallen
- 2.19 *Chusquea mulleri* Munro
- 2.20 *Chusquea nelsoni* Scribn & Smith
- 2.21 *Chusquea pittieri* Hackel
- 2.22 *Chusquea rubicola* Soderstrom (inédita)

- 2.23 *Chusquea serrulata* Pilger
- 2.24 *Chusquea simpliciflora* Munro
- 2.25 *Chusquea spinosa* Fournier
- 2.26 *Chusquea sulcata* Swallen
- 2.27 *Olmeca recta* Soderstrom
- 2.28 *Olmeca reflexa* Soderstrom
- 2.29 *Otatea acuminata* (Munro) Soder & Cald
- 2.30 *Otatea aztecorum* Mc Clure & Smith
- 2.31 *Phyllostachys aurea*\* A. & C. Riviere
- 2.32 *Phyllostachys nigra*\* (Loddiges) Munro
- 2.33 *Phyllostachys pubescens*\* Mazel ex Houseau de Lehaie
- 2.34 *Rhipidocladum bartlettii* (Mc Clure)
- 2.35 *Rhipidocladum pittiere* (Haeckel) Mc Clure
- 2.36 *Rhipidocladum racemiflorum* (Steudel) Mc Clure

\* especies introducidas

(Beetle, 1987; Cortes, 1982)



### 3. DESCRIPCION MORFOLOGICA.

Mc Clure, (1966) divide la fase vegetativa del bambú en las siguientes 4 estructuras vegetativas: ejes segmentados, órganos, yemas y raíces. Cortes (1982) diferencia a los ejes segmentados en rizomas, tallos y ramas; y por lo tanto estas tres estructuras presentan una serie de nudos y entrenudos.

**3.1 RIZOMAS.-** Los ejes del rizoma son típicamente subterráneos y como su nombre lo indica, son los que viven y se desarrollan dentro del suelo. Los rizomas crecen generalmente horizontales en un plano paralelo a la superficie del terreno; se pueden confundir con raíces verdaderas que no tienen nudos ni entrenudos, en cambio los rizomas sí los tienen y se distinguen por tener yemas en la cara superior - de donde se originan tallos, ramas y hojas y porque en la cara inferior generan raíces adventicias. Los rizomas tienen por lo común forma cilíndrica y ahí se almacenan los nutrientes que posteriormente se distribuyen a toda la planta, además de ser un elemento básico para la propagación asexual por medio de su ramificación.

El tipo de ramificación del rizoma se ha dividido en dos grupos principales y uno intermedio que según Mc Clure (1966), son: Paquimorfo, Leptomorfo y Anfipodial.

**3.1.1 RIZOMA PAQUIMORFO.-** Se caracterizan por ser cortos y gruesos con entrenudos asimétricos, mas anchos que largos, sólidos y

con raíces en su parte inferior, llevando yemas laterales en forma de semiesfera que solo se desarrollan en nuevos rizomas y subsecuentemente en nuevos tallos. Estos nuevos rizomas crecen horizontalmente en cortas distancias y luego su ápice voltea hacia arriba formando un tallo. Al año siguiente una de las yemas de este rizoma se activa formando otro rizoma el cual a su vez forma un tallo secundario (Cortes, 1982; Hidalgo, 1978). Este proceso continúa de tal manera que los rizomas se desarrollan periféricamente, por lo que los tallos aéreos se ven aglutinados formando un grupo denso de tallos por lo cual se le llama cespitoso "mata de bambú" (fig. 2b).

La iniciación de los tallos bajo condiciones naturales se presenta en este grupo durante el verano o el otoño al comienzo de una estación lluviosa siguiente a un período seco. En este grupo la posición de las ramas en el tallo es relativamente baja.

Los bambúes pertenecientes a este grupo corresponden en su mayoría a especies tropicales, que por consiguiente no se desarrollan bien en temperaturas frías, aunque se conocen algunas que han sobrevivido temperaturas un poco menores de 0°C sin sufrir serios daños. A este tipo corresponde la mayor parte de las especies tropicales de los géneros Bambusa, Dendrocalamus, Gigantochloa y otros (Hidalgo, 1978).

**3.1.2 RIZOMA LEPTOMORFO.**- Estos rizomas tienen forma cilíndrica, generalmente tienen diámetros de menor dimensión que los tallos que originan con internudos más largos que anchos, simétricos y raramente sólidos; típicamente huecos pero interrumpidos en cada nudo por un diafragma. En cada uno de los nudos del rizoma existe por lo general una yema solitaria que permanece temporal o permanentemente dormida. La mayoría de las que se activan producen tallos a intervalos y unas pocas producen rizomas (fig. 2a). Los rizomas se remifican lateralmente recorriendo grandes distancias formando espesas redes que según Ueda (1960), llegan a tener una longitud de 25,000 a -- 187,000 metros lineales por hectárea en bosques nativos de grandes tallos y de 470,000 a 560,000 metros en el caso de variedades pequeñas como la ~~sasa~~, de acuerdo con las observaciones realizadas por Ueda (1968) en Japón, debido a esta circunstancia los tallos aéreos se ven separados y no aglutinados. - En Japón, la iniciación de los tallos siguientes al desarrollo de las yemas, bajo condiciones naturales, tiene lugar típicamente en la primavera entre los meses de marzo a mayo. Los tallos crecen activamente entre julio y agosto y dejan de crecer después de noviembre cuando se inicia el desarrollo de los rizomas y las yemas. La posición de las ramas en estos tallos es generalmente alta (Mc Clure, 1966; Ueda 1960, 1968 cit. por Hidalgo, 1974).

Los bambúes de este grupo son resistentes a temperaturas frías

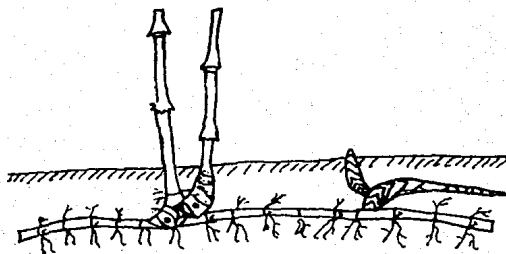
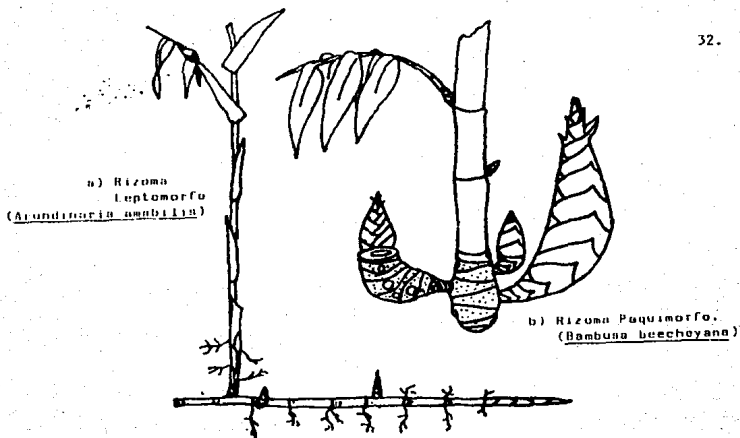


FIG. 2 LOS TRES TIPOS DE RIZOMAS EN BAMBU (Mc Clure, 1966, Hidalgo, 1974).

y se desarrollan mejor en climas con inviernos no extremadamente fríos. Muy pocas especies sobreviven temperaturas un poco inferiores a 18°C bajo cero. A este grupo pertenecen la mayor parte de las especies de China, Japón y Estados Unidos. Los géneros típicos de este grupo son: *Arundinaria*, *Phyllostachys*, *Sasa* y *Sinobambusa* entre otros (Hidalgo, 1978).

**3.1.3 RIZOMA ANFIPODIAL.-** Estos rizomas presentan una ramificación combinada de los dos grupos principales en una misma planta - (fig. 2c). A este grupo pertenecen muy pocos géneros entre ellos el *Chusquea*, al cual le corresponden un gran número de especies que se desarrollan en las zonas más altas de las montañas y cordilleras en América (Hidalgo, 1978).

**3.2 TALLOS.-** Los tallos de bambú son generalmente cilíndricos y de superficie lisa y habitualmente con entrenudos huecos, dividido a intervalos por nudos salientes de donde brotan las ramas. En cada nudo hay un tabique transversal o diafragma que separa por completo la cavidad interior de un entrenudo del inmediato. La cavidad de cada especie es muy variable en diámetro (fig. 3). Los nudos le imparten al tallo mayor rigidez, flexibilidad y resistencia como en el género *Bambusa*. En algunas especies, esa cavidad puede ser solamente un vestigio y el tallo es prácticamente macizo como en el género *Chusquea*. También cuando los bambúes crecen en lugares secos los tallos pueden ser casi macizos (Cortes, 1982).

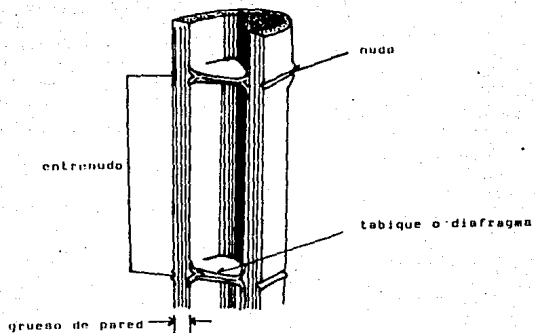


FIG. 3 CORTE LONGITUDINAL DE UN TALLO DE BAMBU

Es importante hacer notar que existen pocas especies cuyos tallos toman formas muy curiosas, como el llamado "concha de tortuga" que corresponde a una variación de *Phyllostachys pubescens* var. *heterocla*. Otra especie como *Chimonobambusa quadrangularis* tiene tallos con entrenudos aplanados por lo cual se le denomina "bambú cuadrado de China". Vale la pena anotar que también es posible por métodos artificiales darle forma cuadrada al bambú y aun deformarlo en sentido longitudinal (Hidalgo, 1974).

No todos los tallos de bambúes son de color verde. Algunos son verdes con rayas amarillas como la "guadua rayada" (*Bambusa guadua* var. *striata*) de Quindío en Colombia. otros son de color amarillo como la *Bambusa vulgaris* var. *striata* que son especies originarias de Asia y cultivadas en América. También hay unas pocas especies en Asia de color blanco, rojo, púrpura o negro como la *Phyllostachys nigra* de China o jaspeada como *Ochlandra stridula* var. *maculata* de Sri Lanka (Hidalgo, 1978).

Los tallos difieren según la especie en altura, diámetro y forma de crecimiento. La mayor parte de los bambúes crecen erectos pero algunos pocos como el *Teinostachyum helferi* se extienden o tienen hábitos trepadores como el *Melocalamus compactiflorus* (Hidalgo, 1974).

Las dimensiones de los tallos varían mucho según la especie. Algunos son tan pequeños como la *Microbambusa macrostachys* que solo tienen unos pocos centímetros de altura por lo que se consideran herbáceos.

Otros son del tipo arbustivo como las **Arundinarias** y otros de tipo gigante como es el **Dendrocalamus giganteus** de la India y Sri Lanka, que alcanza alturas entre 40 y 48 metros, y de diámetros que varían entre 20 y 30 cm (Hidalgo, 1978).

El tallo se origina en las especies del grupo paquimorfo en el ápice del rizoma y en las del grupo Leptomorfo, en una de las yemas laterales del rizoma. En este último grupo las yemas se desarrollan lentamente hasta formar la base del tallo, que tiene un grosor mayor que el del rizoma.

El tallo emerge del suelo con una marcada dominancia apical, debido a su tejido delicado el nuevo tallo viene protegido de vainas envolventes (cúlmens) de forma triangular, las cuales se originan en cada uno de los nudos que se van formando, teniendo esta importancia en la clasificación e identificación de los bambúes (Cortes, 1982).

**5.2.1 DESARROLLO.-** A diferencia de los árboles, cuyo tronco crece a un mismo tiempo perpendicular y radialmente hasta lograr su completo desarrollo que va entre los 12 y aún después de los 100 años, en el tallo de bambú, este emerge del suelo por lo general con el máximo diámetro que va a tener durante toda su vida, el cual no aumenta con la edad como erróneamente se cree y, por el contrario va disminuyendo proporcionalmente con la altura. Inicialmente el crecimiento del tallo es muy lento - entre los 60 y 90 cm.\*



Después de alcanzar los 60 y 90 cm de altura, el alargamiento de los entrenudos se lleva a cabo en una forma muy rápida y - el bambú alcanza muy pronto la altura determinada según la especie.

El crecimiento se manifiesta por la elongación completa y sucesiva de cada uno de los entrenudos, comenzando por el inferior y terminando por el último superior, con el cual termina también el crecimiento del tallo. El crecimiento del entrenudo se sabe cuando termina porque la vaina protectora del tallo se desprende ligeramente del nudo inmediatamente inferior (Hidalgo, 1974).

El tallo llega a su máxima altura, entre los 30 y 80 días en las especies del grupo Leptomorfo y entre los 80 y 180 días en las del grupo Paquimorfo. Una vez alcanzada su máxima altura, se inicia la segunda fase de su desarrollo con la formación de sus ramas y hojas, la cual se completa en su mayor parte al terminar el primer año.

Las ramas se inician a partir de una o varias yemas según la especie (Cortes, 1982). De ordinario, en los tallos no brotan ramas hasta una altura considerable de la base. Algunos ta-

- \* "Un detalle interesante que se presenta en el crecimiento inicial del bambú, es que al hacer un corte vertical de un brote de 50 cm de altura aproximadamente, se observa como si el tallo completo estuviera comprimido (como telescopio) dentro del brote, con todos sus nudos y entrenudos" (Merden, 1980).

llos tienen ramas muy grandes y prominentes. Otros tienen ramillas, pero dispuestas alternadamente en espigas densas. Los ramos laterales y el círculo de falsas raicillas en los nudos inferiores de unas pocas especies se endurecen hasta formar espinas, lo que proporciona una protección natural a los tallos como sucede en *Chimonobambusa quadrangularis* y *Chusquea pittieri* (Anónimo, 1972).

El número de ramas en los nudos de la parte media del tallo es una de las características que se emplean para la diferenciación de géneros, pudiendo variar de 1, 2, 3 ó más ramas refiriéndose a este carácter como "conjunto de ramas en la mitad del tallo (Cortes, 1982)".

Las hojas de un bambú comprenden dos tipos básicamente: "Hojas del culmo", caulinares o cúlmeas y "hojas del follaje", según Calderón & Soderstrom (1982). Las hojas del culmo cubren al nuevo tallo y su principal función es dar protección al brote; estas hojas que en gran parte constituyen una vaina, son generalmente de color café con una consistencia acartonada; en cambio las hojas del follaje tiene como principal función llevar a cabo el proceso de la fotosíntesis. En estas hojas la lámina es la que se desarrolla ampliamente y está caracterizada por tener un peciolo que la une con la vaina, además de encontrarse únicamente sobre las ramas (Cortes, 1982).

Entre los 4 y los 12 primeros meses, el bambú es muy blando y flexible, por lo cual se emplea en este período para la fabricación de canastos y otras artesanías tejidas. Luego a medida que transcurre su madurez, la fibra se va volviendo cada vez mas dura y resistene hasta llegar a un máximo entre los 3 y los 6 años, edad apropiada para su empleo en construcción. - Después de que el bambú pasa de 6 años en la mata, su tallo comienza lentamente a ponerse en blanco hasta que se seca completamente.

El crecimiento del bambú es tan rápido que no existe planta terrestre que pueda igualarlo. En condiciones normales y en la época de mayor desarrollo, el crecimiento promedio en 24 horas es de 8 a 10 cm como sucede con el *Dendrocalamus giganteus*. - En *Bambusa guadua*, el máximo crecimiento que se ha observado hasta hoy es de 30 cm. Las medidas máximas de crecimiento obtenidas hasta hoy en 24 horas en algunas especies, son: 91.3 cm en la *Bambusa arundinacea*, observada en Kew Gardens, Inglaterra en 1855; 119 cm en la *Phyllostachys edulis*, observada por el profesor Koichiro Ueda en Nagaoka, prefectura de Kyoto, Japón en 1955, y 121 cm en la especie anterior observada por el mismo profesor Ueda, prefectura de Kyoto en 1956 (Hidalgo, 1978).

El profesor Y. Shigematsu de la Universidad de Miyasaki de Japón, encontró que el crecimiento diario está relacionado posi

tivamente con la temperatura y negativamente con la humedad. En las especies del género *Phyllostachys* que brotan en la primavera en Japón, el crecimiento durante el día usualmente es mayor que durante la noche en una relación de dos tercios. Por el contrario, en especies de tipo tropical como la *Leleba multiplex* que brota en verano, crece en muchos casos más durante la noche aún en Kyoto. En la India, el *Dendrocalamus strictus* crece dos veces más durante la noche que en el día. En el caso del *Dendrocalamus giganteus*, Osmaston no encontró una relación directa entre el crecimiento con la temperatura y la iluminación; sin embargo, observó que el crecimiento durante la noche era casi el doble que en el día (Ueda, Sineath y otros) (Hidalgo, 1974).

**3.2.2 DETERMINACION DE LA EDAD DEL TALLO.**— Es importante determinar la edad del tallo, con el fin del tipo de utilización que se le vaya a dar posteriormente.

La dimensión o el diámetro de un tallo de bambú no debe tomarse como base para la determinación de su edad, como sucede con los árboles, en los que su edad puede calcularse según el número de anillos de crecimiento anual que se observan en la sección transversal del tronco. En el caso del bambú se toman como base algunos cambios o características que se presentan en la planta periódicamente, algunos de los cuales pueden variar de una especie a otra; los más conocidos hasta hoy son los siguientes:

Según Deogun (1937) en el *Dendrocalamus strictus* en la India, la edad se determino en la siguiente forma:

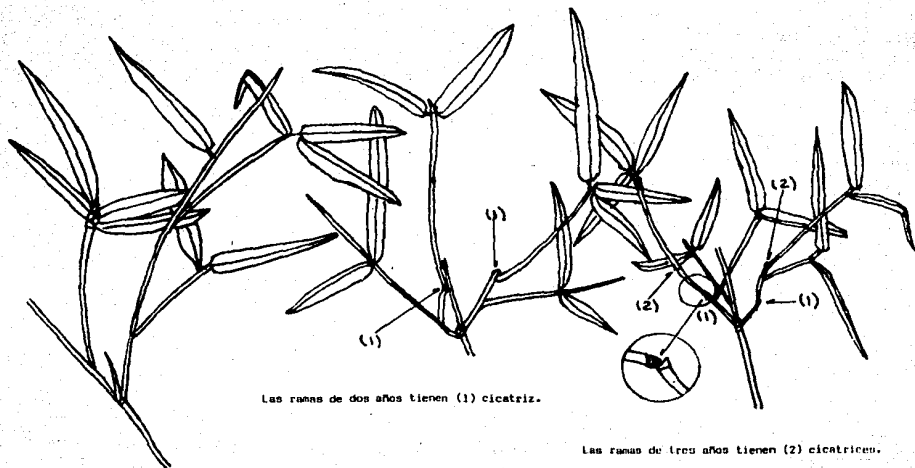
1. Los tallos nuevos o menores de un año producidos en las últimas lluvias se ven frescos con vainas (cúlmeas) aún adheridas a los nudos y los entrenudos están cubiertos con una pelusilla blanca cerosa que se desprende fácil con solo tocarla. Usualmente estos tallos tienen pocas o ninguna rama.
2. Los tallos de 1 a 2 años, pueden aún retener algunas vainas en ciertos puntos y en tal caso están muy secas y de un color oscuro, algunas veces erectas semiadheridas y otras colgando de los nudos. Los entrenudos son de color verdoso rodeados uniformemente de una pelusilla y mas áspera - cerca de los nudos, que se desprende fácilmente frotando - ligeramente con el dedo; las ramas laterales están presentes en los nudos.
3. Tallos de 3 años generalmente no tienen vainas (cúlmeas) - pero si alguna permanece está descolorida y rota sin caer por algo que la obstruye. Por lo regular la pelusilla ya no es uniforme pero está jaspeada por manchas mas oscuras y no se cae al frotarla con el dedo.
4. Tallos de 4 años son verdes, con poca o nada de pelusilla.

En lugares fríos aparecen en la superficie de los entrenudos manchas oscuras que salen fácilmente al frotarlas. Aún en tallos de mayor edad es notoria la presencia de manchas amarillas entre los entrenudos verdes, lo cual determina el estado o signo de madurez del bambú.

Ueda (1960), anota otro sistema para determinar la edad del bambú por medio de las cicatrices que se forman en las ramas cada vez que el bambú renueva sus hojas, lo que sucede cada año o año y medio. Cuando las hojas se caen, nuevas ramas y hojas se desarrollan en la parte más próxima al nudo de donde se desprenden las primeras (fig. 4).

Rehman e Ishaq (1974), sugieren las siguientes normas para determinar el grado de madurez de los tallos.

- a) la posición del bambú en la planta: Generalmente la planta de bambú del tipo paquimorfo, se desarrolla hacia la periferia; por lo que los bambúes localizados más hacia el centro de la planta son más maduros que los de la periferia.
- b) El contenido de humedad: Los bambúes inmaduros tienen un contenido de humedad mayor que los maduros. El contenido de humedad en las diferentes partes del tallo es casi el mismo para bambúes inmaduros, pero en los maduros la humedad decrece con la altura del tallo.



Las ramas de dos años tienen (1) cicatriz.

Las ramas de tres años tienen (2) cicatrices.

