

SOLUCIÓN BAMBÚ

Guía para el manejo sustentable del género Phyllostachys



Dirección Provincial de Islas

BA

SOLUCIÓN BAMBÚ

Esta publicación fue realizada en conjunto entre:

Dirección Provincial de Islas

Área “Desarrollo de Proyectos para el Delta de la Provincia de Buenos Aires”.

Gestión 2008 - 2015

Gobierno de la provincia de Buenos Aires

International Network for Bamboo and Rattan (INBAR)

Autoridades

Daniel O. Scioli

Gobernador de la Provincia de Buenos Aires

Lic. Ignacio E. Crotto

Secretario de Turismo

Roberto O. Casavecchia

Director Provincial de Islas

Lic. Clara M. Peña

Coordinadora de Proyectos para el Delta

Auspiciante

CFI

Autoridades del Consejo Federal de Inversiones

Asamblea de gobernadores

Secretario General

Ing. Juan José Ciáccera.

SOLUCIÓN BAMBÚ

Guía para el manejo sustentable del género Phyllostachys

Autores *Investigadora responsable y compiladora*
Lic. Clara M. Peña

Equipo de investigadores
Ing. Agr. Álvaro Cabrera Paredes (INBAR)
Lic. María Emilia Caro
Dra. Ana Castro Thomae
Dr. Arq. Emiliano C. Michelena
Prof. Zulma E. Rúgolo de Agrasar
Diseñadora G. Paulina Soria (INBAR)
MSc, PhD (cand.) Verónica Zagare

Colaboradores *Arq. Ilaria Giacometti*
Arq. Alberto Bondavalli
Lic. Lorena Tokatlian

Edición *Prof. Elena Massat*

Diseño *DMP Diseño Gráfico*

Ilustraciones *Dr. Arq. Emiliano C. Michelena*

Impreso en Argentina, Printed in Argentina
Agosto de 2015

Peña, Clara María
Solución Bambú : Guía para el manejo sustentable del Género Phyllostachys.
Clara María Peña. - 1a ed. edición especial. - Tigre : Peña , Clara María,
2015.
Libro digital, Book app for Android
Archivo Digital: descarga
ISBN 978-987-33-8429-5
1. Manual Técnico. I. Título.
CDD 553

Todos los derechos reservados. Esta publicación no puede ser reproducida, en todo ni en parte, ni registrada o transmitida por un sistema de recuperación de información, en ninguna forma ni por ningún medio sea mecánico, fotoquímico, electrónico, magnético, electroóptico, por copia, o cualquier otro sin el permiso previo por escrito de las autoras.

AGRADECIMIENTOS

La Dirección Provincial de Islas (DPDI) quiere expresar su profundo reconocimiento a todas las personas que se sumaron a este equipo aportando su valioso tiempo, su experiencia y su conocimiento, con el solo fin de sumar para que este proyecto funcionara. Esta segunda publicación¹ ha sido posible gracias a ellos. Agradecemos también, de todo corazón, el hecho de que con muchos de estos colaboradores hemos entablado verdaderas amistades: un plus inesperado que recibimos a través del Proyecto Bambú.

A riesgo de cometer una injusticia con todos los que no podemos mencionar aquí, quisiéramos agradecer muy especialmente:

A la Dra. Ana Castro Thomae y a la Lic. María Emilia Caro, de Eldorado Bambú S.A. Este libro tiene como base los cuatro primeros manuales realizados por Eldorado bambú para la DPDI. Reeditados agregando las experiencias obtenidas durante los 8 años del proyecto.

A los habitantes de la Isla Martín García, especialmente al Director Javier San Cristóbal, Alcides Galarza, Martín Galarza, Grace Pistarini; siempre listos para ponerse a nuestra disposición, prestarnos su tiempo y trabajar de la mejor manera posible. La experimentación en la isla nos permitió comprender mejor el manejo y el comportamiento de los bambusales corredores. Fueron ocho años de labor y disfrute en ese paraíso natural, entre amigos. Un regalo de la vida.

A la Universidad Nacional de San Martín, especialmente al rector, Dr. Carlos Rafael Ruta, al C.P.N. Alejandro Darchuck y al Ing. Agr. Emilio Velazco, por el apoyo brindado en los difíciles primeros años del proyecto.

Al Arq. Horacio Saleme. Nos sentimos muy honrados de haber contado durante los últimos cinco años con sus vastísimos conocimientos en construcción con bambú y, sobre todo, con su amistad.

A la Dra. Zulma E. Rúgolo de Agrasar y a sus ayudantes, Carolina Guerreiro y Mabel Lizarazu. La Dra. Agrasar, investigadora del Instituto Darwinion – CONICET, ha dedicado los últimos 30 años a estudiar las gramíneas; entre ellas, el bambú. Gracias a Zulma, hemos podido frecuentar el Darwinion - que cuenta con uno de los herbarios más importantes de Argentina- las veces que nos resultó necesario, y contar con su saber, su entusiasmo y su acompañamiento desde el inicio del proyecto.

¹ En 2012 desde la DPDI publicamos *El bambú en el Delta bonaerense y su gente*. (se puede descargar gratuitamente en: <http://www.tigrebambu.com.ar/dpdi/bambudelta.pdf>).

Al luthier Ángel Sampedro y a Mariana García, que dedicaron buena parte de su vida a fabricar instrumentos con bambú y conocen todos sus secretos. Son dos enciclopedias abiertas en las que se puede leer todo sobre tratamiento y curado de las cañas con las particularidades de cada especie. Visitar el taller en el que trabajan es una auténtica experiencia y la envidia de cualquier artesano.

Al Club Regatas La Marina, por abrirnos sus puertas para charlas, talleres y pruebas en su hermoso bambusal de *Ph. viridis*. Especialmente, a Paula Durich, siempre tan amable con nosotros.

Al Centro Metropolitano de Diseño (CMD) de la ciudad de Buenos Aires, especialmente a Mariana Massigoge y a Carolina Ruggero, por el lindo equipo logrado en los trabajos realizados en conjunto.

A Julio Silva, ex cosechero de caña, nuestro guía número uno en el Delta, por habernos acompañado permanentemente a la hora de difundir las buenas prácticas del manejo sustentable del bambú. Por conducirnos a los puntos más recónditos del Delta en busca de bambusales nuevos. Por guiarnos en los montes frondosos con su machete, cantando sus melodías norteñas a todo pulmón y sin perder nunca la alegría y el entusiasmo.

Al Arq. Rodolfo Bancalari, por participar en todos los talleres compartiendo sus valiosos conocimientos y su amistad.

A Martín Nunziata y a Vivi Siburguer, por enseñarnos los valores ambientales del Delta. Con ellos hemos aprendido muchísimo de este paraíso argentino que debemos cuidar con todo respeto.

A Diego Reignicoli y Sol Capece, Rubén Sejenovich y Laura Soldevila, de Tigre bambú. Fueron estos amigos isleños quienes pusieron a girar la rueda del proyecto en sus tierras, comenzando con el manejo sustentable de los bambusales naturales del Delta y luego armando la primera cooperativa de bambú!. Sin ese primer eslabón, el Proyecto Bambú habría quedado en simples papeles.

Al Dr. Arq. Emiliano C. Michelena por la generosidad y dedicación con que ilustró la totalidad del libro.

Al INBAR, especialmente al Ing. Agr. Álvaro Cabrera y a la DG. Paulina Soria, por haber participado con su vasta experiencia en dos capítulos de este texto.

Al ex Director de Islas, Francisco Rodríguez Serrano, quién dió inicio, y un fuerte apoyo, a este proyecto a lo largo de toda su gestión.

² *La Red Internacional de Bambú y Ratán (INBAR) es un Organismo Intergubernamental con sede en Beijing, China. Cuenta con 41 países miembros distribuidos entre África, Asia y América, sus oficinas regionales se ubican en India, Ghana, Etiopía y Ecuador. INBAR busca el bienestar de los diferentes actores de la cadena de valor del bambú en el marco del desarrollo sustentable.*

A Hernán Alonso, constructor natural, habitante del delta, por su generosidad compartiendo su trabajo, que no sirvió como material de información.

A Martín Quiroga, por su valiosa colaboración en el taller de construcción.

A la Arq. Ilaria Giacometti y al Arq. Alberto Bondavalli, por elegir al delta argentino como lugar para desarrollar sus tesis.

A todo el personal de la DPDI, en especial a Charly Krenek, Daniel Moreno, Natalia Valenti, Claudia Robles, María Lemoine, Miriam Caneschi, Franco Ruscitto y Gonzalo Farías.

A Ángel Sampedro del Río, a Mariana Aída García, por su emotivo prólogo, y a Ana Castro Thomae autora de la conclusión del libro, donde pusieron en palabras todo lo que sentimos quienes amamos el bambú.

A Elena Massat, por toda su dedicación y esfuerzos en la edición de este libro, que sin duda tan buen resultado es gracias a su minucioso trabajo.

A las D.G. Josefina y Agustina Peña, que vienen trabajando incansablemente con nosotros desde el principio del proyecto, dando calidad de diseño a todo.

Por último, definitivamente los más importantes: a nuestras familias. En mi caso: a Gonzálo, Juan Cruz, Catalina y Salvador. Gracias por apoyarme, acompañarme y alentarme en el trabajo que tanto me apasiona. A mis padres Ignacio y María Elena, ellos fueron quienes me enseñaron, con su ejemplo, a amar y cuidar la naturaleza que es parte tan importante de mi vida. Ojalá pueda hacer lo mismo con mis hijos.

Con todos ellos queremos compartir nuestra alegría al ver estas páginas que no son otra cosa que el registro de la magnífica experiencia de trabajo vivida en conjunto.

ÍNDICE

Acerca de los autores	17
Prólogo	21
Introducción: La necesidad de cambio	25

CAPÍTULO I

Generalidades del bambú y su protagonismo en el Delta bonaerense	33
Morfología	35
Crecimiento	38
Un recurso de extraordinario valor	39
Beneficios de los bambusales	40
Por qué elegimos el bambú como recurso sustentable para el Delta	42
Biodiversidad	44
La situación actual del bambú en el Delta	45
Efectos de las malas prácticas	48
En síntesis, el bambú es	48

CAPÍTULO II

El género <i>Phyllostachys</i> : su taxonomía	53
Introducción	53
Morfología de los bambúes leñosos	54
Especies del género <i>Phyllostachys</i> presentes en la provincia de Buenos Aires	59
Clave de las especies del género <i>Phyllostachys</i>	61

<i>Phyllostachys aurea</i>	61
<i>Phyllostachys reticulata</i>	66
<i>Phyllostachys nigra</i>	68
Especies poco frecuentes (aún no confirmada por los taxónomos)	70
<i>Phyllostachys pubescens</i>	71
Distribución de los bambúes leñosos en la Argentina.....	72

CAPÍTULO III

Manejo sustentable de los bambusales naturales del género <i>Phyllostachys</i> en el Delta	77
Manejo del bambusal.....	79
Limpieza.....	79
Análisis de suelo.....	80
Fertilización.....	81
Inventario.....	82
Plan de corte	83
Marcación.....	85
Corte.....	86
Brotos.....	90

CAPÍTULO IV

Tratamiento de la caña y técnicas post cosecha	97
Preservación del bambú.....	97
Características anatómicas de la caña.....	98
El proceso de secado	99
Durabilidad del bambú	101
Agentes deteriorantes.....	102

Tratabilidad del bambú.....	103
Tratamientos tradicionales amigables con el medio ambiente.....	103
 CAPÍTULO V	
Cosecha de brotes comestibles	113
Características generales.....	113
Características nutricionales	115
El mercado potencial de brotes en la Argentina	116
La producción.....	118
Cómo obtener brotes más grandes sin lignificar.....	119
La cosecha.....	120
Efectos de la cosecha sobre los nutrientes.....	124
Post-cosecha y almacenamiento	124
Cómo prolongar la frescura de los brotes	125
Procesamiento de brotes.....	126
Métodos domésticos.....	126
 CAPÍTULO VI	
Desarrollo de productos con bambú	131
Especie de usos múltiples.....	131
El Diseño de productos.....	133
Algunos conceptos y principios del Diseño.....	137
La construcción en bambú.....	138
Herramientas.....	141
Importancia de los sistemas de producción	146
Técnicas de producción.....	148
Mantenimiento y almacenaje de productos y prototipos.....	153

Embalaje y cuidados en el transporte.....	154
Cálculo de costos.....	155
CAPÍTULO VII	
Arquitectura con bambú.....	161
Sostenibilidad y tecnología apropiada.....	161
Materiales vegetales: el bambú.....	165
Usos del bambú en arquitectura.....	169
La experiencia argentina.....	174
El bambú como elemento estructural.....	177
Resolución de las uniones.....	181
Construir con el Delta.....	186
Manual para la construcción del módulo.....	193
Construcción con tierra.....	202
Algunas consideraciones sobre los techos verdes.....	213
CAPÍTULO VIII	
El bambú en América Latina y el Caribe: perspectivas regionales de este recurso.....	217
La región en resumen.....	217
Algunas iniciativas relevantes.....	221
La República del Perú.....	222
Ecuador.....	225
Colombia.....	227
Chile.....	230
Argentina.....	231
Otras iniciativas en la región.....	232
Recomendaciones para el futuro de la colaboración regional.....	233

CAPÍTULO IX

El Delta del Paraná, en comparación con otros deltas del mundo	241
El Delta del Paraná.....	251
Sustrato Natural.....	252
Redes (infraestructuras) y ocupación del territorio.....	255
Escenarios actuales de ocupación en el Delta Inferior.....	257
Conclusión.....	260
A MODO DE CONCLUSIÓN	261
ANEXO I	
Caracterización mecánica del bambú	263
ANEXO II	
Pruebas de campo para la caracterización de la tierra	271
GLOSARIO	287
BIBLIOGRAFÍA	301

ACERCA DE LOS AUTORES

Lic. Clara M. Peña

Licenciada en planificación y diseño del paisaje (UBA). Coordinadora de Proyectos Sustentables del Delta Bonaerense dentro de la Dirección Provincial de Islas de la Provincia de Buenos Aires (DPDI). Desde 2008 dirige el proyecto *El bambú como Recurso Sustentable para el Delta Bonaerense*, enfocado en la investigación y difusión de proyectos de desarrollo que permitan a la población local implementar ciclos productivos completos. Su trabajo ha sido publicado en medios de comunicación locales e internacionales. Co-autora del libro “El bambú en el delta bonaerense y su gente” publicado en el 2013 por la DPDI. Desarrolla, además, su actividad profesional en ámbitos privados.

Ing. Agr. Álvaro Cabrera

Ingeniero Agrónomo de la Universidad de Loja, Ecuador, con maestría en manejo comunitario de bosques de la Universidad de Wageningen, Holanda y cursos de especialización en manejo forestal, desarrollo comunitario, emprendimientos productivos y gestión institucional. Con amplia experiencia en procesos de Desarrollo Forestal Comunitario en América Latina, formulación e implementación de proyectos y autor de varios artículos y publicaciones.

Es Coordinador Regional de la Red Internacional de Bambú y Ratán (INBAR), oficina para América Latina y El Caribe; asimismo es Auditor Forestal, miembro del FSC Internacional y presidente del Directorio de la Iniciativa de Certificación Forestal Voluntaria FSC Ecuador para el período 2015-2017.

Ing. Paulina Soria Galindo

Diseñadora (Instituto Metropolitano de Diseño) e Ingeniera en Diseño con Especialidad Visual (Universidad Autónoma de Quito). Es Oficial Senior en la Oficina Regional para América Latina y El Caribe de INBAR donde también se desempeña como Coordinadora para los proyectos en Ecuador, responsable de capacitación y comunicación del Programa Adaptación al Cambio Climático y Desarrollo Económico con Bambú para Ecuador y Perú. Por cerca de 20 años ha trabajado en comunicación para el desarrollo de emprendimientos con PFMN. Lidera la Secretaría Técnica en la mesa sectorial Bambú Ecuador, como delegada de INBAR, donde se coordina una plataforma público privada para desarrollar el sector en Ecuador.

Dr. Arq. Emiliano Michelena Valcárcel

Arquitecto (UBA) y Doctor en Innovación Tecnológica para el Hábitat Construido del Politécnico de Turín. Ha desarrollado investigaciones sobre la producción de materiales y técnicas constructivas low-tech a base de materiales naturales. Se ha especializado en la implementación de procesos de producción sostenible orientado al mejor desarrollo de poblaciones en situación habitacional emergente. Su trabajo ha sido publicado en medios nacionales e internacionales y ha participado en convenios específicos en Argentina, Chile, Italia y España. Docente de la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo de la Universidad de Buenos Aires, desarrolla además la actividad profesional privada.

Dra. Ana María Castro Thomae

Médica veterinaria especialista en Calidad e Inocuidad Alimentaria (UBA). Ex Becaria del INTA Castelar, Técnica de laboratorio del SELAB (Servicio de Laboratorios del SENASA) en control de inocuidad de vacunas. Ex Directora de Helico Argentina para el diagnóstico del *Helicobacter pylori*. Curso de Bamboo Sustentable Development en el China Bamboo Research Center (CBRC) Hangzhou, PR, China, octubre-noviembre 2008. Mención especial Innovar 2008 - Vigas laminadas de *Guadua Chacoensis*. Evento paralelo INBAR - Congreso Forestal Mundial, Bs As 2009. UBA Seminario.

Lic. María Emilia Caro

Bióloga, especializada en Biología Molecular. Master en Management de negocios de base forestal. Posgrado en Gestión de negocios. Curso de Bamboo Sustentable Development en el China Bamboo Research Center (CBRC) Hangzhou, PR, China, octubre – noviembre 2008. Desde 2012, disertante en talleres de bambú en Argentina, Bolivia y Brasil. Fue coordinadora del Proyecto Bambú para la Provincia de Buenos Aires 2009-2011. Directora General de Eldorado Bambu SRL, vivero, laboratorio de micropropagación, plantación y comercialización.

Prof. Zulma Rugolo

Profesora de Ciencias Naturales, se especializó en estudios taxonómicos sobre Gramíneas, Facultad de Agronomía (UBA). Desde 1974, es Miembro de la Carrera del Investigador Científico del CONICET en el Instituto de Botánica Darwinion, Desde 2002, profesora titular invitada de la Cátedra de Botánica de la Facultad de Agronomía, UN de La Pampa. Ha publicado libros y artículos en revistas científicas

especializadas del país y del exterior, relacionados con el estudio de diversos géneros de Gramíneas y sobre la tribu *Bambuseae*. Ha concluido el estudio integral de los bambúes leñosos nativos y exóticos de la Argentina, junto con un equipo de colaboradores especializados.

MSc, Phd (cand.) Verónica Zagare

Arquitecta graduada con honores de la Universidad de Belgrano (Buenos Aires) y Magíster en Economía Urbana por la Universidad Torcuato Di Tella (Buenos Aires) . En la actualidad es investigadora externa y candidata a PhD en el Departamento de Urbanismo de la Universidad Tecnológica de Delft (Países Bajos), investigadora en el Instituto Superior de Urbanismo, Territorio y Ambiente de la Universidad de Buenos Aires y coordinadora de la delegación Argentina de Delta Alliance International.

PRÓLOGO

Luthier, Ángel Sampietro del Río
Mariana Aída García
www.unmundodebambu.com.ar

Cada material tiene su lenguaje. La madera se trabaja con serruchos y cepillos, el hierro con fragua y maza, la cerámica con un torno y las propias manos. A su vez, la madera viene de un árbol, el hierro es un mineral, la arcilla sale del lecho de un río. Cada uno tiene sus características. Y cada uno se percibe, se entiende, se comercializa a su manera. La experiencia y las generaciones van descifrando y a la vez creando ese lenguaje.

En la Argentina, el lenguaje del bambú está en formación. Lo estamos aprendiendo y creando, expandiendo y desarrollando, para separarlo de la lengua usada para otros materiales, individualizándolo y dándole su propio contenido.

Mucho se dice sobre el bambú. Mejor dicho, mucho se está diciendo, porque la planta tiene un atractivo mágico y propiedades únicas, muy adecuadas a lo que parece serán las necesidades del planeta. El bambú no es una madera, no es un metal, no es una arcilla.

Podemos decirlo los que venimos trabajando con el bambú desde antes de que se dijera mucho sobre él, desde cuando ni siquiera se lo identificaba con ese nombre. Cuando eran apenas *unas cañitas* que muy pocos valoraban. Cuando para encontrar alguna información sobre el tema, había que bucear en libros que le dedicaban escasos y difusos renglones, o saltar la barrera del idioma y tratar de encontrar datos en otra lengua.

Cuando comenzamos con el bambú, casi ni siquiera había dónde comprarlo. Empezó a abrirse paso entre nuestra gente con los muebles de caña. Caña que no era del Delta, pero que se vendía en el Puerto de Frutos del Tigre. Muebles de cañas clavadas como si fuesen maderas, y rajadas por hablarles en un lenguaje emparentado, pero extraño.

Eran los tiempos en que íbamos al puesto del viejo José Ricagno en el Puerto, quien manejaba los nombres vulgares de cada caña, podía clasificarlas por diámetro, y las elegíamos por unidad. La opción era comprar un paquete de cañas como para plantar tomates. José nos mostró “la bambú”, la tacuara, la caña de India, la caña negra. Y la colihue, que es con la que se hacen los muebles, pero que no es de Buenos Aires, sino que es oriunda del sur cordillerano de nuestro país. Eran *cañitas*, pero ya tenían nombres que las diferenciaban.

Los que compartimos con el bambú cada momento de la vida, desde los tiempos en que eran cañitas, podemos apreciar la importancia especial que tiene un libro serio sobre el tema. Serio, comprometido y amoroso. Podemos distinguir en la maraña de cosas que se dicen, algunas que se dedican al tema porque siguen la moda verde, otras simplemente porque el bambú “tiene onda”. En cambio, podemos ver en este trabajo de Clara Peña el contenido que siempre quisimos que estuviera en un libro, dicho en un lenguaje accesible para muchos, y que apuesta a compartirlo y divulgarlo.

Nosotros elegimos el bambú y, en una dialéctica, el bambú nos elige como vectores de su expansión y su conocimiento, para abrirle paso a su propio lenguaje. Cuando era simplemente *unas cañitas*, algunos ya nos preocupábamos por el mal uso de cañaverales: eran *cañitas*, no un recurso. Estaban por todos lados, y nada importaba. Justamente, como eran unas cañitas, cada vez que comprábamos algún lote de lindos *Phyllostachys aurea* o *viridis*, nos explicaban con verdad premonitoria, sentenciosa y meridiana que las habían cortado todas, que esas eran “las últimas”. En esas palabras de vendedor tal vez había un poco de argumento de venta, y otro poco de sensación de realidad por saber que detrás del corte no había ni el más mínimo cuidado por preservar. Justamente, porque eran cañitas, porque había que arrasarlas, porque molestaban, con la idea de que se trataba de “una plaga” que no se iba a acabar nunca.

Y cuando el bambú se puso de moda, no alcanzó lo que el Delta nos daba, y se lo fue a buscar a otra parte, pero con el mismo criterio.

Años, décadas. El bambú se fue resistiendo a la sobreexplotación, como un leptomorfo que corrió por delante de las ambiciones económicas inmediatas. Se perdió mucho, pero aún estamos a tiempo.

Justo en este momento, una de las personas que más ama al bambú decidió publicar este libro, un imprescindible para los amantes de la planta. Cuidar un cañaveral y hacerlo sustentable no solo tiene lógica; es además lo que más reditúa económicamente.

Con los años hemos visto surgir como turiones personas más y más interesadas en el bambú. De a poco, de a muy poco –como dice el cuento del crecimiento del bambú– se está tomando conciencia de la necesidad y la conveniencia de aprovechar el recurso. Recurso que excede por mucho lo material –las cañitas– y que –a futuro– será sin duda un elemento promisorio no sólo para administrar los cañaverales naturalizados, sino para implantar nuevos, tal vez, y con los necesarios cuidados, con otras especies provechosas.

Quienes hacemos un pequeño pero muy específico uso del bambú, como es nuestro caso, para la producción de instrumentos musicales, agradecemos este libro, y

deseamos profundamente que muchos lo lean y aprovechen sus conocimientos. Los instrumentos musicales de bambú son un bien cultural, que se produce en el país, con material del país. Cada instrumento de bambú lleva su impronta, que está dada por el material. Parece una frase hecha, pero es real: el material nos provee de cilindros que nunca son iguales, y toda la técnica de luthería se adapta a ello. El material nos da una forma, una textura, una consistencia. Trabajarlo es una intimidad cotidiana, algo que supera lo técnico y pasa por conocer cada pieza de bambú y sus cualidades, y hablar su idioma. Tanto mejor será cuando, aplicando los consejos de este libro, la producción de bambú como material también se haga más específica y cualitativamente superior. Cuando haya muchos cañaverales bien administrados, con buen criterio, con la cuota necesaria de amor y respeto, habrá más y mejores bambúes, y más y mejores bambuseros.

El bambú tiene tiempo

Decenas de veces soñamos con toparnos con un cañaveral nunca visto, una especie de El Dorado vegetal que nunca se hubiese revelado a los mortales, donde crecieran ejemplares nunca imaginados. Tal vez ese El Dorado no esté escondido en una recóndita geografía, sino en el trabajo de cuidado que este libro inspire en los cultivadores.

El bambusero tiene tiempo. No es inmediato el logro. Es recorrer el camino. Es hablar su lenguaje. Este trabajo nos hace fortalecer las raíces, apostar a que en el futuro brotarán miles de hermosos bambúes.

Introducción

LA NECESIDAD DE CAMBIO

Es fuertemente tangible el impacto que el ser humano ha generado en el medio en el que vivimos. La sustentabilidad ha escalado posiciones en las agendas políticas, y el debate medioambiental -junto con el diseño de toda índole de productos supuesta o verdaderamente ecoamigables, las formas de cultivo, la alimentación y los métodos de construcción- se ha convertido en uno de los puntos fundamentales de las mismas.

Es importante tener en claro que no se trata simplemente de convertir la palabra *sustentabilidad* en un tema de moda o en argumento para captar atención de un público potencial; se trata de **crear conciencia**.

Es lamentable observar cómo hasta el deterioro ambiental puede ser usado comercialmente. Resulta desmoralizante ver el logo ecológico tan manipulado y la palabra *sustentable* utilizada muchas veces sin ningún respeto. Son estas malas acciones las que atentan contra la verdadera sustentabilidad, porque generan pérdida de credibilidad y una constante desaceleración en los avances en el cuidado ambiental. Además de provocar desconcierto en aquellas personas interesadas en el tema, pero no suficientemente informadas, que sucumben fácilmente a la compra del falso logo verde.

El Delta bonaerense es una de las regiones ecológicamente más importantes de nuestro país y se encuentra en riesgo -junto con otras zonas verdes naturales- debido al auge de expansión inmobiliaria. Es deber de la **Dirección Provincial de Islas** protegerlo y, al mismo tiempo, ofrecer a sus habitantes, herramientas que les aseguren una forma de vida digna y confortable.

En este punto crítico se creó el **Proyecto Bambú**, con el objetivo de lograr un recurso amigable con el ambiente y que, a la vez, garantice al habitante del Delta la posibilidad de desarrollarse económica y socialmente.

En este camino hacia el cambio, la Dirección Provincial de Islas se esfuerza desde hace ocho años, desarrollando la producción de bambú, un recurso viejo y conocido pero con un potencial enorme y novedoso que hoy se puede trabajar de manera sustentable.

En el libro anterior¹, hablábamos de lo difícil que resultaba lograr el cambio de actitud. Hoy podemos decir que ese cambio ya es un hecho y que **los habitantes del Delta están tomando conciencia**. Dejaron de pensar en el bambú como un recurso

¹ El bambú en el Delta bonaerense y su gente, *publicado por la Dirección Provincial de Islas en 2012.*

menor y han comenzado a manejar sus bambusales de manera sustentable. De esta manera, cuidan su hábitat y obtienen de la producción un rédito económico que les garantiza, tanto a ellos como a sus hijos, la posibilidad de continuar viviendo en el lugar que eligieron.

En enero de 2008 se pone en marcha el proyecto **“El bambú como alternativa sustentable para el Delta de la provincia de Buenos Aires”**. Fue el **Gobernador Daniel O. Scioli**, en el inicio de su gestión, quien -a través de la **Dirección Provincial de Islas-** quiso implementar políticas para potenciar el Delta de la provincia de Buenos Aires como el polo productivo que alguna vez supo ser. Para ello solicitó la elaboración de nuevos proyectos productivos sustentables para la región.

Un principio de sustentabilidad (contenido en Ourcommon future -informe 1987- de la comisión mundial del Medio Ambiente y Desarrollo) es: **“Aquel que satisface las necesidades presentes sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades”**. Este concepto, así expresado, es incompleto, por cuanto solo contempla la necesidad cuantitativa del hombre de hoy y el de mañana, sin tener en cuenta el aspecto cualitativo, en el que están implícitos los costos sociales y ecológicos. El progreso del hombre en todos sus aspectos y la preservación de los bienes según el concepto de sustentabilidad, en un marco de cumplimiento de rigor ecológico, nos revela la necesidad de un nuevo y más fuerte concepto de **total**. Este principio deberá ser una meta a cumplir y se verá satisfecho cuando los procesos se desarrollen sin deterioro ecológico ni pérdida de cualquiera de los valores que promueven y que identifican a una sociedad.

Con esta iniciativa, el **Director de Islas, Francisco Rodríguez Serrano** (Gestión 2008-2014)², creó el Área de Proyectos Sustentables para el Delta de la Provincia de Buenos Aires. Sus objetivos principales son:

- Evitar la emigración de sus habitantes.
- Lograr la inmigración de nuevos y viejos isleños.
- Crear nuevos recursos sustentables para generar ingresos en la región que aseguren los objetivos mencionados.

Es a partir de tales objetivos que surge la idea de un proyecto sustentable en relación al bambú. Pues el bambú -conocido en el Delta como *tacuara* o *caña-* lleva más de 100 años instalado en las islas del Delta³, a través de especies autóctonas de la región,

² Luego continuado por el Director Roberto Cassavechia (Gestión 2014-2015).

³ El bambú se encuentra presente en el Delta bonaerense desde hace más de 100 años; mayoritariamente se trata de especies corredoras que la creencia popular ve como posible invasión. Sin embargo, esto no ha sucedido en todos estos años. Por un lado, porque los ríos y las zonas pantanosas actúan como barreras naturales; por otro, porque su propagación por semilla resulta difícil debido a sus largos períodos sin floración. Por último, el Delta cuenta con muchas especies de carácter no corredor para emprender cultivos y muchas otras para realizar ensayos de supervivencia y adaptabilidad.

como la *Guadua trinitii*, y especies exóticas naturalizadas o en vías de serlo, como la *Arundinaria simonii*, la *Phyllostachys aurea*, *Phyllostachys nigra*, *Phyllostachys viridis*, entre otras. Y cumple con todos los objetivos propuestos por el Área de Proyectos Sustentables.

El bambú ha sido y es utilizado por los habitantes del Delta desde hace muchísimos años, y se lo comercializa principalmente en el Puerto de Frutos de Tigre que -por esta razón- pasó a ser conocido como el polo de la caña en el país. En su gran mayoría, la caña es vendida sin industrialización. Sus usos principales son: decoración, pérgolas, cercos, muebles, etc.

NUESTROS LOGROS

Este proyecto es el resultado de un esfuerzo interdisciplinario, en el que trabajaron codo a codo biólogos, ingenieros agrónomos, psicólogos, paisajistas, taxónomos, arquitectos, artesanos, diseñadores, cosecheros, habitantes del Delta y entusiastas convencidos del valor de la idea.

En este proyecto la Dirección Provincial de Islas (**DPDI**) articuló con instituciones como la Universidad de Buenos Aires (**UBA**), la Universidad Nacional de San Martín (**UNSAM**), la Universidad Nacional de La Plata (**UNLP**), la Universidad Nacional de Tucumán (**UNT**), el **Darwinion-CONICET** (el centro taxonómico con mayor trayectoria en el estudio de la taxonomía del bambú en la Argentina), el Centro Metropolitano de Diseño del gobierno de la ciudad de Bs. As. (**CMD**), la Coordinación Ecológica Área Metropolitana Sociedad del Estado (**CEAMSE**), la Sociedad Central de Arquitectos (**SCA**), los Ministerios de Asuntos Agrarios de la Provincia de Bs. As. (**MAA**), de Ciencia y Tecnología de Nación (**MinCyT**), el Programa de Servicios Agrícolas Provinciales (**PROSAP**) que depende del **MinAgri**, el **Politécnico di Torino**, el China Bamboo Research Center (**CBRC**) y la International Network for Bamboo and Rattan (**INBAR**).

A través de la Unidad de Pre inversión -**UnPre+**- del Ministerio de Economía y Finanzas Públicas de la Nación, el proyecto contó con un Estudio de Prefactibilidad del Programa de Desarrollo Integral del Bambú en el Delta Bonaerense.

Entre nuestros principales logros queremos destacar:

- El cambio de conciencia de los isleños en relación con sus bambusales. Hoy, la mayoría de ellos sabe lo que es el bambú: no solo dejaron de regalar o vender a bajo costo sus bambusales para que un tercero aplique la tala rasa, sino que los cuidan sabiendo que tienen valor, no dejan que los corten y comenzaron a llevar adelante las prácticas de manejo cuidadoso. Hoy, un grupo de productores

⁴Hoy, DINAPREM (Dirección Nacional de Preinversión Municipal).

pioneros -“Tigre bambú”- está comenzando a trabajar de manera sustentable los bambusales naturales del Delta. También están organizando la primera cooperativa de bambú. Este cambio de conciencia es -a nuestro juicio- el principal de nuestros logros.

- Creamos el primer Grupo Bambú en el Delta, dentro del programa **Cambio Rural II**, dependiente del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación (**MinAgri**) y del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (**INTA**).
- Realizamos 14 talleres gratuitos sobre manejo y tratamiento de la caña, brotes comestibles, diseño, autoconstrucción con caña, tierra y otros materiales provenientes del Delta. En ellos participaron más de 80 personas por taller, no solo lugareños sino habitantes de diversas provincias argentinas.
- Disertamos en varios talleres organizados por los mismos isleños con el fin de ayudar en la difusión y aprendizaje del buen manejo del bambú.
- Publicamos un primer libro *-El bambú en el Delta bonaerense y su gente-*. Nuestro proyecto fue presentado y publicado en seminarios internacionales entre los que destacan el World Sustainable Building Conference 2014 (WSB14 Barcelona, España) y el Non Conventional Materials Conference (NOCMAT 15 Winnipeg, Canadá). Fue presentado en instituciones académicas y profesionales como la Sociedad Central de Arquitectos de Buenos Aires, la Universidad de Belgrano de Buenos Aires, y el Politécnico de Turín; y publicado en el libro Buenos Aires Metrópolis en Transición en el capítulo titulado Auto-construcción, y nuevas experiencias tecnológicas (Aracne, Roma 2015), en la revista NewDist, Politecnico di Torino (Torino 2015), en la revista Tempo di Fraternalità (Torino 2015); entre otros.
- Tres integrantes del proyecto viajaron a la República Popular China, en diferentes años, para capacitarse en cursos de 20 días cada uno, dictados por el INBAR, el CBRC y el gobierno chino. El Director Provincial de entonces, Francisco Rodríguez Serrano, fue invitado por el CBRC para conocer los bambusales, las fábricas y la manera en que China desarrolla toda la cadena productiva del bambú.
- En el XIII Congreso Forestal Mundial en 2009, realizado en la ciudad de Buenos Aires, la DPI participó con el Proyecto Bambú en el stand de la Provincia de Bs.

As. Y la disertación de un Evento Paralelo “Desarrollo sustentable del bambú en el Delta de la provincia de Bs. As.”, que fue declarado de interés legislativo por la Honorable Cámara de Diputados de la provincia de Bs. As. (Resolución D-1518-09-10)



Bambusa de Phyllostachys viridis en el Delta (especie aún no confirmada por taxónomos)



Tarde invernal en el río Paraná Mini y arroyo el Diablo



Construcción anónima hecha en bambú en Los Bajos del Temor.



Taller de brotes de la DPDI (teórica). Disertante: María Emilia Caro.



Taller de la DPDI (práctica). Disertante: Ana Castro Thomae.



Mostrario de cañas de Argentina, en el Congreso Forestal Mundial 2009.



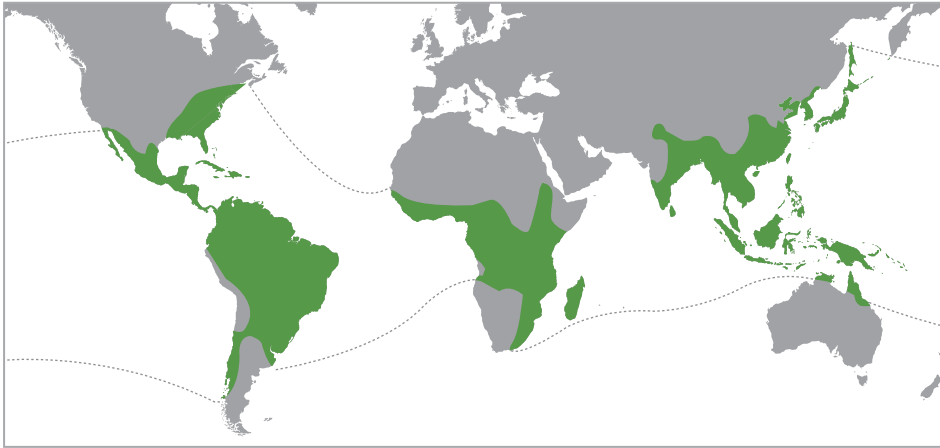
Evento paralelo de la DPDI en el Congreso Forestal Mundial 2009.