Las ramas de un año no tienen cicatrices.

FIG. 4 METODO PARA DETERMINAR LA EDAD DE UN TALLO DE BAMBU POR EL NUMERO DE CICATRICES DEJADAS POR LAS HOJAS (UEDA, 1960).

- c) Dureza externa: La superficie de los bambúes inmaduros es blanda y la de los maduros dura.
- d) El color de los bambúes inmaduros es verde fuerte, el de los maduros es verde mas claro.

### 3.2.3 CARACTERISTICAS FISICAS DEL TALLO.

3.2.3.1 Dimensiones.- Los tallos de bambú varían en altura y diámetro. Algunos bambúes crecen hasta alcanzar alturas de 36 metros en tanto que otros no son mas que pequeños arbustos. El diámetro varía entre 1 y 30 cm; - la variabilidad entre unas y otras especies es mucho mayor que dentro de cada especie; esa variabilidad hace difícil la mecanización de la elaboración y acoplamiento. Cuando es muy grande el número de tallos, pue de superarse parcialmente esa variabilidad mediante una cuidadosa selección y clasificación.

Cuando los anillos o nudos son muy prominentes, dificul tan la construcción en la que las piezas hayan de enca jar exactamente. El nudo prominente puede rebajarse a la dimensión conveniente pero lo mas común es que el - uso imponga la selección y que estos tallos no se usen para la construcción de que haya de ajustarse exactamen- te.



**3.2.3.2 Contenido de humedad.**— El contenido de humedad en el bambú decrece proporcionalmente con la altura del tallo a partir del suelo. Varía también según la edad del tallo y la estación. En una especie, en la India el valor mas alto, en agosto (estación lluviosa) era casi tres veces que el valor mas bajo, en junio (estación seca cálida). El contenido de humedad de la base del tallo era unas dos veces mayor que el de la parte mas alta en junio y 1.3 veces mayor en agosto. A lo largo del tallo fluctúa el contenido de humedad y en los entrenudos suele haber de un 2 a un 7% de mayor humedad que en los nudos.

Los tallos mas viejos (de 6 a 9 años) contienen menos humedad que los jóvenes (3 a 4 años). Los tallos mas jóvenes (6 meses a 1 año) presentan el coeficiente mas alto de humedad. No obstante, la diferencia debida a la edad no es tan grande como la debida a las estaciones. Los tallos viejos atraviesan un proceso considerable de desecamiento cuando todavía se hallan plantados. A diferencia de la madera, el bambú empieza a contraerse desde el primer momento de desecación. Pero esa concentración no es continua. Entre el momento en que tienen un 70% de humedad y el punto de saturación, las dimensiones no varían mas de un 20% aproximadamente; la magnitud de la contracción depende del contenido

originario de humedad; al irse secando, desde que la planta está verde hasta que alcanza un 20% de humedad aproximadamente, la contracción en los tallos maduros de diferentes especies de bambú se sitúa entre el 4 y el 26% de espesor de las paredes y entre el 3 y el 12% de diámetro. La contracción del tallo en sentido longitudinal es insignificante; aproximadamente el 0.1%. Dentro de la misma especie, la contracción de los tallos maduros es menor que la de los tallos inmaduros. Los primeros se resquebrajan y rompen con frecuencia durante el proceso de secado (Anónimo, 1972).

El contenido de humedad del bambú como en la madera se expresa como un porcentaje de su peso seco al horno. Cuando se dice que una pieza de bambú tiene un contenido de humedad del 12%, significa que el peso del agua en esa pieza es igual al 12% del peso seco al horno de esa misma pieza. La fórmula para determinar el contenido de humedad de una muestra de bambú es similar a la de la madera.

$$H = \frac{P - S}{S} \cdot 100$$

Donde:

H = contenido de humedad como un porcentaje del peso seco.

P = peso de la muestra en el momento de la prueba.

S = peso de la muestra secada al horno.

El procedimiento empleado para determinar el contenido de humedad según Hidalgo (1974) para determinar el contenido de humedad de una pieza de bambú, el método es el siguiente:

- córtese una muestra de la pared del entrenudo del bambú.
- pésese la muestra para conocer su peso inicial.
- colóquese la muestra en el horno manteniendo una temperatura constante de mas o menos 100°C.
- déjese que la muestra permanezca en el horno hasta que alcance un peso constante.
- sáquese la muestra del horno y pésese para obtener el peso seco S.
- calcúlese el contenido de humedad utilizando la fórmula antes anotada.

El contenido de humedad en los bambúes inmaduros son ca si igual en las diversas partes del tallo, pero es varia ble en los maduros, por ello cuando se va a determinar el contenido de humedad de un bambú, antes de ser seca do se deben tomar muestras de la parte inferior interme dia y superior del tallo.

Uso de un medidor eléctrico para determinar la humedad del bambú.- Kishen y Kukreti (1958) diseñaron experimen talmente en el Forest Research Institute, Dehra Dun. In

dia, un instrumento con electrodos de taladro para de terminar el contenido de humedad en el bambú, con el cual se obtuvo resultados satisfactorios.

**3.2.3.3 Peso.-** El peso del bambú es ligero si se le compara con el de la madera de construcción. El peso específico del bambú varía de 0.5 a 0.79 con un promedio de --- 0.65 aproximadamente. Esto supone que el peso del bambú es de 648 kg/m<sup>3</sup> (40.5 libras/pie cúbico) (Anónimo, 1972).

**3.2.3.4 Resistencia.-** La resistencia del bambú oscila según la especie, edad, condiciones de crecimiento, contenido de humedad, disposición de los nudos y situación a lo largo de los tallos.

Por lo general, la resistencia del bambú va aumentando hasta que alcanza la madurez. Los bambúes jóvenes, con un contenido de humedad mas elevado que los mas viejos, registran un mayor incremento en su resistencia al ser secados, que los tallos mas viejos. Esta diferencia va disminuyendo gradualmente hasta los dos años y medio aproximadamente. Se ha llegado a la conclusión de que el efecto del contenido de humedad sobre la resistencia a la compresión es similar al que se registra

en el caso de la madera, es decir, la resistencia casi se duplica con el secado, al pasar el tallo verde al estado de secado al aire. (Anónimo, 1972).

El tallo tiene una estructura tubular reforzada a intervalos por los tabiques transversales de los nudos, que impiden que se encorven y se rompan. La disposición de los nudos es importante para la resistencia a la flexión del bambú pero carece de importancia para la resistencia a la compresión. (Anónimo, 1972).

**3.2.4 ANATOMIA DEL TALLO.**— El tejido del tallo del bambú está formado por células parenquimatosas y haces vasculares consistentes en vasos, fibras de paredes gruesas y tubos cribosos. El movimiento de agua en el tallo se realiza a través de los vasos: Son las fibras las que dan su resistencia al bambú. En las células del parénquima se almacenan nutrientes como gránulos de almidón, que llenan aproximadamente el 70% del tejido. Los haces vasculares van haciéndose progresivamente mas pequeños y mas densos hacia la periferia; la orientación de todas las células sigue la

dirección vertical, el tallo está cubierto tanto en el interior como en el exterior, por cutículas cerasas duras que ofrecen una considerable resistencia a la absorción de agua, en particular cuando están secas; esta característica tiene importancia cuando es necesaria la impregnación por productos químicos.

Las fibras constituyen del 60 al 70% del peso de la sustancia leñosa del tallo. El contenido en fibras es mayor en la periferia que en el interior donde predominan el parénquima. La distribución de fibras alcanza su valor mas alto en los entrenudos situados a una altura entre un cuarto y la mitad del tallo; esta zona contiene también las fibras mas largas y mas maduras con el espesor máximo de paredes, hacia la parte alta las fibras van de creciendo gradualmente en longitud, grado de madurez y espesor de las paredes celulares. Las fibras de bambú muestran una variación considerable en formas, dimensiones y espesor de paredes; son habitualmente largas y rectas con extremos adelgazados. La longitud media de la fibra de bambú es aproximadamente cien veces mayor que su diámetro.

El porcentaje de tejido de parénquima es mas elevado en los entrenudos de la parte baja y va disminuyendo hacia la parte alta; de modo similar, el porcentaje es reducido hacia la periferia y muestra un señalado aumento hacia el interior.

Los vasos ocupan solamente el 15% aproximadamente del tallo; en

los entrenudos todos los vasos están orientados paralelamente al eje del vástago sin ninguna ramificación o contacto, pero dentro de los nudos se produce una ramificación intensa, lo que hace posible el transporte horizontal de líquidos; en los nudos los vasos están conectados entre sí por orificios; como los vasos pasan también a través de los tabiques dentro de los nudos, conectan los vasos del tallo. A partir de los nudos, algunos vasos llegan a las ramas; la distribución de los vasos afecta al tratamiento con sustancias conservadoras que puede realizarse no solo a través de los extremos superior e inferior, sino también a través de las ramas cortadas en los nudos. Desde los nudos, las sustancias conservadoras pueden penetrar en el tallo en ambas direcciones hacia la parte alta y baja; el número de vasos utilizables para el tratamiento va disminuyendo en general de abajo hacia arriba.

Cuando el bambú está seco, la savia presente en los vasos se seca y los vasos se llenan de aire. Durante el proceso de secado, las celdillas u oquedades dentro de los nudos se cierran y las aberturas de las células de parénquima quedan también obturadas por su propia savia seca de la célula; estos factores tienen una gran importancia en el tratamiento con sustancias conservadoras del bambú seco. Para que una sustancia conservadora penetre en los vasos ha de vencer las fuerzas de tensión superficial y de fricción en los vasos y para penetrar en las células de parénquima tiene que disolver la savia reseca cerrando sus poros y -

diluyéndose a través de las membranas de las células (Anónimo - 1972).

**3.3 FLOR Y FRUTO.-** La floración es uno de los fenómenos mas extraordinarios que presenta el bambú, ya que se manifiesta por lo general, en periodos mas o menos regulares que fluctúan según la especie entre 3 y 120 años y después de la floración, la planta muere.

Existen dos tipos de floración, el esporádico y el gregario; el esporádico es aquel que se presenta en uno o varios tallos de una misma mata o de varias matas de un bosque de bambú formado por una sola especie; en este caso, si el bambú pierde la totalidad de las hojas y estas son reemplazadas por flores, el tallo o los tallos florales mueren; pero si el período de floración es corto y solo aparecen unas pocas flores, el tallo se recupera rápidamente y no muere. Parece que la floración esporádica es causada por influencias de tipo fisiológico y algunas veces por veranos y sequías muy prolongadas.

El florecimiento gregario, se presenta en la totalidad de los tallos ya sea de una mata aislada o de un bosque formado por una sola especie determinada al completar su ciclo de vida, de lo cual la totalidad de los tallos y rizomas de la mata mueren.

Es importante hacer notar que se han presentado casos en que unos pocos rizomas se han recuperado después del florecimiento, lo suficiente para producir nuevos rizomas. Cada especie tiene un ciclo de vida



mas o menos definido que corresponde al periodo comprendido entre la germinación de la semilla que inicia así una nueva generación y su siguiente floración; por lo general, en las especies gigantes este periodo puede variar entre los 30 y los 120 años según la especie (Hidalgo, 1978).

Según Deogun (1936) cuando el florecimiento se presente en el *Dendrocalamus strictus*, los tallos retienen sus hojas durante su iniciación, pero gradualmente las pierde a medida que progresa el florecimiento hasta que solo quedan flores; en algún momento, ya sea antes o inmediatamente después de que la semilla madura y se desprende, el tallo ya sea joven o viejo, comenzando a secarse de arriba hacia abajo y muriendo generalmente un año después de caída la semilla; si un nuevo tallo brota de un rizoma que tiene un tallo florecido este nuevo tallo produce flores en el primer año de su crecimiento y luego muere.

En base a los registros que se han llevado de repetidas floraciones que se han presentado en la India y en otros países asiáticos, se ha logrado establecer el ciclo de vida de varias especies; por ejemplo, el ciclo de vida promedio de la *Bambusa arundinacea* es de 38 años, el de la *Bambusa polymorfa* y de *Phyllostachys nigra* es de 60; y el de la *Phyllostachys bambusoides* de 120 años.

Los ciclos de vida de las especies mas pequeñas o de menor diámetro son por lo general mas cortos y muchas de ellas no mueren después de su floración como ocurre con las pocas especies que florecen anualmente, entre ellas la *Arundinaria wightiana* y la *Bambusa lineata*. Según

Mc Clure (1966), las especies del género *Phyllostachys*, como algunas **Arundinarias** no mueren después de la floración.

Al presentarse la floración gregaria que tiene lugar al terminar el ciclo de vida de la especie, florecen simultáneamente no solo todos los tallos jóvenes y viejos existentes en la región o regiones donde se desarrolla dicha especie, sino también los de otras matas o plantaciones que se hubieran originado antes de la floración, por reproducción asexual o sea por secciones de tallos y rizomas obtenidos del primero.

Durante el proceso de floración, que por lo general tiene una duración de 12 a 18 meses, la totalidad de las hojas se caen y son reemplazadas por flores; finalmente los tallos mueren al igual que su rizoma (Hidalgo 1978). Estas flores consumen toda la reserva de la planta y no la renuevan y el resultado inevitable de esta floración dispendiosa es la muerte de la planta (Frita, 1980). Un aspecto relacionado con la floración que aún sigue siendo un enigma para los botánicos y científicos, es el hecho de que cuando sucede la floración gregaria, los individuos de una misma especie florecen al mismo tiempo en cualquier parte del mundo sin importar el lugar en donde crezcan o hayan sido transplantados. Algunos autores proponen como principales causas de la floración a influencias climáticas, enfermedades producidas por hongos o insectos, deficiencias en la fertilidad del suelo, iluminación solar, manchas solares, deforestación, alteración ecológica y otras teorías (Cortés, 1982).

La inflorescencia del bambú es un eje o un sistema de ejes (ramas asociadas) procedentes de un eje en común, el raquis primario. El raquis primario finaliza en una espiguilla; existen dos formas diferentes de inflorescencia: indeterminada y determinada (Mc Clure, 1966); estas dos formas se manifiestan en caracteres distintos, principalmente enfocados a su manera de desarrollo. La inflorescencia indeterminada puede caracterizarse por tener un raquis muy corto encerrado en brácteas en forma de lema, cada uno de los cuales subtiene una yema de una rama en lugar de una flor. Este tipo de inflorescencia posee un llamado "gran período de crecimiento" que es completado en cada eje con florecimiento. Las espiguillas de este tipo de inflorescencia reciben el nombre de pseudo espiguillas y son almacenadoras de meristemo, la yema en la base de una pseudoespiguilla hace posible la continua expansión de la inflorescencia, tan prolongado como el estado fisiológico del meristemo.

La inflorescencia determinada está limitada a un solo "gran período de crecimiento". El crecimiento terminal cesa en todas las ramas de la inflorescencia dentro de un tiempo limitado y cada rama termina en una espiguilla convencional; la expansión de una inflorescencia indeterminada, sigue muy estrechamente el patrón de desarrollo característico de la fase vegetativa de crecimiento. La expansión de una inflorescencia determinada, por otro lado, manifiesta un alto grado de simplicidad.

El curso del desarrollo de la inflorescencia determinada, sus variacio

nes y anomalías, la diversidad de formas manifestadas por la inflorescencia determinada, son extensamente discutidas por Mc Clure, (1966). La estructura floral de una graminéa consiste de una o mas flores encerradas en brácteas, las cuales forman una agregación conocida como espiguilla. La espiguilla es la estructura básica de la inflorescencia de las plantas de bambú. Teóricamente, la espiguilla es una rama foliácea reducida; básicamente la espiguilla consiste en un eje especializado, la raquilla y sus apéndices. La raquilla está encerrada por estos apéndices que son envolventes de manera imbricada, estos son llamados glumas (o glumas vacías) y lemas (o glumas florales). Las glumas vacías se caracterizan por ocupar la parte basal del eje de la espiguilla; por ser "vacías" (sin flores) y por tener (en inflorescencias determinadas) un tamaño pequeño y variar en forma en comparación con las lemas. La lema o gluma floral es una gluma que lleva una flor; otros de estos apéndices considerados como parte de la espiguilla lo son las ramas de la raquilla, cada una llevando una palea y las partes de una flor. El entrenudo que precede al primer órgano envolvente (comumente una gluma vacía) es designado como un pedicelo.

Un flósculo es una de las unidades que se desarticulan de la raquilla, este consiste de un segmento de la raquilla, una lema insertada, una rama (el eje de la flor) subtendida por un lema, una profila (la palea) del eje de la flor y las partes de la flor que son insertadas sobre este eje.

Una flor es la porción de una rama de la raquilla que es distal de su

propia profile (la pelta) junto con los órganos reproductores (androceo o ambos) llevados por ella. Los lodículos cuando están presentes, son incluidos en este concepto de flor, pero no lo es la pelta. El filóculo de una graminea incluye estructuras de ejes de dos órdenes, mientras que la flor es confinada a un solo eje (Cortés, 1982).

El fruto de un bambú es (como en la mayoría de las gramineas) conocido como un cariopsido o "grano" como *Bambusa arundinaria* y en otros géneros, pero en *Dendrocalamus* y en otros es una nuez, mientras que raramente pocos géneros tienen frutos carnosos; en el viejo mundo tenemos los géneros *Ochlandra*, *Dioschides* y *Melocoma*. Las especies del género *Ochlandra*, tiene ciclos de floración de siete años y floración masiva. El fruto tiene una longitud aproximada de 4-5 cm. (Cruz, 1982). *Melocoma baccifera* produce un fruto carnoso subsférico semejante a una manzana o pera pequeña (Norden, 1980).

En México el género *Clusia* presenta el tipo de fruto carnoso o baya (Cortés, 1982), el fruto es de 5 cm de diámetro en promedio de forma globosa, con la parte mas ancha hacia la base. El pericarpio es verde; el mesocarpio es blanco en estados jóvenes (Cruz, 1982); esta característica solo es compartida con el aún no descrito género *Alvialia* de Bahía, Brasil y no presente en ningún otro género americano (Caldén, 1980).

La floración del bambú y su suerte posterior es considerada como uno de los grandes misterios de esta planta; para muchos botánicos conti-

núa siendo un enigma. Para los chinos, es un presagio de mal agüero porque creen que trae consigo hambre e infortunio (Hidalgo, 1978).

Para la gente cuya alimentación y forma de vida depende del bambú, - los florecimientos representan desastres naturales de gravísimas proporciones. En la revista Asia, W.S. Thom, describió vivamente la asolación que sobrevino a los birmanos de las vastas comarcas de los montes Arakán, entre 1911 y 1914 cuando floreció y murió un bambú que - producía bayas. "No solo se ven privados de un artículo importante en su alimentación durante las lluvias", escribió Thom, "sino que los - afecta gravemente la ausencia de los viejos tallos, necesarios para mil y un propósitos como la construcción de casas, el tejido de esteras y la elaboración de mangos de herramientas. Los tallos que están brotando de la fruta resultarán inútiles durante cuatro o cinco años (Simmons, 1987).

En la India cuando Melocanna baccifera florece a intervalos de casi - 30 años, la pulpa de las grandes frutas caen hacia el suelo, las ratas se comen estas frutas y se multiplican prodigiosamente devastando después como plaga los cultivos de trigo y arroz. De esta manera la floración de Melocanna baccifera significa enfermedad, hambre o ambos.

Es importante también el bambú para la vida silvestre, como lo menciona De Clure en su viaje a China en 1920, que observó dos bambúes: el bambú barriga de Buda, Bambusa ventricosa y el bambú sombrilla, Sina-

*rundinaria nitida*, creciendo en altos y densos matorrales en las montañas de la provincia de Sichuan (Szechwan) y que sirve de alimento y suministro del raro y hermoso panda gigante. En un silencioso desastre los animales serán completamente afectados, los científicos encontraron 140 pandas muertos en aquellas remotas colinas interiores, evidentemente víctimas de los inevitables registros de floración de las dos especies referidas de bambú, alcanzando el fin de sus largos ciclos de vida, los bambúes han estado floreciendo y muriendo en masa, pudiéndole antes tomar algunos años a los bosques para reestablecerse suficientemente para proveer una fuente segura de alimento otra vez de nuevo; mientras tanto, los expertos temen que una porción significativa de los populares panda en el mundo, - acaso, no totalmente, mas de un millar morirán de hambre (Marden, 1980).

Entre 1975 y 1976, 138 pandas gigantes murieron de hambre a causa - del agostamiento de los bambúes flecha fría y otros bambúes alpinos en las zonas de las montañas Minshan, sólo en el distrito de Pingwu, murieron 64.

A partir de mayo de 1983, los bambúes flecha fría, se marchitaron después de su florecimiento cíclico en las montañas de Minshan, Qionglai, Liangshan y Qinling; según investigaciones, 17 de los 26 distritos principales donde viven dichos animales han sido afectados seriamente; 230,000 hectáreas de bambúes flecha fría, el 83% del total han muerto y la zona azotada está todavía en expansión; el go-

bierno chino ha adoptado diversas medidas para rescatar al panda gigante y ha obtenido buenos resultados; tanto el pueblo chino como los otros países han prestado su valiosa contribución; 21 pandas han sido salvados de los cuales, 10 jóvenes o enfermos fueron retenidos mientras los otros 11 fueron llevados a otras zonas donde los alimentos son aprovechables; sin embargo, a pesar de los esfuerzos, han perecido 27. Se han adoptado medidas estrictas para prevenir la interferencia humana y mantener el equilibrio ecológico en las reservas como plantar más variedades de bambú; también se pondrá en práctica un programa decenal en gran escala para rejuvenecer los setos de bambú en coordinación con los trabajos de rescate a corto y largo plazos. (Anónimo, 1984b).



#### 4. PROPAGACION DEL BAMBU

##### 4.1 PROPAGACION SEXUAL.

La propagación puede hacerse sexualmente por semilla resultante de una floración, o asexualmente utilizándose partes de la misma planta tales como su rizoma y secciones del tallo que contengan yemas - desarrolladas o la parte basal de las ramas.

Debido a que la floración del bambú solo se presenta a intervalos o ciclos muy largos, no es común el empleo de la semilla en su propagación.

##### 4.2 PROPAGACION ASEXUAL.

**4.2.1 Trasplante de rizoma.-** La forma mas segura y efectiva de propagar el bambú asexualmente es por medio de rizomas completos de uno o mas años de edad, que aún tengan yemas no desarrolladas; por lo general, el primer brote aparece a los 30 días de sembrado (Hidalgo, 1978). Mc Clure (1966) en cuanto a la preparación del material dice que es de gran importancia al separar el rizoma del bambú madre, cortarlo en la parte mas delgada del cuello con el fin de que la superficie cortada tenga - la menor área posible; además, el tejido en este punto parece tener una gran resistencia a la descomposición. Por otro parte, recomienda obtener los rizomas de la periferia de la mata

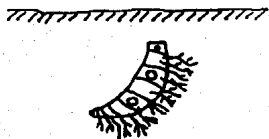
que son los mas aptos para lograr buenos resultados y no obtenerlos de la parte interna de ella puesto que la tarea se complica demasiado (fig. 10-a).

**4.2.2 Trasplante completo (división de matas).-** En este caso el propágulo está constituido por el tallo completo con ramas, foliaje y rizoma, que es trasladado y plantado en el sitio correspondiente, tratando de conservar las diversas partes lo mas intactas posible. Este sistema da un alto grado de éxito tanto por la supervivencia como del subsecuente desarrollo; por lo general se emplea este sistema cuando se desea trasplantar un número muy pequeño de tallos con fines ornamentales.

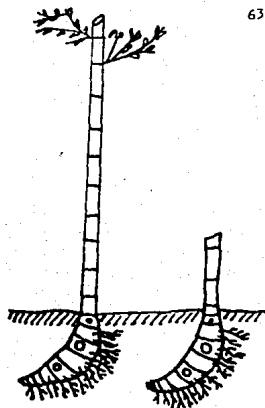
**4.2.3 Trasplante de rizoma y parte del tallo.-** Este sistema presenta mayores ventajas sobre el anterior, en cuanto se refiere a economía de material, transporte, facilidad de preparación y de obtención. Tradicionalmente es el método preferido para la propagación de ciertas especies de bambúes como son: *Dendrocalamus strictus*, *Bambusa tuldoidea* y han dado muy buenos resultados en la propagación del *Melocanna baccifera* y *Oxytenanthera abyssinica*; sin embargo, parece que en la propagación de otras especies como en *Bambusa textilis*, estos propágulos no dan resultado; por ejemplo, Mc Clure (1966) dice que de acuerdo con sus experimentaciones realizadas con la *Bambusa textilis* pudo obtener buenos rendimientos y alta supervivencia utilizando propágulos de dos tallos (en lugar de uno)

FIG. 10 PROPAGACION ASEXUAL DEL BAMBU (Ueda, 1960; Hidalgo, 1974).

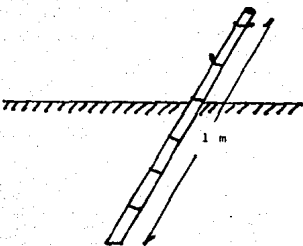
63.



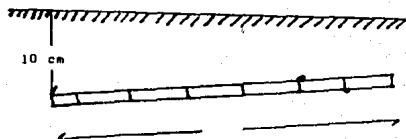
a) Por rizoma solo



b) Por rizoma y parte del tallo



c) Estaca de tallo colocada inclinada.



d) Estaca de tallo colocada horizontalmente

de uno y dos años respectivamente, unidos por el rizoma (Fig. 10b).

Desqun (1936) cit. por Hidalgo (1974), considera que el método de utilizar el rizoma y parte del tallo es el que mejores resultados da en la propagación de las especies de Dendrocalamus strictus y advierte que los propágulos deben prepararse de tallos que tengan en lo posible un año de edad y nunca de más de dos años, siendo necesario que mantengan alguna porción del rizoma con una yema como mínimo, cuidando de no lastimarla en el momento de plantarla. Los tallos deben cortarse de 60 a 90 cm de longitud.

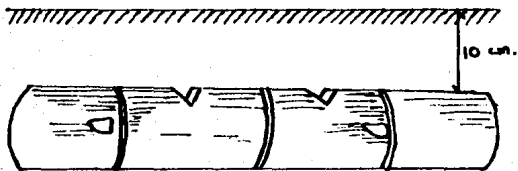
El éxito de este método depende en parte de la vitalidad del rizoma utilizado y de la época del año en que se plante. Si los rizomas se toman de plantas jóvenes y saludables y se siembran simultáneamente con la iniciación de las lluvias, puede esperarse éxito; pero si los rizomas son tomados de viejas -- plantas y plantados antes de las lluvias resultará un completo fracaso; el grado de éxito es variable pero puede ser del 100% (ver fig. 10).

**4.2.4 Estacas de tallo.**— En este caso el propágulo está constituido por una sección completa del tallo aproximadamente de una longitud de un metro y de uno a dos años de edad que tengan uno o varios nudos con yemas o ramas. Las ramas generalmente

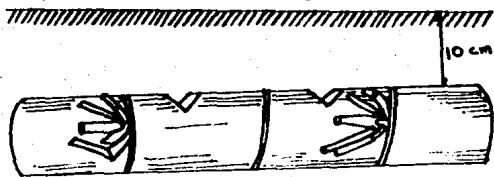
se cortan hasta de 30 cm de longitud. Estas secciones pueden ser sembradas verticalmente o en ángulo y deben tener al menos un nudo bien cubierto (ver fig. 10 c y d). Mc Clure, 1966, observó que este sistema es utilizado con éxito en la propagación de algunas especies como la **Bambusa vulgaris**.

Algunos bambúes del tipo paquimorfo no responden favorablemente a este método de propagación. Deogun 1936, cit. por Hidalgo 1974, dice que este sistema no dió resultado en Dehra Dun, con el **Dendrocalamus strictus**, a pesar de que se experimentó con secciones de tallos de todas las edades y se sembró horizontal y verticalmente. Sin embargo, en otras regiones como en Pinijaur se tuvo en 1889 un 95% de éxito.

Uno de los sistemas de cultivo del bambú empleando segmentos del tallo, que en Taiwan y Colombia se han experimentado con buenos resultados, consiste en sembrar una sección de bambú con uno, dos o tres entrenudos completos que contengan buenas yemas teniendo el cuidado de no dañar las yemas o de averiar la base de las ramas; antes de sembrarse, cada entrenudo se perfora por el lado que va a quedar hacia arriba teniendo en cuenta que las yemas deben quedar a los lados. Posteriormente cada entrenudo se llena de agua hasta las tres cuartas partes (ver fig. 11) y se cubre con una capa de tierra no menor de 10 centímetros.



- a) Propagación por secciones de tallo con yemas. Vista lateral de la sección del tallo enterrado, en la cual se muestra la posición de las perforaciones que se hacen para llenarlas con agua.



- b) Propagación asexual del bambú por secciones de tallo con parte inferior de los ramos. Vista lateral de la sección.

FIG. 11 ESTACAS DE TALLO (Hidalgo, 1978)

El primer brote tarda hasta 60 días en salir o menos si se trata con hormonas; este método es muy apropiado para ser empleado en suelos relativamente secos.

La propagación por medio de secciones de tallos que contengan yemas o la parte basal de las ramas, no es tan efectiva como el empleo de rizomas. Por otra parte, este sistema parece que solo da resultado con secciones tomadas de bambúes que tengan mas de dos años de edad.

La mejor época para sembrar los rizomas y secciones del tallo es al comienzo de las lluvias; en igual forma se ha creído que la época mas apropiada para cortar el bambú es durante el verano. Para cuidar mas fácilmente las plántulas, debe hacerse inicialmente un vivero, de donde se trasplantan a la zona de cultivo al cabo de un año.

En la zona de cultivo las plántulas deben plantarse con una separación en cuadro de 8 a 9 metros para especies de gran tamaño. Para otras especies de menor diámetro, esta separación no debe ser menor de 4 metros.

## 5. MANEJO DE UN BOSQUE DE BAMBU Y BAMBUAL.

### 5.1 CONSIDERACIONES PARA EL CORTE.

La práctica de la silvicultura en el bambú es relativamente nueva; tuvo su origen en los diversos estudios experimentales relacionados con el desarrollo de la planta, que se realizaron en la India durante la segunda década del presente siglo cuando se llegó a la conclusión de que el bambú podía ser utilizado con excelentes resultados como materia prima para la fabricación de pulpa para papel.

En la actualidad la silvicultura del bambú tiene mayor aplicación en la India, que es el país que dispone de mayor número de plantaciones las que se emplean en su mayor parte en la fabricación de pulpa para papel. En Japón, Taiwan y China existen pequeñas y grandes plantaciones de bambú que se emplean en la elaboración de productos artesanales como alimento y en la fabricación de papel.

En México y en general en los países latinoamericanos existe un desconocimiento completo sobre el manejo del bambú debido a lo cual los bosques naturales han sido explotados hasta hoy en forma irracional sin control alguno; por lo que nuestras especies nativas tienen a extinguirse.

Con el fin de evitar que esto llegara a suceder, se dan a continuación una serie de normas para el corte apropiado del bambú.



- Un bambudal es un cultivo como cualquier otro, y por lo tanto requiere de los mismos cuidados de labores culturales, fertilización y en general de un buen mantenimiento.

**5.1.1 EDAD DEL CORTE.**- Es muy importante determinar la edad del corte no solo teniendo en cuenta su utilización, sino también su producción.

Según Ueda, (1960), si se cortan tallos demasiado jóvenes la nueva brotación será mayor, pero los tallos serán pequeños; - por otra parte si se cortan tallos demasiado viejos, los nuevos tallos serán largos pero en reducido número. En zonas frías, el número de tallos es muy restringido y la edad de corte debe ser un poco mayor; los tallos que crecen a las orillas de los ríos son de tejido blando y la edad de corte debe determinarse de acuerdo a la utilización que se le vaya a dar, en construcción o artesanía.

La edad que se considera mas apropiada para cortar los tallos es entre los 2 y los 6 años dependiendo de la especie y su aplicación final; generalmente las especies mas grandes requieren mayor tiempo para alcanzar la edad de corte.

**5.1.2 EPOCA DE CORTE.**- En México esta debe realizarse en los meses secos y mas calurosos del año (marzo, abril, mayo y mediados de junio) y debe realizarse por las mañanas. (Sánchez, 1987).

Ueda (1983), recomienda que el tiempo mas conveniente para cortar los tallos de bambú en Japón, es la que va de octubre a - diciembre, época en que son menos las probabilidades de ser atacados por los insectos.

**5.1.3 NÚMERO DE TALLOS QUE DEBEN SER CORTADOS.-** Los nuevos tallos se producen generalmente de rizomas jóvenes que a su vez se - han derivado de los rizomas que originaron los tallos del año anterior; por lo tanto se pueden cortar los mas viejos o sea los mayores de 4 años que se encuentran en la periferia de los nuevos, sin que ello afecte la actividad vegetativa de la mata o el número y tamaño de los nuevos tallos. Por otra parte, es probable que la producción de nuevos tallos esté en relación con la cantidad de follaje que tengan los tallos del año anterior, por lo cual debe buscarse la forma de que estos tengan mas espacio (Hidalgo, 1974).

Con el propósito de que las plantas tengan mas espacio y que el movimiento dentro de ellas y la sacada del material que su corte se facilite, deben cortarse y sacarse; todos los bambúes caídos, partidos o doblados como también las ramas que han salido de tallos mal cortados; al mismo tiempo deben cortarse - los tallos muy viejos y secos así como los que se observan enfermos y deformes aunque ellos no estorben el paso (Hidalgo, 1978).

Los tallos jóvenes y sanos que son muy importantes para el desarrollo de la mata, en ningún caso deben cortarse; es muy conveniente seguir el principio de no cortar demasiados tallos - lo que puede causar un atraso en el crecimiento de la mata, ni muy pocos, pues muchos de ellos morirán antes del siguiente corte. Un sistema apropiado es el de cortar los tallos - que estén próximos a alcanzar su completa madurez, cuyos rizomas han llegado a la edad en que no producen más tallos (Hidalgo, 1974).

Si un tallo ha completado 3 años y en el momento de ir a cortarse se observa que de su rizoma se ha formado o desprendido uno nuevo, no debe cortarse sino al año siguiente o sea cuando el nuevo rizoma haya producido un nuevo tallo con ramas y hojas (Hidalgo, 1978).

**5.1.4 FORMA DE CORTE.**- El bambú, cualquiera sea su condición, debe cortarse con machete o sierra al ras y sobre el primer nudo del tallo que se encuentre, ya sea sobre el suelo o a continuación del rizoma, en el caso de que este se encuentre muy superficial. Si se dejan dos o más entrenudos sin cortar, las yemas de estos se desarrollan formando ramas que impiden el paso (Hidalgo, 1978).

Cortes de mayor altura no solo representan una pérdida innecesaria de tallos, sino que dificultan el trabajo futuro; ade-

más contribuyen a la congestión; cuando se cortan altos los tallos jóvenes, hay brotación de las yemas bajas que al entre lazar sus ramas dificultan la entrada a la plantación.

Los cortes altos se deben a la falta de control sobre el cortador que busca la línea de menor resistencia, sin importar los daños futuros que se deriven. Deben evitarse los cortes de la porción superior del tallo que generalmente son practicados en la India por los aldeanos y elefantes que los utilizan como alimento; como consecuencia de ello, los tallos mueren a edad temprana y las matas se deterioran debido a la remo ción de las hojas que suministran alimento a los rizomas (Hidalgo, 1974).

Ueda (1985) recomienda para las plantas de bambú ornamentales, no podar los tallos en la copa, ya que desalienta el crecimien to de la planta y además despoja a esta de su belleza natural.

**5.1.5 METODOS DE CORTE.**- El mejor método de cosechar es cortando selectivamente los mejores tallos de acuerdo a su edad; sin embargo, el método más sencillo de cosechar un bosque de bambú, es el corte total, en donde se cortan todos los tallos por debajo a un mismo tiempo. Este método no requiere supervisión pero es un procedimiento drástico y cruel que no ha tenido éxito. Cuando se hace así, la provisión de nutrientes del ri zoma es súbitamente alterada; esto virtualmente detiene su de

sarrollo y el número de nuevos y mejores brotes decae y aquellos que logran emerger del suelo son delgadas y muy pequeños. Estos resultados tan rigurosos pueden disminuirse escogiendo el momento oportuno del corte para permitir a los nuevos brotes mejor oportunidad de crecimiento; pero sin vigilancia el crecimiento del bambú le puede tomar después 10 años para alcanzar nuevamente el tamaño del bosque original. Una mejora sobre este método es cortando fajas de casi 20 yardas de ancho (18.288 m), después del cual parece que las plantas maduras transmiten nutrientes a los nuevos brotes a través del rizoma por casi la mitad de su longitud. Así los brotes de uno y del otro lado de la faja tendrá oportunidad de obtener nutrientes de los rizomas subterráneos.

## 5.2 EXPLOTACION RACIONAL.

En el aprovechamiento de grandes bosques naturales de bambú o plantaciones (bambudales) conviene llevar un control o marcado de los nuevos brotes que vayan apareciendo, el cual se puede hacer colocando a manera de collar en la base del brote, un aro de alambre galvanizado con una tablilla de madera en la cual se indica la fecha de nacimiento y si se quiere, la fecha de corte 3 años después; para facilitar esta operación a los trabajadores que no están entrenados o familiarizados (Hidalgo, 1978).

High (1968) sugiere para variedades valiosas de bambú el de marcar

cada tallo de la cosecha común con un toque ligero de pintura. Cada año al realizar la cosecha, ésta puede ser vendida con una marca de color diferente, solamente a base de pintura de aceite o pintura vinilica, permaneciendo esta por largo tiempo en los tallos hasta que son aptos para su cosecha y en donde el residuo de la pintura puede ser removido fácilmente durante el proceso de curado.

## 6. USOS DEL BAMBU

### 6.1 ALIMENTACION HUMANA.

Los habitantes de escasos recursos de la India, consideran a la semilla del bambú como un acto de Dios debido a que por lo general, la floración a gran escala se presenta o coincide con épocas de largas sequías cuando hay escasez de alimentos, pudiendo proporcionar al hombre de semillas de bambú que se asemejan al arroz y se preparan en igual forma para su consumo (Hidalgo, 1978).

Desde tiempos inmemorables el bambú ha sido utilizado por muchos pueblos orientales como alimento humano, empleando para esto los brotes tiernos de ciertas especies y la semilla, que se utiliza con este propósito cuando se presentan florecimientos gregarios; además son comestibles y no propiamente utilizadas como alimento, ciertas exudaciones que se presentan en los tallos floridos en algunos lugares de la India consistentes en una goma de color blanco, quebradiza, de sabor dulce por la gran cantidad de sacarina que contiene.

En la India y en algunas partes de China existe la creencia de que el bambú florece solo cuando se avicina una época de sequía y de hambre, lo que realmene sucede en repetidas ocasiones; para entonces la gente baja de las montañas a recoger las semillas de bambú, que utilizan como alimento preparándolo en igual forma que el arroz y el excedente lo venden en los mercados.

Porterfield (1926), dice que en 1864 se presentó un florecimiento gregario en los bosques de Soopa, en la costa occidental de la India y que por lo menos 50,000 personas de los distritos de Dharwar y Belg aún permanecieron en dicho bosque durante 14 días recogiendo la semilla que ellos consumirían durante los meses de las monzones. Cuenta también que en una época en que había hambre en Hunan, distrito de Hung Shan Haien, en China, floreció el bambú en la región salvando a mucha gente, por esta razón el florecimiento del bambú es considerado en el oriente como un acto de Dios (Hidalgo, 1974).

Se considera como brote del bambú la parte inicial de un tallo en formación, que ha emergido del suelo y tiene un altura promedio de 30 cm; después de cortado, se remueve la cubierta y se utiliza como alimento una vez cocido. Su color es blanco y tiene la apariencia y consistencia de la papa; su sabor es parecido al de la nuez ligeramente dulce. Según análisis realizados en China, contiene un 90% de agua, 2.5 a 3% de proteínas, 0.2 a 0.3% de grasas y 2 a 4% de carbohidratos, además de tener varios tipos de vitaminas como la B. (Iraán, 1982).

Los brotes más apetecidos en el oriente son los de las especies *Phyllostachys edulis*, *Ph. quilloi* y *Ph. mitis* que se venden en los mercados en 4 formas diferentes: frescos, secos, encurtidos y enlatados (Hidalgo, 1974).

Cada año los japoneses consumen frecuentemente tiernos brotes del



bambú moso *Phyllostachys pubescens* que brotan a principios de la primavera antes de que otras verduras lleguen al mercado (Simmons, -- 1987); su consumo ha llegado a tal grado que solo Japón produce -- anualmente un poco mas de 80,000 toneladas de brotes, parte de los cuales son enlatados y vendidos a países vecinos y Estados Unidos - (Hidalgo, 1974). En la provincia de Fujian distrito de Fuán en China, se cultivan 220 hectáreas (84% de la superficie de toda la provincia) que producen anualmente 200 toneladas; como es muy tierno - el brote se marchita rápidamente casi de la noche a la mañana por lo que se dificulta su conservación natural, por tal motivo en 1980, se fundó una fábrica de conservas en el distrito de Fuán, sus conservas Narciso, producidas en cooperación con otras fábricas tienen gran demanda en el exterior (Tairan, 1982).

En Taiwan existe la fábrica Sincere Foodstuff Enterprises Co. Ltd., que procesa a diario varias toneladas de esos brotes (Marden, 1980; Simmons, 1976). En China y Japón los brotes cortados al comienzo - del invierno, se consideran como los mejores y por ello tienen mayor precio; los cortados en abril y mayo son mas grandes pero mas fibrosos.

Su preparación se inicia desde antes de que emerjan los brotes del suelo, en determinadas épocas los campesinos recorren descalzos sus cultivos de bambú, cuando sus dedos y plantas de los pies sienten el ápice o la punta del brote que está por salir, apilan sobre este un montón de tierra para mantener el brote cubierto el mayor tiempo po

sible con el fin de que se conserve blanco, en la misma forma como se hace en el cultivo del espárrago; si el brote queda expuesto por mucho tiempo se vuelve verde y fibroso. A menudo los campesinos en lugar de apilar la tierra sobre el brote, lo cubren con una caja de madera para mantenerlo en la oscuridad; el brote es cortado 10 ó 15 días después de haber brotado, cuando su altura es de 30 cm aproximadamente. Después de cortado debe evitarse la pérdida de agua, y - en caso de que sea necesario transportarlos a gran distancia, se colocan dentro de un canasto con barro (Hidalgo, 1974).