Capítulo I

GENERALIDADES DEL BAMBÚ Y SU PROTAGONISMO EN EL DELTA BONAERENSE

por Lic. Clara Peña

Los bambúes -conocidos en el Delta bonaerense como *cañaverales*, *tacuaras* o *cañas*- son hierbas gigantes que pertenecen a la familia de las Poaceas, gramíneas que cuentan con aproximadamente 70 géneros y más de 1500 especies. La subespecie *Bambusoideaes* una de las más importantes para el hombre. Su floración se produce en ciclos cuya irregularidad no ha sido aún claramente comprendida por los expertos. Su distribución natural abarca una franja tropical y subtropical entre los 46° de latitud norte y los 47° sur, y se la encuentra en Asia, en América y en África y Oceanía. Los únicos continentes que carecen de bambú en forma nativa son Europa y la Antártida. En la actualidad, podemos encontrar bambú en Europa, pero esto se debe solo a que el hombre lo ha introducido.



Distribución geográfica del bambú.

El bambú es una planta extremadamente diversa, que fácilmente se adapta a diferentes climas y condiciones del suelo. Las especies “enanas” crecen solo algunos centímetros, mientras que las de tamaño mediano pueden alcanzar varios metros, y las gigantes rondan los 30 metros de altura, con un diámetro de 30 cm. Crecen tan rápido que hasta es posible ver el proceso colocando un palito al lado del brote en crecimiento y observando, a lo largo del día, cómo éste se extiende hacia arriba. Las especies más grandes llegan a su altura final de unos 30 m aproximadamente, en cinco meses.

En América hay identificadas 345 especies, que se distribuyen desde el sur de Estados Unidos, pasando por México, Centroamérica, Islas del Caribe y América del Sur hasta parte de Chile. Es una planta que puede resistir y recuperarse de severas calamidades, catástrofes y daños. Se sabe, por ejemplo, que **la primera manifestación de crecimiento de vida vegetal luego del bombardeo de Hiroshima y Nagasaki, fueron brotes de bambú.**

Las especies de bambú suelen clasificarse en dos grandes grupos, lo cual genera la distinción más común entre *bambúes herbáceos* y *bambúes leñosos*:

- Bambúes herbáceos: su nombre científico es *Olyrodae* y se caracterizan por poseer un sistema simple de ramificación, un sistema rizomático simple y floraciones frecuentes. Generalmente son polinizados por insectos y crecen en el estrato de la selva tropical por debajo de los 1.500 m de altitud.
- Bambúes leñosos: se encuentran en el grupo de los *Bambusodae*, que se caracterizan por sus culmos leñosos (se denomina *culmo* al tallo, comúnmente llamado *caña*). Carecen de sistemas complejos de ramificación, tienen fuertes sistemas rizomáticos y sus ciclos de floración son prolongados con intervalos de hasta 120 años. Crecen preferentemente en hábitats abiertos, entre los 0 y 4.000 m de altitud, y generalmente son polinizados por el viento.

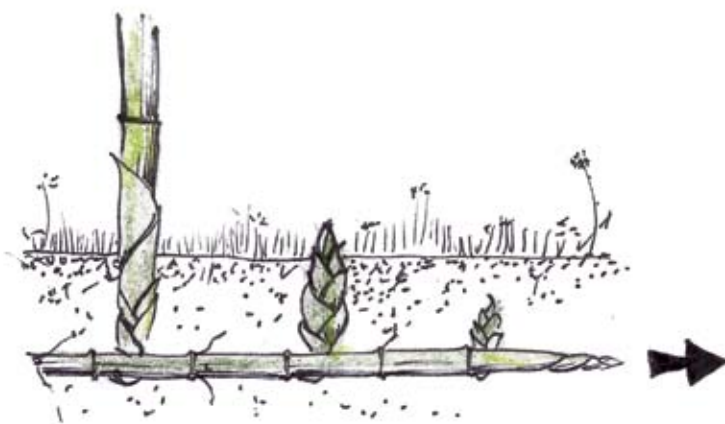
Los diferentes tipos de bambúes leñosos se agrupan en cuatro géneros principales: *Arundinaria*, *Bambusa*, *Phyllostachy* y *Sasa*.

En el caso del Delta, nos concentraremos en el segundo grupo (*Bambusodae*). El mismo, a su vez, se divide en dos grupos según la forma de crecimiento: corredor (monopodial) o de mata (simpodial). Los dos tipos se encuentran bien desarrollados en la zona. Cada uno tiene distintas formas de manejo. En este libro, haremos hincapié en **el género *Phyllostachys* (monopodial), el más difundido en la Provincia de Buenos Aires.**

MORFOLOGÍA

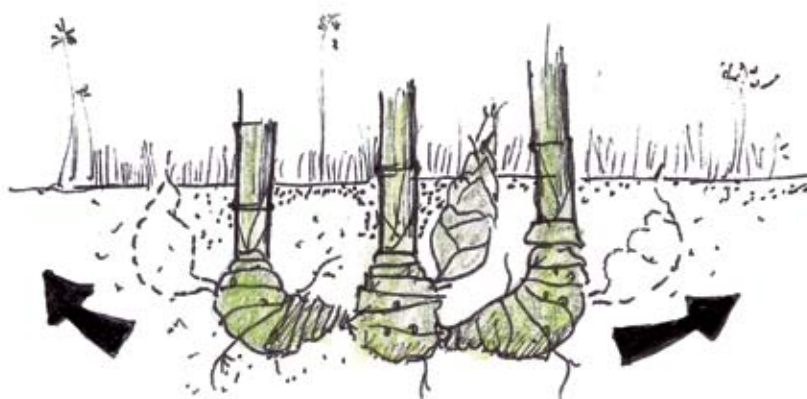
El *rizoma* es un eje segmentado típicamente subterráneo, que constituye la estructura de soporte de la planta y que juega un papel importante en la absorción de nutrientes. Consta de dos partes: a) el cuello del rizoma y b) el rizoma en sí.

Los rizomas corredores (monopodiales) crecen horizontalmente a una gran velocidad: llegan a extenderse más de 15 m. Estos rizomas presentan yemas que pueden originar una nueva caña hacia arriba, raíces hacia abajo o un nuevo trayecto de rizoma. Este tipo de rizomas genera cañas bastante distanciadas unas de otras que forman bosques semejantes a los de árboles. A pesar de sus propiedades corredoras, los ríos y las zonas pantanosas actúan como barreras naturales que los delimitan. Generalmente, se los encuentra en regiones templadas e incluyen los géneros *Phyllostachys* y *Pleioblastus*.



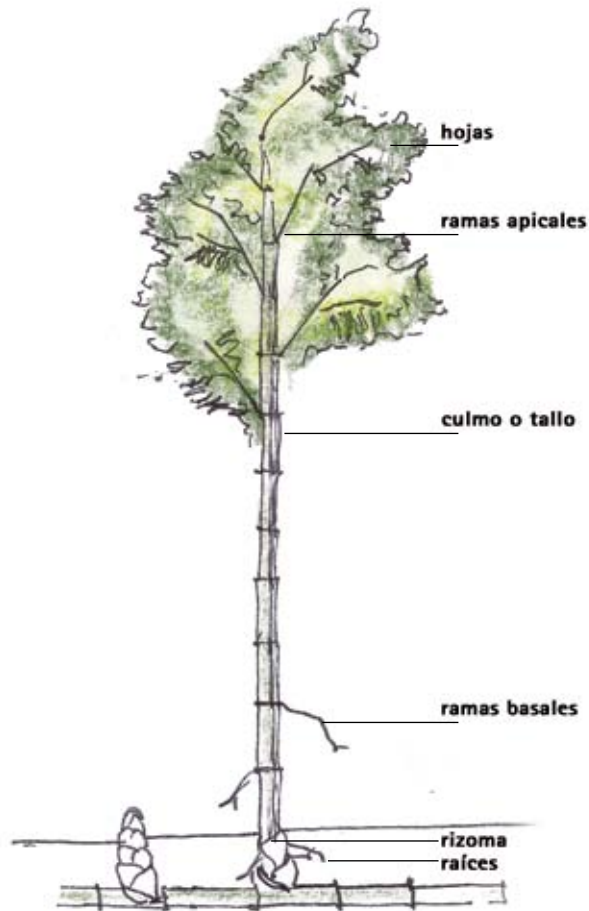
Rizoma de bambú corredor (monopodial).

Los rizomas simpodiales son cortos y gruesos. Las cañas crecen sobre la superficie muy cerca unas de otras, formando un grupo compacto que se expande alrededor de una circunferencia que tiene una medida definida según cada especie. A diferencia de los corredores, cada rizoma tiene forma de U, y sale a la superficie en forma de caña. Su género principal lleva el nombre de *Bambusa* y su hábitat natural son las zonas tropicales.



Rizoma de bambú de mata (simpodial).

El *culmo* (comúnmente conocido como *caña*) es un tronco segmentado que sale de la tierra desde el rizoma. Una vez cortado, se le eliminan las ramas laterales y queda listo para ser utilizado. Por lo general, tiene forma de cilindro hueco cónico con nudos y entrenudos, aunque algunas pocas especies son macizas, como la caña colihue (*Chasquea coleou*) o la *Guadua paraguayana*, dos especies nativas de la Argentina. El culmo consta de: a) cuello, b) nudos y c) entrenudos. Se denomina *cuello* a la parte de unión del rizoma y la caña; *nudos*, a los puntos de unión de los entrenudos, y *entrenudo* a la porción de la caña comprendida entre dos nudos. Desarrollan varias cañas al año, largas, leñosas de gran diámetro, con un acabado natural liso y suave, y listas para usar una vez maduras. El estado maduro de las cañas es propio de cada especie.

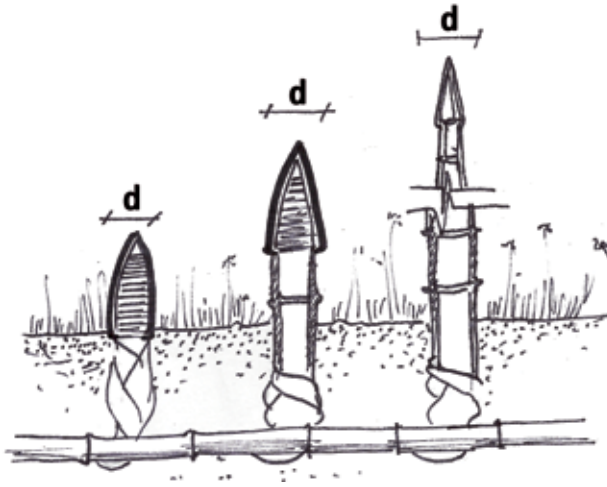


Partes del bambú.

Las especies de bambú varían unas de otras y en algunos casos las variaciones son muy grandes. A modo de ejemplo y solo para mencionar algunas de las diferencias más notables, hay bambúes corredores, de mata, leñosos y herbáceos; de alturas que van desde solo unos pocos centímetros hasta 30 m de altura; con diámetros que van desde unos pocos milímetros hasta 30 centímetros; la cantidad de nudos y la longitud de los entrenudos es propia de cada especie.

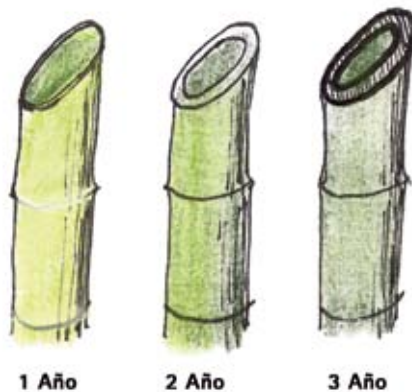
CRECIMIENTO

Las cañas emergen con un diámetro determinado que se mantendrá durante su desarrollo definitivo; luego de emerger se extienden hacia arriba telescópicamente.



Las cañas crecen telescópicamente conservando su diámetro inicial.

Lo que varía durante el crecimiento es el grosor de las paredes, ya que a diferencia de los árboles, la caña se engrosa hacia adentro. Luego de haber alcanzado su altura máxima con su espesor definitivo, comienza a “madurar”, lo cual se percibe porque la caña se vuelve más fuerte y resistente. Se ha producido un cambio en la estructura química: la caña se ha lignificado.



El grosor de la pared de la caña aumenta hacia adentro y se endurece con el transcurso de los años.

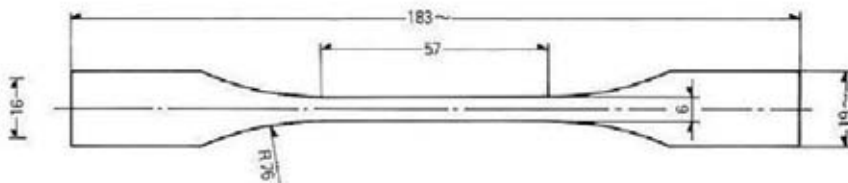
UN RECURSO DE EXTRAORDINARIO VALOR

El bambú ha ganado un creciente interés en las últimas dos décadas debido a los beneficios económicos y ambientales que presenta. Su rápido crecimiento permite cosecharlo anualmente sin causar agotamiento ni degradación de suelos.

Su composición se asemeja a la de la madera de los árboles. Si bien llega muy rápido a su tamaño final, la proporción de agua que contiene su estructura es muy elevada. Hay que esperar de tres a cinco años para cosechar las cañas nuevas ya que es necesario dejar que las mismas maduren y tomen consistencia de madera para su recolección. No es fácil detectar el momento propicio para el corte de las cañas; los años de experiencia van mejorando la técnica, pero algunas especies (por lo general las de mayor diámetro) exteriorizan su maduración con la presencia de líquenes en su exterior. También es propio de varias especies perder su capa de cera natural protectora a medida que van madurando: este es otro indicio de caña madura. Otras especies, como las pertenecientes al género *Phyllostachys* o *Guadua*, van perdiendo el marcado anillo anular a medida que maduran.

Dentro de los productos forestales no madereros¹, los bambúes se encuentran entre las especies más importantes, y ocupan dentro de la FAO un lugar principal tanto en sus publicaciones como en sus investigaciones. Esto se debe a que se trata de un producto maderable cuyas fibras tienen calidades superiores al hierro; puede ser tan resistente como él, aunque mucho más flexible y mucho más liviano. Con un peso varias veces menor, logra condiciones físico mecánicas iguales o mejores con un costo infinitamente menor. Su capacidad de carga a la tracción, presión y flexión es considerablemente mayor a cualquier madera, condición que le vale el apodo de **acero vegetal**.

Para esto último se hacen las probetas de ensayo, siguiendo las formas adjuntas establecidas por las normas para sus ensayos.



Forma de probeta para ensayo a la Tracción. (Ver Anexo 1)

¹ Los Productos Forestales No Madereros (PFNM) son bienes de origen biológico, distintos de la madera, derivados del bosque de otras áreas forestales y de los árboles fuera de los bosques. Pueden recolectarse en forma silvestre o producirse en plantaciones forestales o sistemas agroforestales. (www.fao.org)

El peso de la caña con relación al de la madera también es destacable porque una viga de madera que soporta un esfuerzo determinado pesa varias veces más que una caña que soporta el mismo esfuerzo, ya que las cañas son, en su mayoría, huecas. Por esta misma razón, a diferencia de la madera, puede ser fácilmente cosechado y transportado sin necesidad de equipos o vehículos especializados. Esta característica adquiere un valor relevante en la construcción de techos y en la manipulación y traslado del material en obra.

Además, se está popularizando como un excelente sustituto de la madera en la producción de pulpa para papel, paneles y carbón, y se lo usa en construcciones, tanto en su forma natural o como producto con valor procesado (laminados, terciados, vigas, paneles).

En Latinoamérica se lo asocia con las culturas aborígenes que lo utilizaban para la construcción de viviendas, actividades agrícolas y fabricación de utensilios. En países subdesarrollados, este uso ha ido desapareciendo gradualmente. Sin embargo, su desarrollo industrial ofrece a las nuevas generaciones la posibilidad de retomar la producción de esta especie, y las nuevas técnicas de diseño permiten que el bambú empiece a ser considerado un nuevo material noble, sustentable, ecológico y moderno, simbólicamente muy lejano de la idea de pobreza con la que tradicionalmente estuvo asociado.

El comercio de brotes como producto comestible en la cocina asiática es otro de los subproductos del bambú que se está expandiendo alrededor del mundo.

BENEFICIOS DE LOS BAMBUSALES

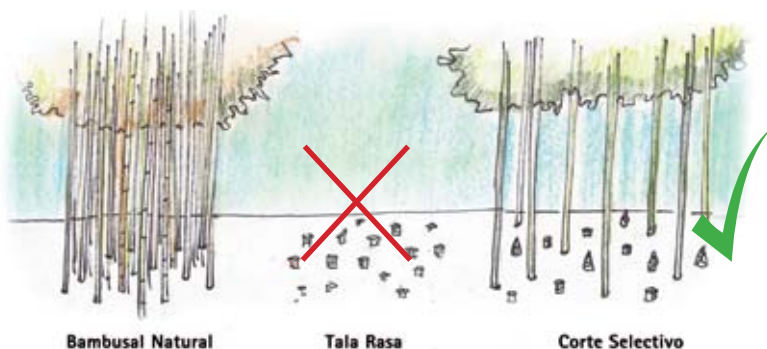
Por su disponibilidad y versatilidad, el bambú ha sido usado para muchos propósitos y cultivado hace centenas de años, fundamentalmente en **Asia** y el **Pacífico**, donde es un conocido recurso de los bosques tropicales y subtropicales. Por razones culturales y ambientales, es común su uso en zonas rurales, lo que también ayuda a proteger el medio ambiente y genera un buen ingreso económico con la ventaja de ser un recurso sustentable.

En **Latinoamérica**, el bambú ha sido usado mayormente para construcciones y herramientas agrícolas. En **Ecuador** se han encontrado componentes estructurales de construcciones con bambú que datan de 4.500 años de antigüedad. Durante el período colonial, la técnica de *bahareque* para construir era muy utilizada en **Perú**, **Bolivia** y **Ecuador**; casi 500 años después y luego de varios terremotos, algunas de estas construcciones aún siguen manteniéndose en buen estado. Si bien el uso del bambú y su manejo en **Latinoamérica** no ha alcanzado el nivel que logró en **Asia**,

en los últimos años la tendencia empezó a revertirse.

El manejo de los bambusales naturales y las plantaciones de bambú coopera con la **reducción de la deforestación** que es una de las causas principales de la degradación de la tierra, ya que -como se ha dicho más arriba- se presenta como un sustituto de otros recursos madereros que son sobreexplotados para ser usados como combustible o madera. Trabajando los bosques de bambú sustentablemente, se evita la deforestación y se garantiza la materia prima año tras año, con altos beneficios ambientales, sociales y económicos porque es capaz de producir magníficas ganancias por unidad de superficie en un tiempo relativamente corto.

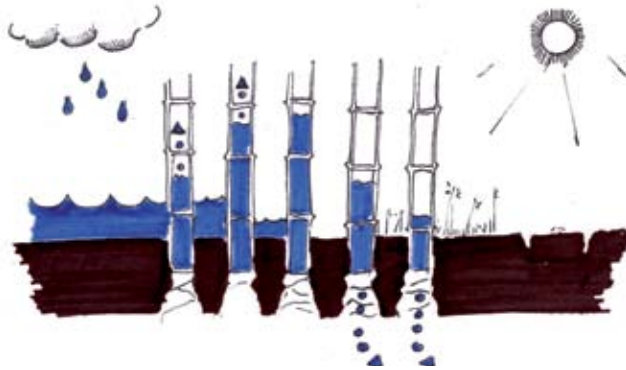
Además, por su sistema radicular entretrejido y la presencia de abundantes rizomas, el bambú contribuye de manera efectiva a la **conservación del suelo** y a su recuperación, pues debajo de la tierra la planta forma un intrincado sistema de redes que amarran fuertemente el suelo y evitan la erosión. A esto contribuye también el hecho de que generan una fuente importante de materia orgánica debido a la acumulación y descomposición del follaje que mejora las condiciones del suelo.



El corte selectivo es la única opción sustentable para manejar un bambusal natural. La tala rasa provoca la muerte del mismo.

Otro de los aportes valiosos que proporciona un bambusal bien manejado es el comportamiento de algunas especies como **bomba de almacenamiento de agua**. En épocas húmedas el bambú absorbe importantes volúmenes de agua que almacena tanto en su sistema rizomático como en el tallo (en cada entrenudo) y en el suelo. Por ejemplo, se ha determinado -según estudios realizados en el centro nacional para el estudio de la *Guadua angustifolia* de **Colombia** (especie de bambú nativo de **Latinoamérica**)- que una hectárea de *Guadua* puede almacenar 35.000 litros de agua. En el verano, cuando se percibe la necesidad de agua, la que se encuentra almacenada en la planta es aportada al suelo de manera paulatina. Es por eso que

se lo ha estudiado y se lo sigue estudiando como regulador hídrico. A su vez los rizomas y hojas en descomposición se comportan como esponjas, y evitan que el agua fluya de manera rápida continua, con lo cual se propicia la regulación de los caudales y la protección del suelo a la erosión. [Salas Delgado, 2006]. Es por esto que el bambú suele ser utilizado para control de caudales en plantaciones tales como los cañaverales de azúcar situados en el Norte de la República Argentina. En los canales de riego del Ingenio Ledesma (Provincia de Salta), por ejemplo, se ha utilizado el bambú como regulador hídrico por más de 100 años .



Regulador hídrico

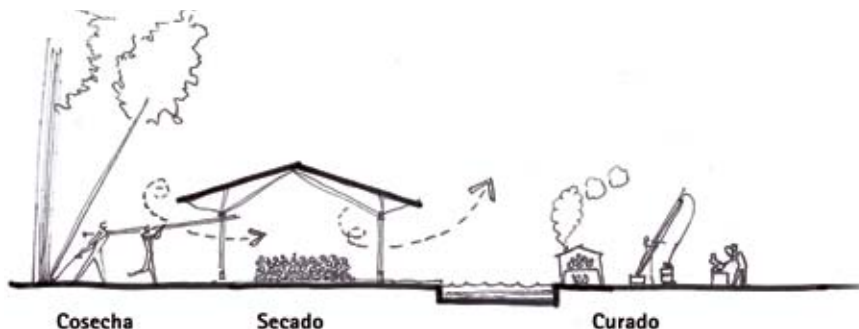
Mantener bambusales a orillas de los ríos equivale a poseer tanques de almacenamiento de agua, por ello con razón se afirma que donde hay bambú hay regulación del agua.

El bambú contribuye también a **la conservación y mejoramiento de la calidad del aire**, puesto que la cantidad de oxígeno que produce un bambusal es muy superior a cualquier sistema forestal sobre la misma superficie de terreno. Por ello, la utilización (captación) de CO₂ del aire en el proceso de fotosíntesis es igualmente mayor que en otras especies silvícolas. Una hectárea de bambú captura aproximadamente 40 veces más CO₂ que la misma superficie de pinos en un año.

POR QUÉ ELEGIMOS EL BAMBÚ COMO RECURSO SUSTENTABLE PARA EL DELTA

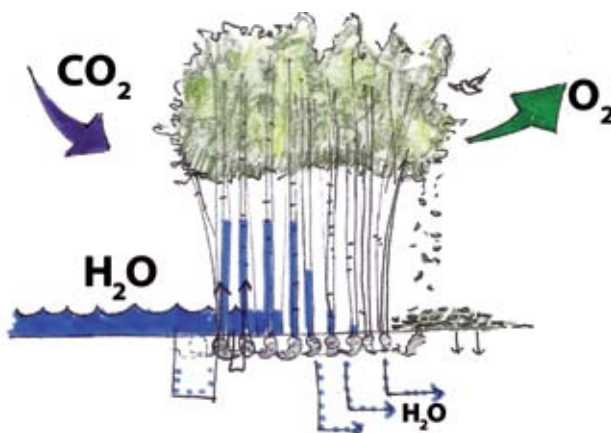
Porque socialmente se encuentra instalado en el Delta desde hace más de 100 años, donde se lo utilizaba como un recurso menor, de poco valor. Es importante seguir modificando ese concepto arraigado entre sus habitantes. Seguir demostrando que es un recurso sustentable, moderno, con alto valor, capaz de garantizar la subsistencia familiar. Ancestralmente utilizado por diferentes culturas del mundo, es ideal para el desarrollo de pequeñas comunidades ya que es de muy fácil manejo y un gran

generador de empleo.



Circuito de trabajo en un bambusal manejado sustentablemente.

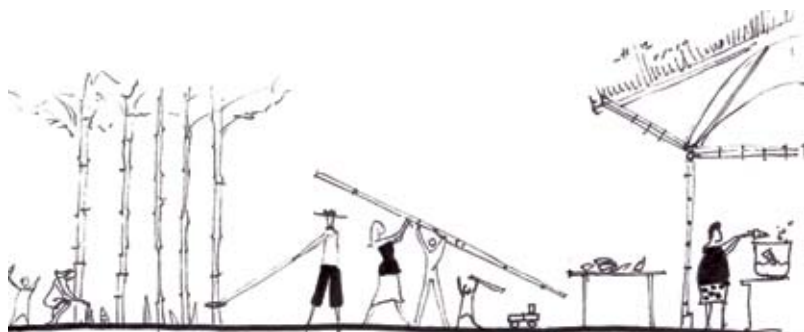
Porque ambientalmente el cuidado y aprovechamiento sustentable de los bambusales contribuye a disminuir la presión sobre los bosques nativos, proteger fuentes de agua, mejorar la fertilidad del suelo, capturar mucho más carbono de la atmósfera que otras especies forestales y -como padece menos plagas y enfermedades que muchos otros recursos- prácticamente, no se lo fumiga ni se lo fertiliza. Además, no requiere herramientas complejas ni maquinarias pesadas, lo cual garantiza un bajo impacto en el ambiente. Convive perfectamente con otras especies, por lo tanto, no afecta la biodiversidad; y al exigir poca intervención, suele ser un buen refugio para la fauna local. No es exigente con la calidad de agua y si ésta no es buena, suele purificarla².



Beneficios ambientales de un bambusal.

² En las provincias de Catamarca y La Rioja hay dos proyectos de fitoremediación de aguas cloacales y de aguas industriales con bambú a punto de ponerse en marcha.

Porque económicamente es una alternativa para generar nuevos ingresos al pequeño productor. Sus productos son ampliamente utilizados en muchas áreas con una gran demanda del mercado y menor riesgo de inversión: una planta de bambú puede producir alrededor de 15 km (con el diámetro de 30 cm) de cañas de bambú utilizables. En una plantación, el bambú va a crecer el primer año de forma estable y, si está bien gestionado, se puede cosechar brotes el segundo y tercer año, y ya el cuarto o quinto año, la madera está lista para ser utilizada. Los agricultores pueden beneficiarse de una plantación de cañas por más de 80 años³. Las propiedades físicas y mecánicas de algunas de las especies son comparables a las del acero y las maderas duras, por esto son muchas las posibilidades que esta planta ofrece para ser comercializada: tanto como materia prima para la construcción urbana y rural, como para la fabricación de muebles, pisos, utilería y artesanías.



Economía Familiar

BIODIVERSIDAD⁴

Es una realidad que quien haya investigado sobre bambú y, por ende, haya consultado a diferentes especialistas en la materia, tiene que haberse topado con la duda de si el bambú realmente beneficia la biodiversidad o la perjudica, pues hay opiniones encontradas sobre el tema.

Aquí nos limitaremos a hablar sobre nuestra propia experiencia en la zona de estudio.

En el Delta bonaerense hemos observado una gran cantidad de bambusales, en su mayoría del género *Phyllostachys*. Los mismos ya están naturalizados en la zona, donde se encuentran desde hace más de 100. Hemos observado distintos comportamientos. Como mayoritariamente no se realiza un manejo sustentable

³ Información aportada por el China National Bamboo Research Center (CBRC), año 2011.
www.cbamboo.cn

⁴ Para mayor información sobre Biodiversidad, consultar *El Bambú en el Delta Bonaerense y su Gente*, publicado por la Dirección Provincial de Islas, en 2013.

sino de tala rasa, se observan masas compactas de cañas finas casi impenetrables, donde la biodiversidad baja muchísimo. Al mismo tiempo, estas masas de bambú suelen tener un promedio de 50 m², por lo cual su impacto medioambiental no es relevante. También hemos observado muchos bambusales sin ningún tipo de manejo, ni bueno ni malo, que se desarrollan naturalmente como un pequeño bosque, donde la distancia entre cañas es significativa, lo que favorece la biodiversidad. En esos espacios es posible encontrar árboles, arbustos y fauna local como nidos de pájaros o huellas de animales silvestres.

Teniendo en cuenta que el trabajo dentro de un bambusal sustentablemente manejado es manual y de bajo impacto y que sólo se ingresa a trabajarlo dos a tres veces por año, es de esperar que la flora y la fauna locales no se vean demasiado afectadas. Creemos que esto es una ventaja en relación a la mayoría de otros cultivos, incluida la forestación; por más que una implantación no tenga intervención por un período de al menos 10 años, cuando se tala un bosque de madera, se lo tala por entero y no queda nada. Con la consecuencia de un alto impacto en el ambiente. Para volver a gozar de un bosque verde receptor de flora y fauna locales, habrá que replantar en algunos casos y esperar entre 5 y 7 años. Y, en otros, esperar un rebrote que tarda otro tanto en generar la masa verde perdida.

Los agroquímicos son una problemática actual en los cultivos. El bambú tiene la gran ventaja de no ser víctima de plagas de consideración, por lo cual no se lo fumiga; sólo se lo fertiliza a veces en la etapa inicial en caso de que el suelo carezca de nitrógeno. Por lo tanto, los brotes de bambú son un excelente alimento saludable, nutritivo y naturalmente orgánico. Además, la ausencia de agroquímicos ayuda a preservar la flora y fauna locales que conviven con el cultivo.

Nuestro propósito es, fue y será que los habitantes del Delta -como los de cualquier otra región del país- manejen sustentablemente sus bambusales para contar con un recurso que les genere soporte económico. Y que -al trabajarlos de este modo- se favorezca la biodiversidad.

LA SITUACIÓN ACTUAL DEL BAMBÚ EN EL DELTA

En estos más de 7 años de trabajo en el Delta con el Proyecto Bambú, hemos ido realizando una intensa investigación sobre la ruta de la caña: su cosecha, traslado, acopio, cuidados, valores de compra y venta. Su distribución en el área del Delta y su estado actual.

En muy breve síntesis comprobamos que:

- No existe una sistematización ni planificación en la obtención de la caña.

- Recién en estos últimos años, gracias a los talleres de la DPDI los habitantes del Delta comenzaron a manejar sus bambusales de manera sustentable.
- También en estos últimos años, gracias a los talleres de la DPDI, se comenzó a realizar tratamientos pos cosecha y a acopiar las cañas correctamente para un secado natural y protegido.
- Otro de los cambios operados gracias a los talleres, la cosecha es en luna menguante a primera hora de la mañana. Este saber ancestral solo era conocido y practicado por algunos viejos isleños.
- Es poca la caña del Delta que se comercializa, pues su número decrece debido a que todavía, en la mayoría de los bambusales, son malas las prácticas de corte.
- Gran parte de la caña proviene de los bambusales naturales del norte argentino, que están menos explotados, pero que utilizan las mismas malas prácticas de manejo. Por lo cual si los malos hábitos permanecen, habrá un desabastecimiento total de caña en el país.
- Hace falta un plan de forestación y control de crecimiento de la caña, que permitiría manejar los tiempos de recolección y, con ello, los diversos espesores y dimensiones del material proveniente de diferentes especies y zonas. Se lograría así un abastecimiento constante, controlado y surtido de materia prima.
- Es difícil obtener un flujo constante de caña de calidad que le permita al productor mantener un mismo nivel parejo en su producción, y al vendedor, contar con materia prima constante y de buena calidad. Si se lograra ese flujo, es seguro que tanto el productor como el vendedor y el cliente obtendrían una mejor relación precio-calidad del producto.

La reorganización del sector productivo -con la capacitación de los actores como primer paso- incidiría directamente en un aumento en la calidad y aplicaciones de la caña. Y como consecuencia directa, en el valor de la misma.

Los grandes mercados de compra y venta de caña están situados en la zona del Tigre. Esto no es casual; hace varios años, la caña provenía exclusivamente del Delta bonaerense. Era mucha la materia prima que se comercializaba, pues los bambusales tenían poca explotación y la caña que se obtenía era muy buena. Pero como su

³ *Tala rasa: corte del bambusal en su totalidad, extrayendo tanto la caña madura lista para la venta, como la caña verde, la que requiere todavía un año o dos para terminar de madurar y poder cosecharse para la venta. Esta modalidad provoca una alta pérdida en la calidad de la caña, ya que después del corte total, el bambusal tiende a brotar intensamente con una disminución muy significativa del diámetro de las cañas que compiten por luz y nutrientes; estas cañas suelen tener un mínimo valor o no tener valor alguno. También provoca la muerte gradual del bambusal, pues sus cañas mal cortadas son propensas a pudrirse y, con ellas, el rizoma del suelo. Para poder recuperar un bambusal realizando técnicas de manejo, después de una tala rasa, se requieren al menos seis años de mucho trabajo y poca ganancia.*

cosecha no se realizaba con técnicas de manejo, sino con **tala rasa**⁵, los bambusales se fueron degradando y en muchos casos desapareciendo gradualmente.

Sin embargo, hemos encontrado algunos pocos casos de cosecheros que históricamente han cortado la caña en buena luna⁶ (cuarto menguante) y algunos otros que incluso seleccionan las cañas maduras de sus bambusales. Son muy pocos, pero la experiencia y la observación les permitió comprobar la diferencia de calidad que obtienen con estas pequeñas precauciones a la hora de cosechar.

El bambú es un producto que ha venido perdiendo su valor, generalmente por desconocimiento de un manejo sustentable que beneficie tanto al bambusal como a quien vive de él. La realidad es que existe una sobreexplotación del recurso ya sea por la venta a intermediarios que la extraen sin ninguna técnica o porque se ha tomado la decisión de eliminarla. Hoy es una realidad que los cosecheros de caña suelen no ser los dueños de los bambusales. En muchos casos el dueño real no se entera de que su cañaveral ha sido talado y vendido y, en otros casos, vende el **derecho a tala rasa** a un precio muy bajo. El cosechero de turno vende su cosecha a muy bajo costo al intermediario, quien elige lo mejor de la cosecha, desecha las cañas verdes y podridas, se queda con las maduras y las vende, en algunos casos, a precios cinco veces superiores al precio de compra.

Por otro lado, la falta de manejo también es una de las causas de la paulatina eliminación de la especie porque sus tallos tienden a secarse por falta de cosecha, lo que impide la regeneración natural. Dependiendo de la zona, región o país, los agricultores poseen conocimientos valiosos con relación al manejo del bambusal, pero también existen prácticas que afectan su crecimiento, por ejemplo:

- Los cortes practicados a partir del tercer nudo -debido a que la parte basal es más gruesa y con poco uso (muy vulnerable y blanda)- dejan tocones altos con huecos que normalmente se llenan de agua, se pudren y perjudican la aparición de nuevos rebrotes; además resultan muy peligrosos para quien camine por el área, ya que los cosecheros suelen cortar las cañas con machete, y dejar las partes basales de las mismas en corte a bisel (más de uno, nos ha comentado que ha sufrido lesiones severas por una caída en el bambusal).
- Para limpiar el bambusal muchos utilizan la quema, que no sólo repercute en la pérdida de tallos que pueden ser comercializados, sino también aumenta el riesgo de incendio que suele ser uno de los grandes problemas con los que conviven los isleños.
- Cuando se realizan las actividades de limpieza y corte se amontonan inadecuadamente las hojas y ramas, lo que impide que los nuevos brotes puedan

⁶ Sucede que la influencia gravitacional de la Luna, que provoca con su poder las mareas, también influye sobre los líquidos interiores de las plantas, atrayendo mayor volumen hacia los tallos subterráneos y raíces durante esos períodos.

desarrollarse. Lo ideal es que estos residuos sean distribuidos en toda el área para lograr una mejora considerable del suelo una vez convertidos en compost. Es impactante escarbar superficialmente el suelo presente en un bambusal y comprobar la calidad de tierra que genera su materia residual.

EFFECTOS DE LAS MALAS PRÁCTICAS

1- Problemas ambientales

- Disminución de un recurso ambientalmente muy bueno ya que un bambusal manejado garantiza un bosque verde permanente.
- Disminución de la capacidad protectora del suelo a orillas de ríos, debido a la sobreexplotación de bambusales ubicados en esas zonas.
- Pérdida de la oportunidad de disminuir la presión sobre los bosques nativos, eligiendo al bambú como sustituto real de la madera.
- Deslizamientos en laderas y pérdida de suelo provocados en algunas zonas y especialmente en la época de lluvia por eliminación de bambusales naturales.

2- Problemas productivos y económicos

La sobreexplotación de los bambusales naturales provoca prácticamente la destrucción de los mismos, disminuye la calidad y cantidad de cañas y acaba con un recurso que tiene altas posibilidades de mercado. Su recuperación demanda un mínimo de siete años con un trabajo descomunal que en muchos casos es desmoralizante. Esos años de recupero de bambusal son improductivos y no generan ninguna ganancia significativa, mientras que un bambusal manejado sustentablemente puede generar **dos ingresos anuales económicamente rentables por más de 80 años consecutivos**.

EN SÍNTESIS, EL BAMBÚ ES:

- Una de las plantas terrestres de crecimiento más rápido del planeta.
- Una barrera natural impenetrable no invasora, contra vientos, sonidos, plagas.
- Una eficaz defensa de las cuencas hídricas.

- Un elemento vital para el equilibrio de oxígeno y dióxido de carbono de la atmósfera.
- Un buen sustituto de la madera, resistente, versátil, de rápido crecimiento.
- Un elemento clave para las economías regionales, en particular para la producción agroforestal y sus derivados.
- Un material particularmente apropiado para la construcción de estructuras sismorresistentes.
- Una planta proveedora de materias primas para la industria farmacéutica, cosmética, de muebles, del papel, de la construcción, etc.
- Un elemento constitutivo de la cultura y las artes en todas las regiones del planeta donde se ha dado naturalmente esta especie.



Primer paso en la producción de latillas realizadas en la carpintería del Club Regatas la Marina, por la DPDI en 2011.



Latillas realizadas en la carpintería del Club Regatas la Marina por la DPDI en 2011.



*Bambusal natural de *Phyllostachys aurea*.*



*Bambusal manejado de *Phyllostachys aurea*.*



*Bambusal natural de *Phyllostachys aurea*, donde se observan cañas nuevas y viejas.*



Taller práctico de la DPDI en la isla Martín García.



El ex-director de Islas Francisco Rodríguez Serrano y el director de la isla Martín García caminando por los bambusales naturales.

Capítulo II

EL GÉNERO *PHYLLOSTACHYS*: SU TAXONOMÍA

por Prof. Zulma E. Rúgolo de Agrasar,
Carolina Guerreiro

INTRODUCCIÓN

La familia *Poaceae* (o Gramíneas, a la que pertenece el bambú) comprende -entre otras- la subfamilia *Bambusoideae*, la cual se encuentra integrada por especies herbáceas y leñosas de la tribu *Bambuseae*¹. La tribu *Bambuseae* reúne aproximadamente 1300 especies agrupadas en 61 géneros, que se distribuyen en **Asia, África, Australia y América**. El Nuevo Mundo aporta a esta diversidad 20 géneros y 353 especies², que se encuentran fundamentalmente en regiones tropicales y subtropicales, desde los 39° 25' N hasta 47° S de latitud³ y desde el nivel del mar hasta los 4300 m de altitud en el trópico sudamericano, con precipitaciones de 500 a 6500 mm anuales. Las especies leñosas se caracterizan por presentar cañas huecas o macizas que pueden alcanzar hasta 30 m de altura y diámetros cercanos a los 25 cm. La gran resistencia y flexibilidad de las cañas, unidas a otras características, hacen que éstas constituyan un grupo taxonómico muy peculiar dentro de las *Poaceas*.

América austral (**Argentina, Chile, Uruguay** y áreas limítrofes de **Paraguay y Brasil**) constituye una región con muy escasos antecedentes en el conocimiento de los bambúes leñosos⁴. Recientemente se ha concluido el tratamiento taxonómico de los géneros de *Bambuseae* para el Proyecto Flora Argentina⁵ donde se trata cada uno de los géneros⁶; sin embargo, la información acerca del cultivo y la aplicación de sus especies con fines tecnológicos sigue siendo fragmentaria e insuficiente.

En la **Argentina** también se encuentran representados algunos géneros asiáticos, como *Arundinaria* Michx, *Bambusa* Schreb. *Dendrocalamus* Nees y *Phyllostachys* Siebold & Zucc., algunos de ellos con especies ampliamente cultivadas. Los únicos antecedentes bibliográficos sobre las especies cultivadas en la **Argentina** corresponden a Parodi (1943, 1959), con énfasis en aspectos taxonómicos, y escasa

¹ Nicora & Rúgolo de Agrasar, 1987; Judziewicz et al., 1999

² Judziewicz et al., 1999

³ McClure, 1993

⁴ Parodi, 1936, 1943, 1959; Sulekic et al., 1999; Rúgolo de Agrasar & Clark, 2000; Rúgolo de Agrasar & Puglia, 2004

⁵ Zuloaga et al., 2012

⁶ Guerreiro & Rúgolo, 2012; Lizarazu & Vega, 2012; Rúgolo & Vega, 2012

información sobre cultivo, multiplicación, usos y distribución geográfica. Algunas especies se utilizan como plantas ornamentales y han sido muy requeridas y seleccionadas para grandes parques o en diseños arquitectónicos modernos⁷.

El uso y aplicación de los bambúes leñosos en el mundo se registra desde tiempos prehistóricos. En la Argentina, se ha comprobado su uso en la confección de astiles para puntas de proyectiles, recuperados en sitios arqueológicos de la Puna meridional argentina⁸.

La creciente introducción de especies fundamentalmente asiáticas, con fines ornamentales y otros usos, hace necesario implementar un registro e identificación de las mismas, tarea pendiente hasta el presente.

La determinación de especies puede comenzar en el campo, pero es imprescindible continuar en el laboratorio para precisar resultados luego de las observaciones preliminares pertinentes. Para el reconocimiento de los bambúes leñosos es necesario tomar datos a campo e implementar la recolección de material botánico, que será conservado en el Herbario como documento que respalde la identidad de cada espécimen. Esta actividad es imprescindible para proceder a la determinación de las especies. No siempre se dispone de material en floración, indispensable para la identificación, dado que los bambúes florecen luego de largos y variables períodos vegetativos. Por ello, estudios morfológicos y estructurales (anatomía foliar y caulinar) son necesarios para identificar las especies.

MORFOLOGÍA DE LOS BAMBÚES LEÑOSOS

Los bambúes leñosos desarrollan períodos vegetativos muy largos, de 5-30 años, o mayores en algunos casos, a partir de los cuales florecen. Por ello, el conocimiento de los caracteres vegetativos es muy importante para identificarlos. No obstante, durante la floración los caracteres reproductivos complementan el reconocimiento de las especies: mientras algunas florecen y mueren, otras presentan floraciones periódicas y no mueren luego de las mismas.

Los bambúes leñosos desarrollan un sistema subterráneo formado por tallos modificados (rizomas) y raíces adventicias. La parte aérea se compone por el tallo (caña o culmo) y las ramificaciones (tallos y hojas).

⁷ Rúgolo de Agrasar & Puglia, 2004

⁸ Rodríguez, 1999a 1999b; Rodríguez & Martínez, 2001

Rizomas

Los rizomas conforman un sistema subterráneo integrado por tallos y hojas modificados, que cumplen funciones reservantes y reproductivas, desde el punto de vista vegetativo. El rizoma se interpreta como un tallo con nudos, entrenudos, hojas modificadas (catáfilas o catáfilos), yemas y raíces adventicias. El rizoma da origen a otro rizoma o a un tallo aéreo.

Se reconocen dos tipos básicos de rizomas de acuerdo a su conformación y al tipo de ramificación que presentan: *rizomas definidos* y *rizomas indefinidos*.

Los *rizomas definidos* se ramifican en forma simpodial, la yema apical desarrolla un vástago aéreo y las yemas laterales forman nuevos rizomas subterráneos. Este sistema determina la formación de una mata densa y apretada, cespitosa, generalmente de contorno circular. Cuando estos rizomas se presentan engrosados se denominan *paquimorfos*. Las especies de *Guadua* y *Bambusa* presentan rizomas paquimorfos.

Los *rizomas indefinidos* tienen desarrollo monopodial, la yema apical continúa su crecimiento debajo del suelo, desarrollando nuevas ramificaciones monopodiales laterales, y la yemas axilares dan origen a vástagos aéreos simples o varios ejes a partir del rizoma primario. Este sistema determina la formación de matas laxas, muy agresivas por sus rizomas cundidores, que caracterizan a las especies corredoras. Las especies de *Phyllostachys* presentan rizomas leptomorfos.

Los vástagos jóvenes emergentes del suelo se caracterizan por presentar un tallo carnoso (brotes de bambú) con entrenudos cortos, cubiertos por hojas imbricadas, con una vaina muy desarrollada y láminas breves; en este estado de desarrollo se los denomina *turiones*. Su crecimiento, a veces notablemente rápido, está acompañado por la maduración y endurecimiento de las cañas que comienzan a desarrollar ramificaciones a nivel de los nudos.



Rizoma de Phyllostachys.

Hojas

Las hojas de las gramíneas se disponen en forma alterna (díptica) y se caracterizan por presentar: vaina, lígula y lámina; el pecíolo no se desarrolla. En los bambúes leñosos se observan dos tipos de hojas: las hojas de la caña y las hojas de las ramificaciones.

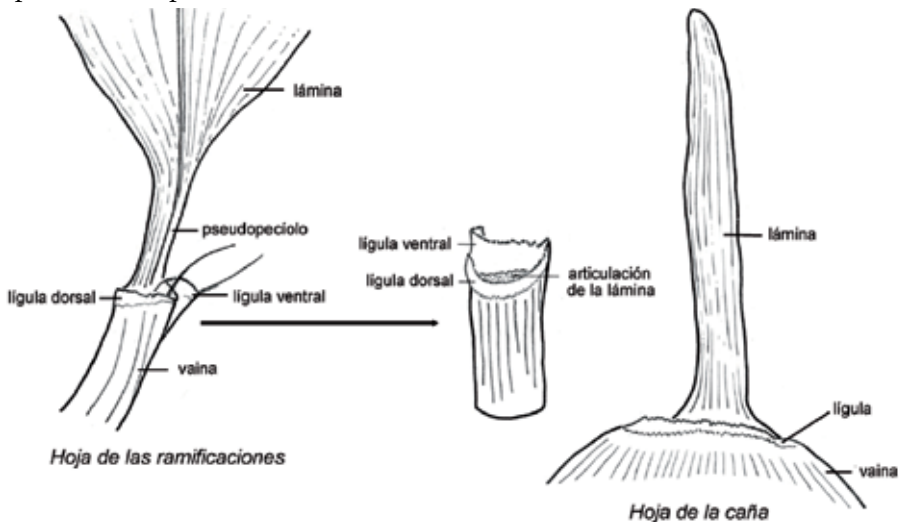
- **Hojas de la caña:** Son aquellas que se desarrollan con los brotes emergentes del suelo. Su morfología puede caracterizar géneros y aun especies. Estas hojas se desprenden de los nudos (deciduas) o bien quedan parcialmente unidas al mismo temporariamente. Presentan vaina, lígula, lámina y ocasionalmente aurículas.

La vaina es muy desarrollada, se inserta en el nudo, puede cubrir totalmente a la caña y presentarse áspera o con pelos. A ambos lados pueden desarrollarse dos apéndices denominados *aurículas*.

La lámina puede ser triangular y, por lo general, es persistente o caediza. Entre la vaina y la lámina se desarrolla la lígula, un apéndice membranáceo, coriáceo o piloso.

- **Hojas de las ramificaciones:** Se desarrollan a partir de las ramificaciones laterales de las cañas que han alcanzado un determinado grado de madurez. Presentan vaina, lígulas ventral y dorsal, y lámina.

Entre la vaina y la lámina se desarrolla el pseudopecíolo, articulado con la vaina, de manera que la hoja es caediza con el mismo. La lígula ventral se desarrolla entre la vaina y el pseudopecíolo, y la lígula dorsal se manifiesta en el dorso distal de la vaina. La lámina generalmente es plana, lanceolada, nerviada, glabra, pubescente o pilosa.



Los dos tipos de hojas que presentan los bambúes leñosos.

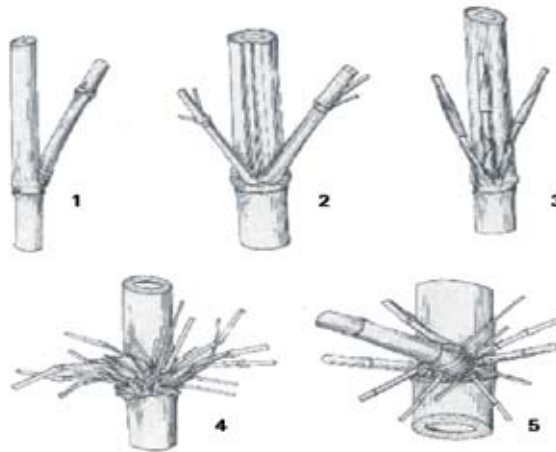
Caña

Las cañas maduras están desprovistas de hojas de la caña y son leñosas en mayor o menor grado. Los nudos son marcados, espinosos o inermes. Los entrenudos pueden ser cilíndricos o de contorno oval, y en algunos casos se presentan acanalados en la superficie relacionada con las yemas. El tamaño de los entrenudos varía con las especies; no obstante, los entrenudos inferiores generalmente se encuentran más aproximados que los distales. Con frecuencia, en los nudos inferiores se desarrollan raíces adventicias que permiten su fijación al suelo.

Existen especies con cañas huecas, macizas o fistulosas; en este caso presentan un lumen muy reducido. Pueden ser verdosas, amarillentas o variegadas y numerosas especies tienen la superficie cubierta de cera. Las cañas son erectas, apoyantes o decumbentes en su parte distal y alcanzar alturas de 15-20-30 m y un diámetro de 15-20-25 cm.

Los bambúes leñosos presentan complejas ramificaciones que desarrollan a partir de una o varias yemas próximas a los nudos. El número de yemas a nivel de los nudos caracteriza generalmente a los géneros. Una yema inicial es característica del género *Bambusa*; dos yemas iniciales es propio del género *Phyllostachys*. El desarrollo de la o las yemas determina un tipo de ramificación que se manifiesta en la zona media de la caña.

En los géneros *Guadua* y *Bambusa*, las yemas desarrollan espinas sobre los ejes primarios, secundarios y terciarios.



1. Ramificación única a partir de una yema inicial. 2 y 3. Nudos con dos o tres ramificaciones;
4. Ramificaciones desarrolladas a partir de varias yemas iniciales;
5. Varias ramificaciones con un eje dominante.

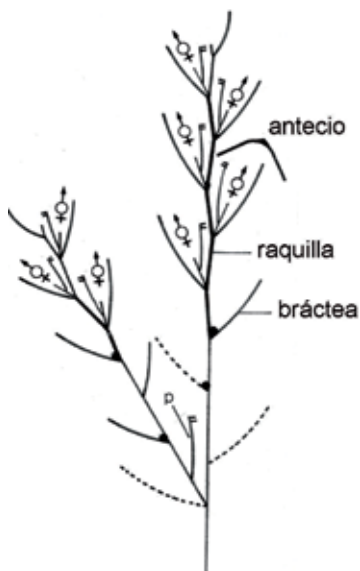
Inflorescencia

Las ramificaciones floríferas pueden presentar hojas normales o ser totalmente áfilas. Las espiguillas o pseudoespiguillas están sostenidas por un eje (pedicelo) por lo general muy corto y pueden disponerse en forma dística o en glomérulos.

Las espiguillas están formadas por hojas modificadas (glumas y lemmas) y la flor se encuentra protegida por dos brácteas especializadas: lemma fértil y pálea.

La flor consta de un perianto representado por 2-3 pequeñas escamas llamadas *lodículas* (visibles con aumento), que rodean el androceo (compuesto por 3-6 estambres) y el gineceo (ovario, estilos y estigmas). Luego de fecundado, el gineceo se transformará en el fruto. En las gramíneas el fruto se denomina *cariopsis* y se interpreta como un fruto seco, indehiscente, integrado por una semilla cuya cobertura se encuentra adherida a la pared del mismo.

Las pseudoespiguillas son ramificaciones reproductivas más complejas, que presentan una estructura semejante a la espiguilla, pero sus brácteas basales tienen yemas en sus axilas que pueden desarrollar nuevas ramificaciones que llevan espiguillas.



Esquema de una pseudoespiguilla

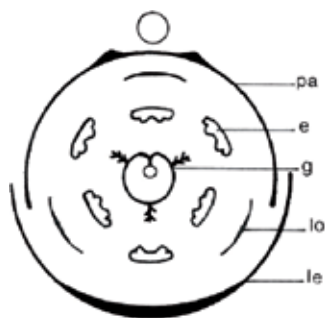
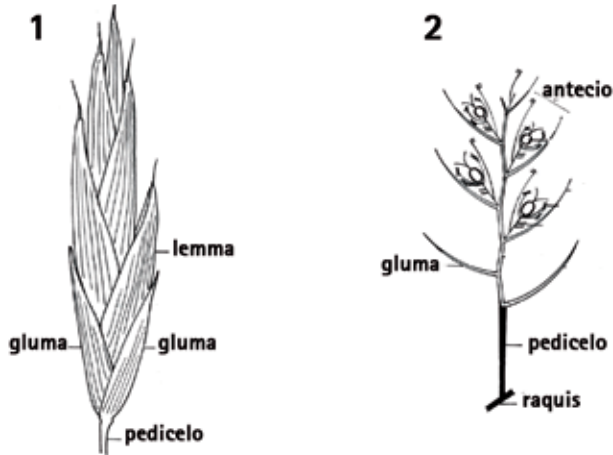


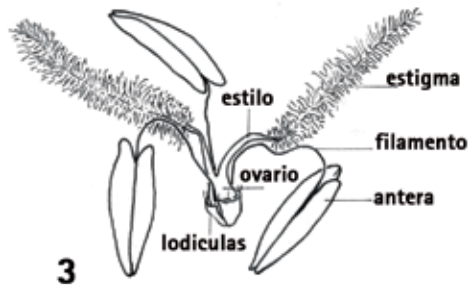
Diagrama floral: pa: pálea; e: estambre; g: gineceo; lo: lodícula; le: lemma.

• Interpretación de la espiguilla:



1. Espiguilla.

2. Esquema de una espiguilla.



3. Flor

ESPECIES DEL GÉNERO *PHYLLOSTACHYS*⁹ PRESENTES EN LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES

Género asiático con alrededor de 50 especies, distribuido principalmente en China, India, Japón, Myanmar; es nativo de China donde hay 49 especies endémicas.

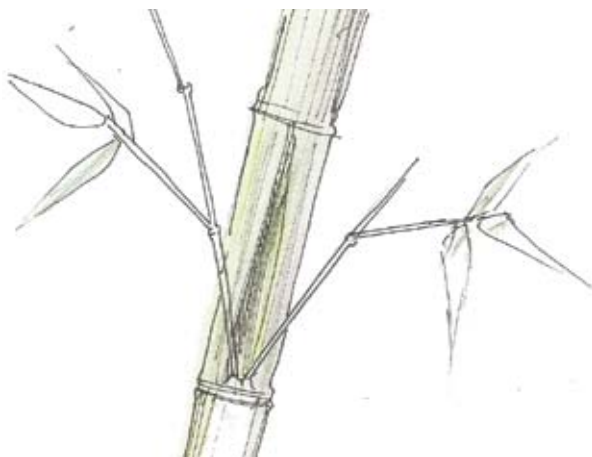
⁹ SIEBOLD et ZUCC. *Abb. Math.-Phys. Cl. Königl. Bayer. Akad. Wiss.* 3(3): 745, pl. 5, f. 3. 1843.

Ha sido introducido en muchos países asiáticos vecinos, donde se encuentra naturalizado, y en otras partes del mundo, incluyendo **Europa, América del Norte y del Sur**, donde se mantiene como planta ornamental con reconocida importancia económica como tal. Los brotes tiernos de muchas especies son comestibles, como los de *Ph. dulcis* Mc.Clure, originaria del centro de la China y *Ph. edulis* (Carrière) Houz, nativa del Japón, introducida en la China a mediados del siglo XVIII.

En la Argentina hay tres especies cultivadas: *Phyllostachys aurea* Carrière ex Rivière & C. Rivière, *Phyllostachys reticulata* (Rupr.) K. Koch y *Phyllostachys nigra* (Lodd. ex Lindl.) Munro (Rúgolo de Agrasar & Puglia, 2004).

Características

- Rizomas leptomorfos, indefinidos.
- Cañas erectas, huecas. Entrenudos acanalados en la cara vinculada con las yemas. Nudos con 2 (raro 3) yemas iniciales que originan 2 ramas vigorosas y rara vez una tercera rama mucho más delgada, central o lateral.
- Hoja de la caña con vaina decidua; lígulas presentes, aurículas con fimbrias largas, lámina más estrecha que la vaina, reflexas, teseladas, abaxialmente pilosas.
- Inflorescencia bracteada, brácteas escamosas, fasciculadas o globosas formando pseudoespiguillas que llevan 1-7 espiguillas. Espiguillas con 2-7 antecios fértiles, el terminal estéril. Glumas 1 (-3) o ausentes. Lemma lanceolada, plurinervia, variable en tamaño y textura. Pálea biaquillada, ápice bífido. Lodículas (2-) 3, ciliadas. Estambres 3. Ovario con estilo largo y estigmas (1-) 3, plumosos. Cariopsis elíptica a linear-lanceolada.



Nudo, ramificación y entrenudo acanalado.

CLAVE DE LAS ESPECIES DEL GÉNERO *PHYLLOSTACHYS*

1. Hojas de la caña sin aurículas, fimbrias ausentes, lámina reflexa. Entrenudos basales de las cañas muy aproximados, generalmente asimétricos, de 1-2,5(-5) cm de diámetro a la madurez..... *P. aurea*
1. Hojas de la caña con aurículas deciduas o ausentes, fimbrias presentes y lámina reflexa o erecta. Entrenudos basales de las cañas conspicuos, generalmente de 2-4(-6) cm diámetro, a la madurez..... 2
- 2(1). Cañas verdes a la madurez. Hojas de la caña con láminas reflexas. Aurículas generalmente ausentes..... *P. reticulata*
2. Cañas negras a la madurez. Hojas de la caña con lámina erecta. Aurículas generalmente presentes *P. nigra*

***PHYLLOSTACHYS AUREA*¹⁰**

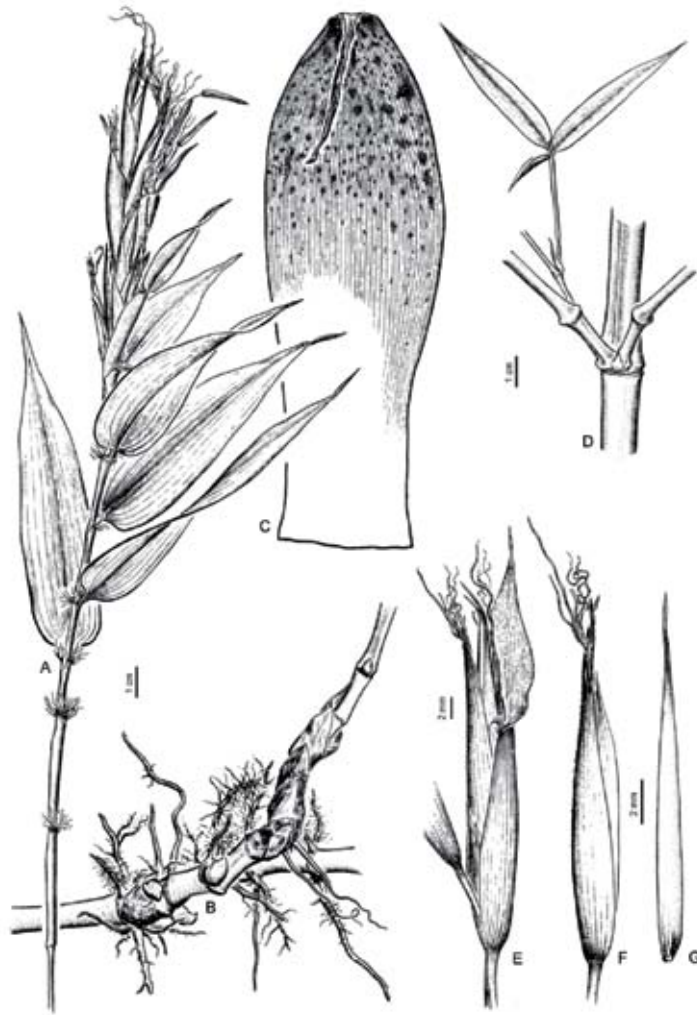


Bambusa de Phyllostachys aurea en la Isla M. García.

¹⁰ Carrière ex Rivière & C. Rivière, *Bull.Soc. Natl. Acclim. France, sér. 3, 5: 716. 1878.*

Características

- Planta perenne.
- Rizomas leptomorfos, corredores leñosos.
- Cañas erectas, subcilíndricas a obcónicas 2-4 (-8) m de altura .
- Cañas con entrenudos huecos, 1-2,5(-5) cm de diámetro, amarillentas a la madurez, con numerosos nudos asimétricos aproximados en la parte basal, los superiores distanciados; entrenudos acanalados del lado de las yemas, nudos de la parte media de las cañas, abultados, con 2-3 ramificaciones que llevan hojas.
- Hojas de la caña con las vainas surcadas, con manchas marrones, glabras o con pelos aislados en la base, láminas reflexas, estrechas, lanceoladas, aurículas generalmente ausentes, fimbrias ausentes, lígulas débilmente desarrolladas, finamente ciliadas.
- Hoja del follaje pseudopeciolada con láminas planas, lanceoladas, 5-16 × 1-2 cm, verde claras, al sol se tornan amarillentas. Aurículas presentes, fimbrias presentes, erectas.
- Inflorescencias formando espigas, bracteadas, perfiladas, desarrollando pseudoespiguillas de 2,5-3 cm long. Glumas espatiformes foliadas en la base, seguidas de varias lemmas estériles y 3-5 antecios fértiles, los superiores estériles. Lemma de 1,6-2,8 cm long., plurinervia. Pálea biaquillada, ápice bífido. Lodículas 3. Estambres 3, anteras de 7-15 mm long., filamentos largos, péndulos. Cariopsis desconocida.



Phyllostachys aurea. A: rama florífera con pseudoespiguillas. B: rizoma. C: hoja de la caña. D: ramificación de la parte media de la caña. E-F: espiguillas. G: antecio.

Nombres vulgares y usos

- *Bambú amarillo, bambú chino, bambú de la China, bambú de pescar, bambú dorado.*
- Especie de cañas muy resistentes, de paredes gruesas, que se emplean como tutores, en construcciones rústicas, artesanía, para bastones, mangos de paraguas y cañas de pescar. También, para revestimientos de cielorrasos, empalizadas y diversas artesanías. Las fibras se han utilizado para la obtención de pulpa de papel.
- En China se cultiva por sus brotes comestibles, los más dulces del género.
- De gran protagonismo por sus matas robustas, con follaje de textura gruesa que contrasta con sus cañas amarillas; de ahí que su interés ornamental resida en su aspecto vegetativo.



Brote de Phyllostachys aurea en el bambusal de la Isla M. García.

Distribución geográfica y hábitat

Nativa de los bosques del sudeste de la **China**, introducida desde hace mucho tiempo en **Taiwán** y **Japón**, en este último país se ha naturalizado. Se encuentra muy difundida en cultivo en diferentes países, especialmente en el Mediterráneo, donde parece escaparse de cultivo. Se cultiva en **Estados Unidos**, **América Central**, **Caribe** y ampliamente en **América del Sur**, desde **Colombia** y **Venezuela** hasta la **Argentina**. Es la especie del género que **más se cultiva en nuestro país**, se propaga fácilmente y se adecua a zonas con condiciones climáticas diferentes, aun en las zonas semiáridas. Se registra para **Buenos Aires**, **Entre Ríos**, **Jujuy**, **La Pampa**, **Mendoza** y **Misiones**.

- Requiere sol, semisombra o sombra, sitios protegidos, suelos arenosos a limosos y riego moderado a abundante en zonas templadas.
- Tolera los suelos arcillosos, mal drenados.
- Es resistente al viento, la sequía y las bajas temperaturas (hasta -20°C), pero no resiste las heladas continuas.
- Acepta muy bien las podas y se utiliza como cerco vivo.
- Su crecimiento es rápido, su brotación es primaveral, donde aparecen los primeros brotes.
- Debe tenerse en cuenta la puesta en práctica de métodos simples para el control de su avance por acción de sus rizomas muy corredores, por ejemplo, colocando barreras.
- La detección de nuevos brotes y su consiguiente remoción ayuda a delimitar el cultivo.
- Las hojas basales de las cañas, al igual que las láminas de las hojas de las ramificaciones, son deciduas, al compás del crecimiento de las mismas; por lo cual debajo de los cultivos siempre hay una densa hojarasca.
- Se multiplica en primavera por división de matas, implantando trozos de rizomas.

Esta especie se cultivó en el Jardín Botánico Lucien Hauman desde el año 1915¹¹. La floración se registró a partir del año 1936 y se prolongó aproximadamente por dos años, sin que se produjera la muerte de las matas. En este caso la floración se dio aproximadamente a los 15 años¹². No obstante hay registros de esta especie con períodos vegetativos de 15-30 años¹³.

¹¹ Parodi, 1937, 1943

¹² Parodi, 1937

¹³ McClure, 1993

PHYLLOSTACHYS RETICULATA ¹⁴



Bambusal de Phyllostachys reticulata en el Delta.

Características

- Planta perenne.
- Rizoma leptomorfo, indefinido.
- Cañas erectas, subcilíndricas a obcónicas, 5-12 m de altura (hasta 25m en su área de origen).
- Cañas huecas, verdosas a amarillentas, leñosas, inermes, de 6-15 cm diámetro en la base, con los nudos de la parte basal distanciados más o menos como los

¹⁴ (Rupr.) K. Koch *Dendrologie* 2(2): 356. 1873. *Phyllostachys bambusoides* Siebold et Zucc., *Abh. Math.-Phys. Cl. Königl. Bayer. Akad. Wiss.* 3(3): 746, pl. 5, f. 3. 1843.

superiores; entrenudos de 2-5 cm de diámetro, los basales no son acanalados. Nudos de la parte media con 2(-3) yemas que producen ramificaciones foliáceas.

- Hoja de la caña con vainas hasta de 30 cm long, glabras, con manchas oscuras, aurículas deciduas, fimbrias circinadas, lámina reflexa.
- Hoja del follaje pseudopeciolada con vainas glabras, fimbrias y aurículas presentes, circinadas. Lígula truncada. Lámina de 5,5-15 cm long., lanceolada, nerviada, glabra. Inflorescencias de 5-8(-10) cm long., espiciforme, con brácteas spatiformes que llevan en su axila 1-2(-3) pseudoespiquillas.
- Espiguillas de 2,5-3 cm long. Glumas 1 o ausentes. Antecios 1-2(-3). Lemma de 2-2,5 mm long., esparcidamente pubescente, ápice acuminado-aristulado. Pálea 2-aquillada, poco menor que la lemma, pubescente hacia el ápice. Lodículas 3, de 3,5-4 mm, la anterior mayor. Estambres 3, anteras de 1,1-1,2 mm long. Ovario globoso, estipitado, 1 estilo y 3 estigmas barbados. Fruto no visto.

Nombres vulgares y usos

- *Bambú, caña de Indias.*
- Se ha empleado para consolidación de suelos y control de erosión.
- Las aplicaciones son semejantes a las de *P. aurea*, pero sus cañas son más durables que las de ésta y están consideradas las más versátiles del género: existen cultivares seleccionados por el color de sus cañas¹⁵.
- Tienen múltiples aplicaciones, incluyendo **carpintería y mueblería.**
- En **China**, los brotes hervidos se comen en diferentes preparaciones y **en la Argentina sus brotes se venden** para tal fin¹⁶.
- En medicina popular, las hojas se consumen como antifebriles.

Distribución geográfica y hábitat

Nativa de la **China**, donde crece en bosques. Muy cultivada en diferentes países de zonas templadas y cálidas de **Europa** y **América: Estados Unidos, América Central, Caribe, Brasil y Ecuador.** En la **Argentina** se ha difundido poco, se

¹⁵ McClure, 1957

¹⁶ Rúgolo de Agrasar, 2009

registran cultivos en **Buenos Aires, Córdoba y La Pampa**. En la **Isla Martín García** existen viejas plantaciones, actualmente en peligrosa expansión por falta de control. No existen suficientes datos sobre la floración de esta especie, sin embargo se estima que se produciría entre períodos de 60 años¹⁷.

Requiere sol, semisombra o sombra, suelos arenosos a limosos, húmedos, en posiciones protegidas, con riego moderado a abundante en zonas templadas. Tolerancia a bajas temperaturas, hasta -18°C , pero no la exposición continua a las heladas. Acepta bien las podas. Sus rizomas deben controlarse cortando cada año los nuevos brotes. Las vainas basales son deciduas y dejan una hojarasca sobre el suelo. Se multiplica por división de matas, implantando trozos de rizomas, en primavera y también por semillas.

PHYLLOSTACHYS NIGRA¹⁸



Nudos y entrenudos de caña de P. nigra.

¹⁷ McClure, 1993

¹⁸ (Lodd. ex Lindl.) Munro, *Trans. Linn. Soc. London.* 26:38. 1868

Características

- Planta perenne
- Rizomas leptomorfos, corredores.
- Cañas erectas, subcilíndricas a obcónicas, de 4-7,5 m de altura.
- Cañas huecas, leñosas, inermes, entrenudos superiores acanalados en relación con las yemas, lisos, de 2-3,5 cm de diámetro, los basales no acanalados, superficie violáceo oscuro a casi negra, generalmente con manchas más oscuras en las cañas adultas; nudos de la parte basal tan distanciados como los superiores. Nudos prominentes, con 2(-3) yemas que desarrollan ejes foliosos.
- Hoja de la caña con vainas imbricadas en los tallos jóvenes, con imperceptibles manchas oscuras y generalmente con pelos aislados, láminas erectas lanceoladas, aurículas presentes, fimbrias presentes, circinadas.
- Hoja del follaje pseudopeciolada, no auriculada, fimbrias deciduas, lámina de 7-10 cm long., lanceolada, teselada.
- Inflorescencia de 3,5-5 cm long., espiciforme formada por pseudoespiquillas; brácteas epatiformes, glabras o pubérulas, aurículas ausentes, fimbrias escasas o ausentes, láminas reducidas. Pseudoespiquillas 1-3 por espata, de 1,5-2 cm long.; espiquillas con 0-1-3 glumas pubescentes; antecios fértiles 2-3. Lemma de 1-2 cm long., pubescente, acuminada. Pálea poco menor que la lemma, biaquillada. Lodículas 3. Ovario oblongo, estilo 1, estigmas 3, barbados. Estambres 3, anteras ca. 8 mm long. Fruto no visto.

Nombres vulgares y usos

- *Bambú negro*, *Caña negra*.
- Sus cañas se han empleado para fabricar artesanías, elementos de decoración y cañas de pescar.
- Se ha incrementado su cultivo en los últimos años, por sus valores ornamentales. De gran protagonismo por sus matas de gran porte y su follaje verde claro que contrasta con sus cañas casi negras, brillantes. Apta para macizos, cercos, pantallas y cortinas de reparo, también para bordes de cuerpos de agua y puede cultivarse en macetas.
- Sus brotes son comestibles.

Distribución geográfica y hábitat

Nativa del sur de **China**, se cultiva desde hace mucho tiempo en **Japón**. En América, se cultiva en los **Estados Unidos, América Central, Argentina, Brasil y Chile**. Se registra para **Buenos Aires, Corrientes y Jujuy**. Se ha difundido en el **Delta del Paraná**. Para la Argentina, no se registran datos fenológicos.

Posee similares requerimientos que la especie anterior, pero no tolera temperaturas inferiores a -7°C . Es resistente al calor y a la sequía. Sus rizomas corredores deben controlarse. Se multiplica por división de matas, en primavera.

ESPECIES POCO FRECUENTES (aún no confirmada por los taxónomos)

Los caracteres diferenciales de la *Phyllostachys viridis* (Young) McClure se basan en que no presenta bordes nodales notables en los nudos no ramificados, y entrenudos con asperezas notables al tacto. Los restantes caracteres son semejantes a *P. aurea*: cañas amarillentas y hojas de la caña con vainas glabras, moteadas en el dorso, sin aurículas ni setas orales, con la lámina estrecha erecta o reflexa¹⁹.



Phyllostachys viridis en el Delta. Se observa la curvatura natural de sus cañas.
Especie aún no confirmada por taxónomos en nuestro país.

¹⁹ McClure, 1957

PHYLLOSTACHYS PUBESCENS (Mazel ex. J. Houz)

“Moso”, “moso-chiku”, es cultivada en Orán desde enero 1999. En Asia presenta cañas de 15 a 23 m de altura, de 8 a 15 cm de diámetro, corteza verde-azulada cubierta con pruina cuando joven y pubescencia con pelos negros a marrones. Originaria de China, donde representa el 22 % de la cosecha de bambúes, soporta -18°C, requiere suelos muy fértiles y tolera exposición a plena luz y semisombra. Se propaga por rizomas y semillas y se aplica en carpintería, artesanías, para ornamentación, fabricación de papel y sus brotes son comestibles²⁰.