Según Satow (1899) "el consumo de los brotes de bambú es como el de las medicinas, que para lograr un buen efecto deben tenerse en cuenta ciertos cuidados, de lo contrario pueden ser peligrosos; por - ejemplo, al extraerlos debe evitarse que les de el sol y el viento, si se exponen al sol su corazón se vuelve duro, si se humedecen con agua su tejido se endurece, si se cortan con cuchillo cuando están crudos, dejan de ser blandos. El sabor se obtiene hirviéndolos una vez y se les quita la cáscara; deben hervirse largo tiempo, no deben comerse crudos porque son dañinos para la salud, los que tengan un sabor irritante son malos para la garganta y deben hervirse con ceniza de madera para quitarles este sabor". Posiblemente el sabor irritante se debe a que muchas especies contienen cierta cantidad - de cianógeno, que desaparece al hervir los brotes (Hidalgo, 1974).

## 6.2 ALIMENTACION ANIMAL.

Las hojas del follaje del bambú tienen gran valor nutritivo en la India, se emplean como forraje, particularmente cuando hay escasez de pastos, agrada tanto a las reses como a los caballos y en algunos distritos es el alimento preferido de los elefantes (Hidalgo, 1974).

En ambos hemisferios se ha usado en gran escala el follaje de muchos bambúes como forraje; el mejoramiento del manejo de pastizales en la planicie costera de Carolina del Norte, donde un bambú nativo sirve para el ramoneo de ganado vacuno; es el objetivo de un proyecto en el cual tres agencias del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos han colaborado por décadas con buenos resultados; sin embargo, brotes jóvenes de muchas especies tropicales contienen concentraciones letales de cianógenos. El proceso digestivo de los herbívoros destruye el veneno, pero en la India, a veces el ganado muere cuando come demasiados retoños (Vela, 1982).

Prasad (1986) hicieron un estudio sobre el impacto de pastoreo, incendio y extracción en poblaciones de bambú (Dendrocalamus strictus y Dambusa arundinacea) en bosques de hojas caedizas en el estado de Karnataka India. Las poblaciones de bambú de estas dos especies de clinaron debido a una floración gregaria el año pasado y paralelamente a esto, al incremento y a la incidencia del pastoreo, incendio y extracción en años recientes. El pastoreo excesivo abate significa

tivamente la sobrevivencia de las semillas, resultado de la floración y la aparición de nuevos tallos de matas de bambú. En áreas - donde hay intensa presión de herbívoros la mata de bambú produce pocos tallos y de tamaño pequeño. La extracción hace que los nuevos brotes sean más susceptibles a la presión herbívora por la eliminación de la cubierta protectora de ramas en la base de la mata de bambú. La regulación del pastoreo del ganado doméstico junto con el mantenimiento en la base de las matas por la extracción de los tallos en un nivel más alto reducirá el rango de deterioro de las existencias de bambú.

Es bien conocido que en la ciudad de México, el bambú se cultiva en pequeña escala en la primera sección del bosque de Chapultepec para alimentar a los famosos pandas del zoológico.

### 6.3 USO MEDICINAL.

En China e India se emplean diversas partes de la planta y algunas de sus secreciones con fines medicinales (Hidalgo, 1978).

Todos los hospitales chinos tienen un departamento de medicina herbaria, en donde los antiguos remedios son aplicados a la vez con medicina de la farmacopea occidental (Marden, 1980). Del rizoma del bambú negro *Phyllostachya nigra*, combinado con otras plantas, tratan dolores del riñón; del corte fresco de la cubierta o cutícula del tallo de bambú negro, es utilizada en China en la preparación

de una bebida antipirética que sirve para bajar la fiebre y evitar los vómitos (Tairon, 1982). Las yemas verdes de las hojas en la preparación de una loción para el lavado de los ojos (Hidalgo, 1978). El tallo de un bambú utilizado para la construcción de puentes, *Sing calamus affinis*, quemado hasta las cenizas, cura el salpullido causado por el calor (Marden, 1980).

Un elixir antiguo llamado Tabashir o Tabaschir que es un precipitado obtenido de la secreción de un fluido blanquecino que se forma y endurece dentro de los entrenudos de las ramas y tallos viejos de ciertas especies de bambúes tropicales, fue creado por sacerdotes budistas chinos para ser una cura infalible para todos los males (High, 1968).

En la India, China y otros países del sureste asiático, el Tabashir se utiliza comunmente como una medicina la cual se considera que cura la tos y el asma y lo prescriben como un tónico refrescante, además de considerarse por tener propiedades afrodisiacas (Hidalgo, 1978). El Tabashir tiene un 97% de sílice amorfo en estado microscópicamente puro, el cual es químicamente inerte (Marden 1980). Las investigaciones recientes han encontrado que el tabashir en forma purificada y en combinación con varios elementos y compuestos actúa con excelentes propiedades como catalizador que facilita ciertas reacciones químicas, algunas de importancia comercial (Mc Clure, 1966). En la antigüedad se utilizó como curativo para muchos estados y es interesante mencionar que se produce artificialmente sílice

amorfo hidratado que ha sido utilizado en años recientes como anti-doto para varios tipos de infecciones internas debido al envenenamiento por comida; su forma es por la eliminación de los productos tóxicos por absorción de estos dentro de su propia estructura insoluble, en donde estos son fijados y en donde son incapaces de hacer, provocar y causar daño. Se verá que, después de todo, el uso tradicional del tabashir quizá tenga algún fundamento lógico (High, 1968).

En Colombia, según López López (1972), en la medicina popular se emplea la infusión de hojas en bebida para disolver los coágulos sanguíneos y dice también tener información de que el cocimiento de tallos tiernos de guadua Bambusa guadua cura la epilepsia.

Por otra parte anota que el doctor Alfonso Portilla en su libro "Divulgación de Conocimientos Científicos" tiene las siguientes aplica-ciones medicinales para la guadua. "el agua que se extrae de los -cañutos de la guadua tiene un ligero sabor salino, no desagradable y los indígenas aseguran que este líquido es diurético"...

"los setos que separan la caña tomadas en infusión, curan la epilepsia infantil y la sílice que se recoge en la base de los entrenudos se dice ser contraveneno". Es posible que se trate de la misma sus-tancia con la cual se prepara el tabashir en la India (Hidalgo, - 1978).

Los científicos japoneses Sugiyama, Kamagata y Takada (1966) obtuvieron del bambú una sustancia con efectos anticancerosos. También

los científicos japoneses Namba, Tsuneo y K. Hwan Bae (1982) hicieron estudios botánicos de la medicina tradicional Kuma-zasa en los mercados japoneses e hicieron estudios anatómicos de las hojas del bambú del género *Sasa*. Recientemente han sido aplicadas como un agente anticancerígeno en seres humanos. El kuma-zasa no ha sido derivado de las hojas de *Sasa veitchii* pero si ha sido obtenida principalmente de las hojas de *Sasa palmata* y *Sasa kurilensis* y raramente de las hojas de *Sasa yahikoensis* y *Sasa kurilensis*.

En contraposición a los muchos beneficios que se obtienen de esta extraordinaria planta, en China y Java se emplean ciertas partes del bambú en la preparación de un veneno, que produce la muerte después de una lenta y dolorosa agonía (Hidalgo, 1978).

González (1984), menciona que en Durango, México, para curar los golpes internos "sangre molida" las personas se toman una infusión a base de otate (*Bambusa longifolia*) corteza de álamo (*Populus sp.*), canaguala (*Notholaena sinuata*), y arena de mar, y/o también la infusión de otate (*Bambusa longifolia*) mezclada con arena de mar y guacimas (*Cuzuma ulmiflora*) para curar el mismo mal.

#### 6.4 CONSTRUCCION.

Sin lugar a dudas, el bambú fue el primer elemento utilizado por el hombre asiático en la construcción de sus primeros refugios. Ya que los tallos de esta planta, en comparación con la madera de los árboles

les, eran los que mas se facilitaban para ser trabajados con sus primitivas herramientas. Posteriormente, con el empleo progresivo de herramientas cada vez mas fuertes, pudo en igual forma utilizar materiales mas duros o dificiles de elaborar, siendo así como después el bambú pudo trabajar la madera y posteriormente la piedra. En la actualidad, el bambú continúa siendo el material mas empleado por las personas de pocos recursos económicos en los países asiáticos y latinoamericanos, que disponen de esta planta. En México y algunos países latinoamericanos a causa de la alta resistencia del bambú, se utiliza con excelentes ventajas en los elementos estructurales de la construcción de los techos que son inclinados con uno o mas lados; es decir, de 1, 2 ó 4 aguas (fig. 5). Los materiales que tradicionalmente se emplean para cubrirlos son: paja, hojas de palma, tejas de barro, medias cañas de bambú, tejas de bambú e incluso láminas de hierro galvanizado (Midalgo, 1974).

Debido a la flexibilidad del bambú, la estructura del techo presenta ventajas importantes sobre una estructura rígida. En regiones donde se producen frecuentemente fuertes vientos y temblores, una casa con estructura de bambú sobrevive y permanece en pie por mayor tiempo (Mc Clure, 1956).

Paredes.- Una forma de construcción de paredes ampliamente difundida en América Latina, o por lo menos en Colombia y Ecuador, es la llamada "bajareque" que se construye mediante el amarrado de tiras de bambú o cañas rajadas colocadas horizontalmente, a poca distan-



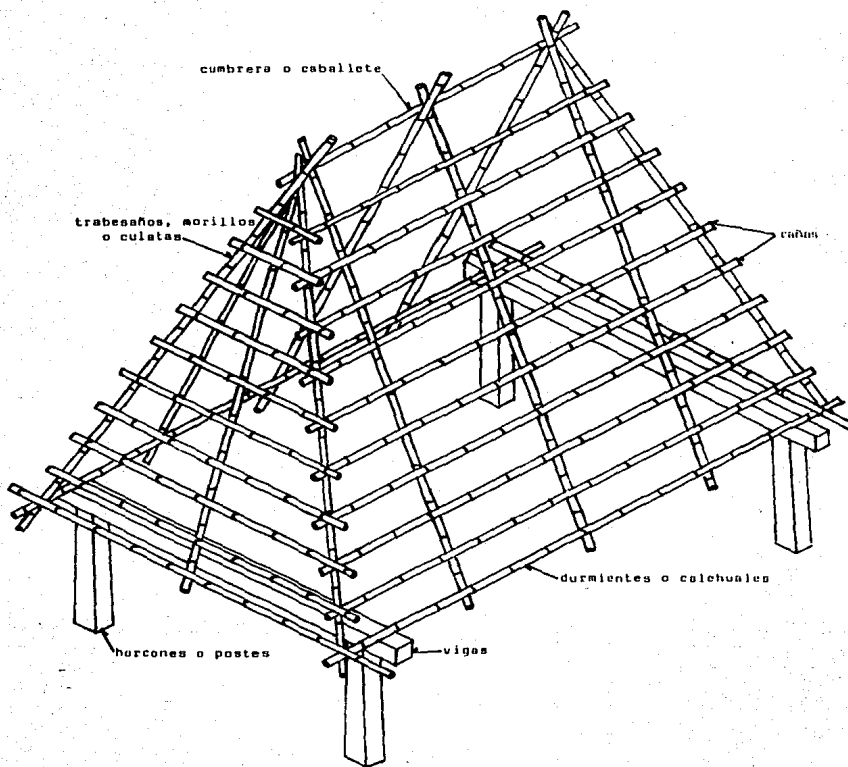
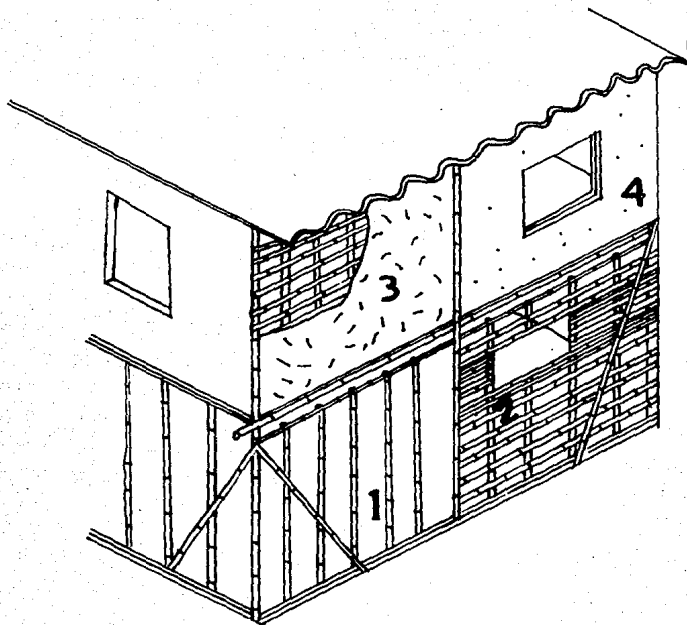


FIG. 5 ESTRUCTURA PARA EL TECHO BASICO DE DOS AGUAS DE UNA CASA PEQUERA. LAS CASAS MAS GRANDES DEBERAN TENER MAS HORCONES Y VIGAS PRINCIPALES. (Arquitectura, 1982)

cia, sobre ambos lados de postes de madera dura o mas raramente de bambú. Para reforzar los muros y darle mas estabilidad a la construcción se colocan en las esquinas bambúes diagonales, como se muestra en la figura No. 6. El espacio entre las tiras de bambú se rellena y embarra con barro (lodo) o barro mezclado ya sea con paja, bagazo de caña seca, pasto u incluso estiércol de bovino. En Michoacán, México este sistema es conocido también como "enjarrado" (Anónimo, 1982).

Tableros de esterilla.- El tablero de esterilla se obtiene al desrollar un sector del tallo de bambú hasta volverlo plano. Esta operación se logra haciendo primero con un machete, una serie de incisiones longitudinales, equidistantes en toda la periferia de cada uno de los nudos del tallo. Posteriormente, el tallo se corta longitudinalmente por un lado partiendo al mismo tiempo los tabiques de los entrenudos. Luego se abre hasta formar un tablero plano y con el machete se remueven los tabiques salientes y la capa blanca de la pared interna del tallo hasta dejarlo mas o menos de un mismo espesor. El bambú transformado en esterilla, es uno de los materiales de construcción que mayor aplicación tiene no solo en los países latinoamericanos que disponen de este material, sino particularmente en los países del sureste asiático donde tiene un uso mas diversificado y tecnificado. En estos últimos países se elaboran grandes paneles de fajas de esterilla tejidas con las cuales se construyen paredes exteriores e interiores, pisos y cielos rasos. Por otra parte, se emplean en la fabricación de grandes y fuertes canastos -



1. La estructura de la pared con el interior de bambú partido a la mitad a lo largo.
2. Afuera se amarran tiras de bambú a unos 10 centímetros de distancia.
3. Se llena el espacio con tierra y paja.
4. Acabado con cal.

FIG. 6 PARED DE BAJAREQUE (Anónimo, 1982)

que se utilizan para el almacenamiento y transporte de productos agrícolas; el tejido más comúnmente empleado con los propósitos indicados es el que se denomina "sawale" en Filipinas.

De los países latinoamericanos, los que mayor uso hacen de este material son Colombia y Ecuador; donde se emplea no solo en la vivienda rural, ya sea de madera o de bambú, sino también en la construcción de todo tipo de edificios de ladrillo o de concreto en los cuales se utiliza con propósitos muy definidos.

**Andamios.** - Uno de los mayores usos que el bambú tiene en Colombia y Ecuador, así como algunos países asiáticos, es la erección de andamios provisionales destinados a sostener obreros y materiales para la construcción de todo tipo de edificios (Hidalgo, 1974).

Muchos de los elementos y formas estructurales que se emplean en la arquitectura moderna, tuvieron su origen en primitivas viviendas de bambú construidas en la India, China y otros países asiáticos. La India es el país que mayor y mejor aprovechamiento ha hecho del bambú, particularmente como elemento estructural; los Vedas fueron los primeros en aprovechar la elasticidad del bambú, de la cual se derivaron las diferentes cúpulas que hoy son símbolo de la arquitectura Hindú, como el mundialmente conocido Taj Mahal, que es uno de los monumentos más hermosos de la India (Hidalgo, 1978).

En China, el bambú lo utilizan para muchos propósitos, su uso en la

construcción de chozas data de hace mucho tiempo en el campo, donde los habitantes de las minorías nacionales levantan con bambú incluso casas de dos pisos (Tairan, 1982).

Los constructores chinos fueron los primeros en construir pórticos de bambú y en utilizar las vigas dobles a las cuales se les dió posteriormente el nombre de vierendeel (Hidalgo, 1978).

El bambú peludo *Phyllostachys pubescens* llamado en China Maochu, de fino pelo cubriendo sus tallos es quizá uno de los bambúes de China mas codiciados y es utilizado para hacer muebles y como vigas de refuerzo en construcciones (Marden, 1980).

En Japón, y aunque parezca extraño, el bambú sólo se utiliza en la vivienda y jardines con propósitos muy definidos y particularmente como un elemento decorativo. Con propósitos definidos se emplea a la vista en canaletas y bajantes de agua de lluvia; como soporte interno y externo de los techos de paja a lo largo del caballete; como reja de ventanas en diversas formas como piso, en un pequeño segtor de la baranda expuesto generalmente a las lluvias y algunas veces para cubrir una parte de la fachada. En la única forma como no se utiliza a la vista, es como refuerzo interno de las paredes de arcilla que se construyen dentro de un marco formado generalmente por columnas, vigas y soleras de la estructura de madera, que por lo general se emplean como elementos de fondo o con una función limitante. Solo en las casas de té el bambú es empleado tradicional-

mente como elemento estructural a la vez que decorativo en la construcción de los techos. El bambú tiene una gran aplicación en los jardines, particularmente como un elemento decorativo y como tal se emplea en la construcción de diversos tipos de cercos, en fuentes de agua, etc. (Hidalgo, 1978).

Por otra parte, en los últimos años con ayuda de la moderna tecnología se están produciendo en el Japón nuevos y maravillosos materiales de construcción obtenidos por transformación del bambú tales como: baldosas para pisos, chapas y paneles contrachapados y otros - que tienen gran aplicación en edificios de oficinas y de apartamentos, en enchapes de muros y tabiques divisorios, cielos rasos y en la fabricación de muebles (Hidalgo, 1974).

En Taiwan la ventilación natural de las bodegas de almacenaje de arroz, se realiza mediante varios ductos hechos de bambú. El principio en que se basa el enfriamiento de este sistema es la convección de aire caliente y aire frío (Chanq, 1981).

El bambú como refuerzo en el concreto.- El empleo del bambú como elemento de refuerzo en el concreto, en reemplazo de las varillas de acero, que comúnmente se utilizan, es una de las aplicaciones más sobresalientes que este material tiene en la construcción y una de las muchas ventajas que el bambú tiene sobre la madera (Hidalgo, -- 1974).

El bambú puede ser utilizado en la construcción completa de una estructura de concreto, tanto como refuerzo del mismo en lugar de las varillas de acero que comunmente se utilizan; como en la construcción total de la estructura secundaria constituida entre otros por el cimbrado y el apuntalado del mismo que le dan al concreto la forma deseada y lo mantienen en posición hasta que éste adquiere la suficiente resistencia para sostenerse solo.

Los chinos fueron los primeros en realizar investigaciones en este campo y también los primeros en emplear el bambú en la construcción de concreto reforzado; según Porterfield Jr. las primeras aplicaciones de que se tiene noticia se realizaron en 1918 entre las cuales anota las siguientes: En la construcción del cuarto frío de la International Export Co., en Nanking, se emplearon varetas cuadradas de bambú de 6 milímetros como refuerzo de muros de concreto de 5 cm de espesor que se construyeron con el objeto de proteger el aislante de corcho de 25 cm de espesor (Hidalgo, 1978).

El gobierno chino utilizó en la cimentación de algunos puentes de ferrocarril, pilotes de fricción de concreto reforzado con bambú - con el objeto de facilitar su transporte y colocación. La Dirección de Conservación de Whangpoo empleó placas de concreto reforzadas con bambú en muros de protección debajo del agua; posteriormente, el bambú fue utilizado como refuerzo en el concreto durante la Segunda Guerra Mundial en las islas del Océano Pacífico por las fuerzas armadas de los Estados Unidos y Japón, en las construcciones militares.

de diversa índole y últimamente en la guerra del sureste asiático; también en instalaciones militares a raíz de lo cual se hicieron - de nuevo otras investigaciones en este sentido en los Estados Unidos (Hidalgo, 1974).

**Bambú-cemento.**- El bambú-cemento es una nueva técnica de construcción derivada del "ferrocemento"; en esta el bambú reemplaza las mallas de alambre que se utilizan en el ferrocemento por mallas tejidas con cintas de bambú, con esta técnica se pueden construir tanques para el almacenamiento de agua, tanques sépticos, aparatos sanitarios, lavaderos, silos, etc. (Hidalgo, 1978).

## 6.5 INGENIERIA AERONAUTICA.

En la aeronáutica, el bambú prestó un papel de trascendental importancia en la invención del aeroplano, del helicóptero y del cohete espacial.

El aeroplano tuvo su origen en los cometas (papalotes) hechos de bambú cuya invención se remonta al año 572 A.C. (Hidalgo, 1978). Un antiguo aeroplano francés "El Demoiselle" tenía un fuselaje de bambú, así como muchos de los planeadores de los años mil ochocientos (Marden, 1980).

En el año de 1952 el Ing. Antonio J. de León en Filipinas construyó el avión experimental M-14 Maya con el fuselaje recubierto con pa-



neles tejidos de bambú, con resultados muy satisfactorios. En 1932, ingenieros japoneses hicieron las primeras hélices de bambú laminado para aviones, las cuales fueron experimentadas con mucho éxito - resultando mas elásticas, durables y económicas que las hechas en esa época con maderas convencionales (Hidalgo, 1974).

El cohete intercontinental y espacial impulsado por retropropulsión se originó de "cohetes" que los chinos fabricaban como parte de sus juegos pirotécnicos, utilizando entrenudos de bambú rellenos con pólvora (Hidalgo, 1978).

El helicóptero, según Joseph Needham (1965) tuvo su origen en un juguete chino llamado "dragón de bambú" consistente en dos aspas de plumas colocadas en los extremos de un eje de bambú que giraba con la energía producida por un arco tensionado similar al de lanzar flechas (Hidalgo, 1978).

## 6.6 INGENIERIA CIVIL.

Puentes colgantes.- Entre las muchas aplicaciones que se le ha dado al bambú en ingeniería, quizá la mas sobresaliente ha sido el empleo de cables de bambú en la construcción de grandes puentes colgantes, con los cuales los chinos lograron cubrir distancias superiores a los 100 metros. En muchos aspectos, los cables de bambú tienen mayores ventajas que los elaborados con otras fibras vegetales, particularmente en lo que se refiere a su resistencia a la tensión, al -

desgaste y a su característica de soportar en mejor forma la humedad y la abrasión, por lo cual son también muy utilizados en China en el remolque de juncos contra la corriente de ríos navegables y en China Occidental tanto para perforar pozos de sal como para bombear la salmuera empleando un transportador de tubos de bambú asegurados también de bambú.

Los puentes atirantados tuvieron su origen en primitivos puentes -  
construidos en bambú en Java y Borneo. Esta misma técnica ha sido  
utilizada por muchos años en Colombia solo por indígenas Páez del  
departamento del Cauca.

Puentes Rígidos.- Los diversos tipos de puentes rígidos de bambú  
para uso permanente o transitorio tienen gran aplicación para el trá-  
fico pesado, liviano o peatonal sobre ríos, hondonadas y en pasos -  
elevados (Hidalgo, 1974).

Diques.- Otra de las aplicaciones más interesantes que el bambú ha  
tenido en el campo de la ingeniería, ha sido en la construcción de  
diques de protección, que durante muchos siglos se han utilizado en  
la construcción y reparación periódica de los grandes puentes del -  
Fukien y de China Occidental. Uno de los tipos de diques más inte-  
resantes es el que se construye anualmente para reparar al mismo -  
tiempo el sistema de irrigación de Kwan Hsien y los puentes aldea-  
nos; con este propósito el río Hiu se divide en un punto apropiado  
en dos ramales, en uno de los cuales se construye el primer dique.

Una vez terminados los trabajos en este ramal se quita el dique y se construye en el segundo ramal (Hidalgo, 1974).

Otro sistema empleado en Japón, tanto para la construcción de pequeños diques como para evitar la erosión en las orillas de los ríos y canales, consiste en colocar piedras de diferente tamaño dentro de canastos de tejido abierto, que impide que estas rueden o sean arrastradas por la corriente (Lengen, 1987).

## **6.7 INGENIERIA HIDRAULICA Y SANITARIA.**

Cuando las viviendas se encuentran en zonas montañosas o en terrenos inclinados, la conducción del agua se hace por gravedad utilizando canales resultantes de dividir los tallos de bambú en dos secciones longitudinales que luego se traslapan o empleando el bambú completo en secciones formando tuberías una vez que se remueven los tabiques interiores de los nudos (ver fig. 7 y 8).

El sistema de utilizar tubos de bambú en la conducción de agua por gravedad es muy utilizado en las regiones rurales de varios países de Asia como Taiwan, Tailandia y particularmente Indonesia en donde se emplea en forma mas avanzada en la construcción de acueductos.

Las fuentes de agua de bambú generalmente se emplean para abastecer de agua a los habitantes de los poblados rurales de Indonesia y con este propósito se localizan en lugares públicos. En algunas áreas

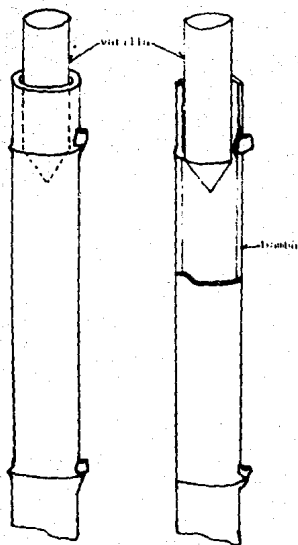
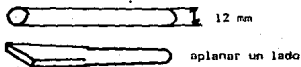


FIG. 7

SISTEMA PARA REMPLER LOS ENTREMEJOS UTILIZANDO UNA VARILLA CALIENTE.  
(Erdosiz, 1984)

- a) Primero se fabricará la punta de un tornillo o de una barra de acero de 12 mm. Con un martillo se aplanará de un lado.



- b) Después, usando una lima o piedra para afilar, se hará un filo muy fino.



- c) Ahora se inserta la punta en un tubo común de agua de 1/2 pulgada de unos 6 m de largo. Para fijar, se taladra un hueco de unos 4 mm, en la conexión, donde se pondrá después un clavo, el cual se remachará.



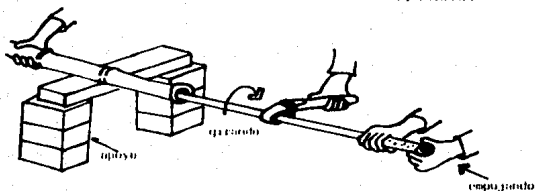
- d) Al final se colocará un pedazo de bambú con un nudo, tapado por un lado, para facilitar el manejo del taladro.



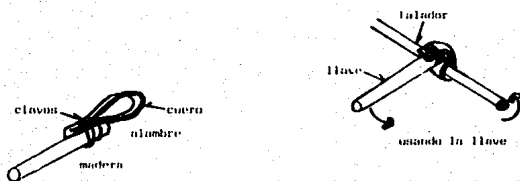
FIG. 8. HERRAMIENTA -TALADOR- PARA QUITAR LOS NUDOS QUE SE ENCUENTRAN EN EL INTERIOR (Anónimo, 1987).

apretando el bambú.

moviendo los dedos con  
el talador.



c) Mientras una persona detiene el tallo de bambú, otra empuja el "tallo taladro" hacia adentro y una tercera persona gira el tallo, usando una llave "stillson" como palanca.



detalle de la llave

f) En caso de que no se tenga llave "stillson", habrá que hacer algo similar con un pedazo de cuero y un trozo de madera. El cuero se fijará con algunas clavos y un empalme de alambre.

Continuación FIG. 8 FUNCIONAMIENTO DEL TALADRO (Anónimo, 1982).

rurales de Taiwan, el bambú es utilizado en pozos con una profundidad hasta de 150 metros, en lugar de tubería de hierro galvanizado. Generalmente se utilizan bambúes de 5 cm de diámetro muy rectos, lo cual se logra enderezándolos a base de calor; posteriormente se remueven los tabiques internos de los nudos; la coladera de fondo se hace perforando una serie de huecos en la pared del bambú y envolviendo la sección correspondiente con un tejido fibroso de palma. Para este tejido en Taiwan se utiliza la palma *Chamaerops humilis* - que también se emplea para hacer la coladera en pozos en los cuales se utiliza la tubería galvanizada (Hidalgo, 1974).

Para la producción de energía mecánica, se emplea en Burma y en otros países de Asia la Noria o rueda hidráulica hecha de bambú, la cual además de utilizarse para subir agua a niveles superiores, puede mover diferentes piezas entre ellas masas para moler caña (Hidalgo, - 1978).

## 6.8 MUEBLES.

La confección de muebles de bambú es relativamente sencilla, puesto que el material en bruto no necesita una preparación especial. Lo único que debe hacerse dada la textura de las cañas que no permite introducir clavos, es agujerearlas para hacer entrar un tornillo con lo que se sujetan las diferentes piezas. En las mejores fabricaciones, cuando se han atravesado los tabiques transversales se dejan bastones redondos de madera dentro. Así se aumenta considerablemen

te la resistencia de los objetos, consiguiéndose también que los tornillos aprieten con mas fuerza. Estos muebles resultan mas curros que los que no llevan tal disposición. A pesar de su fragilidad, las cañas de bambú se dejan doblar fácilmente. A este fin y una vez agujereados los tabiques transversales, se llenan de arena seca y se introduce una llama de gas para hacer una calefacción suave. Al cabo de cierto tiempo, y mediante una disposición apropiada, se doblan lentamente sin que se suspenda entretanto la acción del calor. De este modo se consigue poco a poco doblar las cañas en círculo o poco menos. Estas cañas, incurvadas, pueden servir admirablemente de adorno. Para cubrir las sillas y platos se usan unas servilletas de bambú trenzado. Los muebles de bambú son de clases mas variadas y ofrecen todos los tamaños desde el banquillo para los pies y las sillas para los niños a la mesa de escribir y bufete.

Se encuentran grandes colecciones de objetos de bambú en el Museum of Economic Botany de Kew, en el Museo Colonial de Harlem y en Zurich, que tiene la colección Sporry, en la Sociedad Etnográfica, con 2000 objetos (Schroter, 1885; Ebert, 1896).

Chávez (1985) menciona que en México existen pocos talleres y fábricas donde se emplea el bambú como material para la construcción de muebles y que estos en su mayor parte en lo referente a la calidad, dejan mucho que desear debido a las siguientes causas:

a) El material usado es de especies diferentes, con algunas piezas



muy torcidas o deformadas.

- b) Rajaduras que seguramente se deben a que los tallos fueron cotados sin tomar en cuenta la edad y maduración o a un secado de-  
ficiente. Para disimular estas rajaduras, las resanan con una -  
pasta y aplican tintas para igualar los diferentes colores de las  
piezas, así como un acabado final de barniz.
  
- c) Los tallos una vez cortados se almacenan generalmente bajo techo,  
sin separadores y no reciben ningún tratamiento preventivo contra  
hongos o insectos antes de ser utilizados.
  
- d) Desconocimiento de las técnicas adecuadas para el corte y ensam-  
ble de los tallos empleados en la construcción de muebles.
  
- e) Los muebles de bambú que actualmente se producen en México care-  
cen por completo de diseño propio. Por diversas razones, entre  
las que se podría citar la moda oriental y el reciente auge mer-  
cantil que experimentaron los muebles de rattán, casi todos los  
productores tratan de imitarlos copiándolos o adaptándolos de re-  
vistas, catálogos y muestras físicas.
  
- f) Se desconocen las dimensiones necesarias para cumplir con los re-  
quisitos mínimos de confort, dando por resultado muebles incómo-  
dos en la mayoría de los casos.



SILLA DE BAMBU



SALA DE BAMBU

FIG. 9 MUEBLES HECHOS CON BAMBU EN MONTE BLANCO, VER.  
(fotos del Ing. Abdón Alvarado A.)



TOCADOR DE BAMBU

BURO Y LAMPARA  
DE BAMBU

- g) Los lineamientos de la estructura es prácticamente ignorado, si tuación que se salva al copiar algunos muebles bien resueltos es tructuralmente. Esta no se utiliza, salvo en raros casos donde se aplica la triangulación para obtener una mayor rigidez.
- h) Es patente el desconocimiento de las posibilidades del material y de algunas técnicas que contribuirían a la realización de dis ño de muebles mas sencillos y resistentes.

## 6.9 ARTESANIA.

Por lo general todas las especies de bambú pueden tener una aplicación apropiada en la elaboración de productos artesanales; sin embargo, debido a que la mayoría de las especies difieren entre sí en sus propiedades mecánicas, algunas de ellas son mas apropiadas que otras para la elaboración de ciertos productos tejidos como estereros, cestas y canastos.

Durante el período de vida del tallo se presentan dos etapas, la -- primera corresponde a su crecimiento y desarrollo, lo que toma apro ximadamente 6 meses. Durante esta etapa el tallo no es utilizable industrialmente en artesanía por ser demasiado blando; terminado su desarrollo, es decir, la formación de sus ramas y hojas, se inicia la segunda etapa que corresponde a la de maduración en la cual el - bambú va adquiriendo progresivamente mayor dureza y resistencia has ta llegar a un grado máximo estable entre los 3 y los 6 años de -

edad, por ello se consideran como bambúes inmaduros los que tienen -  
menos de 3 años y maduros los que tienen 3 ó mas años.

En la elaboración de productos artesanales se emplean bambúes inmaduros y maduros, dependiendo su edad o grado de madurez tanto del tipo de producto que se vaya a fabricar como de la dureza, resistencia y acabado que se le quiera dar. En general los bambúes inmaduros solo se emplean en productos que requieren para su elaboración un material blando y manejable, y en los que el acabado final como la resistencia no se consideran tan importantes.

Los bambúes maduros se utilizan para la elaboración de productos resistentes a la tensión y al desgaste y para lograr acabados de alta calidad. De las tablillas de bambú se elaboran varillas o palillos redondos que se emplean en la elaboración de cortinas, persianas, y carpetas. La forma como mas se ha utilizado el bambú en artesanía en el oriente, ha sido en la elaboración de productos tejidos, particularmente de esteras, cestas y canastas.

En los últimos años la técnica, diseño y belleza de los productos artesanales de bambú, elaborados en Japón no han logrado ser superados por país alguno. Ello se debe a que en Japón existen diversos institutos denominados de Artes Industriales, como son entre los de Beppu, Kanagawa y Kurume; que tienen como función no solo la investigación del mejor aprovechamiento del bambú en artesanía, sino también la de prestar su colaboración y enseñanza técnica a los artesanos japoneses (Hidalgo, 1974).

## 6.10 PULPA Y PAPEL.

Antes de que se inventara el papel, los chinos escribieron en tablillas de bambú, conocidas como "libros de bambú" la más antigua de las cuales se remonta a los primeros años del período de los Estados Combatientes (475-221 a.n.c.) (Tuiran, 1982). Luego, en el año 105 D.C. inventaron el papel utilizando primero la seda como materia prima y luego el bambú tierno. Aún se continúa empleando en China en pequeña escala, la misma técnica que se implantó a principios de la era cristiana. En 1910 surgió en la India la idea de utilizar el bambú en la fabricación de papel a escala industrial, pero solo fue puesta en práctica a partir de 1925; en la actualidad el 70% de la pulpa empleada en la India para fabricación de papel es obtenida del bambú en 14 fábricas de papel (Hidalgo, 1978). El bambú es mucho más apropiado que el pino para la producción de ciertos papeles como el de uso facial, y papeles finos para escribir; ello se debe a que la fibra del bambú tiene una relación largo y ancho mayor que la del pino (Hidalgo, 1974).

En el presente, además de la India que emplean al bambú como materia prima para fabricar papel son: China, Pakistán, Tailandia, Indonesia, Filipinas, Japón, Bangladesh y en Latinoamérica Brasil es el único país que cuenta en la actualidad con 4 fábricas que emplean bambú como materia prima existiendo 17,472 toneladas en el año de 1975 siendo el 1.4% de la producción nacional (Azzini, 1981).

En Colombia la fábrica de papel cartón de Colombia, emplea esporádicamente la guadua *Bambusa guadua*, con este propósito (Hidalgo, --- 1974).

En México, (Fernández, 1955) hizo un estudio químico en la obtención de pulpa Kraft obtenida de bambú *Bambusa vulgaris* y concluye que es una buena fuente de materia prima para la obtención de pulpa "Kraft".

El Ing. Bartolomé menciona que en México en 1956 se hicieron algunos ensayos utilizando el ácido nítrico y sulfato, lográndose un rendimiento de 46% de celulosa (Zavala; Díaz, 1980).

Mathus (1958), calculó un rendimiento medio por hectárea de 25 toneladas de bambú que transformados a celulosa se podrán obtener en promedio 7.5 toneladas; asimismo, toma en cuenta que el ciclo de corte para estos aprovechamientos es de 1.5 años con el objeto de evitar la lignificación y el gasto de productos químicos, en el proceso de fabricación.

En México ICATEC y una empresa canadiense realizaron un estudio para la instalación de una fábrica de pulpa en el Estado de Morelos, considerando como materia prima plantaciones de bambú; sin embargo, no pudo llevarse a cabo debido a falta de financiamiento (Zavala; Díaz, 1980).

El rápido crecimiento del bambú, la facilidad para cultivarlo y --

transportarlo y las grandes reservas que hoy existen en Asia, así - como las que aún quedan en América, hacen de esta planta la fuente mas prometedora de materia prima para la fabricación de papel y la solución mas apropiada a la crisis mundial de papel que se avecina (Hidalgo, 1974).



## 7. METODOS SENCILLOS DE PROTECCION DEL BAMBU.

Los tallos vivos de bambú como los árboles, contienen una cantidad considerable de humedad, azúcares y almidones que se conoce comunmente con el nombre de "savia" y que es indispensable en la etapa de crecimiento y en la vida del bambú (Hidalgo, 1974).

Los tallos, una vez cortados necesitan ser sometidos a una serie de operaciones muy sencillas pero que son muy importantes para asegurar un buen comportamiento del bambú en los productos terminados (Chávez, 1985).

### 7.1 CURADO DEL BAMBU.

Un método sencillo para disminuir la humedad y aumentar la resistencia de los tallos de bambú recién cortados a los ataques e insectos xilófagos que son atraídos por los almidones y azúcares que contiene la savia del bambú, es el curado en mata. Este curado en mata consiste en colocar los tallos recién cortados en posición casi vertical apoyados en los tallos que no se han cortado de la misma mata, - sin quitarles las ramas ni hojas y sin contacto con el suelo. Colocándolos sobre piedras o ladrillos. En esta posición deberán permanecer de 4 a 8 semanas. (Hidalgo, 1974; Anónimo, 1972). Con este sistema, los tallos no se rajan, conservan su color y no son atacados por hongos (Chávez, 1985). En los experimentos realizados en 1940 - en Puerto Rico en tallos de *Bambusa vulgaris* cortados en una época propicia, una parte fue tratada en la mata y otra parte se dejó sin

tratar. Los tallos tratados en la mata manifestaron un 91.6% menos de deterioro que los no tratados (Hidalgo, 1974).

## 7.2 SECADO AL AIRE LIBRE.

El secado al aire se efectúa apilando el bambú con separadores o en capas perpendiculares, bajo un techo que lo proteja del sol y la lluvia pero deje pasar libremente el aire. Se recomiendan unos 60 días para buenos resultados, aunque algunos autores consideran adecuado un tiempo menor si los tallos se colocan verticalmente (Chávez, 1985). La localización del local o zona de secado en un terreno elevado permite que se tomen ventajas de los vientos. De ser posible la zona de secado no debe estar próxima a edificios, árboles o alguna otra barrera que disminuya su exposición al viento (Hidalgo, 1974).

## 7.3 SECADO CON CALENTADOR SOLAR.

Este método para secar tallos de bambú, se realiza construyendo un almacén con un calentador solar de aire. El calentador se construye con bloques, latas pintadas de negro y vidrio o pliego de plástico. El almacén debe tener paredes aislantes para que el calor no se pierda durante la noche (fig. 12). De día, se controla el flujo de aire con paneles, que por la noche quedan cerrados (Lengen, 1987).

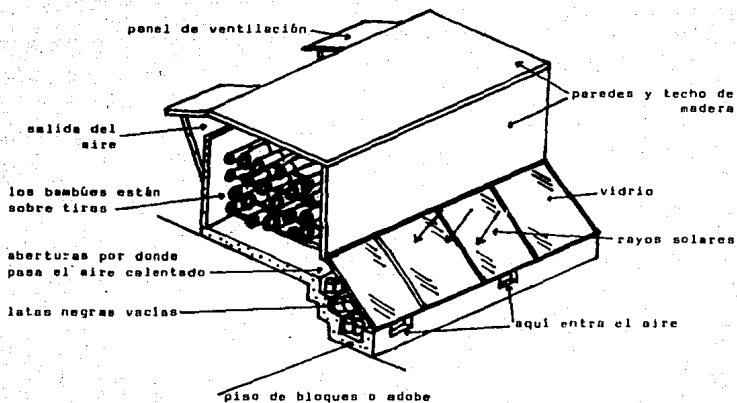


FIG. 12 SECADO DEL BAMBU CON CALENTADOR SOLAR  
(Lengen, 1987).

#### 7.4 SECADO EN ESTUFA.

Con las estufas que se emplean para secar maderas serradas, se puede secar también el bambú, con la ventaja de que el secado es más controlado y el tiempo menor, aunque el procedimiento es desde luego, mucho más costoso, debido a las instalaciones y equipos que se necesitan; sin embargo, puede justificarse ampliamente si el secado se hace a gran escala (fig. 13) (Chávez, 1985).

#### 7.5 SECADO SOBRE FUEGO ABIERTO.

Este es uno de los métodos más comunes de secado que se emplea en el Oriente, en donde además se aprovecha esta operación para enderezar tallos torcidos, forzándolos en un soporte mientras están calientes.

El secado sobre fuego abierto se recomienda hacerlo después de haber secado al aire los tallos hasta un contenido de humedad de 50% para evitar un secado demasiado violento que podría dañar al bambú (Chávez, 1985).

Los tallos que se van a secar por este medio se colocan entre dos soportes a una altura aproximada de 45 a 50 cm sobre el nivel del suelo. En su parte inferior y a todo lo largo del tallo se colocan carbones y maderas secas encendidas con una altura máxima de 15 cm sobre el suelo (fig. 14). El calor que se aplique no debe ser muy

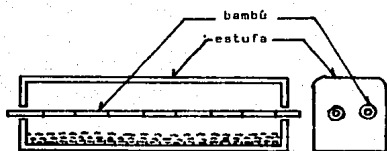


FIG. 13 ESTUFA METALICA PARA EL SECADO DEL BAMBU.  
(Hidalgo, 1974).