*Bambusal de *Phyllostachys pubescens* (Moso) manejado sustentablemente en la ciudad de Anhui, República popular de China, durante una visita del Director de la DPDI, Francisco Rodríguez Serrano, en 2011. Se observa el efecto de bosque donde se puede caminar con toda facilidad.*

²⁰ Neumann, com. pers

DISTRIBUCIÓN DE LOS BAMBÚES LEÑOSOS EN LA ARGENTINA²¹

Especies introducidas

Arundinaria japonica Sieb. & Zucc. ex Steud.: Buenos Aires, Salta, Tucumán

Arundinaria pygmaea (Miq.) Asch. & Graeb.: Cultivos experimentales

Arundinaria simonii (Carr.) A. & C. Rivière var. *simonii*: Buenos Aires

Arundinaria simonii (Carr.) A. & C. Rivière var. *variegatus*: Buenos Aires, La Pampa, Salta, Tucumán

Bambusa bambos (L.) Voss: Jujuy

Bambusa multiplex (Lour.) Raeusch. ex Schult. & Schult. f.: Buenos Aires, Jujuy, La Pampa, Tucumán

Bambusa tuldooides Munro: Buenos Aires, Jujuy, Salta, San Juan, Tucumán

Bambusa vulgaris var. *vulgaris* Schrader ex Wendland: Buenos Aires, Jujuy, Salta, Tucumán

Bambusa vulgaris cv. *vittata* A. & C. Rivière: Buenos Aires, Jujuy, Salta, Tucumán

Dendrocalamus strictus (Roxb.) Nees: Jujuy

Phyllostachys aurea A. & C. Rivière: Buenos Aires, Jujuy, La Pampa, Mendoza, Salta, San Juan, Tucumán

Phyllostachys bambusoides Siebold & Zuccarini: Buenos Aires, Córdoba, Salta

Phyllostachys nigra Munro: Buenos Aires, Jujuy, Salta, Tucumán

Especies nativas

Chusquea culeou E. Desvaux: Chubut, Neuquén y Río Negro

Chusquea deficiens Parodi: Jujuy, Salta

Chusquea egluma Guerreiro & Rúgolo: Salta

²¹ Fuente: Rúgolo de Agrasar, Z. E. & M. L. Puglia. 2004. "Gramíneas Ornamentales". En *Plantas de la Argentina*, J. A. Hurrell (Ed.), p. 336 + 4 Tablas. *Literature of Latin America (L.O.L.A.)*. ISBN 950-9725-58-7. Y Zuloaga, F. O., Z. E. Rúgolo & A. M. Anton (Eds.). 2012. *Flora Argentina. Plantas Vasculares de la República Argentina. Monocotiledoneae: Poaceae: Aristidoideae- Pharoideae*. Vol. 3, 1: 1-588. ISBN 978-987-1601-20-2.

- Chusquea floribunda* Guerreiro & Rúgolo: Jujuy, Salta
- Chusquea juergensii* Hack.: Misiones
- Chusquea lorentziana* Griseb.: Catamarca, Jujuy, Salta, Tucumán.
- Chusquea montana* Phil.: Neuquén, Río Negro
- Chusquea quila* Kunth.: Neuquén
- Chusquea ramosissima* Lindm.: Misiones
- Chusquea tenella* Nees: Misiones
- Chusquea valdiviensis* Desv.: Neuquén, Río Negro
- Colantheia rhizantha* (Hackel) McClure: Misiones
- Guadua chacoensis* (Rojas Acosta) Londoño & P.M. Peterson: Chaco, Corrientes, Misiones – (Buenos Aires, Jujuy y Tucumán, en cultivo)
- Guadua paniculata* Munro: (Presencia dudosa)
- Guadua paraguayana* Döll: Chaco, Corrientes, Entre Ríos, Formosa, Santa Fe
- Guadua tagoara* (Nees) Kunth subsp. *tagoara*: Misiones
- Guadua trini* (Nees) Nees & Rupr.: Buenos Aires, Corrientes, Entre Ríos, Misiones
- Guadua variegata* Lizarazu: Misiones
- Merostachys clausenii* Munro: Misiones
- Merostachys multiramea* Hack.: Misiones
- Rhipidocladum neumannii* Sulekic, Rúgolo & Clark: Salta, Tucumán
- Rhipidocladum racemiflorum* (Steudel) McClure: Salta



*Bambusal de *Phyllostachys viridis* en el delta. (especie aún no confirmada por taxónomos en nuestro país).*



Diámetro de caña Phyllostachys viridis en el delta. (especie aún no confirmada por taxónomos en nuestro país).



Bambusales naturales de Ph. aurea y viridis.



Bambusales naturales de Ph. aurea.

Capítulo III

MANEJO SUSTENTABLE DE LOS BAMBUALES NATURALES DEL GÉNERO *PHYLLOSTACHYS* EN EL DELTA¹

por Lic. Clara Peña,
Lic. María Emilia Caro
y Dra. Ana Castro Thomae

Llamamos **manejo** al conjunto de técnicas que -aplicadas a los bambusales naturales o plantaciones de los mismos- mejoran la protección y producción del recurso. El correcto manejo del bambusal es uno de los componentes más importantes de la cadena productiva debido a que garantiza:

- al mercado, la calidad y la constancia de la materia prima.
- al productor, la sustentabilidad del recurso y un aumento en sus ingresos por el valor agregado que le confiere la calidad.
- al medio ambiente, beneficios como regulación hídrica, protección de suelos, captura de CO₂.

Llamamos **aprovechamiento** a la recolección y extracción de los productos, destinados en su mayoría a la comercialización y/o al procesamiento industrial. Es una práctica que favorece la regeneración natural y la composición estructural del bambusal, asegurando un rendimiento sostenido.

Para evitar la disminución de las áreas actualmente cubiertas con las distintas especies de *Phyllostachys*, es necesario realizar un diagnóstico de la situación y elaborar el **plan de manejo** ambiental del bambusal.

Un bambusal en **estado ideal** es aquel donde la regeneración natural es abundante, hay más cañas juveniles que maduras y, en lo posible, ningún bambú se seca. Este estado ideal se puede lograr a través de aprovechamientos sucesivos y periódicos. Cuando comenzamos a manejar un bambusal natural, a medida que se van entresacando las cañas con el correr de los años, se invierte su composición de madurez: es decir, se pasa de un bambusal con abundantes cañas muy maduras, a un

¹ Fuentes: *Manual de manejo sustentable de bambusales naturales para el Delta*, de la DPDI, producido por Eldorado bambú S.A., 2009, Ciudad de Buenos Aires. Y *Manejo de guaduales naturales*, INBAR (International Network for Bamboo and Rattan), 2005, Quito. La información de dichas fuentes ha sido adaptada especialmente a partir de la experiencia en campo y del manejo realizado en los bambusales naturales del Delta y zonas aledañas.

bambusal con abundantes cañas juveniles. Van desapareciendo las cañas secas, caídas y partidas, y el bambusal se va tornando verde con más renuevos, se puede acceder a él fácilmente (se crea un bosque) y aumenta su productividad.

Un bambusal no manejado técnicamente presenta una situación invertida al estado ideal, es decir: más cañas maduras y secas (70%) que juveniles. Por lo general, su fisonomía es desalentadora hasta el punto de que parece una pared verde inaccesible o bosque denso impenetrable, con abundantes cañas finas muy juntas que impiden su acceso.

Desde el punto de vista ecológico y económico, el bambusal es un sistema, por lo tanto hay que procurar que sus salidas (cañas aprovechadas, secas quebradas) y sus entradas (renuevos o rebrotes) sean equilibradas con el fin de mantener un rendimiento sustentable. Para ello, el plan al que nos referimos debe obedecer a una planificación forestal que lo abarque y que permita lograr un rendimiento sostenido. Es nuestra responsabilidad como actores de la cadena productiva del bambú, velar por la conservación y preservación de los recursos naturales.

Diagnóstico

1. Reconocer si el bambusal es de carácter corredor o de mata².
2. Reconocer de qué especie se trata³. Esto nos permitirá saber: si los brotes son comestibles o no, en qué momento del año se produce la brotación, el diámetro máximo al cual puede llegar la caña con un buen manejo, si la misma sirve para construcción o no, si debe realizarse un tratamiento curativo post cosecha o no es necesario, cuáles son los posibles usos de la caña, etc.
3. Medir la cantidad de m² que presenta. De esta manera sabremos cuánta cantidad de personas necesitamos para manejar el bambusal y podremos sacar cálculos económicos proyectados a futuro.
4. Definir el destino del producto. Esto dependerá, en gran medida, de la especie con la cual contemos.
5. Evaluar el estado del bambusal: si ha sufrido intensas tala rasas y, por ende, está muy denso y de difícil acceso; o si, por el contrario, no fue intervenido y se puede acceder fácilmente.
6. Analizar el suelo y fertilizarlo si fuera necesario.

² Ver especificaciones en capítulo I.

³ Es muy importante poder reconocer si estamos frente a un bambusal de mata o corredor y en presencia de qué especie para poder aplicar el manejo correspondiente.

MANEJO DEL BAMBUSAL⁴

Limpieza



Limpieza de bambusal.

Se comienza con una limpieza gruesa, eliminando cañas muertas, ramas o troncos caídos que dificulten el acceso y la brotación.

Se elimina la vegetación asociada que dificulte los trabajos y la futura brotación; o compita considerablemente por luz y nutrientes.

En caso de que la especie de bambú presente ramas inferiores (esto es difícil de observar en bambusales maduros; se ve, más bien, en bambusales con rizomas jóvenes y cañas finas), éstas deben eliminarse despejando unos 3 a 4 m desde el suelo.

El material extraído en la limpieza se retira del bambusal y se deja sólo aquello que sirva como compostaje para mejorar el suelo del mismo; como por ejemplo las hojas o material en vías de putrefacción, que debe cortarse y picarse todo lo posible para que su incorporación al suelo sea rápida y se evite complicar la brotación del mismo. El resto del material extraído podrá ser utilizado en construcción natural, compost, como leña u otros usos.

Muchas veces podemos encontrarnos con un bambusal muy cerrado por mal manejo o con uno abierto por no haber tenido manejos previos. En caso de encontrarse muy cerrado y de tener un acceso muy difícil, hay que abrirlo. Para lo cual, además de la limpieza inicial, es necesario cortar todas las cañas consideradas maduras que sea posible. No importa el diámetro que éstas presenten; simplemente hay que retirarlas

⁴ Fuentes: *Manual de manejo sustentable de bambusales naturales para el Delta*, de la DPDI, producido por Eldorado bambú S.A., 2009, Ciudad de Buenos Aires. Y *Manejo de guaduales naturales*, INBAR (Internation Network for Bamboo and Rattan), 2005, Quito. La información de dichas fuentes ha sido adaptada especialmente a partir de la experiencia en campo y del manejo realizado en los bambusales naturales del Delta y zonas aledañas.

para poder ingresar cómodamente. Trataremos de retirar sólo cañas maduras ya que podrán ser utilizadas, pero en casos en que el bambusal se encuentre extremadamente cerrado, se sacrificarán (por única vez) cañas verdes, con el propósito de ingresar y ralearlo hasta lograr una primera imagen de bosque.

Una vez eliminado todo el material muerto, se prosigue extrayendo cañas maduras. El objetivo es lograr la accesibilidad y comenzar con los trabajos que conlleven a un bosque de bambú. Para que, de este modo, los trabajos que se describen abajo sean posibles.

Mano de obra a utilizar en el 1er año	20 jornales por ha
Mano de obra a utilizar desde el 2do año	7 jornales por ha
Equipo necesario	Machete, casco y gafas protectoras

Análisis de suelo



Las muestras para análisis de suelo deben extraerse hasta 20 cm de profundidad.

Es recomendable realizar un análisis de suelo para determinar los nutrientes que le faltan al bambusal. Este análisis sólo se debe hacer en bambusales naturales mayores a 5 hectáreas, ya que en una superficie de menor tamaño no es económicamente conveniente realizarlo.

Para el análisis de suelo se deberán obtener la mayor cantidad de muestras que sea posible. Éstas deberán extraerse en forma de V hasta unos 20 cm de profundidad -considerando todo el perfil del suelo-, y conservarse en una bolsa plástica para enviar a un laboratorio especializado.

Mano de obra a utilizar en el 1er año y por una sola vez	½ jornal
Equipo necesario para recoger las muestras de suelo.	Pala, balde o sacabocado; bolsas de papel o plástico.

Fertilización



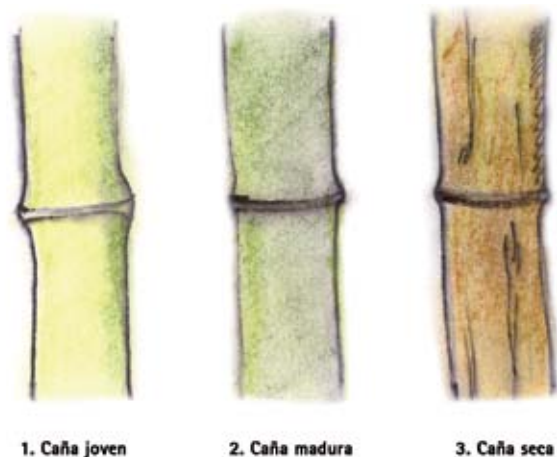
En caso de necesidad se fertiliza el suelo. Los mejores fertilizantes son los orgánicos.

Una vez realizado el análisis de suelo y luego de la evaluación correspondiente, si es necesario, se aplicarán fertilizantes distribuidos por toda el área donde existan tallos en sus diferentes estados de madurez, a una distancia de 30 cm a 50 cm de cada uno.

Los nutrientes que más requiere un bambusal natural son nitrógeno, fósforo y potasio, pero la deficiencia de cualquier otro elemento puede causar en la planta incapacidad para absorber los alimentos que abundan en el suelo.

Mano de obra a utilizar del 1ero al 5to año	2 jornales cada año
Equipo necesario	Cuchara, balde, guantes, mascarilla y gafas

Inventario



Diferentes estados de maduración de la caña.

Los cañaverales presentan cañas en diferentes estados de maduración. Hacer un inventario consiste en contar el número de tallos existentes e identificar su estado de madurez.

Hay 4 niveles de maduración en la caña:

1. **Brote:** nacimiento de la caña (cuando desde el rizoma emerge el tallo) cubierto con hojas caulinares de apenas unos centímetros de altura. Esta etapa concluye cuando las hojas caulinares se caen.
2. **Joven:** cuando la caña ya se extendió telescópicamente hasta su altura final y tiene menos de dos años de vida. Se diferencia fácilmente por su intenso color verde manzana, por las ramas laterales apenas en crecimiento, al igual que las hojas, y por la cera color gris presente en la superficie de la caña, la cual se retira fácilmente al pasar el dedo. Y por ser muy visible el anillo blanco en los nudos. El mismo, al igual que la cera, se va perdiendo con la maduración de la caña.
3. **Madura:** la caña pierde su color verde intenso y su anillo blanco ya no es tan visible. Las hojas comienzan a tornarse de color amarillo. En la especie *Phyllostachys aurea* (la más presente en el Delta), las cañas se vuelven amarillentas (de ahí su nombre *áurea*) y las especies de mayor porte (como la *Phyllostachys bambusoide*, que tardan un poco más en madurar) presentan líquenes y bastante tierra en sus cañas maduras. Este es el estado de maduración que debe presentar

la caña al ser cosechada, ya que es en este momento cuando adquiere su mayor resistencia.

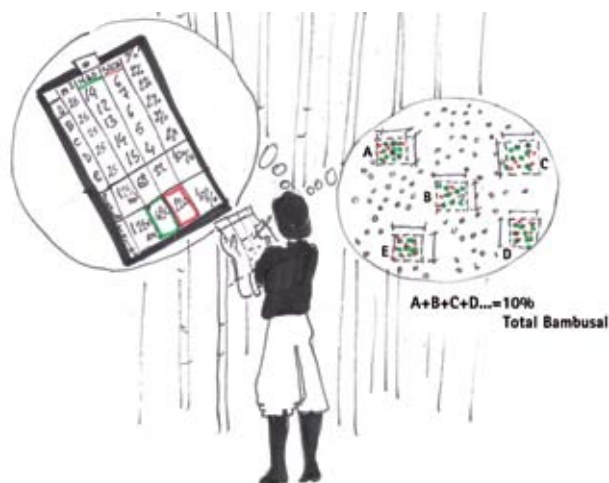
4. Seca: Las ramas han perdido ya su follaje y las cañas comienzan a tomar una coloración marrón-amarillento. Se pierden las propiedades físico-mecánicas, y las cañas se vuelven débiles y muy sensibles al ataque de hongos e insectos. Es necesaria su eliminación para mantener el bambusal en estado saludable, evitar el ingreso de insectos y hongos, por un lado, y ahorrar energía para nuevos brotes y mejores cañas, por el otro. Asimismo, el bambusal obtiene mayor iluminación, menor competencia por nutrientes y mejor accesibilidad.

En un bambusal bien manejado, sólo deben existir brotes, cañas jóvenes y cañas maduras.

Así se comprueba que el bambú es uno de los pocos cultivos que pide ser manejado para estar en óptimas condiciones. Necesita que le extraigan las cañas maduras para estar bien saludable.

Mano de obra a utilizar en el 1er año	2 jornales por ha
Mano de obra a utilizar desde el 2do año	1 jornal por ha hasta el 5to año
Equipo necesario	Cuaderno, lápiz, calculadora, metro, soga y datos del muestreo

Plan de corte



Plan de corte consiste en establecer la cantidad de cañas que se van a cortar por año.

Consiste en establecer la cantidad de cañas que se van a cortar anualmente y así lograr proyecciones económicas año tras año. La intensidad de corte dependerá del número de cañas maduras por hectárea.

Por ejemplo:

- de 5.000 a 10.000 cañas maduras, se aprovecha el 25%
- de 15.000 a 20.000 cañas maduras, se aprovecha el 35%
- de 25.000 a 30.000 cañas maduras, se aprovecha el 50%

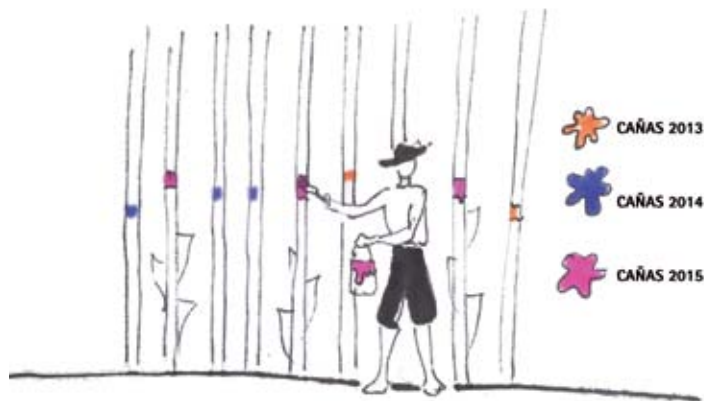
Estos números varían dependiendo de la especie y del estado del bambusal; es decir, del número de cañas y del estado de las mismas. También pueden variar por situaciones climáticas cambiantes (inviernos calurosos o con intensas heladas, veranos secos, años especialmente lluviosos, etc.). Pero en un bambusal sustentablemente manejado, los números de corte deberían ser relativamente parejos a lo largo de los años.

Para determinar el número y estado de las cañas existentes, es necesario conocer la extensión total del bambusal. Una manera fácil de contabilizarlas y conocer el estado general, es a través de muestras representativas. Se establecen al azar cuadrados de una medida determinada (puede ser 5m x 5m), se hacen la cantidad necesaria hasta cubrir el 10% de la superficie del bambusal, los cuadros se distribuyen al azar en diferentes puntos y se cuenta cuántas cañas maduras y cuántas jóvenes presenta. Proyectando los resultados al total de la superficie, se obtienen números representativos para el plan de corte.

De un buen plan de corte dependerá la sustentabilidad y productividad del recurso, cosechas periódicas y por lo tanto, ingresos permanentes para los productores.

Mano de obra a utilizar del 1ero al 5to año	½ jornal cada año
Equipo necesario	Cuaderno, lápiz, calculadora y datos del inventario

Marcación



Sistema de marcación con pintura.

Como se explicó más arriba, es necesario marcar las cañas para saber con exactitud qué edad tienen ya que la altura de las mismas no es índice de madurez. Así se evita el corte prematuro. Existen varias formas de marcación: con pintura, escritura o cinta. El sistema que pareciera resultar más fácil es el de marcación con pintura, siempre y cuando ésta no complique la venta de la caña; por ejemplo, en casos de decoración.

A manera de ejemplo, un caso: en 2014 un bambusal de *Phyllostachys aurea* brotó en primavera. Esa misma primavera se extraen los brotes elegidos para consumo que compiten con los brotes elegidos para caña⁵. En el verano (es decir a los tres meses o antes), los brotes que se dejaron para caña ya alcanzaron su altura final. Se elige un color de pintura en aerosol (por ejemplo, roja), se ingresa al bambusal y se marcan con rojo todas las cañas brotadas la primavera de 2014; es decir que tendremos marcadas de rojo todas las cañas nuevas. Al mismo tiempo, se registra por escrito que el rojo corresponde a la brotación de 2014. También se deja escrito en la planilla, el número de cañas marcadas y la fecha prevista de cosecha, que depende de la especie; en este ejemplo, se requieren tres años para llegar a la madurez, entonces el registro indicará que la cosecha tendrá lugar durante los meses sin R de 2017.

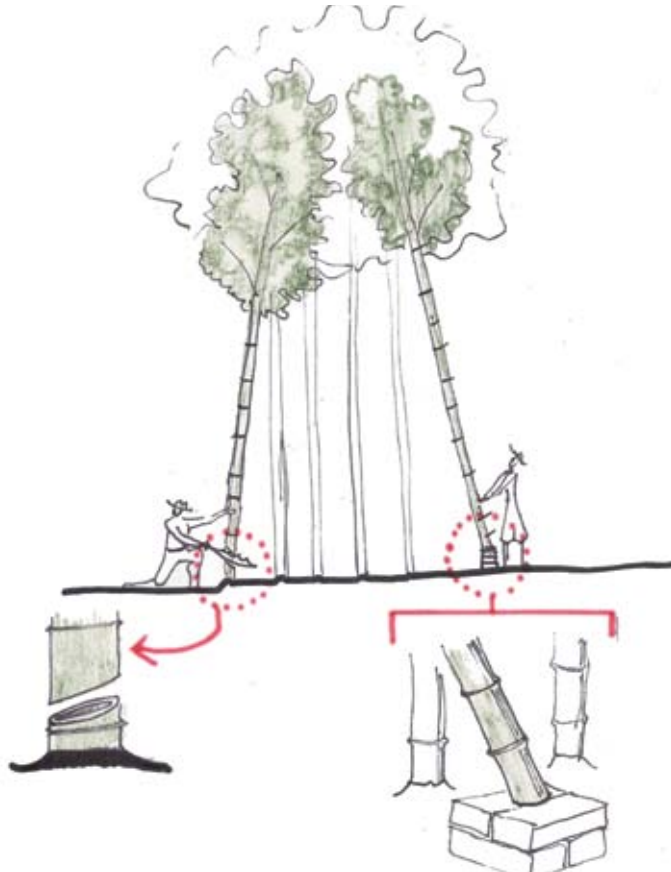
En la primavera de 2015, se repite el mismo procedimiento explicado en el ejemplo de arriba; y se elige otro color (por ejemplo azul), en el verano se marcan las cañas nuevas con color azul que serán cosechadas en 2018.

⁵ Más adelante se explicará mejor con qué criterio y de qué manera se cosechan los brotes comestibles.

En el registro también podemos consignar la cantidad de brotes cosechados cada año, el tamaño de los mismos, el grosor de las cañas, junto con márgenes de lluvias mensuales, niveles de heladas, etc. Toda esta información es muy valiosa para proyectar a futuro posibles ingresos económicos, como también posibles destinos de caña y brote; y si un año conviene destinar la producción al brote o a la caña, a la exportación o al consumo local, etc.

Mano de obra a utilizar en el 1er año	2 jornales por ha
Mano de obra a utilizar desde el 2do año	1 jornal por ha hasta el 5to año
Equipo necesario	Pintura y brocha o pintura en aerosol; machete

Corte



El corte sustentable es una entresaca selectiva de cañas maduras según el plan realizado.

En un bambusal bien manejado, el corte es siempre una entresaca selectiva de cañas maduras, donde se corta únicamente el porcentaje determinado en el plan de corte.

El corte se realiza los meses de nombre sin R, temprano a la mañana y en luna menguante. La caña se corta lo más al ras del suelo que sea posible, siempre que se pueda por encima del primer nudo. Es importante apuntar a que no quede un vaso receptor de agua en el lugar del corte para evitar la putrefacción de parte del rizoma; pero más importante aún es lograr un corte bien al ras del suelo para lograr un acceso cómodo al bambusal que no entorpezca ni dificulte el ingreso y movimientos en el mismo. Además de evitar puntas salientes peligrosas (por lo que se recomienda, evitar el corte con machete, o hacer desaparecer los restos peligrosos utilizando serrucho, motoguadaña o motosierra).

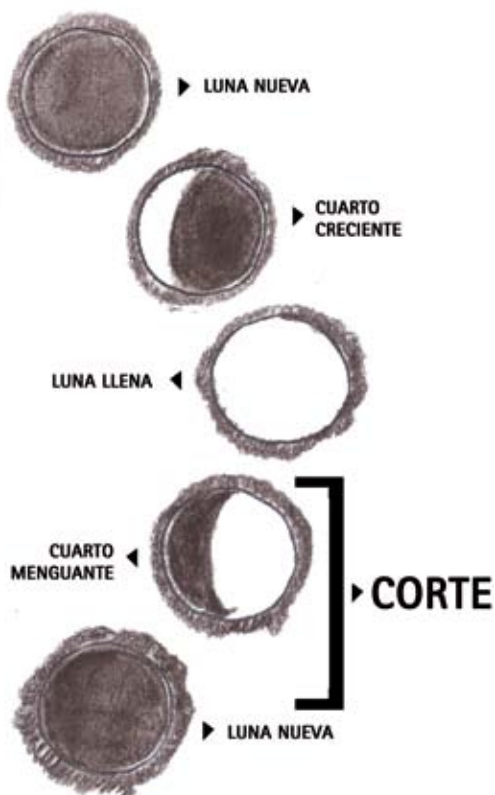
- **Primer método natural de curado:** Una vez cortadas las cañas maduras, se dejan una semana en el mismo lugar de corte con el follaje para continuar la evapotranspiración que elimina agua. En algunos países a esto se le llama **vinagrado**. En este proceso se disminuyen los almidones, azúcares y humedad, limitando la vulnerabilidad de la caña al ataque de insectos y microorganismos. La caña huele, temporalmente, a alcohol “*caña borracha*”.⁶
- **Segundo método natural de curado:** Transcurrida esa primera semana, se elimina el follaje y se acopia la caña en galpones bajo techo, aisladas del sol y de la lluvia, y se deja secar.

Métodos de corte imprescindibles para lograr cañas de alta calidad:

Momento de corte en el año: En los meses sin R -que son los meses más fríos del año-, cuando la actividad de la savia de la planta es menor y, por ende, las cañas presentan menor cantidad de azúcares en sus sistemas. También la experiencia indica que dependiendo de la especie será el momento de corte apropiado, aunque como generalidad vale la idea de que el corte se produzca en el momento de menor presencia de lluvias, que suele coincidir con el invierno en nuestro país.

Momento de corte lunar: En luna menguante, ya que es el momento de menor actividad de todas las plantas. La luna menguante provoca un efecto de gravedad mayor a cualquier otro momento del mes, por lo cual la actividad de la savia es menor y tiende a concentrarse en las raíces y a tener baja circulación en la planta.

⁶ Paulina Soria, INBAR, 2015.



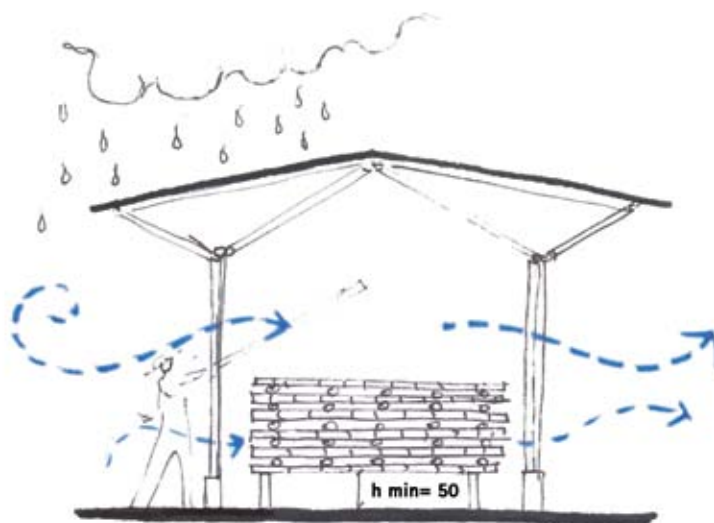
El mejor momento de corte es durante la Luna menguante, porque disminuye la actividad interna de las cañas.

Momento del día: A primera hora de la mañana, antes de que salga el sol, pues en ese momento la planta tiene, todavía, una actividad celular baja. Cuanto más alto se encuentre el sol, mayor será la circulación de savia por la caña y, por lo tanto, mayor la presencia de azúcares.

Reposo en pie: Como se explicó más arriba, es importante dejar la caña recién cortada en el mismo lugar de corte por al menos una semana, con ramas y hojas.

Secado en galpón: En los galpones las cañas se colocarán acostadas o paradas, siempre evitando el contacto con el suelo húmedo y bajo techo para no exponerlas al sol directo ni a la lluvia. Allí permanecerán el tiempo suficiente, hasta perder su color verde y tornarse de color madera.

Estos cinco primeros pasos son fundamentales para lograr una caña de alta calidad. Con este tratamiento se busca reducir al mínimo la humedad en el sistema para evitar presencia de insectos y hongos. Después -de ser necesario- se podrá aplicar algún otro sistema de curado post cosecha. Estos curados muchas veces no son necesarios en las cañas de *Phyllostachys aurea* bien cosechadas que han respetado todo lo arriba descrito.

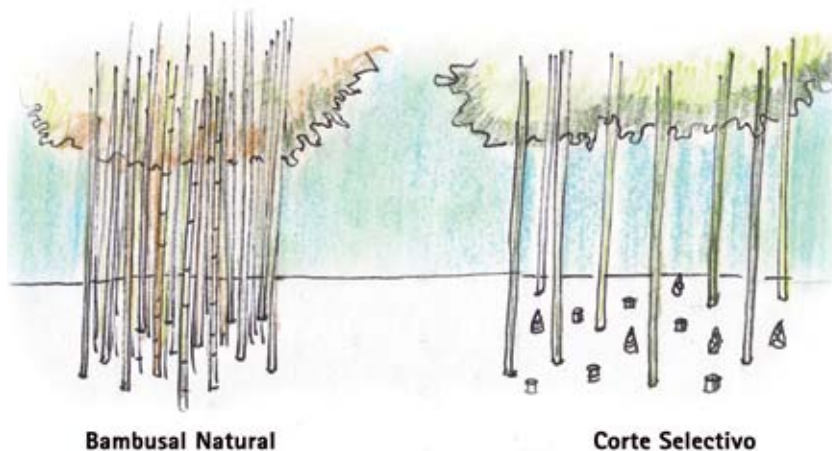


Secado natural bajo galpón.

Es muy importante tener en cuenta que:

- Almacenar las cañas verticalmente acelera el secado y disminuye las posibilidades de un ataque de hongos. Sin embargo, se necesita un buen sistema de soporte para que no se doblen ni se curven.
- El almacenamiento horizontal es mejor en períodos largos. Debe hacerse sobre plataformas elevadas del suelo y utilizar separadores para una mejor circulación de aire. Tampoco es posible hacer pilas muy altas porque las cañas en la base de cada fila podrían romperse debido al peso excesivo.
- Para facilitar un secado uniforme hay que rotar las cañas cada 15 días.

- El secado de cañas bajo techo lleva aproximadamente entre 2 meses y medio a 3, y los factores que intervienen en ese proceso son:
 - El contenido inicial de humedad.
 - El grosor de las paredes del bambú.
 - La humedad ambiental.
 - La cantidad de horas y potencia del sol.
 - La ausencia o presencia de lluvia.
 - La velocidad del aire circulante.



Bambusal Natural

Bosque no aprovechado.

Corte Selectivo

Bosque aprovechado.

Brotos

Es importante saber que en épocas de brotación, la cosecha de brotes es indispensable. La competencia por luz y nutrientes en los bambusales es muy significativa como en cualquier otro cultivo; por lo tanto, se debe hacer una selección de brotes a cosechar. Teniendo en cuenta que todas las especies del género *Phyllostachys* presentan brotes comestibles de alto valor económico, al inicio de los trabajos en el bambusal, se debe establecer si el mismo será destinado a la cosecha de cañas maduras solamente, a la cosecha de cañas maduras y brotes comestibles, o a la cosecha de brotes comestibles únicamente.

En cualquiera de los tres casos, la cosecha de cañas y la cosecha de brotes, son inevitables: varía el porcentaje de cada una de acuerdo al fin. **Los brotes de invierno se cosechan todos en los tres casos.**

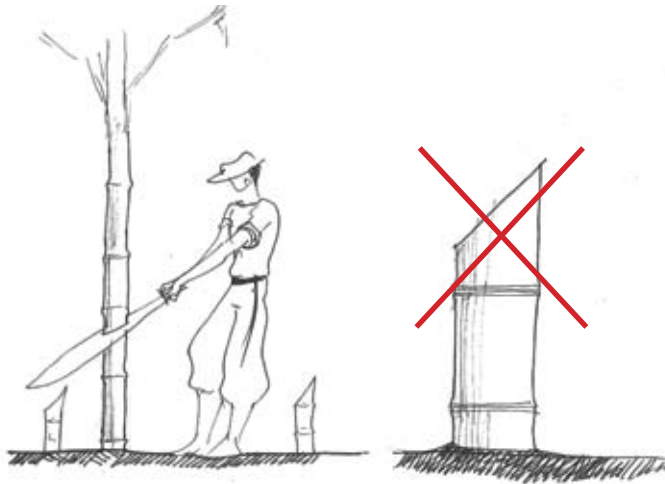
- Si el destino es la venta de brotes, se deberá cosechar un 50% a un 60% de la brotación anual.
- Si el destino es la producción de cañas, sólo se cosechan los brotes que compiten o no son aptos para cañas de calidad. Varía entre un 10% y un 15% de la brotación anual.
- Si el destino es el doble propósito, se cosechará entre un 25% y un 35% de la brotación anual.

El raleo de brotes responde a una necesidad del bambusal. Cuando están muy juntos y compiten por luz, agua y nutrientes, o cuando son muy delgados y no sirven como producto en caña.

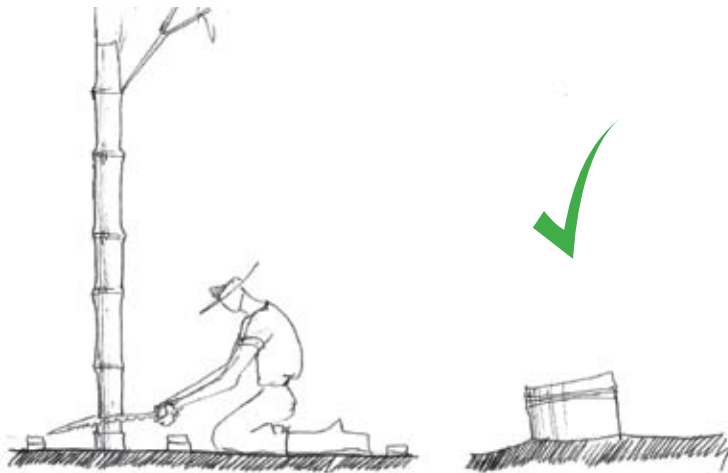
Si el destino del bambusal es principalmente la cosecha de brotes, hay que realizar análisis de suelo para comprobar que no falten nutrientes. Una hectárea de bambú puede dar, al menos, unos 10.000 kg de brotes al año, siempre y cuando el suelo contenga los nutrientes necesarios: 75 kg de nitrógeno, 15 kg de potasio y 30 kg de fósforo por hectárea. También requiere una precipitación igual o mayor a los 1000 mm anuales. El aporte más ecológico es el compost orgánico o el estiércol. No sólo brinda nutrientes; también agrega porosidad al suelo y mejora el desarrollo de raíces, rizomas y por ende de brotes.



Corte correcto de la caña. Bambusal natural trabajado en la isla Martín García.



Corte incorrecto de la caña.



Corte correcto de la caña.



Corte correcto de la caña con motoguadaña y disco aserrado.



Primera limpieza de bambusal. Extracción de material muerto.



*Bambusal de *Pb. aurea* manejado.*



Taller práctico de manejo de la DPDI. Disertante: Eldorado bambú.



*Bambusal de *Ph. aurea* no manejado, donde se observan cañas nuevas y cañas maduras.*



Manejo del bambusal con el método de marcación con pinturas de colores.



Cañas nuevas y cañas maduras en un bambusal.

Capítulo IV

TRATAMIENTO DE LA CAÑA Y TÉCNICAS POST COSECHA¹

*por Lic. Clara Peña,
Lic. María Emilia Caro
y Dra. Ana Castro Thomae*

El bambú sirve como materia prima para producir varios productos con valor agregado. Pero este material, como la mayoría de los materiales lignocelulósicos, tiene muy poca resistencia a la degradación por agentes biológicos. A pesar de la existencia de una amplia gama de técnicas de preservación disponibles, pocas se aplican actualmente en Argentina debido a la falta de difusión de las mismas.

Es importante aclarar que la primera manera de preservación para lograr cañas de alta calidad es seguir los pasos del corte explicados en el capítulo III, pág 86.

En este capítulo estudiaremos la estructura de la caña de bambú, las limitaciones de su tratado, las causas de la degradación biológica, los factores que aceleran o limitan esa degradación y los tratamientos para inmunizarla más amigables con el medio ambiente.