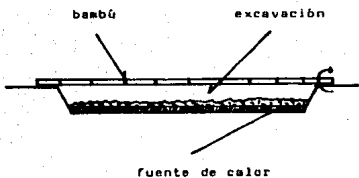


FIG. 14 METODO DE SECADO DEL BAMBU SOBRE "FUEGO ABIERTO".  
(Hidalgo, 1974).

intenso; para que el bambú sea calentado uniformemente debe girarse constantemente (Hidalgo, 1974). El calor mata a los insectos que puedan encontrarse en el tallo, endurece la pared exterior previniendo el ataque de mohos e insectos, hace salir la resina que puede ser limpiada fácilmente con un trapo y le imparte una coloración café. Durante el proceso hay que limpiar constantemente la superficie del bambú para quitar la resina que al no quitarse mancha los tallos.

Una adaptación al sistema antes descrito que se utiliza en México en la fabricación de muebles y artesanías y que sirve para secar, desengrasar, enderezar, curvar y dar una coloración café como acabado de los tallos, es el llamado "quemado" y que consiste en el calentamiento o flameado de los tallos con un soplete de gas. Como la operación se efectúa muchas veces en bambúes verdes, se produce evaporación que es necesario dejar escapar a través de pequeños orificios hechos en las paredes de los entrenudos "para que no explote". (Chávez, 1985).

## 8. METODOS TRADICIONALES DE PROTECCION DEL BAMBU

### 8.1 LIXIVIACION CON AGUA.

El tratamiento mas común para proteger el bambú contra el ataque de los coleópteros Bostrichidae y Lictidae es lixiviar el almidón, azúcares y otras sustancias hidrosolubles de los tallos recién cortados y sin hojas sumergiéndolos en agua. La eliminación del almidón y los azúcares hace que los bambúes no atraigan a los insectos; se ha registrado la aplicación con éxito de este tratamiento en la India, Birmania, Fiji, Jamaica y otros países. El bambú debe quedar sumergido en agua, lastrado si es necesario por periodos que oscilan entre 3 días y 3 meses para el bambú recién cortado y 2 semanas mas para el bambú parcialmente seco, el agua corriente da mejores resultados, el agua estancada a veces hace que el bambú quede manchado; la inmersión en agua de mar parece ser satisfactoria si no existen horadadores marítimos (Anónimo, 1972).

Lengen (1987) recomienda dejar a los tallos de bambú sumergidos en algún riachuelo por lo menos durante 4 semanas y para mantenerlos en su lugar se colocan algunas estacas y se ponen algunas piedras encima para que los tallos queden sumergidos.

### 8.2 LECHADA DE CAL Y OTROS REVESTIMIENTOS.

En Indonesia los constructores emplean una variedad de revestimien-

tos como alquitrán, lechada de cal, mezcla de alquitrán y lechada de cal y alquitrán salpicado de arena; pero tales tratamientos solo resultan eficaces en la medida en que proporcionen un revestimiento permanente en las superficies de los cortes, entrenudos expuestos, escoriaciones y fisuras. La pared interior de los entrenudos que hayan quedado abiertas por grietas en el bambú no pueden quedar protegidas eficazmente (Anónimo, 1972).

Zavala y Díaz (1980) mencionan que el ingeniero Cervantes comentó - que para utilizar cañales de bambúes en acueductos, no era conveniente aplicar ningún preservativo, sino únicamente bastaba con darles un tratamiento de flameado el cual consiste en la aplicación de gasolina en las partes internas del bambú para posteriormente prenderle fuego hasta que se consuma la gasolina en un tiempo no mayor de un minuto, en esta forma se evita el uso de productos que pueden ser tóxicos.

### 8.3 CEPILLADO Y FROTADO.

En China los tallos una vez cortados son arrojados al río, en donde son transportados hasta donde hay bancos de arena, en los cuales los tallos son frotados y pulidos con un puñado de arena húmeda la cual limpia la superficie del tallo que presenta manchas negras y blancas de hongos y líquenes, dándole un aspecto mejor. Una vez pulidos los tallos son secados al aire y al sol, apilados verticalmente por 10 días aproximadamente, rotándolos para un secado uniforme. (Barden, 1980).



También se pueden tallar con cepillos de cerdas o bien con papel lija para quitar las imperfecciones de la cubierta (Austin, Ueda, --- 1983).

## 9. METODOS DE TRATAMIENTO DE PRESERVACION DEL BAMBU CON SUSTANCIAS QUIMICAS

### 9.1 METODO DE IMBIBICION (Stepping).

El procedimiento de imbibición mas conocido como método Stepping, - consiste en dejar los tallos recién cortados a una altura de 30 cm sobre el nivel del suelo dejándolos intactos; es decir, con la totalidad de ramas y hojas recostados lo mas verticalmente posible sobre los otros tallos no cortados en la misma forma como se hace el curado de la mata. Una vez que ha dejado de salir savia por el extremo inferior, se coloca la base del tallo hasta una profundidad de 30 a 60 cm dentro de un recipiente donde se halla la solución de sustancias conservadoras que son atraídas (chupadas) hacia arriba del tallo al transpirar humedad las hojas. El periodo de tratamiento depende de la especie, longitud de los tallos, el clima y la sustancia utilizada. Para conseguir una penetración completa, pueden necesitarse de uno o dos semanas (Hidalgo, 1974; Anónimo, 1972).

### 9.2 METODO DE BROCHA Y ASPERSION.

Este tipo de tratamiento consiste en aplicar el preservativo sobre la superficie del bambú con una brocha o una aspersora. Este tratamiento es el menos efectivo ya que la capa externa del bambú por ser prácticamente impermeable, impide que el preservativo tenga una buena penetración a su interior; además puede lavarse fácilmente con

la lluvia si queda expuesto a la intemperie (Hidalgo, 1974). Sin em bargo, estos tratamientos de superficie se aplican cuando el bambú está todavía almacenado o antes de que se le someta a tratamientos de impregnación. Puede utilizarse en aquellos lugares donde el peligro de biodeterioro no es grave. Para la protección temporal del bambú se han recomendado varios productos químicos; la dieldrina al 0.054 o la aldrina al 0.15% en una emulsión acuosa, ofrece una protección casi completa contra los coleópteros *Dinoderus* durante mas de un año. Aún mas eficaces son el DDT, del 7 al 10% en aceite de queroseno y el BHC al 0.25%. Cuando el bambú se haya apilado se recomienda que la aplicación se haga por aspersión, excepto cuando hay que tratar grandes cantidades no es necesario un equipo costoso de aspersión para el tratamiento profiláctico del bambú. Normalmente será suficiente utilizar aspersores manuales; la boquilla mas eficaz es una que produce una densa niebla de la solución/emulsión expelida. Esto asegura la uniformidad de dispersión así como la economía en la cantidad de insecticida (Anónimo, 1972).

### 9.3 METODO DE INMERSION.

La inmersión es preferible a la aspersión, puesto que este último método hace que se desperdicie parte de la sustancia conservadora. (Anónimo, 1972).

El tratamiento por inmersión consiste en sumergir total o parcialmente los tallos de bambú en un depósito con preservativo, según el

uso final que vayan a tener; por lo general la efectividad de este tratamiento depende del mayor tiempo que pueda permanecer sumergido para lograr su máxima saturación. La aplicación de este sistema va ría con el tipo de preservativo que se emplea (Hidalgo, 1974).

La inmersión del bambú seco al aire en sustancias conservadoras calientes da buenos resultados (Anónimo, 1972). Generalmente se emplean preservadores que sean oleosolubles, los preservadores en agua son muy poco empleados para este método de tratamiento (Erdoiza, 1982).

El equipo necesario para el tratamiento puede ser cualquier tanque capaz de contener al líquido preservador y a las piezas de bambú que se desean tratar; se pueden emplear tambores metálicos de 200 litros divididos longitudinalmente en dos partes iguales y soldados por los extremos formando tanques de múltiplos de 1.60 m aproximadamente de longitud; el número de tanques empleados estará en función de las dimensiones de las piezas de bambú. Estos se pueden apoyar sobre una estructura de madera y cuando el desarrollo del proceso requiera calor, se puede utilizar una pequeña estufa de gas y otro sistema de calentamiento (leña, quemadores de petróleo, etc.) colocada debajo del tanque con el objeto de controlar la temperatura de la solución; también se sugiere un tambor de 200 litros para preparar y almacenar la solución que se coloca cerca del tanque de tratamiento con el objeto de facilitar su llenado (fig. 15) (Erdoiza; Echeñique, 1980 y Erdoiza, 1982).

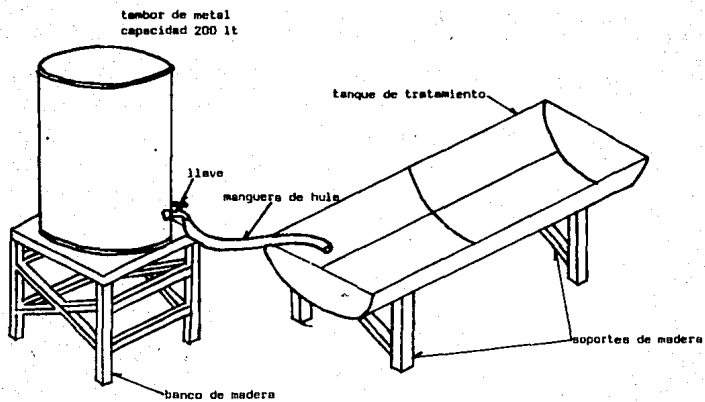


FIG. 15 DIAGRAMA DEL EQUIPO PARA EL METODO DE INMERSION (Erdoiza y Echenique, 1983).

En Puerto Rico sumergiendo durante 10 minutos el bambú verde y el - parcialmente seco, en una solución al 5% del DDI en fuel oil, se - consigue una protección considerable contra el coleóptero *Dinoderus* durante unos 12 meses. La inmersión en la misma solución durante - mas tiempo, dá como resultado una protección por un periodo de 24 a 30 meses. Se señala que en Taiwan se han conseguido también resultados satisfactorios con emulsiones de BHC y DDI. Para los bambúes donde es probable la lluvia, debe preferirse insecticidas en solución oleosa. Los productos químicos mencionados proporcionan protección solamente contra los insectos horadadores y hasta cierto punto, contra las termitas. Para la protección simultánea contra los hongos y horadadores se recomienda una inmersión de cinco minutos - en una solución que contenga borax al 2% y pentaclorofenol al 1%, con dispersión del 1%. También puede utilizarse una emulsión de - dieldrina-pentaclorofenol-cobre, compuesta de la siguiente manera: dieldrina, una parte; pentaclorofenol, cuatro partes; agua, 75 partes y nftenato de cobre (Cu, 1%), 1 parte. En Japón se han utilizado compuestos de mercurio y estaño para la protección contra los insectos horadadores y los hongos, respectivamente (Anónimo, 1972).

9.3.1 Tratamiento con sosa cáustica.- El bambú una vez cortado, se divide en secciones de longitud apropiada, cada una de las - cuales se sumerge en un tanque similar al indicado en la fig. 16, el cual contiene una solución de 0.3% de sosa cáustica - (NaOH) disuelta en agua, calentada previamente a una temperatura de 90<sup>0</sup> C o un poco mayor; no se obtienen buenos resulta-

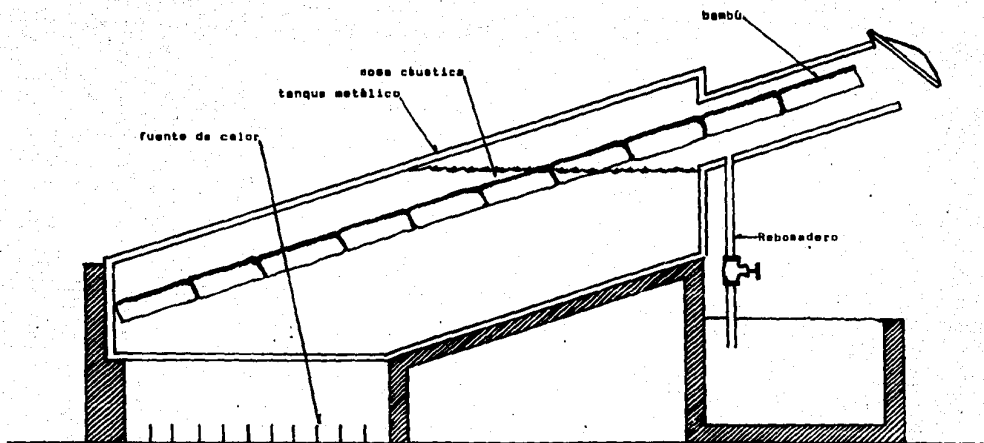


FIG. 16 TANQUE PARA EL TRATAMIENTO CON SOSA CAUSTICA (Hidalgo, 1974).

dos cuando la temperatura es menor; el bambú debe permanecer sumergido en esta solución por espacio de 10 a 15 minutos; si se deja un tiempo mayor puede cambiar de color y modificarse su flexibilidad y resistencia.

Una vez que se saca el bambú del tanque, debe limpiarse con un trapo la resina que cubre su superficie, porque de dejarse puede mancharla; posteriormente el bambú se deja secar al sol, - colocándolo recostado casi verticalmente sobre un soporte horizontal teniendo cuidado de girarlo cada 2 o 3 días para que reciba el sol en toda la superficie.

Este tratamiento además de que remueve la totalidad de la savia existente en el interior del bambú, mata los insectos y huevos que contenga; a pesar de que el material tratado en esta forma queda menos propenso al ataque de los insectos, se recomienda la aplicación de un preservativo después de efectuado este tratamiento (Hidalgo, 1974; Austin & Ueda, 1983).

**9.3.2 Método de baño caliente y frío.-** Este procedimiento se utiliza para el bambú seco al aire similar al que se emplea para el tratamiento de la madera, con el fin de facilitar la penetración y evitar el resquebrajamiento de las paredes en los bambúes enteros y huecos; para estos es necesario romper los tabiques nodales por completo para permitir que las soluciones alcancen el centro del entrenudo y fluyan a lo largo. Pa-



ra ello Erdoiza (1984), recomienda introducir por la parte interna del bambú una varilla con uno de sus extremos afilado y calentado al rojo vivo, haciendo un poco de presión para que todos los nudos queden abiertos (fig. 7). Otro método para eliminar los nudos que se encuentran dentro del bambú, es la construcción de una herramienta -talador- como se muestra en la secuencia de la fig. 8. Cuando el bambú se encuentra torcido, estas operaciones son difíciles de realizar, en este caso es necesario hacer perforaciones entre cada entrenudo para permitir la entrada y salida del líquido; es importante realizar esto ya que la capa externa del bambú es prácticamente impermeable al paso del líquido siendo todo lo contrario la parte interna. Después de hecho lo anterior, se sumerge el bambú en un tanque con la sustancia conservadora que se puede calentar directamente sobre el fuego o indirectamente por medio de serpentines de vapor introducidos en el tanque. Se hace subir la temperatura del baño a 90° C aproximadamente y se mantiene a esa temperatura por el período deseado, después se deja enfriar.

Cuando se utilizan sustancias conservadoras de tipo solidificable que pueden precipitarse con el calor, es mejor calentar rápidamente los bambúes en agua y sumergirlos después en un tanque que contenga una solución fría de la sustancia conservadora (Anónimo, 1972).

El principio general en el cual se basa el proceso de tratamiento de baño caliente-frío, es el siguiente: al colocar un bambú dentro de un líquido que es calentado, el aire que está dentro comienza a salirse por un lado debido a una expansión térmica y por el otro a un incremento en la presión de vapor del agua que está dentro de ella. Este calentamiento es mantenido por espacio de unas horas, al cabo del cual el bambú es colocado en un baño frío donde debido a un cambio brusco de temperatura, la presión de vapor disminuye creando un vacío que favorece la penetración del preservador.

La retención y penetración del preservador, estará en función del bambú que se esté utilizando y del gradiente de temperatura creado dentro de la misma; en el baño frío es donde prácticamente se absorbe la mayor cantidad del preservador.

Se deberá tener cuidado de no prolongar mas allá de lo indicado por la secuela el tratamiento, ya que esto redundaría en un mayor gasto de preservador y por lo tanto en un mayor costo. En la madera cuando hay un excedente, existe la necesidad de extraer el excedente, por lo que se regresa la madera dentro del baño caliente durante 30 minutos. (Erdoiza, 1983).

9.3.3 Tratamiento con pentaclorofenol.- Uno de los compuestos mas comunmente empleados por este método de tratamiento, es el pentaclorofenol; las presentaciones comerciales del pentaclo-

rofenol son tres:

- a) Como pentaclorofeno en escamas en cuñetes de 50 k.
- b) Como una solución concentrada de pentaclorofenol al 40%.
- c) En solución, listo para ser empleado.

Este preservativo se emplea principalmente para el tratamiento de bambúes que van a permanecer bajo tierra o en contacto con la humedad o el agua; tiene alta protección contra la pudrición, hongos y termitas; puede pintarse, no tiene olor desagradable, menos inflamable que la creosota alquitranada; el color puede alterarse si se emplean aceites de petróleo de color oscuro (Erdoiza, 1982).

Englerth y Maldonado realizaron en el Tropical Forest Research Center en Puerto Rico, experimentos relacionados con el tratamiento para postes cortados a la longitud requerida y previamente secados al aire libre ya que en estado verde no absorben el preservativo; el tratamiento se efectuó en la siguiente forma:

Por inmersión en baño frío.- Los postes deben sumergirse completamente durante 5 días en una mezcla de 5% de pentaclorofenol y petróleo combustible para Diesel; debe tenerse cuidado al sacar los postes, de inclinarlos para que aslga el exceso de preservativo.

Por inmersión en baño caliente y frío.- Los postes se sumergen durante una hora en 5% de pentaclorofenol calentado a una temperatura de 93° C después de lo cual se pasan rápidamente a una solución fría de 5% de pentaclorofenol donde deben dejarse por espacio de 12 horas (Hidalgo, 1974).

**9.3.4 Tratamiento con creosota.-** La creosota es un producto obtenido por la destilación destructiva del alquitrán de hulla; se encuentra formada por 162 productos químicos diferentes cuyo rango en puntos de ebullición va desde 175° hasta 450° C. Es un producto generalmente viscoso a temperatura ambiente de color negro o café ligeramente mas denso que el agua, soluble en benzol. Debido al color oscuro no puede pintarse; tiene un olor fuerte y desagradable, fácilmente flammable cuando se aplica por primera vez (Erdoiza, 1983).

Este producto es altamente tóxico para los organismos destructores del bambú y de la madera; insoluble en agua, baja volatilidad, fácil de aplicar; pueden determinarse permanencia y profundidad de penetración.

Este tratamiento se aplica a bambúes que van a permanecer parcial o totalmente bajo tierra tales como tubos de bambú para drenajes, postes, etc. (Hidalgo, 1974). No es recomendable utilizar la creosota en el tratamiento de bambúes para ser usados en interiores cajas que contengan alimentos, bambúes que

deseen ser pintados, bambúes usados en la construcción de invernaderos o de cajas para almacigos (Erdoiza, 1983).

Los bambúes que van a ser utilizados como postes solo requieren ser tratados en el extremo que va a permanecer enterrado, teniendo precaución de tratarlo por lo menos hasta los 20 cm por encima de la línea de tierra. El tratamiento consiste en colocar los bambúes verticalmente dentro de un depósito abierto en lo posible, provisto de serpentines de vapor dentro del cual se vierte aceite caliente de creosota y se mantiene a un nivel que asegure un tratamiento completo y adecuado a los extremos de los postes. Estos han de permanecer en el depósito por lo menos 6 horas durante las cuales se mantiene la temperatura del aceite entre  $100^{\circ}$  y  $115^{\circ}$  C. Después del baño caliente se colocan los postes en un baño de aceite frío con una temperatura comprendida entre los  $32^{\circ}$  y  $38^{\circ}$  C y se les conserva en él durante un mínimo de dos horas (Hidalgo, 1974).

Es importante recalcar que la creosota es un producto tóxico que debe ser manejado por un personal capacitado y con el equipo de protección adecuado como son, lentes, guantes de hule, mascarillas, overoles y botas de tipo industrial (Erdoiza, -- 1983).

#### 9.4 METODO DE DIFUSION O IMPREGNACION.

Este método es similar al de inmersión, solo que se usa en tallos de bambúes verdes (Chávez, 1985). Este método de tratamiento hace uso de sustancias químicas solubles en agua (hidrosolubles) que se difunden dentro de la estructura vegetal reaccionando con esta y formando un nuevo producto químico que es insoluble en agua, no lixiviable y que protege del ataque de hongos, así como de insectos.

Las sustancias químicas generalmente empleadas son sales de cobre, cromo, arsénico, fluor, boro y zinc.

El bambú que se va a tratar debe tener un contenido de humedad mayor de 80%, el tratamiento se iniciará preferentemente en un lapso no mayor de 3 días después del corte. En caso de que el material se almacene antes del tratamiento, debe procurarse que quede lo mas -- junto posible y cubierto para evitar un secado rápido. Si el material no va a ser tratado inmediatamente, debe cortarse de 10 a 15 - cm mas largo para que al momento de efectuar el tratamiento sea posible eliminar este excedente y se pueda contar con una superficie "fresca" que facilite la penetración del preservador (Erdoiza, --- 1984).

Este método de tratamiento es mas barato y sencillo; los tallos verdes tienen que quedar sumergidos en la solución de sustancia conservadora por un período de 5 semanas o mas, según la especie, edad,

grosor y absorción que haya de conseguirse. Si el bambú va a utilizarse en lugares donde ha de estar en contacto con el suelo se necesitará un período mas largo de maceración. Con la maceración se puede obtener una absorción adecuada en cantidad y profundidad; el inconveniente principal es el largo periodo de tiempo necesario. Con el bambú partido el período de maceración puede reducirse del 33 al 50%; la penetración de la pared interior y exterior puede llegar al 100%; si se rompe la cutícula exterior y si se emplea una temperatura elevada se puede acelerar la penetración; será útil perforar en tallos completos el tabique nodal, cuando sea posible como se indicó en las figuras números 7 y 8 para conseguir un tratamiento mejor y mas rápido.

Los coeficientes de difusión parecen ser distintos para las diferentes especies de bambú. Se ha comprobado que la absorción de la sustancia conservadora está en proporción directa a la profundidad de la penetración.

El método de maceración puede especificarse globalmente en el tratamiento del bambú para todos los fines; es necesario poco equipo y escasos conocimientos técnicos, siempre que se prepare cuidadosamente el plan de tratamiento como el tipo de sustancia conservadora, su concentración y período de maceración (Anónimo, 1972).

En pruebas realizadas en la India, se obtuvieron buenos resultados en tiempos prolongados. Para muebles que no van a estar a la intemperie

perie, se recomienda una solución de ácido bórico-borax (50:50) disuelto en agua al 3%, aplicándose por un periodo de 3 semanas (Chávez, 1985).

#### 9.5 METODO DE DOBLE DIFUSION.

El método de doble difusión consiste en sumergir al bambú con un contenido de humedad mayor del 80% dentro de una primera solución y dejarlo por un lapso de tiempo; después sacarlo, enjuagarlo con agua y sumergirlo en una segunda solución durante otro lapso de tiempo; al término del cual se saca, se enjuaga con agua, se deja reposar por espacio de 15 días para que se lleven a cabo las reacciones de fijación de las sales dentro de la estructura del bambú y, por último, se pone a secar el material.

Erdoiza (1984), probó este método de tratamiento con las siguientes soluciones:

Solución 1. Se prepara una solución de fluoruro de sodio al 3% en peso. Para ello será necesario disolver 3 kilogramos de la sal en 97 litros de agua. Esto deberá efectuarse lentamente y con agitación constante. La solución puede prepararse primero, en tambores metálicos de 200 litros y después verterla a los tanques donde se efectuará el tratamiento; estos tanques pueden construirse con madera, fierro, cemento, lámina, etc.



Solución 2. Se prepara una solución de sulfato de cobre al 6% en peso, esto se logra disolviendo lentamente y con agitación constante 6 kilogramos de sal en 94 litros de agua; es importante mencionar que por ningún motivo deben emplearse tanques metálicos en la disolución o en el tratamiento, ya que estos son químicamente atacados por el cobre hasta llegar a ser perforados. Es necesario usar tanques de madera, fibra de vidrio, acero inoxidable o fierro (estos últimos recubiertos con algún tipo de cerámica). También pueden utilizarse tanques de cemento recubiertos de pintura epóxica alternando el uso para ambas soluciones. Es importante verificar la concentración de cada solución periódicamente con la ayuda de un densímetro. La difusión de las sales, dentro del bambú tiende a reducir la concentración de las mismas, al igual que la evaporación del agua tiende a aumentarla. En la mayoría de los casos se necesita adicionar agua y sales al tanque, para restablecer la concentración original.

#### Proceso de tratamiento.

- Al tratar bambúes enteros es necesario romper los nudos interiores. (figuras 7 y 8).
  
- Después se colocan los tanques de tratamiento.
  
- Se vierte en el tanque de madera la solución de sulfato de cobre al 6% y la de fluoruro de sodio al 3% llenándolos hasta la mitad.

- Primero se coloca el bambú dentro del tanque metálico, se enjuaga con agua y se coloca dentro del tanque de madera de acuerdo al siguiente cuadro:

Primer baño

Tanque metálico

Solución de fluoruro de sodio al 3% en peso

24 horas

Segundo baño

Tanque de madera

Solución de sulfato de cobre al 6% en peso.

4 horas

temperatura ambiente

- Una vez terminado el tratamiento, se saca el material del tanque, se enjuaga con agua y se cubre dejándolo reposar por espacio de 15 días para que se lleve a cabo la fijación de las sales; posteriormente se deja secar.
- Durante todo el tratamiento, el bambú debe permanecer siempre sumergido en las soluciones preservadoras; para ello, es necesario un excedente de solución ya preparada a la concentración correspondiente y añadirla a los tanques recuperando el volumen perdido.
- Las sales de fluoruro de sodio son poco solubles en agua y se requiere de casi todo un día para preparar concentraciones al 3%. Como alternativa, también pueden emplearse sales de fluoruro de amonio o de fluoruro de potasio ácido, o silicofluoruros de magnesio o de zinc que son más solubles en agua a temperatura ambiente que el fluoruro de sodio.

El método de doble difusión con sales hidrosolubles también puede emplearse en el tratamiento de postes para cerca, pilotes para casa habitación, bambúes usados en la construcción de marcos de puertas y marcos de ventanas, pies derechos, vigas, columnas, etc. (Erdoiza, 1984).

#### 9.6 METODO BOUCHERIE.

Si el bambú va a emplearse en su forma cilíndrica con los tabiques internodales intactos, el método Boucherie ideado en 1873 es el mas eficaz. En el método Boucherie normal, la sustancia conservadora penetra por el extremo del bambú por presión hidrostática que empuja ante sí la savia ocupando su sitio. Este tratamiento se aplica en bambúes recién cortados cuya savia está todavía en movimiento.

Para aplicar este método se introduce en el extremo del tallo del bambú, al cual se le han cortado las ramas y hojas, el extremo de un tubo de hule o en su lugar una sección de cámara de bicicleta o automóvil. El tubo o cámara se llena con el preservativo después se cierra el extremo superior. Una vez hecha esta operación, el bambú se coloca verticalmente en tal forma que el preservativo colgado en su parte superior penetre a su interior por presión hidrostática. Es muy importante tener en cuenta que el extremo del bambú donde se va a colocar el tubo debe cortarse al ras del nudo. Por otra parte, para evitar que el preservativo salga por las zonas donde existieron ramas, estas deben cubrirse con asfalto.

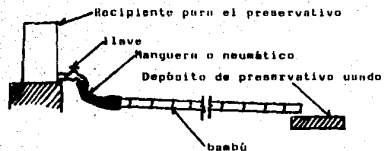
Cuando se utilizan grandes cantidades de preservativo el extremo libre del tubo o cámara de hule puede conectarse a un depósito que se llena con el preservativo colocado mas alto para que el líquido pueda salir por la fuerza de gravedad. En este caso no es necesario colocar el bambú verticalmente, sino inclinado (figura 17). La aplicación de este proceso puede tomar varios días según las dimensiones del bambú por lo cual tiene poco o ningún uso a escala comercial.

Resultados en la India, indicaron que para lograr una buena protección del bambú contra las termitas, hongos e insectos barrenadores, es necesario aplicar este proceso durante 5 o 6 días; experimentos similares se realizaron en Puerto Rico utilizando sulfato de cobre (Hidalgo, 1974).

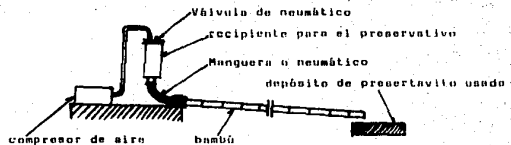
#### 9.7 METODO BOUCHERIE MODIFICADO.

En 1955 Porushotham, Sudun y Sagar, realizaron en Forest Research Institute, Dehra Dun, India, una serie de experimentos con el objeto de simplificar el método Boucherie y hacerlo comercialmente aplicable al tratamiento a gran escala de bambúes en los bosques reduciendo el período de tratamiento de varios días a unas pocas horas. Esto se logró utilizando presión por medio de un compresor en el preservativo contenido dentro de un recipiente cerrado en lugar de que este fluyera por gravedad. El aire a presión asegura una mayor y más rápida penetración y absorción del preservativo; y por otra parte elimina el problema de colocar los bambúes verticalmente.

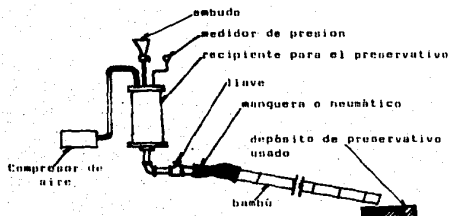
FIG. 17 METODO BOUCHERIE SIMPLE Y MODIFICADO (Hidalgo, 1974).



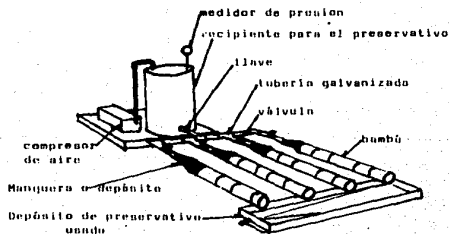
METODO BOUCHERIE POR GRAVEDAD. EL BAMBÚ DEBE COLOCARSE EN POSICION INCLINADA O VERTICAL.



METODO BOUCHERIE A PRESION. PARA EL TRATAMIENTO DE BAMBUES PEQUEROS.



METODO BOUCHERIE MODIFICADO A PRESION. PARA EL TRATAMIENTO DE BAMBUES MEDIANOS O GRANDES



METODO BOUCHERIE MODIFICADO A PRESION. PARA EL TRATAMIENTO DE VARIOS BAMBUES AL TIEMPO.

El tratamiento que se ilustra en la figura 17 se aplica a bambúes - de cualquier longitud que se unen al recipiente con el preservativo por medio de un tubo o cámara de hule a los cuales se conectan los tallos verdes de bambú sin quitarles las ramas. Para conseguir las conexiones herméticas entre los tubos de hule con el depósito y los tallos de bambú se emplean abrazaderas metálicas o bien pueden hacerse enrollando fuertemente apretando un alambre galvanizado, retorciendo las puntas con un alicate.

El recipiente que contiene la solución debe ser un tanque metálico, hermético, de diferente capacidad. En la parte superior del tanque se coloca un medidor de presión (manómetro) y una válvula a la cual se conecta la manguera o tubo de aire que viene del compresor.

En la construcción del recipiente se pueden emplear elementos de uso común y bajo precio; por ejemplo, para el tratamiento de bambúes - delgadas se emplea como depósito un recipiente de 1 ó 2 litros que puede ser un bote metálico; en el fondo del bote se solda un pequeño tubo metálico de una pulgada de diámetro; en la parte superior - se solda un aletina metálica a la cual se fija una válvula de bicicleta o también un tapón de fuerza al que se le adapta una válvula tubular de automóvil y un indicador o medidor de presión. Posteriormente se fija al tubo metálico inferior un tubo de hule que sirve para conectar el extremo del bambú al depósito. Una vez empalmado el bambú, se introduce el preservativo por la tubería de llenado utilizando un embudo llenando hasta las  $5/4$  partes de la capacidad

del depósito. Una vez cerrada la válvula del tubo de llenado, se inyecta aire a través de la válvula a una presión de 1.0 a 1.4 kg/cm<sup>2</sup>. Con esta presión el líquido de tratamiento impulsa hacia el extremo abierto la savia de las paredes y los tabiques transversales y la recomienza transcurrido el tiempo debido. (Anónimo, 1972).

En la mayoría de los casos, pasados 2 ó 3 minutos después de introducir el aire, comienzan a salir las gotas de savia por el extremo opuesto. Después de 5 minutos el preservativo comienza a salir mezclado con savia y su color se va haciendo mas oscuro a medida que el preservativo sale. El tratamiento se completa cuando la concentración del color del líquido que sale es igual a la del depósito. (Hidalgo, 1974).

Después de unos pocos experimentos preliminares, se puede determinar la concentración de la solución y el período de tratamiento para obtener la absorción requerida de la sustancia conservadora. El líquido de preservación que fluye del bambú puede ser utilizado de nuevo después de darle la concentración y pH necesarios (Anónimo, 1972).

Para tratar bambúes de dimensiones mas grandes o cuando se desea tratar varios bambúes simultáneamente, se emplean recipientes de mayor capacidad. En este caso los bambúes se conectan por medio de una manguera a un tubo metálico ramificado unido al depósito. Las soldaduras para cada bambú tienen llaves para cerrar el paso del preservativo una vez terminada la operación o cuando no se utiliza el mismo

tiempo todas las salidas (ver fig. 17).

En todos los casos el preservativo usado puede ser utilizado de nuevo aumentando su concentración.

En la India se trataron 5 especies de bambú empleando los siguientes preservativos: sales de Bolinden, Ascu, composición de cobre, - cromo y boro, cromato de cloruro de zinc y composición antiséptica a prueba de fuego. Todos los preservativos a excepción del cromato de cloruro de zinc, son solubles en agua y pueden usarse en tratamientos para bambú, maderas y gramíneas que van a estar expuestas a la intemperie sin temor de que se laven con las lluvias o por las aguas del suelo.

En algunos bambúes el tratamiento fue muy pobre debido a la resistencia al flujo del preservativo. Con el aumento de la edad del bambú, el contenido de savia disminuye y es posible que ello lleve a producir una deformación estructural ya sea taponando los poros con productos químicos o por compresión mecánica. A esto debe sumarse otro serio problema que es la entrada de aire a los poros. Las burbujas de aire causan obstrucción al flujo de los líquidos particularmente en los capilares muy finos, siendo necesaria la aplicación de altas presiones para eliminarlas; como el bambú normalmente adquiere su resistencia para todos los usos prácticos en 3 años, debe restringirse el tratamiento a estas edades (Hidalgo, 1974).



Este procedimiento solo es aplicable a bambúes verdes recién cortados y para que el tratamiento resulte satisfactorio, la cosecha o corte ha de hacerse exclusivamente en la época del año en que los vasos del tallo se encuentran llenos de savia. No se pueden tratar con este método los bambúes hipermaduros. (Anónimo, 1972).

Como resultado de sus investigaciones Purushotham, Sudan y Sagar recomiendan el uso de las siguientes mezclas o productos para ser aplicados en el bambú empleando el método Boucherie modificado a presión.

- A. Composición de cobre-cromo-arsénico (ASCU). Una composición característica de esta substancia conservadora consiste en sulfato de cobre ( $\text{Cu SO}_4, 5 \text{ H}_2\text{O}$ ), pentóxido de arsénico ( $\text{As}_2 \text{ O}_5$ ) y bicromato de sodio o potasio ( $\text{Na}_2 \text{ Cr}_2 \text{ O}_7, 2\text{H}_2 \text{ O}$  ó  $\text{K}_2 \text{ Cr}_2 \text{ O}_7$ ) en la proporción 3:1:4.
- B. Sales de Bolinder.
- C. Sulfato de cobre + bicromato de sodio + ácido acético en la proporción 5.6:5.6:0.25
- D. Composición de cobre-cromo-ácido bórico. Consiste en ácido bórico ( $\text{H}_3 \text{ Bo}_3$ ), sulfato de cobre y bicromato de sodio o de potasio en la proporción 1.5:3:4.

I. Cloruro de zinc cromado. Consiste en cloruro de zinc ( $Zn Cl_2$ ) y bicromato de sodio o potasio en la proporción 1:1.

I. Acido bórico + Borax + bicromato de sodio en la proporción de --  
2:2:0.5.

G. Acido bórico + bórax; 2.5% de cada producto.

## II. Pentaclorofenato de sodio.

I. Composición antiséptica a prueba de fuego.

Acido bórico + sulfato de cobre cristalizado + cloruro de zinc +  
bicromato de sodio en la relación 3:1:5:6.

La FAO, ONU (1972), recomienda también las siguientes mezclas y productos para tratar al bambú:

A. Creosota de alquitrán de hulla y fueloil 50:50 en peso. En zonas con un alto coeficiente de infestación de termitas es preferible añadir dieltrina al 1% y en las de alto coeficiente de detrituro pentaclorofenol al 1%.

B. Composición ácido-cáprico-cromato (Celcure).

Una composición característica de esta sustancia conservadora consiste en 1.68 partes de cromo ( $Cr_2 O_3$ ), equivalente a 2.5 partes de sulfato de cobre y 47.5 partes de bicromato de sodio.

C. Composición de cobre-cromo-zinc-arsénico.

Una composición característica de esta composición consiste en - 28 partes de ácido arsénico ( $H_2 A_s O_4$ ;  $1/2 H_2O$ ), 25 partes de arseniato de sodio ( $Na_2 HA_s O_4$ ,  $12 H_2O$ ), 17 partes de bicromato de sodio y 30 partes de sulfato de zinc ( $Zn SO_4 \cdot 7 H_2O$ ).

D. Naftenato de cobre y naftenato de zinc.

Son sales del ácido nafténico y deberán contener respectivamente un 0.5% de cobre y un 3% de zinc, en peso.

E. Emulsión de dieldrina y pentaclorofenol.

Concentrado emulsionable de dieldrina al 18%, 1 parte; concentrado emulsionable de pentaclorofenol al 12%, 4 partes, agua, 75 partes, en peso. Se podría añadir naftenato de cobre (1% de cobre) en forma emulsionable, 1 parte en peso.

F. Solución acuosa con bórax, 2% pentaclorofenato de sodio, 1% y g<sub>g</sub> mhexano (Hidrodispersible), 1% en peso.

G. Tratamiento ignífugo.

Aunque no se han realizado muchos trabajos sobre la protección del bambú contra el fuego, es posible tratarlos con productos ignífugos de la misma manera que la madera. Sin embargo, es probable que el costo resulte demasiado elevado para los tipos de casas que se construyen generalmente con bambúes.

Es conveniente tratar el bambú con la siguiente composición igni fuga y antiséptica:

Fosfato amónico	3 partes
Acido bórico	3 partes
Sulfato de cobre	1 parte
Cloruro de zinc	5 partes
Bicromato de sodio	3 partes
Agua	Hasta 100 partes

Se agregan a la solución unas pocas gotas de ácido clorhídrico - concentrado para disolver las sales precipitadas. El ph de la solución es aproximadamente 3.5.

Es muy importante tener en cuenta que muchos de los productos químicos anotados anteriormente son nocivos a la salud, por lo cual deben tomarse todas las precauciones necesarias para su empleo.

#### 9.8 METODO DE TRATAMIENTO A PRESION.

El tratamiento de presión es adecuada para el bambú seco. Antes de poder obtener una penetración satisfactoria con este método, el contenido de humedad del bambú verde habrá de quedar por debajo del 20%. Los bambúes tratados en su forma entera podrían abrirse bajo la presión. Para evitarlo, deberá hacerse un agujero a través de los tabiques de los nudos como se muestra en las figuras 7 y 8. Así se -

consigue además un tratamiento mas completo.

También pueden utilizarse con el bambú los procedimientos de célula llena y de Lowry utilizados para el tratamiento de la madera. Con estos métodos se ha registrado una absorción aproximada de 85 y 70 kg/m<sup>3</sup> de creosota respectivamente. En Taiwan se han tratado bambúes enteros con los tabiques nodales intactos con soluciones acuosas a una presión inferior a 5 kg/cm<sup>2</sup> para impedir el orden que la obtiene con una semana de maceración. La maceración durante 5 semanas tuvo como resultado una absorción de 1.5 a 2 veces mas que la conseguida con el tratamiento de presión (Anónimo, 1972).

Los tratamientos por presión como Bethell y Rüping se usan en bambúes pero necesitan equipos especiales muy costosos, por lo que no son recomendados para trabajos artesanales (Chávez, 1985).

**SUGERENCIAS**

1. Se considera conveniente la creación o la incorporación al estudio - del bambú dentro de alguna institución que tenga campos experimentales que reúnan las condiciones adecuadas para el desarrollo y cultivo del bambú, en donde se tengan plantadas todas las especies que se puedan coleccionar en México, así como de las especies introducidas que se consideren de importancia potencial para nuestro país.
2. Se requiere conocer las existencias del bambú en México con datos cercanos a la realidad (inventario de existencias).
3. Para el cultivo, es conveniente escoger preferentemente especies conocidas en el lugar, con posibilidades demostradas en su aprovechamiento.
4. El cultivo de bambú será recomendado de alguna manera en parcelas que presenten problemas de contaminación en el agua de riego, ya que los tallos una vez cortados de las plantas regadas con esta agua, serían únicamente vendidos o utilizados como material de construcción o de elaboración de diferentes productos artesanales.
5. Se considera necesario dar un mejor aprovechamiento del bambú como - material de construcción de vivienda rural, así como la construcción de prototipos de casa-habitación en los lugares donde se encuentre - el bambú en forma natural.

6. Como parte del proyecto de futuros talleres artesanales o fábricas, estas deberán siempre asociarse a una zona de cultivo o plantación, para garantizar la provisión de materia prima y reducir los gastos de transporte de la misma. Esto nos llevará a localizarlos en zonas cercanas a los lugares que reúnan las condiciones adecuadas de desarrollo de las plantas, así como también se debe tomar en cuenta con las facilidades de los medios de comunicación.
  
7. Es conveniente que los artesanos que participen en la producción, posean experiencia en el trabajo con bambú, o bien impartirles cursos de capacitación para conocer las técnicas de almacenamiento, secado y preservación, así como los procesos de corte, unión, formado y acabado.
  
8. Deberá darse especial importancia a la preservación del bambú por cualquiera de los métodos de tratamiento descritos en este trabajo. A los productos hechos con bambú así tratado, es conveniente colocar una etiqueta en la que se haga constar el tratamiento a que fue sometido y lo que esto significa como garantía de duración de la pieza.
  