PRESERVACIÓN DEL BAMBÚ

El objetivo es mejorar la durabilidad y el rendimiento del bambú como materia prima, tratado con o sin productos químicos.

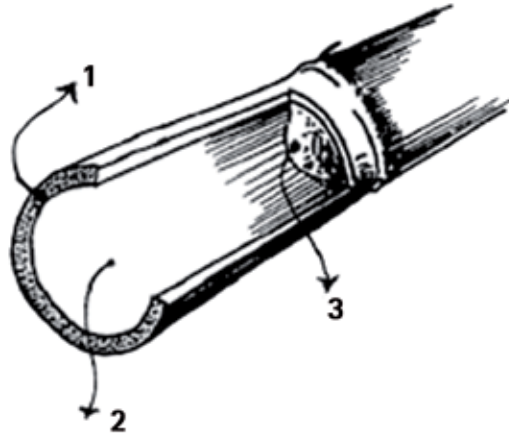
El tratamiento tiene por objeto:

- Extender su durabilidad y prolongar su vida útil.
- Detener o demorar su degradación.
- Preservar su estabilidad y sus características físico-mecánicas.
- Impartirle propiedades como resistencia al fuego, brillo, etc.
- Mejorar su calidad estética.

¹ Fuentes: *Manual de manejo sustentable de bambusales naturales para el Delta*, de la DPDI, producido por Eldorado bambú S.A., 2009, Ciudad de Buenos Aires. Y *Manejo de guaduales naturales*, INBAR (Internation Network for Bamboo and Rattan), 2005, Quito. La información de dichas fuentes ha sido adaptada especialmente a partir de la experiencia en campo y del manejo realizado en los bambusales naturales del Delta y zonas aledañas.

CARACTERÍSTICAS ANATÓMICAS DE LA CAÑA

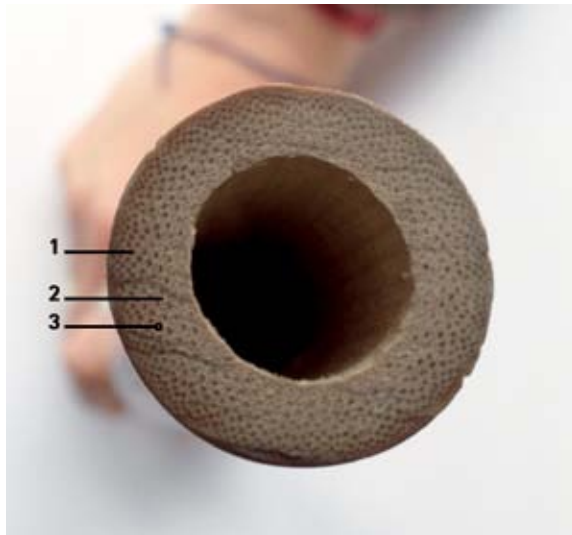
Como hemos visto anteriormente, los nudos segmentan la caña de bambú en secciones o *entrenudos*. Los nudos siempre son macizos. Esta estructura es la que les da a las cañas fuerza y flexibilidad. Los entrenudos son paredes cilíndricas con espesores que varían según la especie.



*El nudo de la caña de bambú es siempre macizo.
1- tejidos. 2- entrenudos. 3- nudos.*

Su estructura celular está orientada en forma longitudinal formando los haces vasculares o vasos por donde se desplazan sus líquidos de abajo hacia arriba y viceversa, de una celda a otra en forma longitudinal y no radial como lo hacen los árboles. Externamente el bambú tiene una corteza muy fuerte, formada por células epidérmicas cubiertas por una capa de cera que lo protege de daños físicos y que, al mismo tiempo, impide la penetración de líquidos en forma lateral. De modo que es necesario aplicar los líquidos preservantes de otra forma.

La comunicación para que el agua y los nutrientes puedan ascender hacia las hojas se da principalmente a través de los vasos, y también entre las celdas por medio de pequeños agujeros denominados *pits*. Las fibras del bambú crecen diametralmente de adentro hacia afuera; es decir, la mayor cantidad de fibras están ubicadas en la parte externa del diámetro, cerca de la corteza, y hacia adentro, veremos menos fibras y más parénquima. El parénquima suele ser la parte con mayor cantidad de almidón, por lo tanto, la más atacada por los insectos.



*Corte transversal de una caña, donde se muestran su estructura interna.
1 Hacenes vasculares, 2 Parénquima, 3 Fibras*

EL PROCESO DE SECADO

Las especies de bambú varían en cuanto a su susceptibilidad al ataque de hongos e insectos, pero lo que todas tienen en común es el hecho de que esa susceptibilidad aumenta junto con el porcentaje de humedad y de almidón que tiene la caña. Por eso es tan importante que, una vez cortada, ésta sea sometida a procesos de secado. En este proceso, la caña se contrae y se torna amarillenta, pierde savia y disminuye su propensión al ataque de hongos.

El secado de bambú requiere más tiempo que el de maderas de densidades similares. Esto se debe a que esta planta contiene materiales higroscópicos (sustancias que absorben la humedad muy fácilmente) que pueden contener de un 100 a un 140% de humedad; niveles que dependen del momento de la cosecha, el ambiente y la especie.

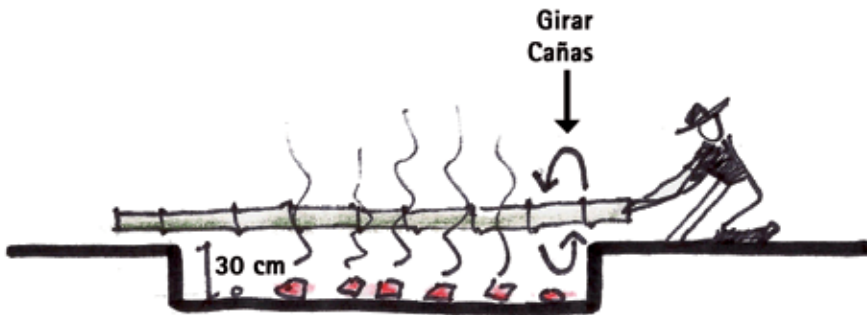
Cuando la caña se corta, se contrae y reduce su diámetro entre un 10 y un 16%; y el grosor de su pared, entre un 15 y un 17%.

Por esta razón, el bambú verde no debe ser utilizado en muebles o en construcción hasta que no se haya secado correctamente. Dado que las cañas verdes tienden a encogerse, las uniones y terminales podrían aflojarse en pocas semanas.

Además, de los mencionados en el capítulo anterior, existen distintos métodos que alcanzan los objetivos más rápidamente pero aumentan los costos. Entre ello se destacan:

Al calor: Se colocan las cañas en posición horizontal sobre brasas, a una distancia tal que no se quemen y cuidando de girarlas para que el calor recibido sea parejo y no se produzcan grietas. Este método suele ser realizado en campo abierto mediante una excavación de unos 30 o 40 cm de profundidad, realizada en el terreno. Las brasas se colocan en el fondo de la excavación como se muestra en el dibujo de abajo. Este método también se emplea para enderezar bambúes torcidos.

En horno: Es un método de secado no recomendado para las cañas de diámetros menores a 4 cm, ya que se pueden quemar muy fácilmente.



En el secado a fuego directo, los culmos deben girarse para que el efecto sea parejo.



*Secado a fuego directo con los culmos
en posición vertical y horizontal.*

Se recomienda: evitar cambios rápidos en el contenido de humedad, por ejemplo secando las cañas a la luz directa del sol. Esto puede generar grietas. A menos que hayan sido debidamente perforados sus entrenudos para lograr el escape de aire caliente y así, evitar que la caña se raje. En el caso de que las cañas hayan sido cortadas en tablillas antes de ser secadas al sol, éstas no sufren este problema y pueden secarse directamente al sol.

DURABILIDAD DEL BAMBÚ

La durabilidad natural del bambú es muy baja y depende de la especie, época, edad de corte y el uso final que se le da. Como carece de constituyentes tóxicos y contiene abundante almidón, es fuente de alimento para una gran variedad de organismos, especialmente hongos cromógenos e insectos taladradores.

De allí que su durabilidad natural oscile entre **5 y 7 años** si es empleado en la construcción en contacto con el suelo (es decir, con la humedad y el sol directo),

y entre **10 y 12 años**, si se lo utiliza en interiores. Su vida útil aumenta con los tratamientos de preservación: si es adecuadamente tratado puede durar **más de 15 años** en condiciones extremas, y **más de 20 en interiores** (sin humedad ni sol directo).

AGENTES DETERIORANTES

Mohos y hongos

La formación de moho y esporas blancas en la superficie de las cañas no es algo raro, especialmente cuando el bambú no está seco. El moho superficial en los productos a base de bambú sólo ocurrirá una vez, quizás dos veces, hasta que el contenido de humedad en el interior de las cañas se evapore completamente.

- **Mohos de superficie:** Crecen en la superficie y en las puntas de las cañas. No tienen influencia en la fortaleza del bambú y pueden ser eliminados fácilmente.
- **Hongos de mancha:** Pueden penetrar las cañas, desde los cortes en las puntas hasta los cortes en los nudos tras cortar las ramas. Se manifiestan como sombras y decoloraciones de color azul-grisáceo en la superficie, en forma de puntos y líneas. Afectan la apariencia estética, pero no la resistencia del bambú (excepto en casos de ataques serios).
- **Hongos de la podredumbre:** Son los que causan el daño más serio, ya que crecen dentro de las células. Descomponen la celulosa y hemicelulosa, y permiten que la lignina se pudra y se manifieste como una mancha blanca (más común en el bambú que la de color marrón). La podredumbre es difícil de detectar al principio. Incluso antes de que se note un cambio ligero en el color o en el peso, las propiedades de resistencia se reducen mucho. El daño prematuro puede detectarse por una humedad excesiva en el bambú.

Insectos

Los escarabajos y termitas son los insectos que más atacan al bambú. El escarabajo mastica la caña y deja agujeros de salida en la superficie. Si pone huevos antes de morir, multiplica el efecto de destrucción porque al igual que los escarabajos adultos, las larvas se alimentan del almidón y los azúcares contenidos en las células del parénquima de la caña, y la intensidad del ataque dependerá de la cantidad disponible de almidón y azúcares. Las cañas con mayor contenido de almidón -por ejemplo, las cosechadas inmaduras o en primavera-verano- son más propensas a sufrir un ataque. Una vez que las larvas crecen, pueden consumir otros componentes de la pared celular.

TRATABILIDAD DEL BAMBÚ

El tejido del bambú está constituido aproximadamente por 50% de parénquima, 40% de fibra y 10% de haces vasculares. Estos haces no se encuentran uniformemente distribuidos: son más numerosos en la parte más externa, mientras que otros pocos se encuentran hacia la parte central de la caña. Además, el bambú no tiene elementos radiales como la madera y la pared más externa está cubierta por una capa delgada y dura, menos permeable que la capa interna.

Los haces vasculares son las vías principales a través de las cuales circulan los preservantes durante el tratamiento del bambú. Para controlar la penetración pareja a lo largo de toda la caña, hay que tener en cuenta que los haces no están distribuidos uniformemente. De modo que es posible que haya zonas de tejido no tratadas que pueden ser fácilmente atacadas por hongos; la parte interna de la caña es uno de los puntos más susceptibles a este deterioro.

TRATAMIENTOS TRADICIONALES AMIGABLES CON EL MEDIO AMBIENTE

Una vez realizado el secado de la caña, se la debe preservar con el fin de reducir aún más los riesgos de ataque de insectos y hongos. Este tratamiento no debe afectar las propiedades físico-mecánicas de las cañas y se recomienda que se realice con un químico en estado líquido de tal manera que las impregne en sus partes interiores que es donde más vulnerables son. Los métodos más comunes de inmunización, con el valor ecológico y económico de no incluir agregado de químicos o con químicos de muy bajo impacto, son los siguientes:

Inmunización por inmersión: Se realizan dos perforaciones en cada entrenudo y se introduce la caña en un tanque que contenga algún preservante químico. La caña se deja sumergida durante cinco días para que el líquido penetre de manera correcta en el interior de cada entrenudo. Es recomendable utilizar (de ser posible) preservantes amigables con el ambiente como el boro y bórax en relación 5 – 10%. Según la experiencia desarrollada por los miembros del Proyecto Bambú de la UNT, la inmunización por inmersión en solución de ácido bórico da muy buenos resultados para cañas destinadas a la construcción .

Ahumado: Consiste en someter las cañas a humo directo proveniente de un proceso de combustión orgánica e incompleta (en ausencia de oxígeno) hasta que adquieran una capa exterior de hollín, con un alto contenido de alquitrán. Este método se debe emplear junto con otro tratamiento de preservación adicional, ya que el ahumado

se realiza sobre todo como decoración externa, por el color oscuro que brinda, y no como preservante. Sin embargo, si se lo realiza en combinación con calor (120°C - 150°C), es muy efectivo ya que el cambio de temperatura produce una alteración química en los azúcares, volviéndolos no apetecibles para los insectos.



El ahumado es un método de preservación que se realiza sobre todo como decoración externa.

Sustancias tóxicas naturales: Algunos materiales de origen natural pueden prevenir el deterioro hasta cierto punto. La protección a largo plazo no es tan efectiva. La acacia negra contiene taninos que son buenos para ahuyentar insectos y hongos. La ebullición de astillas con hojas frescas y el tallo de esta planta durante 30-60 minutos previene ataques.

Curado por inmersión en agua: Consiste en sumergir las cañas en agua, ya sea en un estanque o un río, por aproximadamente tres semanas. Posteriormente se dejan escurrir y secar. Este ha sido uno de los sistemas más empleados por los asiáticos. La penetración del agua en los haces vasculares hace que se evacue el aire del interior de la caña, y esto la vuelve más permeable a otros sistemas de preservación; al mismo tiempo se realiza un lavado del almidón y los azúcares presentes. También es un método recomendado para almacenar el bambú que se utiliza en aplicaciones de artesanía y de esterillas, para las cuales se requiere flexibilidad. Sin embargo, este lavado no garantiza por sí solo una protección a largo plazo.



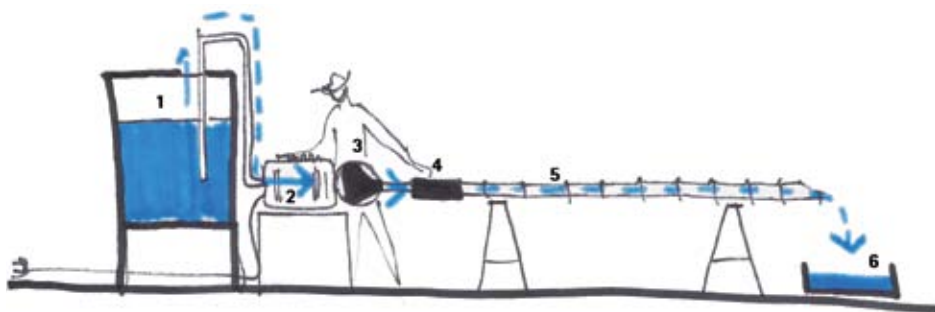
El método de preservación por inmersión en agua exige dejar las cañas sumergidas durante tres semanas.

Inmunización en caliente: Se sumerge el bambú en una solución caliente con un preservante y luego en otra a temperatura ambiente. Al calentar el bambú, el aire de su interior se expande y sale de la caña. En el enfriamiento, se produce un vacío parcial que incrementa la absorción de la solución cuya función es preservar. Lo más indicado es que la duración del baño frío sea el doble del tiempo que el caliente. Como guía se puede considerar que por cada centímetro de pared a penetrar se requiere una hora de calentamiento².

En China, el curado de las cañas se hace una vez cortadas las mismas en tablillas y solo se emplea el método de inmunización en caliente con un tratamiento blanqueador no contaminante, para unificar la coloración de las cañas, sin ningún otro agregado.

Método Boucherie modificado: Este es el método más utilizado en la actualidad en los países con importante industria de bambú, tales como Colombia, Ecuador y Costa Rica. Se utiliza en las cañas de gran porte de dichos países, y puede utilizarse también en el género *Phyllostachys*, sobre todo en las especies *bambusoides* y *viridis*. Tal como se observa en la ilustración, el método consiste en inocular las cañas con un agente preservante, que bien puede ser una solución de boro. Desde un tanque y por efecto de la presión de un compresor, la solución penetra la caña y reemplaza la savia que ésta contiene. La solución ingresa a través de una suerte de boca de manguera y se descarga en un recipiente en el otro extremo del recorrido. El procedimiento lleva de 3 a 8 horas, según el diámetro de la caña y su contenido de humedad.

² Amarilis Burgos, 2003



El método Boucherie modificado es el tratamiento de preservación más utilizado en la actualidad

- 1- Tanque con preservante 2- Bomba o compresor, 3- Llave de paso,
4- Boca de manguera, 5- Caña, 6- Recipiente con sobrante.*

Método Boucherie: Es igual al método anterior pero sin el uso del compresor; la savia se desplaza por gravedad. Se conecta la caña con la pileta que contiene el preservante, en posición inclinada. Igual que en el método anterior, utilizando una manguera y el chupete en el extremo superior. Por gravedad, el líquido baja desplazando la savia y se descarga en otra pileta ubicada en un nivel inferior.



El método Boucherie no requiere instalaciones especiales y es muy económico.

- 1- Tanque con preservante, 2- Llave de paso, 3- Boca de manguera,
4- Cañas, 5- Recipiente con sobrante.*

Hervido (fresco o seco): Hervir las cañas a una temperatura de 94° a 100°C durante 30 minutos es un método que se considera bueno, pero si se le agrega al agua una solución de soda cáustica (NaOH) al 1%, es mucho más eficiente. En este caso es imprescindible no excederse con el tiempo de inmersión, ya que la soda cáustica puede atacar superficialmente las células parénquimas cuando se deja demasiado tiempo, y dejar solo las fibras y una superficie irregular. También se puede emplear carbonato de sodio durante aproximadamente 60 minutos. Y si se quiere obtener un blanqueo como resultado extra, se puede utilizar una concentración de 3 – 5% de peróxido de hidrógeno.

Lavado con cal: Se adiciona al agua, una cantidad del 30% de Ca(OH)₂; esta solución puede ser aplicada con brocha o por inmersión. Luego, en el proceso de secado, la cal se transforma en carbonato de calcio - CaCO₃.

Compuestos de boro: Hidrosolubles, no se fijan, se van lavando con el tiempo. Estos suelen ser una mezcla de ácido bórico y bórax. La formulación más común es 1:1 con una concentración de entre el 2 y el 6%. Las sales de boro son eficaces contra los barrenadores, termitas y hongos (excepto los hongos de pudrición blanda). La alta concentración de sales tiene propiedades ignífugas. No son tóxicas y pueden ser utilizadas para el tratamiento de los productos de bambú, como cestos, recipientes secos, etc., que entran en contacto con productos alimenticios.

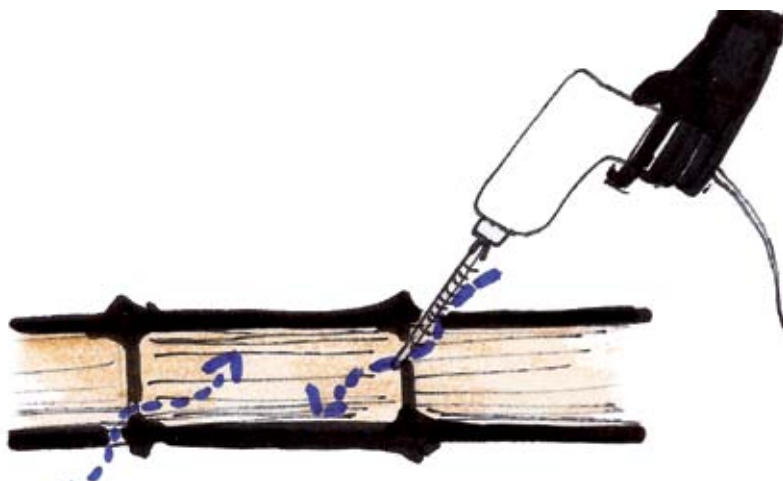
Cloruro de zinc / sulfato de cobre: Hidrosolubles, estas son las sales que ofrecen una protección limitada. Son muy ácidas y pueden causar la corrosión de accesorios de metal. El cloruro de zinc es altamente higroscópico y le dará al bambú una apariencia húmeda en temporada de lluvias.

Triclorofenol (TCP): Solventes orgánicos livianos. Los concentrados que se pueden diluir con aceite de trementina mineral son más económicos para uso industrial. Tiene efectos fungicidas e insecticidas.

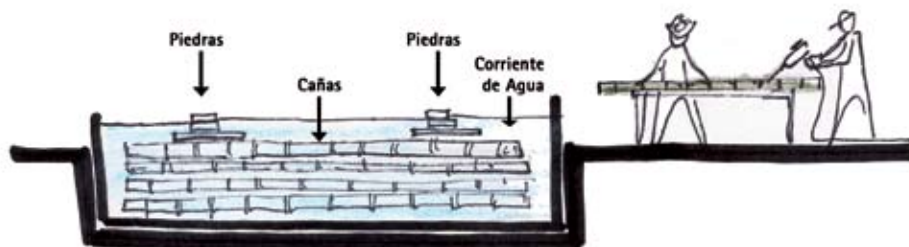
Factores importantes a considerar para el lavado:

- Cuando se sumergen las cañas, agujerear los nudos antes de la inmersión de manera que el agua pueda correr fácilmente a lo largo de la misma.
- Atar las cañas y almacenarlas en agua corriente o en tanques.
- Cuando se utilicen tanques con agua estancada, cambiar el agua cada semana para prevenir el desarrollo de bacterias que podrían causar manchas y malos olores.
- Utilizar pesas para asegurar una completa inmersión.

- El bambú puede ser sumergido en agua durante períodos variables, tras los cuales se lo extrae para aplicarle tratamientos químicos adicionales.
- Para tratamientos adicionales, las cañas de bambú deberían estar sumergidas al menos durante 3 a 4 semanas.
- Un tiempo excesivo en agua (más de 3 meses) provoca manchas en la epidermis del bambú y reduce en forma notable sus propiedades físicas y mecánicas.



Perforación a través de las paredes de los entrenudos, previa a cualquier método de inmersión. Lo más cerca a la pared exterior.



Es conveniente utilizar pesas para asegurar la completa inmersión de las cañas.



Armado del método Boucherie modificado. Ayudante: Julio Silva.



Preparado de químicos (boro y borax) para inmersión de cañas.



Curado de caña con fuego.



Después del curado de caña con fuego se limpia con un trapo, sacándole brillo.



Curado con soplete (se observa el cambio del color verde a marrón)



Curado con soplete.



Curado con soplete (se observa cómo la caña pierde sus ceras exteriores).



Cañas curadas y listas para trabajar.

Capítulo V

COSECHA DE BROTES COMESTIBLES

Lic. María Emilia Caro

Muchas de las especies de bambú presentes en el Delta son comestibles, por eso este capítulo aporta información para iniciarse en el mundo de los brotes de bambú y aprovecharlos como alimento, tanto en las épocas de brotación (como producto fresco) como en la elaboración de conservas, para el consumo propio y para la venta.

CARACTERÍSTICAS GENERALES

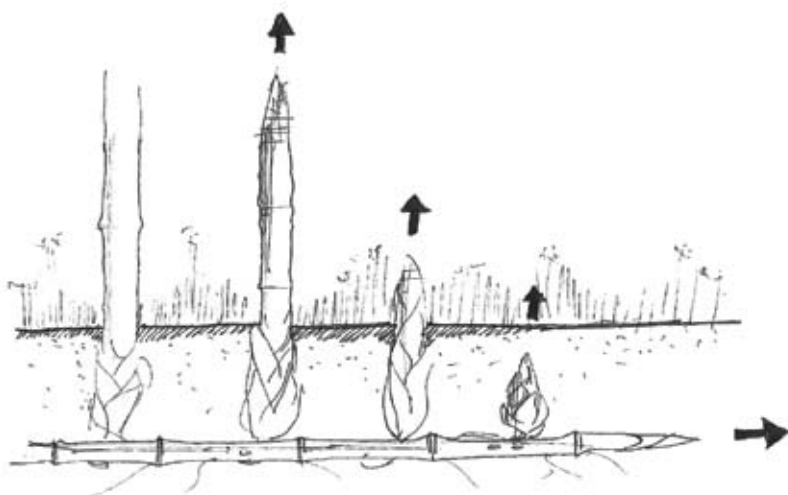
Los brotes de bambú son **un alimento nutritivo** que se puede obtener durante la brotación de la planta, la etapa en que las cañas emergen de la tierra. Ese momento varía según la especie pero, a grandes rasgos, los bambúes corredores -como la *Phyllostachys aurea*- brotan a principio de la primavera mientras que los bambúes de mata lo hacen al finalizar el verano.

Tipo de Bambú	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
de Mata												
Corredor												

Calendario de cosecha.

La forma del brote es cónica, de carne clara y crujiente, y está cubierta por hojas caulinares (que, generalmente, se irán perdiendo a medida que el brote crezca y madure la caña). Es un producto de alto valor comercial que puede ser aprovechado simultáneamente con la producción de cañas o cultivado con exclusividad.

Un brote es una caña compactada, que comienzan a elongarse telescópicamente con el tiempo. Una vez en contacto con la luz solar, comienzan a lignificarse (“lignum” significa madera). Es el proceso por el cual el brote comienza a convertirse en caña, es decir, a desarrollar mayor cantidad de fibras, a endurecerse y, por lo tanto, a dejar de ser comestible. Es por eso que el momento de la cosecha es muy importante: **Ni muy temprano para no perder productividad** (no cosecharlos muy chicos), **ni muy tarde para que no se pongan duros y fibrosos.**



Los brotes emergen de la tierra, se desarrollan a partir de yemas en el rizoma y se elongan telescópicamente.

El brote de bambú se ha usado como vegetal comestible durante miles de años en muchos países asiáticos, donde lo comercializan de diversas maneras y han desarrollado técnicas que permiten disponer de este producto estacional todo el año. Se los puede encontrar **secos, enlatados, cerrados al vacío, con especias, solos, en sal muera, enteros, cortados, fermentados.**

El 90 % de la composición de los brotes es agua. Su parte comestible oscila entre el 45 % y el 55 %, ya que para consumirlo hay que quitarles las hojas protectoras. Son crujientes y si se los come solos, se siente el sabor suave y dulce que los caracteriza; pero toman el sabor de los ingredientes con los que se los cocina.

Es **muy importante** destacar que los brotes deben ser consumidos siempre después de haber sido hervidos. Los de algunas especies tropicales contienen concentraciones importantes de cianógenos¹. La cocción destruye la enzima responsable de la hidrólisis endógena que produce este tóxico, así como también el cianógeno presente.

En otras especies (como por ejemplo, la *Bambusa tuldooides*), la presencia de un ácido propio de la planta, les da a los brotes un sabor desagradable, picante y amargo. Por

¹ Es un gas incoloro, tóxico, inflamable, soluble en agua y otros disolventes; de olor fuerte y compuesto de nitrógeno y carbono. En altas concentraciones suele ser tóxico.

lo tanto, es muy importante saber reconocer la especie de bambú de la cual vamos a extraer los brotes para ingerir.

Los brotes del género *Phyllostachys*, particularmente de *Ph. aurea*, se encuentran entre los más sabrosos debido a su dulzor. Esta especie ofrece tres tipos de brotes:

Brotos de invierno: son muy difíciles de cosechar, pero la recompensa es grande ya que son más dulces y tiernos. También son mucho más pequeños (no superan los 10 cm en su tamaño total) que los de primavera. Para encontrarlos es necesario tocar el suelo cuidadosamente con las manos para detectar las puntas que empiezan a asomarse apenas unos milímetros fuera de la tierra. De ser posible, a los brotes de invierno hay que **cosecharlos en su totalidad**, ya que no desarrollarán buenas cañas y su extracción activa una brotación más importante en primavera.

En China son altamente valorados y muy caros. Como en el invierno hay gran cantidad de nieve en las zonas donde se produce bambú, la forma de cosecharlos es con los pies descalzos en contacto con el suelo. Allí donde se percibe una zona más elevada y puntiaguda se comienza a cavar para desenterrar el preciado brote de invierno. Durante un taller que coordinamos en Martín García, tuvimos la experiencia de sentir las puntas de los brotes de invierno -aun con el calzado puesto-, lo cual nos permitió realizar una hermosa cosecha de brotes de invierno.

Brotos de primavera: es la brotación más productiva. Los brotes tienen buen tamaño, su diámetro es el mismo que el de las cañas en pie (en una plantación establecida) y la recomendación es cosecharlos cuando su altura (sobre el suelo) no supera los 8 cm, es decir que su tamaño máximo total, una vez extraídos, ronda los 20 cm.

Brotos de verano. Estos aparecen luego de que la brotación ya ha terminado, suelen ser muy finos y largos, y no son ideales para la cocina, pero tampoco para caña, por lo cual se recomienda su completa extracción.

CARACTERÍSTICAS NUTRICIONALES

Los brotes se caracterizan por los siguientes componentes nutricionales:

- **Fibra.** Una porción de 100 g proporciona alrededor de 2,5 g de fibra, que es aproximadamente el 10% de la cantidad necesaria para la dieta humana, por día. La fibra ayuda a mantener los niveles de colesterol bajo y desempeña un papel importante en la prevención del cáncer de colon. Su contenido energético es muy bajo.

• **Potasio:** 100 g de brotes proporcionan 533 mg de potasio, que es el 18% de la cantidad diaria recomendada en la dieta humana. Este es un mineral muy importante en la mayoría de las reacciones químicas que se producen en nuestro cuerpo. Ayuda a mantener la presión arterial normal y un ritmo cardíaco constante.

• **Fitoquímicos.** Los brotes contienen lignanos y ácidos fenólicos. Los lignanos, un componente de la fibra, exhiben una serie de propiedades importantes que actualmente se encuentran bajo investigación: parecen tener propiedades antibacterianas, antifúngicas y actividad antiviral. Los ácidos fenólicos tienen propiedades **antiinflamatorias** leves y son **potentes antioxidantes**. Los antioxidantes ayudan a prevenir el cáncer y el daño de los vasos sanguíneos que puede ser un comienzo de la aterosclerosis.

	BAMBÚ	TOMATE	ZANAHORIA
Valor energético	27 Kcal	21 Kcal	41 Kcal.
Proteínas	2,6 g	0,9 g	0,9 g
Grasas monoinsaturadas	0 g	0 g	0 g
Grasas poliinsaturadas	0 g	0 g	0 g
Grasas saturadas	0,1 g	0,3 g	0,2 g
Colesterol	0 mg	0 mg	0 mg
Calcio	13 mg	10 mg	40 mg
Magnesio	3 mg	8,3 mg	12 mg
Fósforo	59 mg	26 mg	35 mg
Potasio	533 mg	237 mg	400 mg
Hierro	0,4 mg	0,3 mg	0,9 mg
Sodio	4 mg	3 mg	45 mg
Vitamina C	4 mg	12,7 mg	5,9 mg
Vitamina E	1 mg	0,5 mg	0,7 mg
Vitamina A	200 IU	833 IU	3500 IU
Fibras	2,2 g		

Información nutricional por 100 g (Fuente: USDA SR21).

EL MERCADO POTENCIAL DE BROTES EN LA ARGENTINA

Los brotes frescos son considerados una sabrosa alternativa a los enlatados que, aunque aún no son muy populares, se consiguen fácilmente en el mercado chino, provenientes de importaciones.

Como ya hemos dicho, estos brotes son un ingrediente fundamental de la cocina asiática. Los chinos en su país, consumen 30 kg por persona por año. En Argentina, existe un gran mercado debido a la importante inmigración de origen asiático, a la que se suman sus descendientes, conservadores de las tradiciones. De los ciudadanos asiáticos oficialmente radicados en el país, las cifras son las siguientes (no incluye descendientes nacidos en Argentina):

Lugar de nacimiento	Total de población extranjera	Sexo y grupo de edad							
		Varones				Mujeres			
		Total	0 - 14	15 - 64	65 y más	Total	0 - 14	15 - 64	65 y más
ASIA	31.001	15.997	747	12.757	2.493	15.004	779	11.444	2.781
China	8.929	4.897	124	4.635	138	4.032	116	3.817	99
Corea	7.321	3.671	113	2.989	569	3.650	132	2.999	519
Japón	4.036	1.944	122	973	849	2.092	129	946	1.017
Líbano	933	441	4	195	242	492	4	154	334
Siria	1.337	701	4	389	308	636	8	274	354
Taiwán	2.875	1.435	22	1.280	133	1.440	11	1.308	121
Resto de Asia	5.570	2.908	358	2.296	254	2.662	379	1.946	337

Censo 2010. Población asiática total nacida en el extranjero que vive en Argentina, según sexo y franja etaria. Total del País.²

Esta población sería un nicho clave donde comenzar a comercializar una producción de bambú, ya que casi la totalidad de los brotes que se consumen hoy en nuestro país son importados de China y Taiwán. Argentina importa unas 80.000 tn de brotes al año para la comunidad asiática.

Las dietéticas, ferias barriales, mercados orgánicos, mercados de productores y étnicos son posibles vías de comercialización. Los restaurantes -en especial los que ofrecen gastronomía asiática y vegetariana- también podrían estar interesados en la compra de brotes de bambú fresco.

El kg de brotes tiene un costo de U\$S 5 aproximadamente, en el Barrio Chino de Belgrano (Ciudad Autónoma de Buenos Aires)³.

Es importante introducir en la cadena productiva **el procesamiento**, ya que no solo mejora la vida útil de los productos y agrega valor, sino que, debido a la disponibilidad estacional de los brotes de bambú, asume gran importancia para el potencial del negocio.

² Fuente: www.stormfront.org/forum/t835320/

³ Datos tomados en los supermercados del Barrio Chino de Belgrano en 2014.

LA PRODUCCIÓN

Los brotes se pueden producir en cualquier escala, desde una planta única en una propiedad privada para consumo propio hasta una plantación comercial a gran escala, pasando por el aprovechamiento de un bambusal pequeño o mediano, para la comercialización artesanal o industrial. Las técnicas básicas que intervienen en su producción son las mismas, independientemente de la escala. Es importante señalar que en plantaciones de mediana y gran escala pueden introducirse técnicas de **intensificación productiva** para aumentar el rendimiento por hectárea.

El cultivo de brotes requiere un conjunto de prácticas diferente de las que se usan para la producción de cañas. Normalmente, **requieren un mejor suelo, mejores condiciones de luz y un manejo más intensivo**. La producción de brotes consume mayor cantidad de nutrientes minerales del suelo y, por lo tanto, es importante aplicar fertilizantes, de preferencia abonos orgánicos.

En condiciones normales, una hectárea de *Phyllostachys aurea* produce de 7000 a 9000 brotes anuales. Esta productividad se puede incrementar a través de técnicas de manejo. De hecho, en experiencias realizadas en el Delta de la provincia de Buenos Aires, en solo un año de intervención se pudieron obtener hasta 12.000 brotes por hectárea. Si la producción es doble propósito, el rendimiento de brotes podría ser menor.

En el Delta se pudieron extraer unos **10.000 kg de brotes por hectárea por año** de un bambusal de *Phyllostachys aurea*, manejado sustentablemente con destino sólo a venta de caña.

En cuanto a la calidad del suelo, el hecho de que éste sea suelto y poroso facilita la aparición de los brotes, mientras que el suelo compacto puede impedir que algunos emerjan.

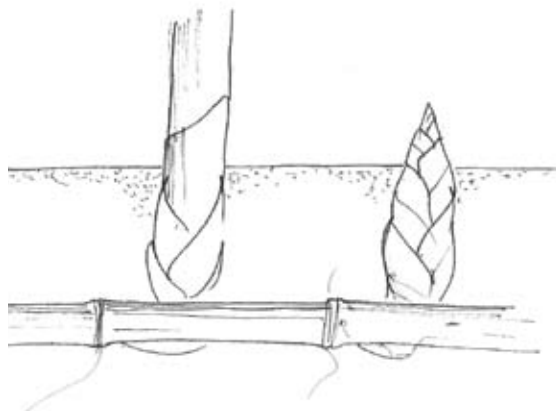
Es necesario tener en cuenta que:

- Para desarrollar su mayor potencial, los bambusales requieren precipitaciones mayores a los 800 mm por año.
- Si el destino del bambusal es principalmente la cosecha de brotes, hay que realizar un análisis del suelo para comprobar que no falten nutrientes esenciales para lograr el máximo rendimiento.
- Los fertilizantes más amigables con el ambiente son los orgánicos; como por ejemplo, el compost, estiércol u otros abonos como lombricompost. No sólo aporta nutrientes al suelo, también le agrega porosidad y mejora el desarrollo de raíces, rizomas y, por ende, de brotes.

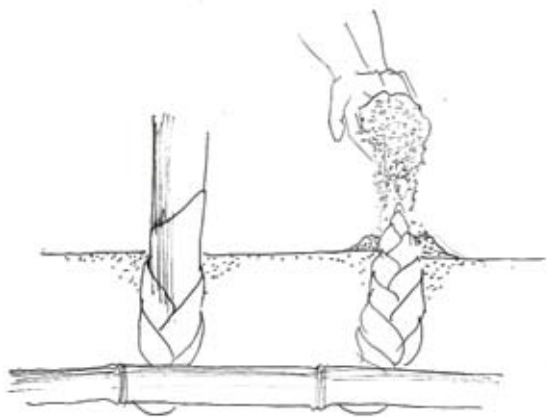
- El raleo de brotes responde a una necesidad del bambusal. Cuando están muy juntos y compiten por luz, agua y nutrientes, o cuando son muy delgados y no sirven como cañas de valor.
- Las actividades más importantes son el aireado de la tierra y la fertilización. También, la cobertura del suelo con hojas secas del mismo bambusal.