9. Uno de los potenciales que podría tener el bambú en nuestro país y en especial el *Bambusa vulgaris*, sería el de utilizarlo como materia prima para la fabricación de papel como se ha estado utilizando con gran éxito en otros países.

**CONCLUSIONES**

1. De la bibliografía revisada que se encuentra distribuida en artículos, libros, revistas científicas y boletines entre otros se pudo comprobar que en México se ha trabajado muy poco sobre estas plantas, tanto en aspectos botánicos y técnicos, como en artesanales mientras que en otros países especialmente Japón, India, China y Colombia se han hecho estudios exhaustivos para una mejor explotación y uso de los bambúes.
2. En México por su situación geográfica se presentan habitats adecuados para el desarrollo de bambúes de algunas especies, que hasta la fecha no se han determinado con exactitud cuantas existen, las cuales las podemos encontrar la mayor cantidad de especies de los bambúes en la parte sur del Trópico de Cáncer, excepto en la península de Yucatán correspondiendo a las zonas tropicales, subtropicales y templadas.
3. De los métodos de propagación asexual propuestos en otros países; se encontró que cuatro de ellos son los mas viables para reproducir al bambú en México y son: por trasplante de rizoma solo; trasplante completo; trasplante de rizoma y parte del tallo y estacas de tallos y ramas.
4. Las consideraciones que deben tenerse en cuenta para el corte del bambú son las siguientes: Edad del tallo; época de corte; número de tallos que deben ser cortados; forma de corte y métodos de corte.



5. Los usos de los bambúes en México se enfoca principalmente en los siguientes aspectos: Ornamental; construcción de chozas y palapas; artesanas y muebles.
  
6. El presente trabajo tiene la información básica que puede influir en la modificación de los métodos convencionales de aquellas personas que se dedican a la explotación y aprovechamiento de los bambúes con el solo hecho de proporcionarla al interesado.

## BIBLIOGRAFIA

- APIGO, R.C. 1983. Bamboo and ipil -ipil: an ideal combination for reforestation. Abstracts on Tropical Agriculture. vol. 9, No. 3, (48181) Royal Tropical Institute, Amsterdam.
- APPEL, Robert and Koichiro Ueda. 1983. Bamboo. Ninth printing, New York, Tokyo, edit. Weatherhill.
- AZZINI, A. y A.L. Salgado de B. 1983. Posibilidades agrícolas e industriales de bambu. Abstracts on Tropical Agriculture. vol. 9, No. 3, (46524). Royal Tropical Institute, Amsterdam.
- \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ y J.P.F. Teixeira. 1985. Obtención de amido a partir de colmo de bambu. Abstracts on Tropical Agriculture. vol. 9, No. 3, (45723). Royal Tropical Institute, Amsterdam.
- BAHADUR, K.N. 1982. Taxonomy of bamboos. Forestry Abstracts. vol. 43, - No. 8 (4115).
- BECILE, Alan Ackerman. 1983. Las gramíneas de México, t.I. México, Ed. Subsecretaría de Desarrollo y Fomento Agropecuario y Forestal, Dirección de Normatividad Pecuaria, COIECOCA, SARH.
- \_\_\_\_\_. 1987. Las gramíneas de México, t. II, México, Ed. Subsecretaría de Desarrollo y Fomento Agropecuario y Forestal, Dirección de Normatividad Pecuaria, COIECOCA, SARH.
- CALDERON, Cleofé E. and Thomas R. Soderstrom. 1980. The genera of Bambusoideae (Poaceae) of the American continent; keys and comments. Biological Abstracts. vol. 70, No. 8 (76386).
- CAMUS, Edmund Gustave. 1913. Les bambusées. Paris, Ed. Paul Lechevalier.
- CHANDRA, A. and S.R.D. Guha. 1982. Studies on the decay of bamboo (Dendrocalamus strictus) during outside storage: degradation of lignin. Biological Abstracts. vol. 73, No. 12, (82490).
- CHANG, I.C. and Y.L. Ting. 1981. Insect pests of stored paddy in natural-ventilation and forced-ventilation store houses. Biological Abstracts. vol. 72, No. 8, (51365).
- CHANG, Y.C.G. 1983. Morphology, damage and control of the bamboo mirid Mecistoscelis scitetoidea (Miridae, hemiptera, heteroptera). Forestry Abstracts. vol. 43, No. 13, 1982, (5393). y Biological Abstracts. vol. 75, No. 12, 1983. (16582).
- CHAVEZ AGUILERA, Carlos. 1985. Informe de la investigación sobre cultivo y explotación del bambu en México. México, Ed. SEP cultura. FONART. Pacup.

- CLARK, L. 1986. Eight new species of Chusquea (Poaceae: Bambusoideae). Biological Abstracts. vol. 82, No. 12, (108961).
- CORTES RODRIGUEZ, Gilberto R. 1982. Revisión taxonómica de los bambuoides leñosos (Gramineae: bambusoideae) del estado de Veracruz. Xalapa, 74 pp., Tesis (Lic. en Biología) Universidad Veracruzana.
- CRUZ APARICIO, Gabriel Antonio de la. 1982. Anatomía y morfología del fruto y semilla Olmeca. Chapingo. Tesis (M. en C. esp. Botánica) Colegio de Post-graduados.
- DAI, Q.H. 1982. Raising plants of bushy bamboos from branched culms with notched internodes. Forestry Abstracts. vol. 43, No. 13, (1447).
- DHAMODARAN, T.K. 1987. Relation ship between starch content and susceptibility, to insect borer in the bamboo reed, Ochlandra travancoria. Biological Abstracts. vol. 83, No. 10, (95838).
- EBERDT. 1896. Der bambus. Berlin.
- ERDIZA SORDO, José J. y Ramón Echenique M. 1980. Preservación de madera de pino con sales de boro. LACITEMA, INIREB, Xalapa. (Serie La madera y su uso en la construcción, No. 4), 17 p.
- ERDIZA SORDO, José J. 1982. Tratamiento para madera de pino por los métodos de brocha, inmersión y aspersión. LACITEMA, INIREB, Xalapa. - (Serie Nota Técnica, No. 4), 4 p.
- \_\_\_\_\_. 1982. Tratamiento por inmersión para preservar madera de pino y encino a base de pentaclorofenol. LACITEMA, INIREB, Xalapa. (Serie Nota Técnica, No. 3), 4 p.
- \_\_\_\_\_. 1983. Tratamiento para postes de cerca de madera de pino por el método de baño caliente, baño frío con creosota. LACITEMA, INIREB, Xalapa. (Serie La madera y su uso en la construcción, No. 8), 6 p.
- \_\_\_\_\_. 1984. Tratamiento de doble difusión para zacate, otate y hojas de palma con sales hidrosolubles. LACITEMA, INIREB, Xalapa. (Serie La madera y su uso en la construcción, No. 10), 5 p.
- \_\_\_\_\_. 1984. Tratamiento de pino de 2 x 4 pulgadas de sección con sales hidrosolubles por método de baño caliente y frío. LACITEMA, INIREB, Xalapa. (Serie Nota Técnica, No. 9).
- FARRELLY, David. 1984. The book of bamboo. San Francisco, Cal. Ed. Sierra club books, Library of Congress catalogins in publication data.
- FERNANDEZ VELASCO, María de Jesús. 1955. Estudio sobre la pulpa kraft obtenida del Bambusa vulgaris. México. Tesis (Química) Ciencias Químicas, UNAM.

- FRITS, W.W. 1980. Las plantas. Colección de la naturaleza de Time-Life. 2 ed. México, edit. Offset multicolor, S.A. págs. 38-100.
- GELIN, D. 1986. Le bambou vit d'eau et de philosophie, il est bon buveur mais ne vit pas dans l'eau. Rev. VSD Jardin, Paris.
- LOZANO / ILLIZONDO, Martha. 1984. Las plantas medicinales de Durango. Inventario Básico. Cuadernos de Investigación Tecnológica, vol. 1. No. 2. CIDIIR. IPN. Unidad Durango.
- GOULD, Frank W. 1980. Clave de los géneros mexicanos de gramíneas. IR. de Atanasio Cuevas Ríos. Monterrey, División de Ciencias Agropecuarias y Marítimas. Dep. de Agronomía, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey.
- HAKLEM, K.L. 1986. Working of bamboo in flowered areas of Kundam project of Madhya Pradesh state Forest Development Corporation (India). Biological Abstracts, vol. 82, No. 1, (3774).
- HASSAN, S.H. 1982. Nature of clump growth in bamboo: with pachymorph - rhizomes. Forestry Abstracts, vol. 43, No. 8, (4562).
- HIDALGO LOPEZ, Oscar. 1974. Bambú su cultivo y aplicaciones en: Fabricación de papel, construcción, arquitectura, ingeniería, artesanía. - Cali, Ed. Estudios Técnicos Colombianos.
- \_\_\_\_\_. 1978. Nuevas técnicas de construcción con bambú. Bogotá, Ed. CIBAM, Universidad Nacional de Colombia.
- \_\_\_\_\_. 1981. Manual de construcción con bambú. Bogotá, edit. Ltda.
- HIGH, Lawson Alexander. 1968. Bamboos, a gardener's guide to cultivation in temperate climates. London, Ed. FABER and FABER LIMITED.
- HIGUCHI, I. 1982. Bamboo production and utilization, proceeding of the congress group 5.3A, production and utilization of bamboo and related species, XVII, IUFRO, World Congress Kyoto Japan. Wood Research Institute Kyoto University Uji Kyoto, Japan.
- III, Albert F. 1965. Botánica económica, plantas útiles y productos vegetales. Barcelona, Ediciones Omega, S.A.
- HUXLEY, P.A. 1986. La predicción de la productividad biológica y la capacidad de sostener mezclas de árboles y cultivos Tropical Agriculture (Trinidad), vol. 63, No. 1. Published by Butterworths.
- ISTAS, J.R. et. E.L. Raekelboom. 1962. Etude biométrique, chimique et pathologique des bambous du Congo. INEAC (Série Technique, No. 67).
- JANSEN, Jules J.A. 1974. "Bamboo. A series of articles on the use of bamboo in building construction". Univ. of technology, Lindhoven the Netherlands.

- \_\_\_\_\_. 1980. "Building with bamboo - a solution to the housing problem in Colombia". Appropriate Technology, vol. 7, No. 2. London.
- \_\_\_\_\_. 1987. "Using bamboo as a reinforcement". Appropriate Technology, vol. 14, No. 2. London.
- KAATS, D. and E.T. Gritton. 1976. Yield and height response to antilodging treatments in penz. Biological Abstracts, vol. 61, No. 9, - - - (48702).
- KIANG, T. and W.C. Lin. 1982. A research on bamboo resources in Sabah -- (including potential uses and processing facilities). Forestry Abstracts, vol. 43, No. 11, (5554).
- KIM, S.; J.S. Chung; J.S. Won and J.H. Noh. 1982. Studies on the flowering ecology and the recuperation of flowering bamboo groves. Forestry Abstracts, vol. 43, No. 13, (6665).
- KINHAL, G.A. 1986. Use of biofertilizers in bamboo (Dendrocalamus strictus) plantations Biological Abstracts, vol. 81, No. 8, (82047).
- KITAMURA, H. 1976. Physical and mechanical properties of bloomed bamboo culms: Phyllostachys heterocycla var. pubescens. Biological Abstracts. vol. 61, No. 12, (66721).
- LEE, S.H. 1983. Vegetable crops growing in China. Biological Abstracts, vol. 75, No. 12, (18308).
- LENGEN, Johan Van. 1987. Manual del arquitecto descalzo -Cómo construir casas y otros edificios-. 7 reim. México. Ed. Concepto. pp. 144-147.
- LESSARD, G. and A. Chovinard. 1985. Bamboo research in Asia, proceeding of a workshop held in singapore. Organized by the International Development Research Centre and the International Union of Forestry Research Organizations. Ottawa, Ont., Canadá.
- LIPANGILE, T.N. 1984. "Bamboo water pipes for Tanzania". Appropriate Technology, vol. 11, No. 3, London.
- MARDEN, Luis. 1980. "Bamboo, the giant grass". National Geographic, vol. 158, No. 4. Official Journal of the National Geographic Society, Washington, D.C. pp. 502-529.
- MATHUS LOPEZ, Virgilio. 1958. Fabricación de papel; materia prima, bambú. Chapingo. Tesis (Ing. Agrónomo esp. en bosques) Universidad Autónoma de Chapingo.
- Mc CLURE, Floyd Alonzo. 1956. El bambú como material de construcción. Tr. del Arq. Ernesto E. Vauber. Programa de Cooperación Técnica de la OEA, Consejo Interamericano Económico y Social, Unión Panamericana. Colombia (Serie: Traducciones, Adaptaciones y Reimpresiones No.6) 49 p.

- \_\_\_\_\_. 1966. The bamboos, a fresh perspective. Harvard University Press. Cambridge, Massachusetts.
- Mc ILROY, R.J. 1976. Introducción al cultivo de los pastos, distribución de los pastos. México, Ed. Limusa, pág. 146.
- MUNARI, B. 1973. El artecrudo oficio. ¿Qué es el bambú?. Barcelona, Ed. - Nueva colección labor. pp. 86-88.
- MÜNSTERBERG, H. 1983. "Bamboo ware". Kodansha Encyclopedia of Japan. --- V.1. Tokyo and New York. Published by Kodansha Ltd. p. 136.
- NAMBA, T. and K.B. Hwan. 1983. Pharmacognostical studies on the crude -- drug Zhu-ye and the bambosaceous plants: 7. Biological Abstracts, - vol. 72, No. 2, 1981. (11797) y. Biological Abstracts, vol. 75, No. 10, 1983. (73917).
- NUMATA, Makoto, 1979. Ecology of grasslands and bamboolands in the world. Edited by Professor Dr. Makoto Numata, Chiba/Japan.
- ODD, N.F. 1982. Experimental culture of a flat oyster (Ostrea folium) in Malaysian waters. Biological Abstracts, vol. 72, No. 7, (44427).
- OSAMU, M. 1983. "Bamboo". Kodansha Encyclopedia of Japan. V. 1. Tokyo and New York. Published by Kodansha Ltd. p. 135.
- PERRY, Simon H.; James J. Kankam and Michael Ben-George. 1988. "The scope for bamboo-reinforcement concrete". Appropriate Technology, vol. 14, No. 4, London.
- PRASAD, S. Narendra. 1986. Impact of grazing, fire and extraction on the bamboo (Dendrocalamus strictus and Bambusa arundinacea) populations of Karnataka (India). Biological Abstracts, Vol. 81, No. 5, (42437).
- RAHMAN, M.A. 1982a. Insolation of fungi from blight affected bamboos in Bangladesh. Forestry Abstracts, vol. 43, No. 9 (4890).
- \_\_\_\_\_. 1982b. Problems and prospects of management of bamboo forest of Bangladesh. Forestry Abstracts, vol. 41, No. 6, (2481).
- RAHIREZ, C., Aldo 1981. Bambú y caña brava: Propiedades físicas, químicas, de secado y de combustión de siete especies de Costa Rica y Nicaragua. Instituto de Investigaciones en Ingeniería. Laboratorio de productos forestales. Universidad de Costa Rica.
- REYES CASTAÑEDA, Pedro. 1981. Historia de la Agricultura; bosquejo de 4 plantas útiles al hombre. "El Bambú". México. AGI editor, S.A.
- SANCHEZ HERRERA, Víctor. 1987. Bambus: Manejo y utilización del carrizo (Arundinaria spp.) en el poblado de San Lucas Pio, Mich. México. 172 pp. Tesis (Biologo) ENEP-Iztacala, UNAM.

- SANDHU, G.S. 1976. Studies on insects infesting wooden and bamboo household articles and their control. Biological Abstracts, vol. 62, No. 4, (19132).
- SARKAR, A.K. 1984. Bamboos: The grass trees. Biological Abstracts, vol. 78, No. 9 (65134).
- SCHERY, Robert W. 1972. Plants for man. 2 ed. New Jersey, Ed. Prentice-Hall, inc. Englewood Cliffs. pp. 199-200.
- SCHROTER. 1885. Der bambus und seine bedeutung als nusspflanze. Zurich.
- SHEIKH, M.D.A. 1983. The environmental aspects of using bamboo in the manufacture of pulp and paper in Bangladesh. Abstracts on Tropical Agriculture, vol. 9, No. 3, (48929). Royal Tropical Institute, Amsterdam.
- SHIDEI, Y. 1976. Fungal flora and environmental factors of bamboo forest. Biological Abstracts, vol. 62, No. 15, (24871).
- SINGH, A. and M.D. Singh. 1981. Effect of various stages of shifting cultivation on soil erosion from steep hill slopes. Biological Abstracts, vol. 72, No. 9, (59104).
- SIMMONS, James. 1987. "Bambú, planta de los mil usos". Selecciones del Reader's Digest, No. 558, t. XCIII, México, pp. 152-157.
- SODERSTROM, Thomas R. and Cleofé E. Calderón. 1978a "Chusquea and Swallen ochloa (Poaceae: Bambusoideae): generic relationships and new species". Brittonia, vol. 30, No. 3. New York, Ed. by The New York Botanical Garden. pp. 297-312.
- \_\_\_\_ and \_\_\_\_\_. 1978b. "The species of Chusquea (Poaceae: Bambusoideae) - with verticillate buds". Brittonia, vol. 30, No. 2. New York. Ed. by the New York Botanical Garden. pp. 154-164.
- \_\_\_\_ and \_\_\_\_\_. 1980. "In search of the primitive bamboos". Reprinted - from: National Geographic Society Research Reports, vol. 12. Washington, D.C. pp. 647-654.
- SODERSTROM, Thomas R. 1981. "Olmeca, new genus of mexican bamboos with - fleshy fruits". AM. J. BOT., vol. 68, No. 10, Dep. Botany, Smithsonian Inst. Washington, D.C. 20560. pp. 1361-1373.
- SPORRY. 1903. Die Verwendung des bambus in Japan. Zurich, Zurcher & Furrer.
- SPURR, Stephen H. and Burton V. Barnes. 1982. Ecología Forestal. México, AGT editor. p. 58.
- STEYERMARK, J.S. 1978. "Bambú". Gran Enciclopedia del Mundo. Bilbao. -- Ediciones Durvan, S.A.

- TAIRAN, Liang. 1982. "El bambú como fuente de desarrollo". China reconstruye, vol. XXIII, No. 12. China, Oficina editorial: Edif. Wal Wen, Beijing (37). China. Cable: "CHIRECON" Beijing. pp. 20-23.
- UCHIMURA, E. 1980. Ecological studies on cultivation of tropical bamboo forest in the Philippines. Biological Abstracts. vol. 70, No. 1, (2265).
- UEDA, Koichiro. 1960. Studies on the physiology of bamboo, with reference to practical application. Resources Bureau Science and Technics Agency. Primer Minister's Office.
- VARMAN, J.C. and K.N. Bahadur. 1982. Country report and status of research on bamboos in India.-Biological Abstracts, vol. 74, No. 3, (17473).
- VELA GALVEZ, Luciano. 1982. Los bambúes. INIF. SARH, México. (Boletín técnico No. 50, 2 ed.), 38 p.
- WATANABE, M. and S. Oshata. 1982. Studies on bamboo culm form on Phyllostachys bambusoides. Forestry Abstracts, vol. 43, No. 6, (2765).
- YOSHIKAWA, Isamu. 1988. The bamboo fences of Japan. First edition, Tokyo, Ed. Kinmei printing Co., Ltd.
- ZAVALA ZAVALA, David y Victor Días Gómez. 1980. Aprovechamiento de los bambúes. Resumen de reuniones de trabajo encabezadas por el Arq. Oscar Hidalgo López. CENIPROF, INIF, SARH, México.
- Anónimo. 1953. Raw materials for more paper, pulping processes and procedures recommended for testing. Findings of an FAO pulp and paper consultation. Forestry and Forest products. ONU. Study No. 6, Rome.
- Anónimo. 1972. Utilización del bambú y de la caña en la construcción. ONU. New York.
- Anónimo. 1974a. "Bamboo". The New Encyclopaedia Britannica. V.1. 15th edition. Encyclopaedia Britannica, Inc.
- Anónimo. 1974b. Tratamiento de puentes de cercas por difusión doble. Temas agrícolas. Condensado del informe del Servicio de Investigación Forestal de los Estados Unidos. Talleres gráficos. Depto. de Divulgación Agrícola DIGESA. Ministerio de Agricultura. Sector Público Agrícola. Guatemala, C.A.
- Anónimo. 1977a. "Phyllostachys". Flora, Enciclopedia Salvat de la jardinería. No. 60. Barcelona. pp. 287-288.
- Anónimo. 1977b. "Bambú". Flora, Enciclopedia Salvat de la jardinería, No. 70. Barcelona. pp. 182-184.
- Anónimo. 1982 Alimentación, Salud, Educación, Vivienda. Cartilla de mínimos de bienestar. México, Presidencia de la República. SEP.



Anónimo. 1984a. "Zonas rurales de hoy. El distrito de Anji -Tierra del bambú". China revista ilustrada, No. 5, Corporación China de Comercio Internacional del libro (GUOJI SHUDIAN). Apartado postal 399, Beijing, China. p. 20.

Anónimo. 1984b. "Rescatando a los pandas gigantes". China revista ilustrada, No. 10. Corporación China de Comercio Internacional del libro (GUOJI SHUDIAN). Apartado postal 399, Beijing, China. pp. 32-35.