CÓMO OBTENER BROTES MÁS GRANDES SIN LIGNIFICAR

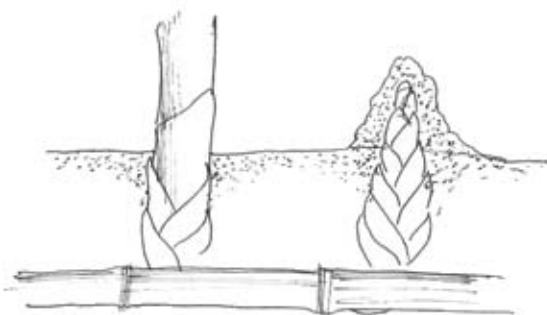
- Primero se seleccionan los brotes a ser extraídos como producto.
- Después se tapan con tierra, compost, mantillo o un nylon negro. Esto evita que el brote quede expuesto a la luz y, por lo tanto, lignifique. No hay que olvidar marcarlos con una vara de color llamativo para no perderlos debajo de los montículos de tierra.
- De esta manera se obtienen brotes más largos y tiernos y, en consecuencia, más valiosos. Sin embargo, los brotes que son extraídos por debajo de la tierra suelen ser los más tiernos y sabrosos, aunque de un tamaño bastante más reducido.



Primer paso: Se seleccionan los brotes a cosechar.



Segundo paso: Se les coloca tierra encima.



Tercer paso: Se espera a que crezcan más para luego cosecharlos.

LA COSECHA

Como hemos visto en secciones anteriores, los brotes de bambú son las partes de la planta que emergen para convertirse posteriormente en cañas. Aunque parezca una obviedad, esta información es muy importante ya que podemos deducir que -dependiendo del momento en el que se coseche- estaremos ante un brote ¡o ante una caña!

La cosecha se puede realizar en **diferentes etapas**: antes de que los brotes rompan la superficie del suelo, poco después, o una vez que llegaron a una altura considerable

(la misma dependerá de cada especie). Como se dijo con anterioridad, se recomienda cosechar los brotes de primavera de la *Phyllostachys aurea* cuando éstos alcanzan los 8 a 10 cm por fuera de la superficie.

Los brotes más jóvenes son generalmente los más tiernos; su terneza depende de la cantidad de fibra que contenga, y que depende, a su vez, de la etapa en la que se cosechan. El contenido de fibra también determinará la forma en que serán procesados ya que los brotes fibrosos se ahúman (como los que se cosechan alrededor del Monte Elgon en Kenya y Uganda) o se secan, como en China. Sin embargo, los brotes de primavera - verano se pueden comercializar frescos (si existe un mercado cercano) o en conservas, igual que los brotes de invierno que, por estar a contra estación, son más caros.



Brotos cosechados en el momento adecuado. La carne es blanca y tierna.

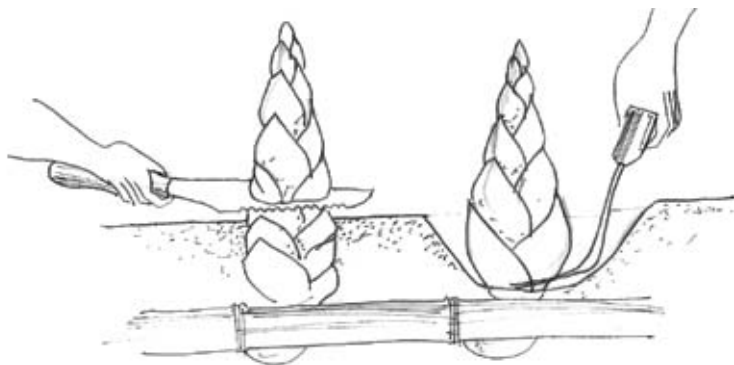


Brotos cosechados tarde. El color externo ya es más verdoso y han comenzado a elongarse desarrollando mayor contenido de fibras.

Existen diversas técnicas de cosecha para los brotes con fines comestibles. Algunos recomiendan excavar y extraerlos de bajo tierra. Otros esperan a que los mismos asomen y sugieren diferentes alturas y momentos del día para realizar la cosecha.

- Cuando la cosecha se realiza por medio de **excavación**, como es el caso de los **brotos de invierno**, se debe cavar con cuidado para no dañar los brotes ni el rizoma. La técnica ideal es remover la tierra ubicada alrededor del brote, dejando expuesta la parte inferior del cuello del rizoma para poder cosecharlo cuidadosamente con una espátula muy afilada y curva que permita cortar el brote desde su inicio contra el rizoma. Si el cuello del rizoma tiene yemas viables, las mismas podrán brotar en las siguientes temporadas; por lo tanto es importante cubrirlo nuevamente con tierra.

- En el otro caso, si la cosecha se realiza **cuando el brote ya ha emergido** por encima del nivel del suelo, el corte se aplica cerca de la base del brote, cuidando de no extraer parte del cuello del rizoma. Los brotes se cortan con una cuchilla afilada y plana, adecuada al diámetro del mismo.



Cosecha a ras y cosecha por excavación.

En el caso de la especie *Phyllostachys aurea*, a menudo los primeros brotes que emergen son los más grandes, mientras que los posteriores son más pequeños. Si la plantación es **dobles propósito** (cosecha de brotes y cañas), los más grandes se deben dejar madurar hasta convertirse en cañas. Los más pequeños y los brotes que emergen en lugares no deseados serán los que proporcionen la mayor parte de la cosecha. Asimismo, en zonas de alta densidad de cañas o alta brotación, se recomienda cosechar, independientemente del tamaño, para evitar la competencia por el espacio, la luz solar y los nutrientes del suelo. Mientras que los brotes emergentes en zonas abiertas se deben dejar.

Para las plantaciones destinadas exclusivamente a la cosecha de cañas, se deben cosechar, de todas maneras, aquellos brotes que compiten por luz, nutrientes o son muy delgados y se sabe que no se van a convertir en cañas de calidad. Así, aunque no lo quisiéramos, tendremos una cosecha de brotes comestibles para ingerir en el hogar.

DESTINO DEL BAMBUSAL	PORCENTAJE DE COSECHA DE BROTES POR HA POR AÑO
Cosecha exclusiva de brotes comestibles	entre un 60% y un 70%
Cosecha de brotes y de cañas	entre un 40% y un 50%
Cosecha exclusiva de cañas	entre un 10% y un 20%

Porcentajes de cosecha de brotes comestibles por hectárea por año, según el destino del bambusal.

En síntesis

- Conocer técnicas de manejo, cosecha y pos cosecha.
- Conocer diferentes técnicas de procesamiento.
- Reconocer la especie: si es comestible o no, si brota más de una vez al año y en qué momento, y hasta qué altura máxima puede ser cosechado.
- Reconocer si es un bambú de mata o corredor pues es muy diferente su manejo.
- Determinar si el bambusal está destinado a la producción de brotes, a la producción de cañas o ambas.
- Dependiendo del destino del bambusal, se debe buscar un equilibrio de cosecha y lograr el tamaño óptimo del brote.
- Si el destino es la venta de brotes, se deberá cosechar un 50% a un 60% de la brotación anual.
- Si el destino es la producción de caña para la venta o la industrialización, sólo se cosechan los brotes que compiten o que no son aptos para cañas. La cosecha varía en un 10% a un 15% de la brotación anual.
- Si el destino es el doble propósito (tanto venta de cañas como venta de brotes), se cosechará entre un 25% a un 35% de la brotación anual.
- Tener una planificación previa acerca del destino de la cosecha: venta o consumo. Así se podrán prever cocción, envasado y transporte.
- Realizar la cosecha muy temprano por la mañana o por la tarde cuando va cayendo el sol, para evitar lo más posible la evapotranspiración.
- Se debe tener cuidado de mantener intactas las hojas externas que protegen al brote, para que conserven la frescura del mismo. De no ser así, éstos comienzan a degradarse en pocas horas.
- Evitar brotes muy blandos, con moho, agrietados, o que no huelen bien.
- En caso de comercializarlos, prever habilitaciones y registros (Registro provincial INAL o registro nacional RNE).

EFECTOS DE LA COSECHA SOBRE LOS NUTRIENTES

Estudios científicos realizados en China y en Estados Unidos⁴ sobre los cambios en el contenido de nutrientes de los brotes de bambú cosechados en diferentes momentos, muestran que existe una clara ventaja de la cosecha de los brotes cuando aún están bajo tierra con las vainas apenas apareciendo sólo en la superficie. Las pruebas se realizaron utilizando *Phyllostachys*, cosechando en tres etapas diferentes: brotes sin salir, a 5 días sobre la tierra, y a 10 días sobre la tierra. Se encontró que el contenido de proteínas y aminoácidos son más altos cuando los brotes están bajo tierra. De hecho, el autor de una de las investigaciones afirma que el contenido proteico de un brote de bambú extraído cuando aún se encuentra bajo tierra es más alto que el de cualquier otro vegetal.

POST COSECHA Y ALMACENAMIENTO

Después de cosechados y habiendo sido aislados del rizoma, los brotes se comportan como cualquier otro vegetal. El extremo cortado queda expuesto a la atmósfera con probabilidad de deterioro por la acción de microorganismos. Y aunque estén cubiertos con las hojas, también tienden a perder la humedad a través de las mismas, que con el transcurso de las horas, comienza a presentar una apariencia seca.

Existen algunas prácticas de gran importancia a la hora de manipular los brotes luego de ser cosechados, que resumimos a continuación:

- **Manipulación:** Los brotes absorben aceite fácilmente, por lo que se debe tener cuidado cuando están alrededor de maquinaria y durante el transporte para evitar olor a aceite industrial en el producto (JETRO, 1991).
- **Período de validez:** el bambú fresco debe consumirse rápidamente después de la cosecha para evitar un sabor amargo. Es preferible cosechar en la mañana y vender el mismo día (Vinning 1995). El amargor disminuye cuando se reduce al mínimo la exposición a la luz solar (David Midmore 1998, com. Pers.).
- **Envasado:** Se recomienda que este proceso se realice dentro de 18 horas después de la cosecha para mantener la frescura (JETRO, 1991). Los brotes en conserva pierden su aroma y su textura crujiente, pero esta técnica es muy conveniente para poder almacenarlos por meses (Vinning 1995).

⁴ Fuente: *International Scholarly Research Notices*. Volume 2014 (2014), Article ID 679073, 17 pages Review Article. *The Nutritional Facts for Bamboo Shoots and Their Usage as Important Traditional Foods of Northeast India*. P. Nongdam and Leimapokpam Tikendra. Department of Biotechnology, Manipur University, Canchipur, Imphal, Manipur 795003, India.

CÓMO PROLONGAR LA FRESCURA DE LOS BROTES⁵

- Se pueden almacenar crudos con las hojas caulinares sin pérdida sustancial de la producción ni deterioro, durante 1 día a temperatura ambiente y hasta 7 días bajo condiciones de refrigeración.
- Debido a los procesos microbiológicos y químicos que se producen a temperatura ambiente, hay un cambio físico rápido y notable en los brotes pelados (sin la cubierta exterior). Por lo tanto, sólo pueden ser almacenados en estas condiciones, por un día como máximo, porque son propensos a la descomposición.
- Los brotes pelados pueden ser almacenados bajo condiciones de refrigeración durante 3 a 4 días.
- En el caso de enlatados o enfrascados, una vez abierto el contenedor, los brotes se pueden almacenar hasta dos semanas si son transferidos a un recipiente herméticamente cerrado, inmersos en agua y guardados en el refrigerador. De lo contrario, pierden su sabor y su textura.
- Se pueden cocinar en agua hirviendo o al vapor hasta que estén blandos: por 30 a 40 minutos, según del tamaño del brote.
- Luego de cocidos, se pueden conservar en sal muera: cada 100 ml de agua, un 5% de sal. También se puede utilizar hasta 1% de ácido cítrico como conservante. O bien, sal gruesa en un 15% a 18% del peso en brotes.
- Se guardan con sal muera en bolsas de plástico o en latas al vacío.
- Dado que los brotes refrigerados duran más que los que se mantienen a temperatura ambiente, se puede afirmar que el almacenamiento en frío de ambos casos es necesario para aumentar su vida útil.
- En casos donde la distancia entre el lugar de cosecha y el de su procesamiento o venta es grande, de ser posible, se recomienda transportarlos en contenedores con agua y hielo a medida que se van cosechando en el campo, para evitar lo más posible su deshidratación.

⁵ Fuente: Melinda Gosbee 1998, com. Pers.

PROCESAMIENTO DE BROTES

En los países en los que los brotes forman parte de la dieta diaria de sus habitantes, existen diferentes formas de procesamiento industrial. En **Australia** y **Nueva Zelanda** se cortan en tiras cuando aún están frescos y se los cocina en agua ligeramente salada durante 8 a 10 minutos antes de su consumo. En **Tailandia** y **Vietnam** los brotes cocidos se rallan y se usan en ensaladas. En **Japón**, los hierven enteros durante más de dos horas y luego son enlatados, enfrascados o empaquetados al vacío. En **China** se practican todos estos procesamientos y más.

MÉTODOS DOMÉSTICOS

Lo ideal es que los brotes estén recién cosechados, pero en caso de no poder procesarlos ese mismo día, deben permanecer refrigerados hasta ese momento.

El primer paso del procesamiento -para la especie *Phyllosyachys aurea*- es hacerles un corte longitudinal atravesando las hojas que lo protegen. Esto simplificará la tarea de pelado luego de la cocción.



El primer paso del procesamiento de los brotes es hacerles un corte longitudinal.

Como ésta es una especie pequeña, basta con hervirlos unos 30-45 minutos, según la cantidad de brotes y agua.



Hervir los brotes en una olla entre 30 y 45 min.

Una vez hervidos, colarlos y pelarlos. Hay que extraer las hojas protectoras del brote hasta encontrar la carne clara y suave, que es la porción comestible. Es un proceso similar al que realizamos al pelar alcauciles, aunque por suerte, mucho más sencillo.



*Brotos de *Ph. aurea* hervidos y pelados.*

Una vez hervidos y pelados, los brotes podrán ser utilizados en tartas, ensaladas, guisos, picadas, woks, etc.. Pueden cocinarse de cualquier manera, aunque es importante destacar que, en caso de freírlos, se recomienda empanarlos, ya que de otra forma absorberán una gran cantidad de aceite.



Brotes de Ph, aurea en bambusal.



Brotos de Ph, aurea seleccionado para cortar.



Brotos de Ph, aurea cortados.



Corte longitudinal de un brote cocinado (se observan los entrenudos sin elongar).



Pizza preparada con brotes de caña cocinados.

Capítulo VI

DESARROLLO DE PRODUCTOS CON BAMBÚ

D.G. Paulina Soria

Varios proyectos y programas productivos han apostado al desarrollo de productos utilitarios, decorativos, artesanales, como una alternativa económica que rescata los valores y habilidades de un territorio y lo proyecta a una actividad empresarial para generar nuevos ingresos a un colectivo.

En el caso del bambú, el recurso ha sido parte de la vida de los pueblos americanos, desde los que habitan los Andes, hasta los que se ubican en las costas del Pacífico y El Caribe. En estos espacios han tomado una gama increíble de formas, que van desde la construcción hasta los productos del hogar, la agricultura, la elaboración de instrumentos musicales.

La Red Internacional de Bambú y Ratán (INBAR), junto a otros organismos en la región, apostó a vincular especialistas del Diseño con artesanos y productores de bambú, para desarrollar una propuesta que integre la funcionalidad, las tendencias y el oficio artesanal, y provocar procesos de innovación que rescaten técnicas y valores culturales orientados a mercados responsables.

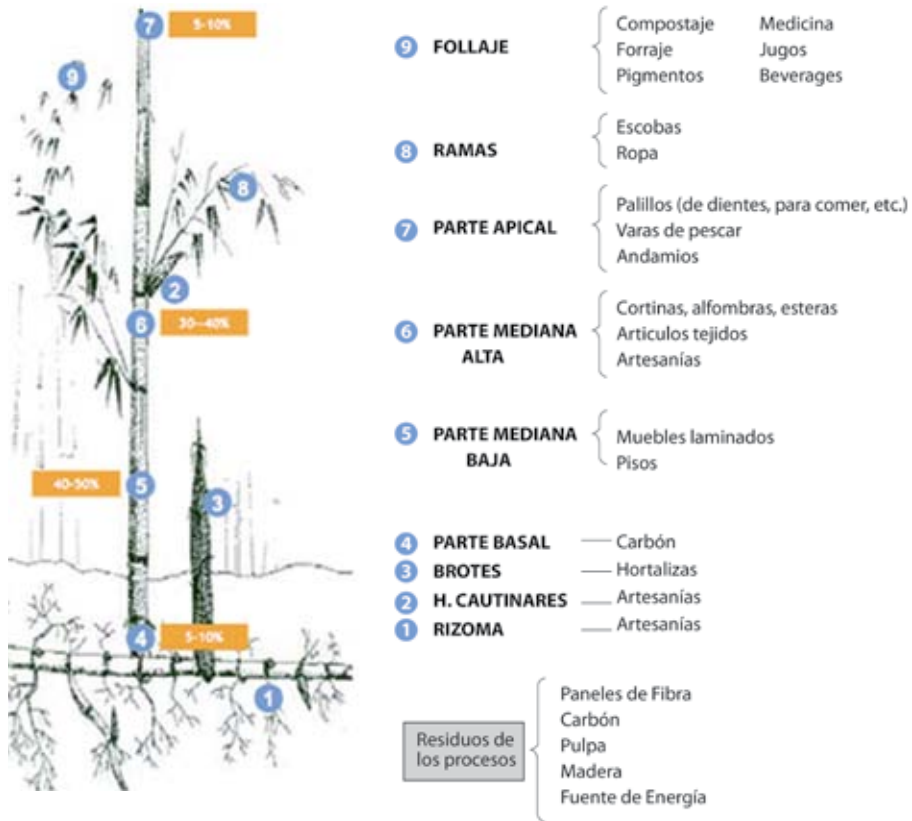
Así se identificó al “desarrollo de productos con identidad” como una oportunidad de emprender procesos sustentables que dan valor a esa historia local para proyectarla a nivel global como una fuente alternativa a la economía de emprendedores.

Este capítulo presenta esos aprendizajes, que no son completos porque el desarrollo de productos es un proceso de búsqueda continua.

ESPECIE DE USOS MÚLTIPLES

En páginas anteriores se ha mostrado la variedad de usos que el bambú ofrece. En lo que a este capítulo concierne, cabe destacar que por su forma rolliza es usado para mobiliario y construcción, mientras que en la industria de la madera se lo prefiere industrializado. Una de las formas más comunes de industrializarlo es laminarlo y así se lo utiliza para la producción de pisos, puertas, vigas, tableros; instrumentos musicales, transporte y juguetes son otras de sus aplicaciones. Pero antes de utilizarlo como materia prima, es imprescindible conocer la especie en profundidad,

cómo se selecciona la caña que se utilizará y el tratamiento post-cosecha. Toda esta información está contenida en los cuatro primeros capítulos. En especial, los capítulos III y IV que profundizan en la selección a la hora de la cosecha y los diversos métodos de secado y tratamiento para preservar la caña de cualquier tipo de deterioro precoz.

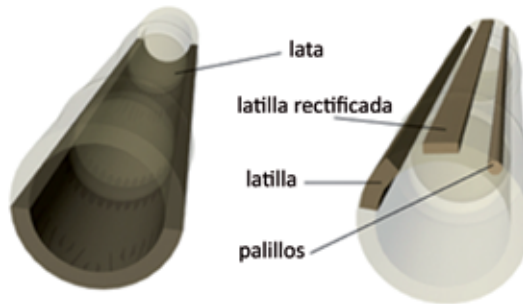


En el mundo entero se han realizado un sinnúmero de estudios para determinar un uso óptimo del bambú, que por sus propiedades físico-mecánicas resistentes a la compresión y flexión, también plantea desafíos que es importante considerar cuando el plan es elaborar productos:

- Su facilidad para rajarse cuando fue cosechado inmaduro, ya se encuentra seco y se expone a cambios de clima.

- La vulnerabilidad al ataque de hongos e insectos si no ha sido preservado.
- La irregularidad de su forma y de sus diámetros en una misma caña que limitan la producción en serie.

Materia prima obtenida a partir de un culmo de bambú



El bambú se lo trabaja artesanalmente en su estado TUBULAR (rollizo) además en forma de "latillas, fibras, palillos y picada".

En la industria se usa mayoritariamente "latillas rectificadas" para tableros y pisos, y "palillos rectificadas" para tejidos tipo persiana.

EL DISEÑO DEL PRODUCTO

El punto de partida de un proceso de diseño es investigar, descubrir, indagar, explorar, probar todas las posibilidades que la materia prima puede dar, no solo las relacionadas con su estructura, sino con las historias, costumbres y tradiciones de uso a nivel territorial.

I. El Diseño en el desarrollo de productos con identidad

A la hora de crear, el Diseño es imprescindible, porque se trata de una búsqueda de un nuevo producto, bien o servicio que considera materias primas, acceso a tecnologías, oficios, historias que den una identidad, que provoquen un sentimiento en función de ofrecer soluciones a necesidades de un colectivo que busca ser parte de un estilo de vida.

Cuando el Diseño tiene una carga de identidad territorial, aporta coherencia porque le otorga al producto un valor que le permite ser apreciado por lo que es y, de este modo, diferenciarse de un mercado globalizado.

El uso del Diseño en el desarrollo de productos crea un lazo indisoluble entre el producto, quien lo elabora y el grupo de usuarios para quienes fue diseñado, porque responde a las necesidades, emociones, intereses de un colectivo. Así es cómo no solo actúa sobre la forma del producto, sino sobre la forma en que es presentado, en los espacios construidos y definidos por el interiorismo, en el desarrollo de la imagen que lo comunica y el espacio interactivo y digital que puede ser usado para enunciarlo.

2. Pasos para planear el desarrollo de productos con identidad territorial

Para iniciar un proceso de diseño, varios son los aspectos que tenemos que considerar:

- **Los actores:** ¿Quiénes son? (talentos individuales, empresas, cooperativas, familias, organizaciones, etc.), sus potencialidades específicas, distinciones, socios, organizaciones de migrantes en ciudades y el exterior, etc. Lo que identifica a los diferentes actores son sus intereses en un territorio específico¹.
- **Requisitos:** conocer la historia de productos, servicios y de las razones por las cuales existen determinadas distinciones y ventajas absolutas en una región. Aprender de las experiencias previas. Disponer de recursos competitivos y con identidad. Involucrar a todos los actores. Potenciar los productos ya existentes y reconstruir lazos que agreguen valor, seguridad o disminuyan conflictos.
- **Identidad:** saber responder con claridad ¿qué es lo que nos distingue, quiénes y por qué demandan nuestros productos y cómo podemos atenderles mejor? (compatriotas residentes en otras ciudades, turistas nacionales - extranjeros, empresas compradoras, etc.).
- **Inventario** de sus conocimientos y sus sistemas de producción, así como de sus propuestas para aumentar el tamaño y/o la calidad de sus actividades.
- **Emblemas:** productos, servicios e imágenes que distinguen un territorio:
 - Arquitectura, monumentos, etc.
 - Paisajes, ríos, flora, fauna, bosque, etc.

¹ Es crucial que los intereses se expliciten para que los diferentes actores de un territorio desarrollen sus opciones y propuestas con la mayor claridad.

- Personas e imágenes: hechos históricos, vestidos, sombreros, acentos, modismos, emblemas, etc.
 - Activos culturales: idiomas, música, danza, artistas famosos, culinaria, etc.
 - Servicios: alojamiento, comunicaciones, empresas de servicios (transporte, turismo de aventura, guías), etc.
 - Servicios culturales únicos: fiestas tradicionales, platos típicos, santoral, ídolos locales, etc.
 - Especialistas: talladores de madera, ceramistas, luthiers, deportistas, etc.
- **Normas, instrumentos e instituciones de cautela** de la especificidad y la calidad de los productos con nombre propio: gremios, denominaciones de origen controlada, geográfica u otras.

El desarrollo de productos con identidad depende en buena medida de la disposición de las organizaciones locales de darse un nombre, de “colocarse en el mapa” y de buscar aportar con sus diferencias. No requiere una determinación vertical del gobierno central sino saber construir a partir de lo que existe: mejores bienes, servicios, organizaciones y normas que permitan valorizar los talentos y recursos locales.

Desde el Gobierno central se puede promover un conjunto de iniciativas (de hecho muchas ya existen en la Argentina) para favorecer el desarrollo de productos con identidad y otras como la de descentralización efectiva, que hace que los colectivos territoriales se responsabilicen y le den un sello propio al desarrollo local con una fuerte base de identidad cultural.

3. El ciclo del producto

Un planeamiento importante para el momento de iniciar un proceso de desarrollo de productos, es el que hacen Paulina Becerra y Analía Cervini, del Centro Metropolitano de Diseño de la Ciudad de Buenos Aires, en su publicación “Entorno al producto”, donde -a través de estudios de casos- reflexionan sobre la innovación que éstos generaron y cómo arrancaron de procesos de investigación de Pymes de diversos sectores de la ciudad de Buenos Aires.

Diseñar en forma estratégica significa gestionar un metaproyecto. Es decir, encarar un proceso de convergencia previo a la tarea de diseño de producto. A lo largo de este proceso se considera la totalidad del sistema del producto, desde su materia prima hasta su distribución y se propone proyectar en función de una estrategia. La

estrategia nos permitirá incorporar valor agregado y distinguir el producto frente a la competencia. En un proceso de diseño estratégico todas las variables del sistema son analizadas, enfatizadas o valoradas según una intención común.

¿Cuál podría ser esa estrategia o intencionalidad? Por ejemplo, podríamos querer ofrecer el mobiliario más ecológico del mercado, los juguetes más inteligentes, los zapatos más ergonómicos pero igualmente estéticos, las agendas más funcionales, los vasos más bellos, los espejos más diversos en uso, los botones más tecnológicos, el packaging más práctico, los jeans más customizados, el vino más orgánico, etc. Pero, ¿cómo nacen estas intenciones? Generalmente nacen al detectar un deseo social. Por ejemplo, podríamos identificar un público en contra de la deforestación mundial y querer dar una respuesta a ese deseo de reparación. O reconocer un consumidor hipertecnológico y deseoso de usar aquello que es más innovativo desde la técnica; para él entonces podríamos generar productos acordes.

*Esta es la tarea del diseño estratégico: **proyectar el valor agregado**, ese más que podría tener nuestro producto respecto de la competencia y en sintonía con algún deseo del mercado. Porque si nuestro producto no parte de la intención de ser «algo más», entonces, estamos comercializando commodities, y nos encontramos a la deriva del mercado. Ese más es lo que llamamos valor agregado. Como empresa, luego de definir una intención -es decir, proyectar una estrategia- es necesario ser reiterativos de esa intencionalidad de producto hasta el cansancio. Una vez definida nuestra intención de diferenciación, debemos recordar que si hemos decidido ser los más ergonómicos, o funcionales, o estéticos, o tecnológicos del mercado debemos transparentarlo en forma evidente a través de todas las variables que conforman al producto. Ya que el producto más ecológico no puede envolverse en el plástico más tóxico y menos reciclable. O los vasos más bellos no pueden estar tampografiados con un logotipo inadecuado.*

Es entonces que, como proyectistas o productores, debemos ser conscientes de que aquello que definimos en el campo tecnológico tendrá incidencia tanto en el campo de la comunicación como en la logística del producto. Y que si, en lugar de dejar que estas variables ocurran accidentalmente, somos capaces de redefinirlas en función de esa estrategia común, el producto adquirirá mayor potencia, mayores ventajas competitivas, se ahorrarán esfuerzos comunicacionales y seguramente resultará ser el más apto dentro de ese nicho de mercado. Estos argumentos parecieran ser obvios, sin embargo, no siempre los productos son concebidos bajo esta lógica de pensamiento. En algunos casos solo se considera la estética, en otros el costo o en otros el marketing. El proyecto de diseño estratégico propone partir de una estrategia concreta y en función de ella alinear todas las variables de producto.

Hoy, más que nunca, es necesario conocer nuestro producto y optimizar nuestros recursos. Pero el valor de la optimización no radica exclusivamente en la reducción

de costos o el abaratamiento de los materiales, sino en la efectividad de la estrategia. En el mercados los productos deben presentar un mensaje claro, no solo desde el marketing, sino desde sus valores reales. Para ello es necesario aprender a investigar, a leer ese mercado y a sistematizar la información. Una pyme necesita reconocerse como un organismo vivo en constante evolución, adaptación y regeneración, ya que los deseos de los consumidores cambian, nuevos productos aparecen y a la par cada posicionamiento se modifica. Para ello, es necesario entender la reflexión como una gimnasia cotidiana. Así como nuestros cuerpos necesitan del ejercicio físico, las empresas necesitan practicar la gimnasia cotidiana del análisis, una tarea que les permitirá estar preparadas para afrontar el cambio.

ALGUNOS CONCEPTOS Y PRINCIPIOS DEL DISEÑO

Para diseñar, lo primero que debemos conocer es el espacio en el que colocaremos el producto y cuál es su función, ya sea un mueble, una lámpara, un juego de cucharas, es decir cuál es el área en que será ubicado: la cocina, el comedor, la habitación, la terraza o patio. Y considerar la circulación, es decir el espacio interior entre muebles y pared u otro obstáculo, para que las personas se sientan cómodas.

De manera muy rápida echemos una ojeada a algunos principios del Diseño como las proporciones, el equilibrio y el ritmo.

a. Proporciones

Es la relación que existe entre dos unidades cualquiera. Si colocamos mesas muy bajas al lado de sillas muy altas, por ejemplo, éstas se verán desproporcionadas. Una mesa para comer no es igual a una mesa de noche, o una mesa de operaciones; todas tienen funciones distintas pero deberán tener relaciones proporcionadas entre sus propios elementos y con respecto a los muebles que se encuentren a su alrededor.

b. Equilibrio

Implica un eje o punto central alrededor del cual las fuerzas opuestas están distribuidas como una balanza. La forma más simple es la simetría, que resulta cuando las partes de un mueble están distribuidas todas iguales entre sí, y la asimetría, cuando las partes difieren una de la otra.

c. Ritmo

Es inherente al ser humano, los latidos del corazón, la respiración, el ciclo de la noche y el día, etc. Existen tres tipos de ritmo:

- Uniforme. Elementos iguales que se repiten.
- Alterno. Elementos distintos que se alternan.
- Progresivo. Elementos que disminuyen o aumentan progresivamente.

LA CONSTRUCCIÓN CON BAMBÚ

Como hemos visto, el bambú es un producto maderable, pero no es un árbol y no se comporta como tal. Por lo tanto, a la hora de trabajar con él, hay ciertos comportamientos particulares del material que deben tenerse en cuenta.

Estructura del nudo

Los haces vasculares se doblan en los nudos, formando el diafragma que separa la caña en entrenudos. Así es cómo los nudos de las cañas -son las partes más resistentes-. Por eso, es muy importante tener en cuenta dónde se va a realizar el corte según el producto. Por ejemplo, para una pata de mueble, debe realizarse al ras de un nudo. Y las uniones con tarugos, tornillos o clavos, se deben aplicar lo más cerca posible del nudo posible.



Parte interna de la caña, donde se observa el nudo con el diafragma, el área más resistente.

Comportamiento de fracturas



Fractura de los árboles en forma radial.

Fracturas longitudinales de las fibras del bambú.

A diferencia de la madera -que tiene haces radiales-, las fibras del bambú son verticales, se extienden a lo largo de la caña. Por lo tanto, la fractura de la misma se comporta verticalmente; la madera, en cambio, se quiebra en forma radial.

Selección de materia prima

La selección de material se realiza según la fuerza o la flexibilidad necesarias para cada producto. En términos generales, tales necesidades se dividen en tres grupos:

1- Componentes estructurales: Propiedades: cañas con paredes gruesas de diámetro medio. Las paredes gruesas proporcionan fuerza y una mayor tolerancia para el clavado y la perforación.

Edad requerida: cañas maduras, de 2 a 3 años de edad, son los más apropiados, ya que combinan fuerza con bajo contenido de humedad.

2- Aplicaciones superficiales: Propiedades: Bambúes con entrenudos más largos, para producir listones. Se pueden utilizar cañas con paredes más delgadas.

Edad requerida: cañas maduras, de 2 a 3 años de edad, son los más apropiados, ya que combina la fuerza con bajo contenido de humedad .

3- Tejidos: Propiedades: Cañas jóvenes recién cortadas de entrenudos largos.

Edad requerida: cañas jóvenes, de hasta 1 año de edad, ya que contienen un alto contenido de humedad que facilita el tejido.

Durabilidad

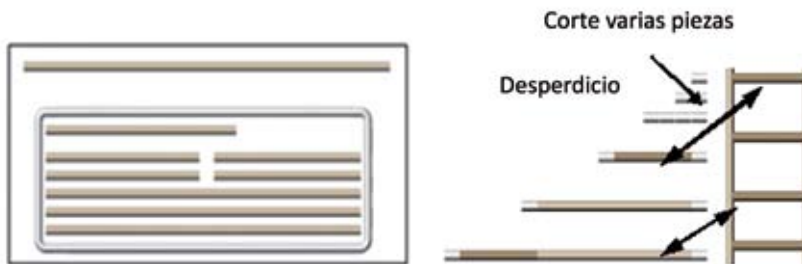
El bambú tiene una durabilidad natural baja. Cuando se usa en aplicaciones interiores, como muebles, cuando no recibe ningún tratamiento en el momento de la cosecha y pos-cosecha, puede durar de 4 a 7 años. También existen otros factores que reducen la calidad de bambú: las grietas, los ataques de hongos e insectos.

Sin embargo, la durabilidad se puede aumentar hasta 10 veces mediante la adopción de medidas en las etapas de: Selección de especies, cosecha, almacenamiento, secado (mencionadas con anterioridad) y fabricación.

Modulación

A pesar de que el bambú es un material que no tiene uniformidad en sus dimensiones (diámetro), se pueden aplicar elementos de modulación para su producción, ensamblaje, embalaje y transporte. Por ejemplo:

- **Modulación de corte para su preservado:** Asumiendo que el secadero ha sido diseñado en base a las dimensiones del tanque de preservado.
- **Módulo de corte para fabricación de productos.**
- **En Rolliza:** Si la distribución de nudos en base al diseño lo permite.



Productos desarmables

Ensamblaje: Es difícil conservar la uniformidad en los elementos desarmables debido a la variación de dimensiones que sufre el material frente a los elementos externos, especialmente la humedad del ambiente. Es necesario, entonces, mantener las piezas codificadas para poder ubicarlas con exactitud en el momento del armado.

HERRAMIENTAS

Para empezar a construir productos con bambú se debe contar con el instrumental necesario. Con las máquinas y herramientas adecuadas y en buen estado, lograremos una mayor calidad y productividad, lo que hará nuestro negocio más rentable.

Podemos clasificar las máquinas y herramientas en los siguientes grupos:

- a) Máquinas y herramientas eléctricas
- b) Herramientas manuales de corte
- c) Herramientas de corte
- d) Herramientas en general

a) Máquinas y herramientas eléctricas

Constan de un componente eléctrico y uno mecánico (sierras de banco, ingleteadoras, taladros de mano y pedestal, sierras de cinta, compresores, generadores, caladoras, canteadoras, torneos, ruteadoras, etc.) En el componente eléctrico debemos:

- Tener conexiones y protecciones eléctricas adecuadas.
- Limpiar frecuentemente accesos de ventilación del motor.
- Si el motor tiene puntos de lubricación, lubricarlos frecuentemente.
- Cambiar de rodamientos y de carbones cuando se detecte desgaste.
- Evitar golpear partes conectadas al eje del motor, ya que puede ser causa de vibración y, en consecuencia, de un desgaste prematuro de los rodamientos.
- No exponer el motor a agua (goteras, inundaciones, etc.).

- Engrasar mecanismos internos expuestos a fricción, como piñones, vaivenes, rodamientos, bocines ,etc.
- Efectivizar los procesos para que las máquinas trabajen lo menos posible.

En el componente mecánico debemos:

- Limpiar y proteger superficies susceptibles a oxidación.
- Evitar rayar, perforar y desgastar las superficies de trabajo.
- No golpear ninguna de las partes para evitar riesgos de rotura, descuadre, desalineado, etc.
- Limpiar y lubricar componentes expuestos a fricción, como rieles, pistas, guías, piñones, bocines, rodamientos, etc.
- Usar la herramienta de corte adecuada y bien afilada.
- No realizar trabajos inapropiados para la máquina o herramienta.
- Realizar cambio de aceite periódicamente en compresores, generadores, etc.

Al trabajar con equipos eléctricos, recomendamos con insistencia consultar los manuales correspondientes, adoptar las medidas de seguridad descritas por el fabricante y darle un uso adecuado a la herramienta, ya que violar esto podría provocar graves accidentes.

b) Herramientas manuales de corte

Generalmente, constan de un mango o soporte y una sección de corte; por ejemplo, formones, cuchillas, sierras de mano, tijeras, playos, pinzas, limas, cepillos, muñequillas, etc. En estos casos debemos:

- Mantener la herramienta afilada correctamente y ubicada en un lugar visible y ordenado, libre de humedad, exposición a químicos corrosivos o elementos abrasivos que puedan dañar el afilado o a la pieza en sí.
- No usarlas en trabajos que no sean los adecuados (por ejemplo, martillar con los playos, usar alicates para ajustar tuercas, cortar con el serrucho de madera otros materiales duros, etc.).
- Limpiar y lubricar las partes que estén expuestas a rozamiento y oxidación.

c) Herramientas de corte

Son herramientas o accesorios que se incorporan a máquinas eléctricas: brocas, cuchillas, sierras circulares, de cinta, de copa, fresas. Para su mantenimiento hay que considerar:

- Realizar el afilado correcto y periódicamente.
- Ajustar adecuadamente la herramienta.
- Usar la herramienta y la velocidad adecuada para el tipo de trabajo.
- Realizar el corte de manera de que la velocidad de giro no disminuya bruscamente, lo que puede causar que el motor se sobrecaliente y llegue a fallar.
- Asegurarse de que la herramienta hace el desalojo de material en forma correcta, específicamente en brocas y sierras de copa. Si la velocidad de giro disminuye, puede ser que el material se haya aprisionado en el canal de desalojo o haya provocado un sobrecalentamiento y, en consecuencia, pérdida del filo.
- Guardar la herramienta en su estuche inmediatamente después de sacarla de la máquina.

d) Herramientas en general

Entre ellas se cuentan las de medición (calibradores, flexómetros, niveles, reglas, etc.), de impacto (martillos, combos), de ajuste (llaves de boca, de tubo, destornilladores, rachas, pinzas), etc.

Recomendaciones de mantenimiento:

- Usar la herramienta sólo para el trabajo para el que ha sido diseñada.
- Limpiar y proteger superficies susceptibles de oxidación.
- Limpiar y lubricar mecanismos expuestos a rozamiento.
- Mantener las herramientas en un lugar visible y ordenado, libre de humedad, exposición a químicos corrosivos o elementos abrasivos que puedan dañarla.
- Usar las herramientas de ajuste propias para cada pieza que queramos ajustar.
- Limpiar inmediatamente después de usar las herramientas para aplicar pegamentos, lacas o materiales que tiendan a endurecerse.

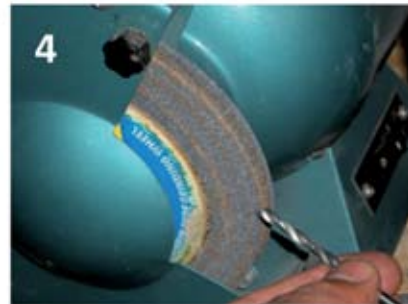
Sugerencias:

- Leer los manuales de cada máquina o herramienta eléctrica.
- Hacer un plan de mantenimiento preventivo para toda máquina o herramienta.
- Usar el lubricante correcto para cada uso.
- Nunca usar ni manipular aceite quemado.

Tipo de lubricantes que se pueden emplear:

- Aceite de silicona: Ideal para superficies y piezas expuestas a fricción y oxidación.
- Aceite tipo 3 en 1: uso similar al anterior.
- Grasa: ideal para engranajes y rodamientos.
- Aceite para motor SAE 40: ideal para compresores y motores a gasolina.
- Aceite de transmisión: ideal para sistemas de engranajes sellados.
- Diesel: alternativa económica para proteger superficies susceptibles de oxidación.
- Aceite soluble: ideal para cortar metales con sistemas de recirculación.
- Vela de cebo: alternativa económica para cortar metales.

Ejemplos de Herramientas



Ingleteadora (1)

Ideal para cortes a escuadra y de inglete. Con gran rapidez y calidad en el detalle del corte, produce mucho ruido, polvo y residuos a alta velocidad por lo que se sugiere protección de ojos, oídos y sistema respiratorio. Aislar su ubicación.

Podemos usar también la sierra circular, que nos ahorraría energía y tiempo. Aunque existe el inconveniente de que la mayoría de las hojas de sierras que se encuentran en las ferreterías desgarran el bambú, hemos comprobado que las hojas calzadas con tungsteno de corte limpio son las mejores.

Taladro (2)

La tecnología actual nos permite controlar la velocidad y el sentido de giro pero además existen seguros térmicos que prolongan la vida de la herramienta. Si se va a trabajar con guadúa, se recomienda un taladro de grado industrial.

Ahora existen taladros de hasta 4000 revoluciones por minuto que amplían su uso, pero en un trabajo pesado se recomienda utilizar la herramienta apropiada para cada trabajo. Evitar dejarla en el suelo.

Las brocas deben ser las utilizadas para metal, ya que las de madera desgarran el bambú; luego usaremos las brocas de corona, que se emplean generalmente para colocar llavines y cerraduras.

Dada la forma cilíndrica del bambú, recomendamos tener una gran disponibilidad de diámetros en las brocas de corona que faciliten el ajuste en los ensambles.

Lijadora de disco y de banda (3)

Muy versátil para desbaste de detalle, sin embargo se recomienda evitar desbastar secciones que se pueden cortar y así alargar la vida de la herramienta y de la lija.

Esmeril (4)

Para mantener las herramientas afiladas, es necesario el esmeril, que también puede convertirse en lijadora de disco.

Para afilar Carburo de Tungsteno, elegir las piedras apropiadas y realizar un trabajo uniforme sobre la piedra para mantener su forma original. Si se retiran protecciones para lijado, poner atención en su ubicación. Fijarlo a la mesa de trabajo.

IMPORTANCIA DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN

Los sistemas de producción nos ayudan a optimizar el tiempo, el esfuerzo, la energía, la materia prima, la vida útil de máquinas y herramientas, etc. que intervienen en la elaboración de un producto. Nos ayudan también a visualizar el flujo que debe seguir la materia prima desde su fuente hasta el producto final y su distribución. El sistema productivo generalizado para la caña será:

1. **Corte de la caña** en estado natural (cosecha)
2. **Transporte-acopio** desde el bambusal hacia el lugar de acopio
3. **Corte 2 de la caña** de acuerdo al producto y a las dimensiones del tanque de preservado
4. **Preservado Inmersión** de la caña en la solución
5. **Secado en secadero** o en ambiente
6. **Trazado y corte** inicio de la producción en el taller

7. Pelado (proceso opcional)
8. Perforado de acuerdo al tipo de ensamble
9. Lijado medio y fino
10. Colado (proceso que puede ser anterior al lijado)
11. Acabado (proceso de protección del producto)
12. Embalaje o Almacenaje
13. Transporte y distribución
14. Exhibición y venta

Teniendo en cuenta que existen muchísimas y muy diferentes especies de bambú, a la hora de trabajar con el material, habrá ciertos procesos que se le apliquen a algunos tipos de cañas y otros que no. Abajo se muestra un ejemplo para la producción de dos mesas realizadas con dos especies de caña diferentes:



Guadua chacoensis: Bambú gigante, *tacuara*, *tacuaruzú*, *tacuaraguazú*. Forma matas densas con rizomas definidos. Cañas huecas de 10-20 m de altura y hasta 15 cm de diámetro en la base, muy gruesas y resistentes; nudos espinosos con una yema inicial ramificada. Hojas con láminas de 10-16 cm de longitud por 1-3 cm de ancho. Forma poderosas matas a lo largo de los grandes ríos de regiones tropicales y subtropicales de América del Sur².

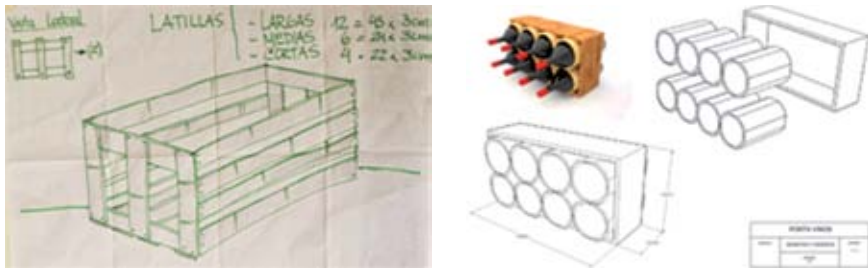
Phyllostachys aurea: La descripción de esta especie puede leerse en el capítulo II. Sólo reiteraremos que se trata de una especie corredora, de cañas huecas que alcanzan los 6 m de altura y hasta 5 cm de diámetro.

TÉCNICAS DE PRODUCCIÓN

• Producción de esquemas y moldes

Así no seamos expertos dibujantes, contar con esquemas básicos de nuestros productos es el primer paso para determinar la materia prima necesaria, sus características, las herramientas y otros materiales.

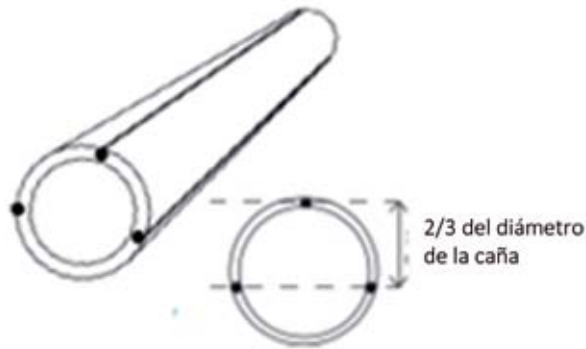
En algunos casos, también es posible desarrollar moldes en cartón para que el tamaño de las piezas que conforman un producto o una familia de productos sea similar, por ejemplo para la producción de cucharetas de bambú.



• Trazado y corte

Un paso esencial es la marcación de la longitud y posición de las ranuras o perforaciones para permitir una colocación perfecta de los ensambles. Esto se puede determinar mediante la técnica de la tira de papel: se utiliza una tira de papel del ancho necesario, que servirá como “molde” para marcar sobre la caña, los lugares exactos de los cortes.

² Fuente: *El bambú en el Delta bonaerense y su gente*, publicado por la DPDI en 2013. Capítulo V. Prof. Zulma E. Rúgolo de Agrasar.



• Pelado

En caso de que sea necesario unificar el exterior de la caña, la eliminación pareja de una capa delgada de la cutícula externa es un recurso interesante. La misma se debe extirpar con un trincheta o bisturí, hacia arriba y hacia abajo, para obtener uniformidad.

Es recomendable usar esta técnica solo en productos que serán ubicados en el interior de una vivienda, dado que la piel es la parte que impermeabiliza las fibras internas del bambú y que -por esta razón- en construcción es imprescindible mantener la capa protectora exterior de la caña.

• Eliminación de los nudos exteriores

Los exteriores son “afeitados” con el fin de obtener un diámetro uniforme a lo largo de la longitud de las cañas. Se deben realizar movimientos hacia atrás y adelante mientras se gira la caña con la otra mano, para retirar la porción que sobresale del nudo. Se debe mantener la mano plana, así como el borde de la cuchilla contra el nudo, perpendiculares a la longitud de tallos.

• Perforado

Hay distintas formas de perforar el bambú, dos de las más usadas son con broca y con sacabocados.

– **Con broca:** Se usa cuando hay necesidad de atornillar, tarugar o atravesar varillas en sistemas de ensambles principalmente. Es importante que cualquier tipo de perforación se haga lo más cerca posible del nudo ya que

si se hace cerca de una de los punta se puede fracturar la caña, pues esa es su parte más débil.

También es importante saber que cuando se ejerce demasiada presión y se atraviesa muy rápido la caña con el taladro, se puede despostillar o desfibrar el lado de salida; entonces, lo mejor es aumentar la velocidad del taladro pero el ejercicio de perforado para introducir la broca tiene que ser lento y la presión, medida.

Normalmente, cuando se trabaja con madera, se usa un soporte para no ejercer esta presión del lado de salida; esta práctica también puede aplicarse en el bambú para que soporte el punto de salida de la broca.

– **Sacabocados o sierra de copas:** sirven para hacer perforaciones de diámetros mayores-desde ½ pulgada hasta de 3 pulgadas (7, 5 cm.). Esta práctica tiene dos funciones: una es sacar perforaciones grandes, y la otra, producir círculos que pueden ser utilizados en bisutería, lámparas, juguetería. Lo interesante es que el sacabocado tiene una broca guía de 6 mm que sirve como punto fijo para mantener estable la sierra, para la perforación siguiente.

Es recomendable manejar la presión para disminuir constantemente la fricción, porque si ejercemos demasiada presión, forzamos la herramienta, quemamos la caña, generamos gases que pueden ser evitados. El movimiento del taladro sobre la caña, por lo tanto, tiene que ser circular para agrandar el hueco.



• Tarugos

El uso del clavo no es recomendable, porque a la larga no se unirá a la fibra y aparecerán fisuras que continuarán sobre la caña; por lo tanto, lo mejor es utilizar tarugos (hechos del mismo bambú o de madera que ya existen en el mercado); los estriados son los mejores ya que permiten que el pegamento tenga mejor adherencia con la parte estriada.

Si se fabrican tarugos con caña para ser utilizados en mobiliario, es mejor usar la parte basal. Lo ideal es que sean cónicos para que generen mayor contacto y resistencia.

Si queremos unir más de dos cañas, el tarugo tiene que atravesar todas las paredes que se unen; es decir, traspasará las cuatro paredes para crear mayor cantidad de puntos de contacto.

Cuando se trabaja con grandes longitudes, es necesario colocar varios tarugos en puntos distintos. Los tarugos más pequeños no es necesario que sean cónicos y pueden ser fabricados con otros segmentos del bambú.

• Colado:

Para productos artesanales o utilitarios, el pegamento más usado es el PVA (poli vinil acetato), fácil de conseguir en cualquier ferretería.

Es importantísimo preparar las superficies, considerando que:

- Mientras más lisa y limpia está la caña, mejor será la adherencia.
- La presión que se ejerza hasta que se seque el pegamento es importante: mientras más presión, mejor se pega.
- Las condiciones de secado también son un criterio a considerar. Si el clima es más húmedo y frío, se requiere mayor tiempo de secado.
- Si hay excesos de pegamento, es mejor limpiarlos con un trapo húmedo antes de que se solidifique.

• Lijado, encerado, pulido

La apariencia final o acabado es lo que va a permitir que nuestro producto tenga aceptación en el mercado. Mientras más cuidado hayamos puesto en todos los procesos anteriores, menor será el tiempo de lijado y mejor la calidad del terminado que, además, es una protección contra agentes externos.

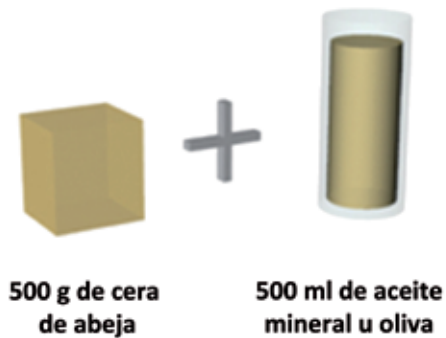
– **Lijado:** Uso correcto de las lijas. El lijado debe ser progresivo. Se comienza trabajando con lijas de grano de un profundo aceptable, a uno fino de acuerdo al detalle del acabado.



– **Encerado:** Es clave y su terminado dependerá del tipo de producto y mercado.

El uso de selladores ayuda a alisar superficies. Mientras que las lacas ecológicas solubles al agua pueden ser una opción, para productos que estarán en contacto con alimentos o niños es mejor usar acabados a base de cera de abeja que no tienen toxicidad. La aplicación de cera debe ser uniforme y profunda, y luego del proceso de absorción, se aplica una segunda capa.

Mezcla de cera para acabado



Pulido: Se puede sacar el excedente de cera con un paño para luego pulirlo con un paño limpio. Se recomienda frotar enérgicamente para que el acabado tenga un mejor brillo. En piezas que así lo requieran, se puede usar una pulidora eléctrica para conseguir un brillo mayor.

Tener siempre en cuenta que nuestro éxito depende de que cada producto sea igual a la muestra o cada vez mejor, innovar nuestro estilo permanentemente y mantener un precio justo.

- *Importancia de los procesos*

La calidad del producto final depende del cuidado que pongamos en cada uno de los procesos; aunque alguno parezca poco importante, puede ser el que más afecte sobre el acabado.

- *Cuidados durante los procesos de taller*

- *Evitar el maltrato de la materia prima durante todo el proceso.*
- *Utilizar herramientas correctas para cada tipo de trabajo.*
- *Mantener las herramientas de corte siempre perfectamente afiladas: brocas, sierras, formones, cuchillas, peladores, cepillos, etc.*
- *Realizar el trazado y la medición con herramientas precisas y finas.*
- *Trabajar de una forma organizada para optimizar los procesos de producción.*
- *Recordar que mientras más cuidadoso sea el trabajo durante todos los procesos, menor será el esfuerzo que requeriremos para un buen acabado.*
- *Dar un buen mantenimiento a la maquinaria.*
- *No olvidar aplicar criterios de seguridad industrial.*

MANTENIMIENTO Y ALMACENAJE DE PRODUCTOS Y PROTOTIPOS

Muestras y prototipos nos servirán de guía para poder producir pedidos posteriores, esto es, considerar dimensiones, colores, detalles de corte y ensamblado y así poder lograr productos de una calidad similar o mejor. Se puede tener el apoyo de fichas técnicas de medidas, cuadro de costos, capacidad de producción, materiales de proveedores, procesos de producción, etc.

Después de que un producto o prototipo se ha terminado, es conveniente protegerlo del ambiente del taller, polvo, aceites o lacas, herramientas, humedad, etc. Se recomienda destinar un espacio exclusivo para el propósito.

Si el producto ha sido encerado, se debería recomendar al comprador, como protección adicional, hacer aplicaciones periódicas con cera para evitar el deterioro de la caña.

También, es recomendable evitar en todos los productos de caña, la humedad fuerte o la exposición permanente al sol y reforzar la idea de que el bambú es un elemento vivo y, en consecuencia, de su actividad, se pueden generar desmenuzamientos que pueden ser normales. Para ello son útiles las etiquetas informativas.

EMBALAJE Y CUIDADOS EN EL TRANSPORTE

Llamamos “embalaje” a la protección que se da a un producto o a un conjunto de ellos para mantener su integridad y acabado. El embalaje puede ayudar como elemento de transporte y servir como apoyo para su venta.

Dependiendo del producto, el embalaje puede realzar la imagen del mismo y hacer que resulte más apetecible en el mercado: generalmente la gráfica es usada para este propósito.

Para embalar productos individuales o en grupo, contamos con los siguientes materiales:

- Amortiguadores de impactos: espumas, plástico de burbujas, expandibles, etc.
- Protectores de superficies: papel, plástico stretch
- Protectores rígidos: cartón, madera, trípex
- Materiales de sujeción: sunchos, cuerdas, cintas
- Accesorios: estilete, tijeras, marcadores
- Agrupadores para exportación: pallets

El bambú tiene ciertas limitaciones respecto del embalaje. Hay que considerar que el producto puede llegar muy maltratado por el movimiento al que ha sido expuesto, así que es recomendable rigidizar cuando se embala grupalmente y usar elementos de protección para el transporte y almacenamiento, de forma apilable. En ambos casos el objetivo es evitar contacto entre las piezas.

CÁLCULO DE COSTOS

Cuando nos encontramos posicionados en determinado mercado con determinado producto, podemos realizar estudios de cómo abaratar costos de producción por medio de diferentes tácticas: compra de materia prima e insumos al por mayor, producción del productos en serie, transporte y almacenamiento masivo, adquisición de maquinaria especializada que ayude a producir en menor tiempo, convenios con proveedores en general, entre otras.

Para obtener el costo real del producto debemos considerar todos los factores que intervienen en su producción y distribución. Eso implica los costos de:

- La materia prima puesta en el taller (costo de la caña cosechada, limpiada, transportada y entregada).
- El tratamiento de la materia prima para poder ser trabajada (cortada o latillada, perforada, costo de los químicos para preservación, gas para secar, depreciación de maquinaria, mano de obra).
- Horas de mano de obra en trabajo de taller.
- Horas máquina, incluyendo consumo eléctrico u otra fuente de energía (gas, gasolina, agua, etc.) y otros gastos como mantenimiento, administración, planillas de agua, seguridad, conserjería, arriendo, etc.
- Insumos que intervengan en:
 - maquinado (brocas, lijas, lubricantes, fresas, cuchillas, sierras, etc.).
 - acabado (lijas, limas, cuchillas, diluyentes, franelas, material para el acabado, mascarillas, etc.).
 - ensamblado (cuerdas, tarugos, brocas, tornillos, pegamentos, accesorios y herrajes, etc.).
 - embalaje (cajas, cintas de embalaje, etiquetas, material protector, marcadores, etc.).
 - almacenado (cajas, cintas adhesivas, cuerdas, sunchos, palets, etc.).

- Distribución (estibaje, embalaje, transporte, montacargas, bodegaje, etc.)
- Margen de ganancia (generalmente es un porcentaje que ayudará a tener un respaldo económico para la microempresa).

Se recomienda desarrollar cuadro de costos específicos de acuerdo al tipo de producto.



Parte de un Moseño en Sol hecho en bambú. El Moseño se usa como una flauta grave. El de la foto tiene una longitud total de 86 cm. (Foto: Ángel Sampedro del Río).



Detalle de llaves de un saxo hecho en bambú. Las llaves sirven para tapar agujeros que por su distancia o tamaño, no se llegan a cubrir con los dedos (Foto: Ángel Sampedro del Río).



Saxo hecho en bambú, con doble llave y pabellón de calabaza. (boquilla desmontada, abajo a la izquierda) Tiene el mismo funcionamiento de un saxo convencional, usando lengüetas estándar (Foto: Ángel Sampedro del Río).



*Marimba pentatónica hecha en bambú. Las placas son realizadas en *Phyllostachys vivax*; cada una tiene un resonador por debajo, hecho en *Pb. aurea*, que está afinado en la misma nota que la placa, lo que le aumenta notablemente la resonancia (Foto: Ángel Sampedro del Río).*



Flautas transversas hecha en bambú, modelos básicos para iniciarse en el instrumento (Foto: Ángel Sampedro del Río).



Instrumentos de la escuela EGB N°146 “República de Indonesia”. Ciudad Evita.



Instrumentos de la escuela EGB N°146 “República de Indonesia”. Ciudad Evita.



Cama realizada con Ph. reticulata (bambusoide), por Bambuey. (Foto: Silvina Buey).



Góndolas realizadas con Ph. reticulata (bambusoide), por Bambuey (Foto: Silvina Buey).

Capítulo VII

ARQUITECTURA CON BAMBÚ

Dr. Arq. Emiliano Michelena

Ya que el “slowfood” obtiene reconocimientos y es apreciado, considero que podría surgir un movimiento “slowbuilding”, que emplee materiales y técnicas “buenos, limpios y justos”.

Andrea Bocco, 2013

SOSTENIBILIDAD Y TECNOLOGÍA APROPIADA

Antes de entrar en los detalles específicos sobre el uso del bambú en obras de arquitectura, es importante dejar en claro algunos conceptos relacionados con la sostenibilidad y la definición de una práctica tecnológica adecuada, ya que sostienen los principios éticos de este trabajo.

Durante los años 70 comenzó a consolidarse una nueva conciencia que reconoce que la naturaleza no es indiferente a las intervenciones del hombre y que es entonces necesaria una mediación entre las posibilidades dadas por el progreso y el impacto sobre el medio ambiente. Poco a poco esta nueva visión de un mundo de recursos limitados y el reconocimiento de la diferencia entre el crecimiento como algo cuantitativo y el desarrollo como algo cualitativo, comenzaron a establecerse entre la opinión pública y a incorporarse en documentos oficiales, convenciones y acuerdos internacionales.

En 1983 se crea dentro de las Naciones Unidas la World Commission on Environment and Development, que en 1987 publica *Our Common Future*, mejor conocido como *Informe Brundtland*. El texto contiene la definición de desarrollo sostenible más aceptada comúnmente: “*es el desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la habilidad de generaciones futuras de satisfacer sus propias necesidades*” (ONU 1987). Entonces, para alcanzar una verdadera práctica sostenible (en cualquier disciplina) es fundamental construir una nueva “ética de la responsabilidad” que exceda el límite de las acciones individuales y de los actos momentáneos, y que reconozca a nuestras acciones “de un alcance casual sin precedentes y que afecta al futuro” (Jonas 1995).

Ya en 1978 y coincidiendo con este nuevo interés, Richard Stein había demostrado que el modo en que eran construidos los edificios suponía el mayor consumo de

energía del planeta. En términos de energía gris o energía incorporada, la industria de la construcción era responsable de más del 10% total de energía, causada por: la extracción de la materia prima, la elaboración de ciertos materiales, el transporte, y los desechos de materiales inertes (*Stein 1978*). Sin embargo, recién en la década del 90 los conceptos sobre la sostenibilidad se incorporaron al ámbito de la arquitectura y la construcción.

Lamentablemente, la sostenibilidad se reduce muchas veces a un slogan de impacto asegurado, y se declaran sostenibles proyectos que realmente poco tienen que ver con el concepto.

Ante esto, es importante entender que la definición de una práctica arquitectónica sostenible depende del control de los impactos a lo largo de todo el ciclo productivo, de construcción, del funcionamiento y de la eventual demolición de un edificio, a la que deben sumarse los criterios de sostenibilidad económicos y sociales. Depende de la elección del material, del modo en que se utilizan las distintas técnicas, del consumo de energía en todas las fases de la vida útil del edificio, de la posibilidad de reutilizar partes o del modo de deshacerse de otras luego de la demolición, de la aceptación social, de las posibilidades de desarrollo para la comunidad local, etc.

América Latina y, en particular, la Argentina ofrecen un enorme campo de experimentación en nuevas tecnologías gracias a la generosidad de un territorio plétórico de recursos. Sin embargo, la referencia constante a proyectos realizados en ámbitos cultural y tecnológicamente diversos entorpece la definición de una *“tecnología apropiada” para la construcción del hábitat. Esta última debe entenderse como: “una voluntad de revisión del rol de la tecnología... asociado a la contención en el uso de los recursos no renovables, a la reducción de los desechos, a la participación, al control y a la gestión de los procesos por parte de los usuarios, a la valorización de factores no monetarios, a la atención al hombre” (Bocco, Cavaglià 2008: 128). “Por apropiado se entiende aquello que corresponde a objetivos deseados o que permite obtener determinado fin”*. A diferencia de algunos preceptos más fundamentalistas relacionados a la *“tecnología alternativa”*, la definición de una práctica apropiada intenta contextualizar cada juicio crítico, y propone que se debe considerar *“cualquier técnica, desde la más tradicional a aquella más automatizada: cualquiera puede ser apropiada dependiendo de las condiciones”*. De esta manera en pos de obtener cierto grado de calidad deseada, que no puede ser absoluta y que depende de cada contexto específico, no se excluye a priori el uso de maquinarias o productos altamente industrializados, y su posible combinación con productos poco o medianamente elaborados, siempre que se cumpla con el grado de exigencia de las personas y de respeto por el ecosistema.

En vez de encontrar en las propias características geográficas y en la propia construcción cultural la esperanza de desarrollar un modelo de desarrollo sostenible

propio (*Illich 1978*), varios países emergentes repiten modelos y fórmulas de explotación de los países ricos que -habiéndose agotado los recursos en otros sectores del planeta- encuentran en estos países nuevas posibilidades de explotación¹. El modelo de desarrollo a alta entropía sigue significando una herencia negativa para los países en desarrollo, que empiezan a elevar sus niveles económicos corriendo el riesgo de repetir los mismos errores ambientales que ya habían cometido las grandes potencias.

Muchos de los problemas que actualmente dificultan la construcción de una práctica sostenible local y apropiada radican en cierta sobre-comunicación que induce a considerar que el mejor modelo cultural es aquel que se sustenta en la utilización y la exposición de tecnologías caras y complejas, aunque este sólo pueda sustentarse en culturas que disponen de abundantes medios económicos y con un gran desarrollo científico. *“La arquitectura que se valoriza es, en general, la de los pueblos dominantes, y por ende científica y técnicamente más desarrollados. Pero la diferencia en la actualidad la dan las comunicaciones y la información, que hacen sentir a millones de seres pertenecer a un mundo único y tener modelos universales aunque no compartan igualmente las oportunidades ni las posibilidades.”* (*Baliero 1999*:). Hace pocos años, algunos estudios (entusiastamente apoyados por algunas publicaciones argentinas) se proclamaban pioneros en el desarrollo de un *“High Tech”*² criollo, que en algunos casos supone la utilización de costosos sistemas tecnológicos, muchas veces desarrollados en otros continentes, sin considerar el perjuicio tanto en términos de energía gris o incorporada, cuanto en términos de desarrollo e incentivo a la industria y la competencia técnica local. (*Berman-Michelena 2013*)

Afortunadamente, existe un creciente interés en la importancia del ciclo completo de producción de los materiales y su impacto en el medio ambiente, que ha derivado en la revalorización de algunas técnicas constructivas, consideradas actualmente como alternativas, pero que fueron desarrolladas durante siglos y cuyo mayor valor fue el de responder a las características específicas del entorno, las necesidades culturales de la población y la continuidad de los ciclos naturales.

Este nuevo enfoque hacia las técnicas tradicionales y el conocimiento empírico ha comenzado a estudiarse con un enorme rigor científico, como se refleja en las *“experiencias ‘alternativas’ más convincentes que están basadas en una notable competencia técnica”* (*Bocco 2013: 47*)³.

¹ En el ámbito latinoamericano pueden reconocerse experiencias en las que se sigue avanzando en el descubrimiento y explotación de fuentes no renovables, en vez de incentivar la investigación y el desarrollo de energías alternativas.

² En algunos casos las propias administraciones locales contratan empresas o compran estructuras enteras a industrias extranjeras.

³ Entre estas experiencias, Bocco destaca por ejemplo a Minke con su *Forschungslabor für Experimentelles Bauen*, Wimmer y su aplicación de la *Verfahrenstechnik* a circuitos locales de producción, Hübner con su sólida experiencia en la prefabricación, Reinberg con su práctica profesional consolidada, Borer y las décadas que ha dedicado a la experimentación en el *Centre for Alternative Technology*, Schmidt y su original desarrollo de la técnica de los fardos de paja portantes, EVA Lanxmeer y la innovación en el tratamiento de las aguas a escala del asentamiento entero.

A estas pueden sumarse, los resultados de gran calidad en el uso de materiales naturales en obras experimentales enmarcadas en proyectos de cooperación internacional en los países del sur del mundo, muchas de las cuales han obteniendo incluso premios internacionales⁴. También en la experimentación y en las experiencias aisladas desarrolladas por algunos grandes nombres de la arquitectura internacional⁵.



“Casa hecha a mano” (corte) de Anna Heringer, Bangladesh, 2005. La planta inferior está realizada con muros de tierra comprimida, mientras que la cubierta y el revestimiento superior se ha ejecutado utilizando cañas de bambú. Fuente: <http://www.anna-heringer.com>.



Imagen interior de la misma escuela. Fuente: openarchitecturenetwork.org.

⁴ Premios como el AgaKhan, para la escuela METI (Rudrapur, Bangladesh) de Anna Heringer en 2007, junto el Global Award of Sustainability y el HolcimAward para la misma arquitecta, o el mismo AgaKhan 2004 para Nader Khalili por el Superadobe.

⁵ Ver por ejemplo el Jardín de Infantes y Guardería de Druk White Lotus School, Ladakh, India, realizado por el estudio Arup, o el Bowali Visitor Center de Glen Murcutt & Troppo Architects, entre otros.

MATERIALES VEGETALES: EL BAMBÚ

Las plantas—incluidos los árboles, juncos, el bambú y el cáñamo— han proporcionado la materia prima para la construcción a lo largo de gran parte de la historia humana. Muchas técnicas constructivas tradicionales alrededor del mundo continúan transmitiéndose con materiales naturales y recursos locales.

El uso de materiales de origen vegetal reduce el impacto de la construcción sobre el cambio climático a través del uso sustentable de fuentes renovables y del consumo del CO₂ atmosférico por las plantas durante su crecimiento. Además, algunos materiales de origen vegetal ofrecen otros beneficios: altos niveles de aislamiento térmico, regulación higrotérmica pasiva de los ambientes del edificio, que proporciona espacios habitables más saludables. En muchos casos constituyen elementos estructurales muy resistentes, incluso con poca o ninguna elaboración luego de la tala o la cosecha.



Bale, Universidad de Bath, Gales. Prototipo habitacional construido con paneles prefabricados de madera rellenos con fardos de paja. Fuente: Walker 2013.



Edificio Wise, CAT Center, Gales. Arquitectos Pat Borer y David Lea. El edificio fue construido con muros de madera rellenos con un compuesto de cáñamo y cal, y con algunos muros hechos con tierra cruda. Fuente: Boco 2013.



Oficinas construidas con fardos de paja y techo verde por Gernot Minke, Eslovaquia. Fuente: Michelena 2013.

Entre estos materiales se destaca el bambú gracias a los beneficios ecológicos durante la fase productiva que fueron ya citados en los capítulos precedentes, pero sobre todo por las excepcionales características físico-mecánicas que lo convierten en un óptimo material de construcción. La posibilidad de utilizar los *culmos* como elementos estructurales (con poca o ninguna elaboración) y la ligereza de los mismos, reducen el impacto del costo económico y de la energía englobada (tanto por los procesos de producción cuanto de transporte y puesta en obra). Como resultado, el impacto es mucho menor que el representado por otros materiales de construcción, como, por ejemplo, el aluminio o, incluso, otros recursos maderables. (*Minke 2012; Bar 2012*).

EL bambú permite distintos niveles de elaboración, que van desde el uso con técnicas artesanales o derivados de procesos industriales. SI bien estos últimos suponen la utilización de maquinaria compleja que puede requerir un alto consumo de energía, este consumo se compensa con el aporte al ambiente durante el proceso de cultivo. Al permitir el desarrollo productivo a distintas escalas constituye una oportunidad de desarrollo económico de alcance local, y se presenta como una buena alternativa para la realización de procesos de autoconstrucción.

Si bien en los últimos años se ha avanzado en el conocimiento taxonómico de los géneros de bambúes presentes en Argentina y en América Austral, el conocimiento sobre el cultivo y las posibilidades tecnológicas en todos los campos y, sobre todo en la arquitectura, es muy limitado. La mayoría de quienes utilizan el bambú como material de construcción desconocen la especie con la que trabajan y aplican los mismos criterios proyectuales y los procedimientos técnicos ante cualquier bambú que se les presente. En general, prefieren las especies de gran porte, aunque con un grupo de cañas de menor espesor puedan alcanzar valores equivalentes, o incluso superiores, de resistencia mecánica. Desconocer la especie utilizada supone un riesgo además en la elección del tratamiento post-cosecha, ya que no todas las especies responden del mismo modo al ataque de insectos o ala degradación ante agentes climáticos.

Por otro lado, existe una gran dificultad para estandarizar la caracterización físico mecánica de las cañas -incluso aquellas de una misma especie- ya que las características de una caña dependen de varios factores, como el tiempo de cultivo, el modo en que fue cosechada, el tratamiento realizado y el conocimiento técnico que optimice sus cualidades y minimice sus riesgos en la etapa de montaje. Por este motivo, para encarar un proyecto de construcción con el bambú es necesario conocer las características del ciclo productivo completo y, en caso de no formar parte del mismo, contar con un proveedor de confianza que asegure que el producto es resultado de manejo sustentable en todas las etapas.

PROPIEDADES DE PRODUCCIÓN SEGÚN EL GRADO DE ELABORACIÓN			
materia prima	elaboración baja	artesanía e industrialización ligera	alta industrialización.
<ul style="list-style-type: none"> • venta de cañas para distintos usos (decoración, jardinería, etc.). • producción superficies continuas (planks) 	<ul style="list-style-type: none"> • brotes comestibles (envasados al vacío) • uso de cañas como elementos de construcción (columnas, vigas, etc) • instrumentos musicales y otras artesanías 	<ul style="list-style-type: none"> • sistemas de transporte alternativo Ej.: bambucicleta • uso en elementos prefabricados en taller y luego montados en obra • muebles y equipamiento realizado con cañas 	<ul style="list-style-type: none"> • elementos de diseño industrial enchapados en bambú • elementos laminados producción y venta • muros compuestos con madera laminada • muebles elaborados con madera laminada
	<ul style="list-style-type: none"> • producción de latillas y varillas • producción de paneles y entramados 	<ul style="list-style-type: none"> • vivienda completa con elementos prefabricados: PROCREAR • Briquetas de carbón 	<ul style="list-style-type: none"> • muros y techos elaborados con madera laminada • compuestos especiales con resinas naturales (chapas, onduladas, objetos, piezas para la industria automotriz, etc.) • industria textil • papel

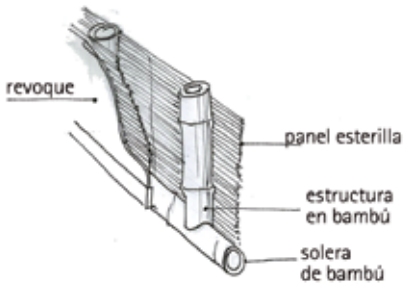


Ejemplos de utilización en la industria de la construcción: desde la elaboración artesanal al aeropuerto de Barajas Madrid.

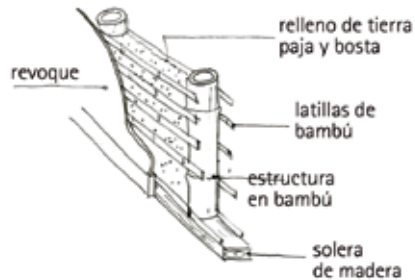
USOS DEL BAMBÚ EN ARQUITECTURA

Además de la utilización como elementos estructurales – sobre lo que volveremos más adelante - el bambú es utilizado en la elaboración de diversos componentes arquitectónicos. Varios países asiáticos cuentan con una gran tradición en el uso del bambú, pero esta investigación se centra solamente en el uso de este recurso en el ámbito local.

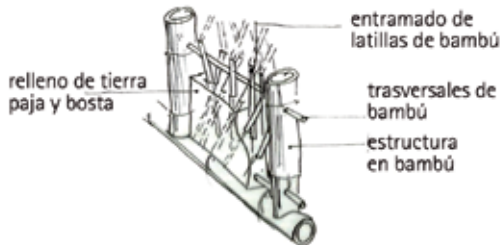
Uno de los usos más tradicionales en América es como entramado interno para sostener los muros de tierra cruda en el sistema conocido como *quincha* peruana o para los sistemas del tipo *bahareque* y de *bahareque con barro embutido*. Gracias a la capacidad de disipar energía, fue un método muy difundido en zonas sísmicas andinas: hay muchos ejemplos de este tipo de construcciones en la arquitectura colonial peruana. El entramado puede hacerse con cañas enteras entrecruzadas o secciones longitudinales de los culmos llamadas *latillas*.



MURO BAHAREQUE



BARRO EMBUTIDO



QUINCHA PERUANA

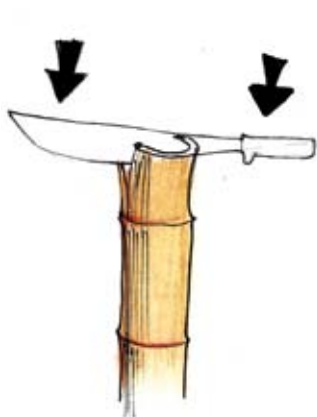


Construcción típica de bahareque en Caldas, Colombia

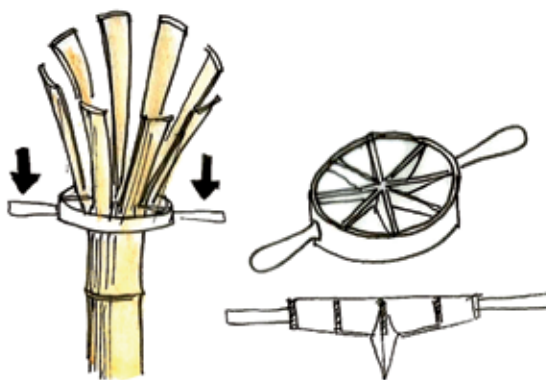


Construcción típica en quincha en Lima, Perú. Fuente: www.probambu.com.ar.

La forma más corriente de obtener las latillas es utilizando un machete. Se realizan cortes paralelos a las fibras, golpeando la caña contra el piso. También pueden obtenerse latillas utilizando una cuchilla radial con forma de estrella, que de modo manual permite repetir el mismo procedimiento. En los procesos de elaboración industrializados, las latillas se obtienen con máquinas especiales para el latillado.



Corte de la caña con machete.



Corte de la caña en latillas utilizando cuchilla radial manual.

En zonas sísmicas, los culmos o las latillas de bambú se utilizan como refuerzo estructural para paredes de adobe. En el caso peruano existen antecedentes incluso en edificios palaciegos de las ciudades precolombinas todavía conservados. Una reelaboración del sistema de adobe reforzado con cañas de bambú (entre las juntas en sentido horizontal y vertical) fue desarrollada por la Universidad Nacional de Ingeniería, el Instituto Nacional para la normalización de la vivienda y la Universidad Pontificia del Perú. De dichos estudios derivó la Norma Técnica N°80: Adobe, que especifica las características del refuerzo en caña para muros de *adobe*. (*Barrionuevo 2011*).

Con las latillas también se crean entramados que en climas cálidos y secos sirven como revestimiento exterior de viviendas económicas, o incluso con los entramados de fibras pueden construirse chapas onduladas, cubiertas con resinas acrílicas.

Gracias a su altísima resistencia a la tracción, desde principio del siglo XX se ha experimentado con el uso del bambú como refuerzo estructural para estructuras de concreto. Las primeras experiencias fueron realizadas en el MIT de Boston, con cañas de poco espesor o con latillas o tiras, pero presentaban problemas estructurales por la absorción del agua de la mezcla del concreto, la diferencia en el módulo de elasticidad o por obstrucción de la dilatación térmica.

Actualmente, el Future Cities Laboratory Singapore/ETH Zurich experimenta la utilización de un compuesto de fibras de bambú y compuestos químicos derivados del petróleo, como refuerzo en estructuras de hormigón armado. (*JAVADIAN 2014*) Si bien los investigadores aseguran que esos compuestos significan una alternativa ecológica y económicamente sustentable para países que deban importar las estructuras metálicas, la utilización de derivados del petróleo contrarresta los supuestos beneficios enunciados.

En la tradición constructiva latinoamericana muchas veces se incluye el bambú entre los materiales más utilizados. En Costa Rica se construyen 1500 casas al año y en Colombia, Ecuador y Guatemala más de 600 (*Tozzi 2013*).

Pero más allá de las experiencias de autoconstrucción y de uso en zonas rurales, las experiencias arquitectónicas en ámbitos urbanos o dentro del mercado formal más interesantes se desarrollan en Colombia. El bambú es utilizado para la realización de viviendas unifamiliares incluso en complejos residenciales para la clase media y medio-alta colombiana.



Viviendas realizadas con estructura y cerramientos íntegramente en bambú por la arquitecta Carolina Zuluaga, Colombia. Fuente: zuarq.blogspot.com.

Los expertos colombianos han incluso incorporado el uso del bambú en espectaculares edificios institucionales, entre los que se destacan las obras del

arquitecto Simón Vélez, cuyo conocimiento de la materia le ha permitido explotar al máximo las posibilidades formales de la *Guadua angustifolia*.



Obras realizadas por Simón Vélez. Museo Nómade, México, 2008.



Catedral temporal en Pereira, Colombia, 2002 .Fuente: Minke 2006 .

LA EXPERIENCIA ARGENTINA

En nuestro país el trabajo del arquitecto Horacio Saleme es la referencia obligada para todos los aficionados al material. Formado en la Universidad Nacional de Tucumán y en otros centros de estudios como el International Association for the Exchange of Students for Technical Experience, o la Universidad de Stuttgart (Alemania), realiza tareas de docencia, investigación y extensión en la Universidad Nacional de Tucumán. Fundando sus propuestas en las enseñanzas de Juan B. Terán, sobre la importancia del trabajo y la experimentación directa sobre la materia en la generación de conocimiento, ha desarrollado prototipos estructurales y caracterizado mecánicamente algunas especies de bambú presentes en el norte argentino (*León, Gallardo, Saleme 2001*). Además de la tarea experimental desarrollada desde la UNT, ha construido edificios en bambú, entre los que destaca la escuela Nuestra Señora de la Esperanza. Además de la experiencia previa de su investigación, el aporte específico que ha otorgado al proyecto Construir con el Delta fue fundamental para el desarrollo del mismo.



Prototipo proyectado y construido por Horacio Saleme. Fuente: Horacio Saleme.

En la provincia de Buenos Aires se destacan algunas experiencias de autoconstrucción de la vivienda en el Delta, aunque la mayoría de las veces el bambú se utiliza en el área metropolitana como elemento decorativo para locales comerciales o en estructuras para exteriores.



*Vivienda autoconstruida por Ignacio López Crook en la Segunda Sección del Delta.
Fotos Alberto Bondavalli.*

En torno al Delta y al puerto de Frutos se ha creado una gran red de “bambuseros”, que se compone de artesanos, emprendedores, productores y profesionales, que intercambian sus experiencias y competencias, acrecentando -sobre todo gracias al conocimiento empírico- los saberes locales relacionados con el bambú. Basándose en la experimentación individual y alentados y acompañados por la tarea de los últimos 8 años de la DPDI que, con sus talleres de capacitación, promoción y difusión ha contribuido a la consolidación de la red, han comenzado a reconocer cada especie, y a entender los beneficios y los límites de cada una. De este modo han comenzado a individualizar los usos y los tratamientos necesarios para la conservación de cada tipo de bambú. Sin embargo, el uso del material no supone en sí una práctica sostenible. En la ciudad de Tigre se ha experimentado su utilización en elementos de equipamiento urbano, pero falencias en el tratamiento post-cosecha, en la ejecución y puesta en obra de los elementos, llevaron al fracaso una iniciativa que podría haber significado una oportunidad de difusión en el área metropolitana de la ciudad⁶.

Podemos de este modo resumir el contexto local en la existencia de un artesanado de alto nivel apreciado sobre todo en la realización de objetos, una gran variedad de productos, un creciente interés en el material incluso por las administraciones públicas, pero una mala praxis en el uso del bambú como material de construcción, lo cual alimenta la desconfianza en él. Esto último supone uno de los mayores desafíos para quienes trabajamos con el material, ya que una práctica defectuosa opaca los resultados de tantos proyectos exitosos.

Por otro lado, algunos estudios de arquitectura porteños empiezan a interesarse por el material. Uno de los ejemplos más completos de utilización de bambú en

⁶ *Más allá de las falencias enunciadas, la empresa que ha realizado dicho equipamiento ha mostrado una gran competencia en el diseño y la ejecución de otros objetos con bambú como sillas, perchas, pavimentos, etc.*

obras de arquitectura es el proyecto Palapa realizado por el estudio Joselevich, en San Ignacio, Uruguay. Esta residencia de verano incluye una casa principal, un spa y otras instalaciones utilizando *Bambusa balcoas*, procedentes de la provincia de Salta. El mismo estudio realizó en la calle Ancón en el barrio de Palermo en la C.A.B.A., una pantalla de bambú que cubre la fachada completa de un edificio de propiedad horizontal de 7 pisos de altura. Si bien el edificio no aprovecha al máximo las características del material, el resultado estético y especial constituye una experiencia poco común en un contexto urbano, que puede ayudar a despertar el interés por el uso del material.



Arquitectas Irene Joselevich y Ana Rasconovski: Edificio Ancon en la Ciudad de Buenos Aires, Spa de Villa Sophia en Punta del Este. (Fuente: www.estudiojoselevich.com)

Además del uso de los culmos y de construcción de elementos con métodos artesanales o con bajo nivel de elaboración, existen también elementos constructivos realizados con procesos industriales más complejos. Los elementos constructivos realizados con madera laminada de bambú están despertando el interés en el mercado, por el sello verde con el que lo presentan productores. El proceso de laminado es similar al de otras maderas, con la diferencia que se parte de secciones establecidas por el espesor de la pared interior de la caña. Para obtener tablas de bambú laminado se comienza con la obtención de latillas, que luego son cepilladas con máquinas especiales que permiten un doble cepillado.

También pueden obtenerse con latilladoras de doble sierra (que cortan directamente la sección de la caña (con cañas de gran porte, con espesas paredes internas) evitando luego el cepillado. Si bien comercialmente existen máquinas especiales para el aplanado, el encolado y el prensado de las varillas ya rectificadas, el resto del procedimiento puede realizarse con la misma maquinaria que se utiliza para otros recursos maderables.

EL BAMBÚ COMO ELEMENTO ESTRUCTURAL

Uno de los usos más comunes del bambú es la utilización de sus culmos como elementos estructurales. Antes de detallar algunas de las características específicas de los comportamientos físico-mecánicos del material, es necesario tener en cuenta algunos datos que son fundamentales a la hora de proyectar con el bambú:

- **Linealidad:** los culmos presentan una dirección dominante.
- **Sección anular:** esta condición supone que el módulo de torsión (J) sea igual para cualquier eje. El momento de inercia es constante en cualquier dirección, y en caso de querer aumentar el mismo puede realizarse por forma, colocando más de una caña de modo perpendicular a la carga.
- **Buena resistencia a compresión y tracción.** La **Compresión** se presenta cuando las fuerzas se acercan y tienden a acortar los materiales y a ensancharlos. Es el tipo de esfuerzo al que se encuentran sometidas las columnas. Con elementos muy esbeltos puede producir flexión lateral (llamada pandeo). Esto puede reducirse con elementos verticales compuestos por varias cañas para distribuir las cargas, con arriostres diagonales o con triangulaciones.

La **Tracción** se presenta cuando las fuerzas se alejan, tendiendo a alargar los materiales en la dirección de las fuerzas, y a angostarlos perpendicularmente. Un típico elemento constructivo sometido a este esfuerzo son los tensores que sostienen un puente. Las fibras de bambú son muy resistentes a la tracción, pero se encuentra el problema que la poca resistencia al corte paralelo a las fibras hace que los elementos de sujeción puedan abrir las cañas.



- **Baja resistencia al corte y deformabilidad** ante cargas transversales a las fibras (deformabilidad ante esfuerzos de flexión).

Hay **flexión** cuando una fuerza perpendicular a la dirección de las fibras hace que la parte superior de la zona afectada por la fuerza se acerque (y genere compresión) y la parte inferior se aleje (y genere tracción). El bambú se deforma ante este esfuerzo pero recupera su forma.

El esfuerzo de **Corte** se produce cuando se encuentran dos fuerzas paralelas pero en sentido contrario.



Es importante limitar el máximo los esfuerzos de flexión y corte, y aprovechar los altos niveles de resistencia a la tracción y a la compresión. Para esto un buen diseño puede asegurar el mejor comportamiento estructural, realizando triangulaciones, aumentando la resistencia por forma y asegurando que la distribución de las fuerzas se realice directamente sobre los apoyos, y no al centro de vigas o elementos horizontales. Realizando triangulaciones puede aumentarse la cantidad de uniones, por lo cual debe tenerse especial cuidado en la resolución de las mismas ya que pueden convertirse en fuente de problemas.

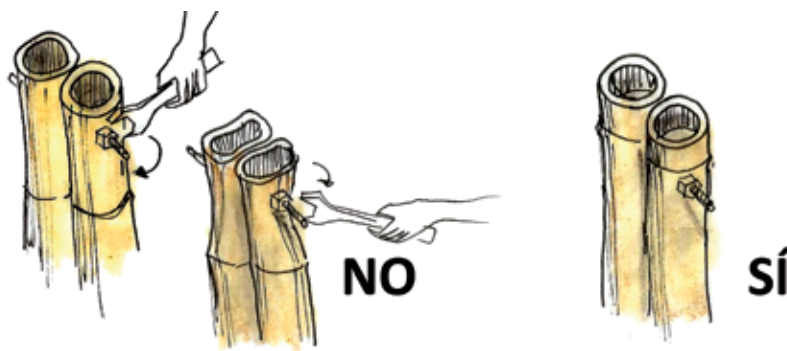


En el gráfico de la izquierda se representa en punteado la deformación por flexión en una caña simple. En el centro la deformación se reduce por la realización de una viga compuesta que aumenta la resistencia por forma. A la derecha, la triangulación lleva la carga directamente al apoyo reduciendo al mínimo el esfuerzo de flexión.

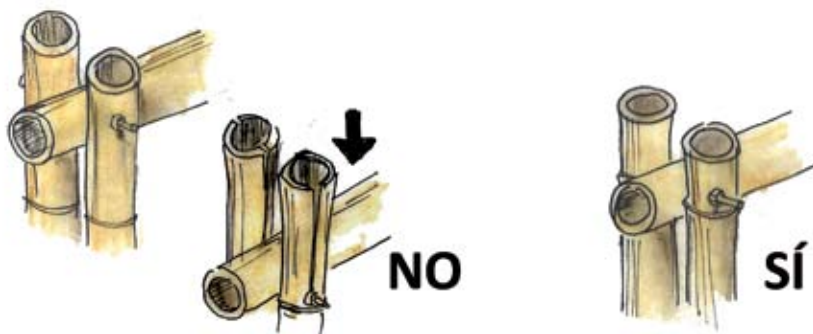
- **Contracción durante el secado:** durante el secado el bambú reduce entre un 3 y un 12% su diámetro (Minke 2012), pudiendo comprometer las fijaciones entre cañas.
- **Flexibilidad** capacidad de disipar energía-deformabilidad. Gracias esta característica es un material muy apto para regiones sísmicas.
- **Las uniones** suponen el problema constructivo más frecuente. Esto sucede por la dificultad de realizar las fijaciones entre piezas con el centro hueco. Las juntas se consideran articuladas y no hay transmisión de los momentos a través de los elementos de unión.

Conviene además utilizar la caña en toda su longitud para evitar empalmes. Por otro lado, a la hora de realizar una junta es importante entender la relación entre la dirección del corte de las fibras y los nudos, para evitar que la caña se abra. También es importante cuidar la distancia entre los nudos, para evitar el aplastamiento al ajustar las piezas de unión.

Algunos de los problemas propios de las uniones pueden solucionarse agregando una mezcla de cemento en los internodos, protegiendo además los elementos metálicos.

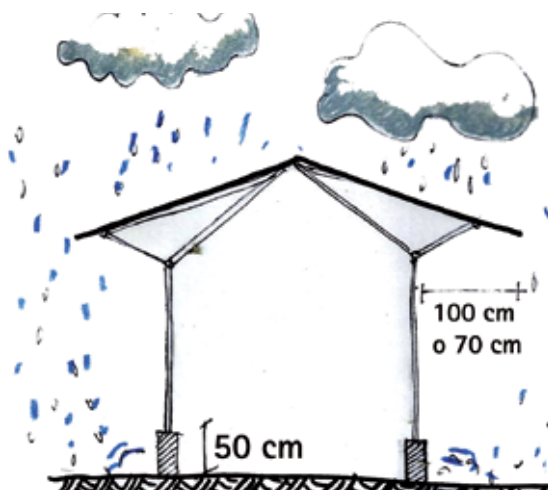


A la izquierda se aprecia como al no mantener cierta distancia a los nudos, las cañas se deforman ante la presión ejercida por las piezas de fijación. Sin embargo la flexibilidad del material permite que vuelva a su estado inicial si se reduce la presión. Muchas veces es imposible respetar la distancia óptima por lo que pueden reforzarse las uniones colocando cemento en el interior de la caña, protegiendo además las piezas de unión metálicas.



Al aplicar una carga en una zona muy lejana a los nudos, pueden encontrarse roturas por los esfuerzos de corte paralelos a las fibras en los puntos donde se encuentran las uniones. Para eso es importante entender la tendencia de la deformación y colocar las fijaciones en relación a la dirección de las cargas. Al igual que en el caso anterior, el uso del cemento puede disminuir este problema en casos en los que no se pueda realizar el detalle como es debido.

- **Protección a la intemperie:** El bambú tiene que ser protegido de las inclemencias climáticas asegurando el resguardo tanto del agua de lluvia, cuanto de la humedad del terreno. Al igual que la construcción con otros materiales naturales (tierra cruda, cáñamo, etc), es necesario protegerlos con cubiertas en voladizo (al menos 70 cm.) y bases o cordones que lo separen del piso al menos 50 cm. En zonas inundables, como el delta del Paraná) es importante prever la cota de inundación y separarlo 50 cm de la misma.



La cubierta en voladizo es lo recomendable para proteger la caña de las inclemencias del clima.

Caracterización fisicomecánica

Como se ha reiterado en más de una oportunidad, el comportamiento estructural del bambú no puede ser estandarizado, ya que depende de muchos factores como: el tipo de caña, el grado de maduración de la misma, el tipo de fuerza al que se somete la caña, la duración de la fuerza, el contenido de humedad, etc. Cuando el proyecto lo admita es necesario comprobar las características físico-mecánicas del bambú a utilizar.

De todos modos la bibliografía especializada recopila algunos datos derivados de ensayos específicos, sobre todo del uso de la *Guadua angustifolia*. Estos datos permiten comprender, a rasgos generales, las capacidades estructurales de algunas especies.

Por ejemplo para la realización del pabellón ZERI en Hannover, obra del Colombiano Simón Vélez, se testearon en el laboratorio las cañas de *Guadua angustifolia* obteniendo resistencias de entre 2,7 kN/cm² y 5,6 kN/cm² (dependiendo de la esbeltez de la probeta) para la compresión, y de 9,5 kN/cm² para la tracción. (Minke 2012) Algunos estudios realizados sobre la misma especie en la Universidad del Valle, Cali, reportan valores para la tracción entre 12,17 y 20,68 kN/cm² (Minke 2012).

Algunos ensayos realizados en *Bambusa vulgaris* dan como resultado una resistencia de 443 kg/cm² a compresión y 1196 kg/cm² a tracción en probetas que contengan dos o tres nudos de la parte media, o para la *Gigantochloa robusta* con 511 kg/cm² para compresión y 1854 kg/cm² a tracción con probetas similares (Hidalgo 2003).

La Universidad Nacional de Tucumán ha realizado ensayos sobre especies naturalizadas en la región, que alcanzan valores que van desde los 207 kg/cm² a los 391 kg/cm² a compresión.

Durante la experiencia Construir con el Delta, se han ensayado en el laboratorio Universidad Nacional de Tucumán algunos tramos de las especies *Phyllostachis aurea* y *Phyllostachys viridis*. La primera presenta una resistencia a la compresión promedio de 371,6 kg/cm². Para la *Phyllostachys viridis* se alcanzaron valores de 388,8 kg/cm² para la compresión, y de 1666,3 kg/cm² para la tracción. En el Anexo 1, se detallan los datos obtenidos y se explica la metodología de análisis.

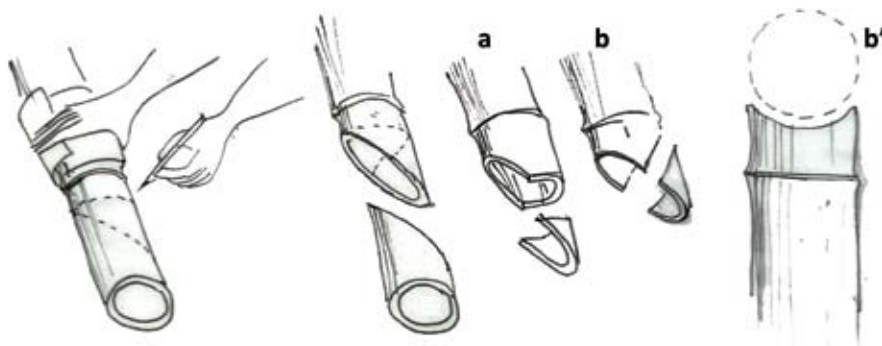
RESOLUCIÓN DE LAS UNIONES

La complicación mayor a la hora de trabajar con bambú es la resolución de las uniones. Existe un gran número de soluciones técnicas, que van desde el encastre de

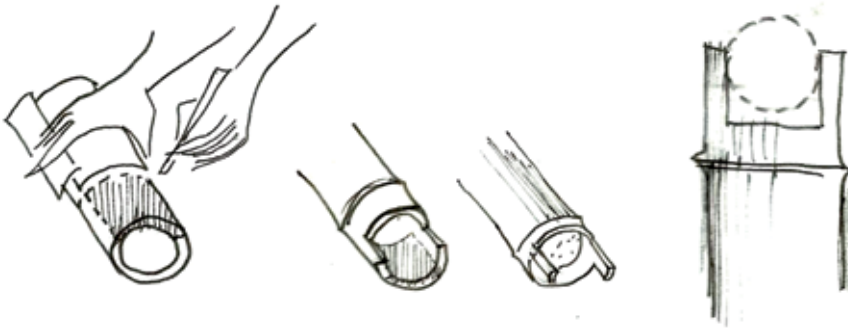
piezas y el uso de nudos, a la utilización de elementos de ferretería estandarizadas, o la fabricación de piezas metálicas especiales. En el Delta del Paraná, la mayoría de los habitantes saben resolver uniones con cuerdas o pueden acceder a piezas de ferretería. Detenernos en la elaboración de piezas metálicas especiales sería absurdo para un proyecto de autoconstrucción.

Se ilustran a continuación algunos detalles realizados con cuerdas, encastres o piezas de ferretería, que pueden ser útiles para la construcción de una vivienda en el Delta el Paraná:

- **Cortes y preparación de las uniones:** Algunos cortes simples realizados con herramientas manuales, permiten desarrollar varios tipos de uniones. Los cortes rectos o a 45 grados permiten resolver algunos de los detalles más típicos como la boca de pez o el corte con orejas.



Para realizar el corte a 45 grados conviene marcar el arranque del corte con un papel, y usar una ingleteadora. Los cortes a 45° son muy útiles para realizar todo tipo de uniones. Realizando un corte perpendicular a las fibras se obtiene una "boca de flauta" (a) mientras que realizando un segundo corte a 45° se obtiene el tipo de encastre llamado "boca de pez" (b y b'), que puede usarse para muchos tipos de uniones. Para mejorar la capacidad del encastre conviene lijar el interior de la pared, permitiendo el encastre con cañas de mayor porte.

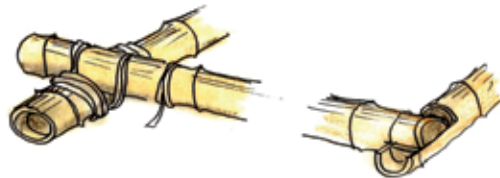
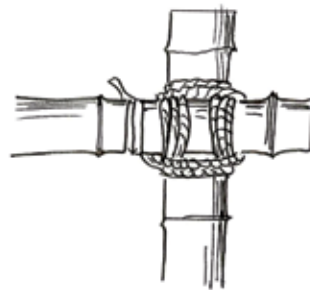


Envolviendo la caña con un papel se realiza la primera marca por donde se realizará el corte perpendicular a la dirección de las fibras. Luego con un machete (del modo como se realizan las latillas) se realiza un corte coincidiendo con la dirección de las fibras. Se repite la operación del otro lado y se obtienen dos “orejas” que permiten el encastre con otra caña.

- **Uniones a 90°:** Resolver las uniones a 90 grados permite construir marcos y bastidores que sirvan como base para la realización de muchos elementos arquitectónicos: estructura principal para muros tipo quincha y bahareque, paneles para revestimientos, bases para la realización de cubiertas, muebles, etc.

Cañas superpuestas

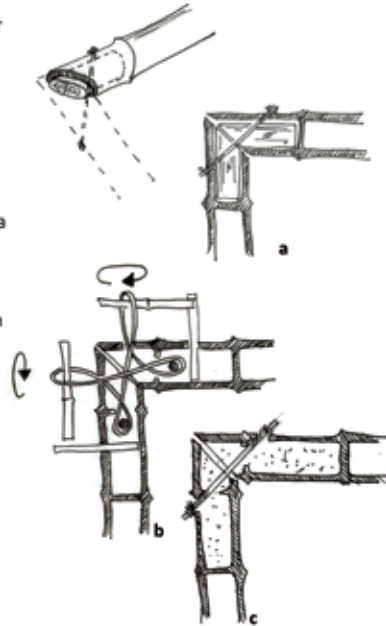
El modo más simple de realizar un ángulo a 90° es colocar una caña sobre la otra y luego atarlas con una cuerda. En este caso se recomienda atar las uniones con “hilos encerados” o con cierto grado de elasticidad ya que pueden tensarse mejor. Si por motivos de proyecto es importante que las cañas se encuentren en el mismo plano, puede realizarse un corte paralelo a las fibras, generando dos medias cañas y superponerlas. Si se realiza esta unión con una perforación y un bulón metálico, hay que tener cuidado de no deformar la cañas ni romperlas; se puede colocar una pieza de madera en la unión para que no se produzca el aplastamiento.



Ángulos a inglete

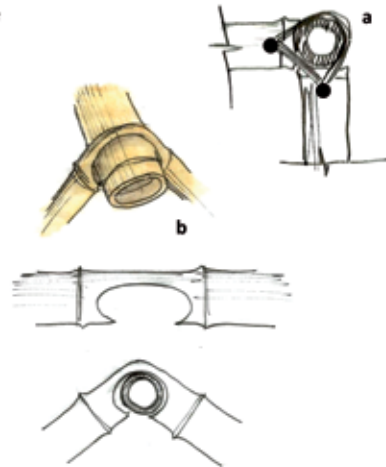
Ángulos a 45°: Realizando la unión a inglete, se obtiene mayor rigidez sobre todo si se coloca un refuerzo en el interior de la caña. Este puede realizarse con un cilindro de madera (a) o con cemento (c) una vez hecha la unión. En el segundo caso conviene colocar el cemento una vez que la pieza se encuentre en su lugar definitivo para no aumentar el peso y dificultar así la manipulación en obra.

Otro modo es unir las cañas con una cuerda tensada en el interior de las mismas (b). En cada caña se rompe el diafragma interior de los nudos colocados a no más de 5 cm del corte a 45° y, a no más de 3 cm, se practica un agujero pasante en el que se coloca una varilla. Este tiene que ser transversal al anterior pero del otro lado del nudo, y se lo hace coincidir con el centro de la otra caña. Se pasa la cuerda por detrás de las varillas, y se las cruza pasándolas por los agujeros. Se tensa la cuerda girando la varilla sobre el eje del agujero y, una vez unidas, se traba con otra varilla. Para proteger la unión y mejorar la rigidez de la misma, se realiza un nudo de cestería en cada ángulo.

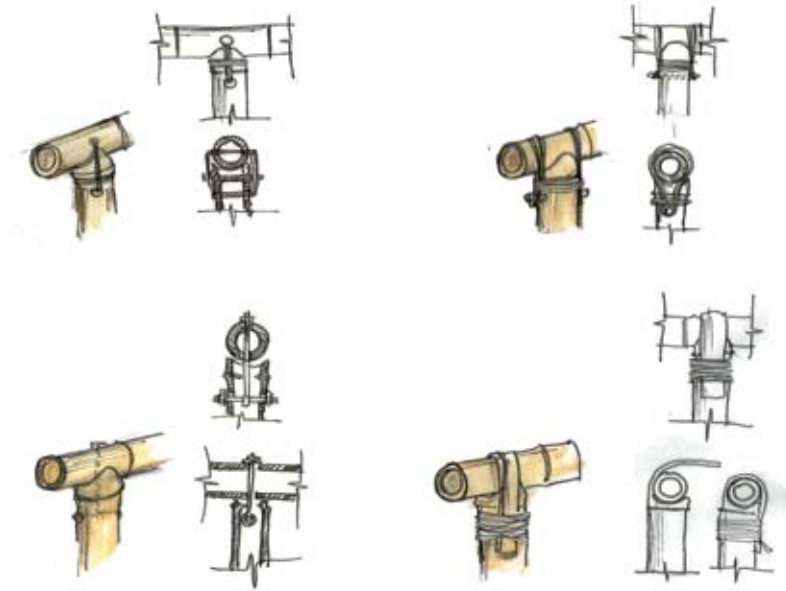
**Ángulos en torno a una caña**

Otra manera de realizar uniones a 90° y que pueden adaptarse a cualquier otro ángulo, es la utilización de una caña en la unión de otras dos (a). Puede realizarse con cuerdas o con uniones metálicas que luego es posible reforzar con cemento. Otra alternativa es producir una unión girando una sola caña a la que previamente se le eliminaron partes con una mecha copa como indica el dibujo (b). Luego se coloca una abrazadera en torno a la otra caña.

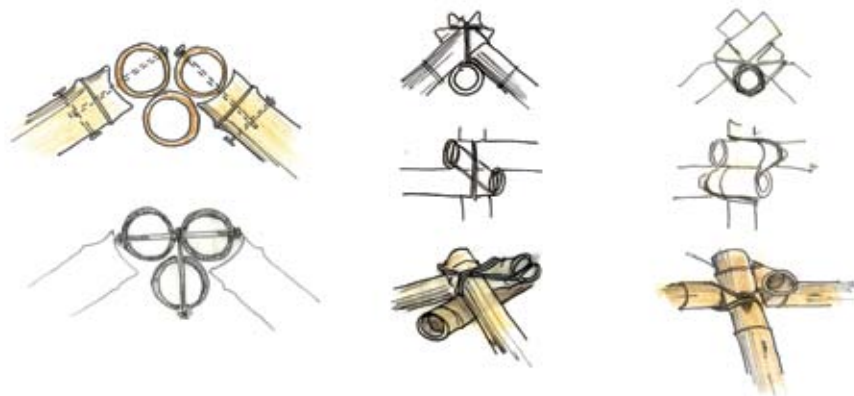
Estas uniones son menos resistentes al corte, por lo que deben utilizarse en situaciones muy específicas en las que no se vean sometidas a grandes cargas.



- **Encastres:** Los encastres utilizando bocas de pez, bocas de flauta, permiten realizar encastres que pueden utilizarse tanto para el apoyo de las vigas sobre las columnas cuanto para la realización de todo tipo de triangulaciones. Pueden realizarse con cuerdas o con bulones con terminación a gancho. También pueden fijarse las uniones realizando una abrazadera entorno a una caña.



- **Cumbreras:** Repitiendo algunas de las soluciones anteriores pueden realizarse también las uniones superiores de las cubiertas (cumbreras).



CONSTRUIR CON EL DELTA⁷

Como experiencia didáctica se realizó en la sede de la DPDI la construcción de un prototipo estructural, que puede servir como base para la realización de una vivienda mínima en bambú. El prototipo puede visitarse para que sirva como ejemplo de las posibilidades de la *phyllostachys*.

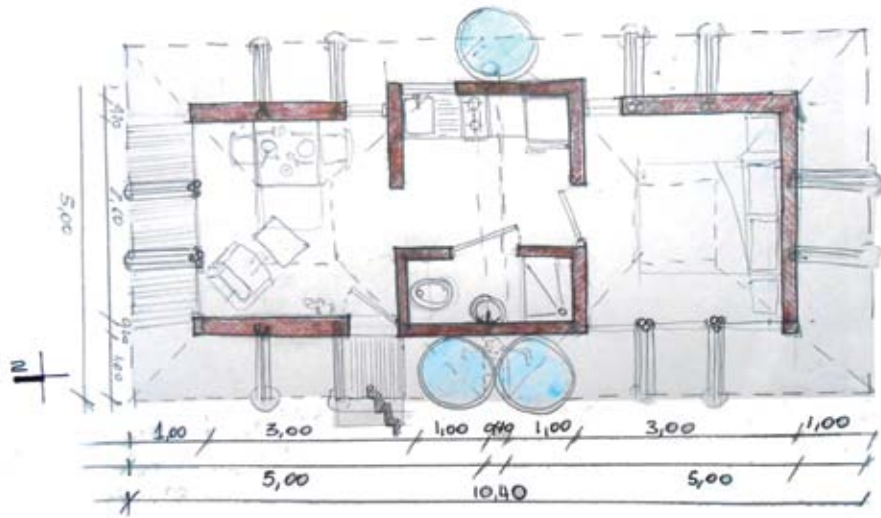
El módulo se proyectó de una vivienda que se compone de dos módulos idénticos de 3x3m interior y 5x5 exterior, los cuales se separan por un distancia de 40cm. De esta manera se configuran tres espacios definidos: dos habitaciones de 3x3 en cada extremo, y un espacio de transición entre los mismos de 3 x 2,40m. En este último se colocan los servicios (cocina y baño), mientras que en los extremos puede colocarse un dormitorio y un comedor. En esta vivienda, mientras que cada módulo presenta un techo verde en las tres faldas exteriores de la cubierta, las interiores que cubren los servicios, pueden terminarse con una chapa metálica para facilitar la recolección de agua de lluvia a tanques de reserva. Repitiendo el esquema de funcionamiento tradicional de los aljibes, la instalación de filtros de piedra y arena, podría asegurar cierto grado de limpieza en el agua, que podría utilizarse para limpieza personal y de elementos. La estructura modular, separada de la envolvente, permite ampliaciones con pocas operaciones. El cerramiento se realiza con paneles de quincha estandarizados de 120 x 240, que también pueden realizarse en taller y montarse en obra, cubriendo los paneles de revestimiento con tierra local. Deberá tenerse especial atención a la continuidad de la aislación hidrófuga y la térmica sobre todo en el cambio de terminación de la cubierta para evitar puentes térmicos.

⁷ Esta experimentación fue parte de la tesis doctoral "Innovación Tecnológica desde las Villas: una propuesta de calificación edilicia no convencional en la Villa 15, Buenos Aires". Autor: Emiliano Michelena, Tutor: Andrea Bocco. Co-tutor: Simoneta Pagliolico. Dottorato in innovazione tecnologica per l'ambiente costruito, Politecnico di Torino.

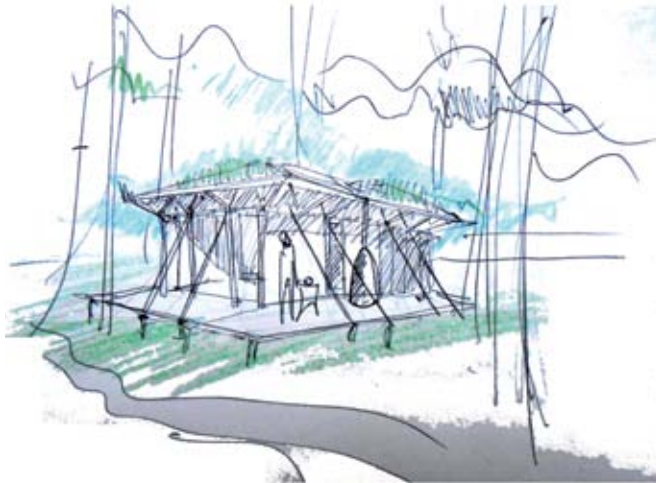


Prototipo construido con *Ph. aurea* en dependencias de la DPDI.

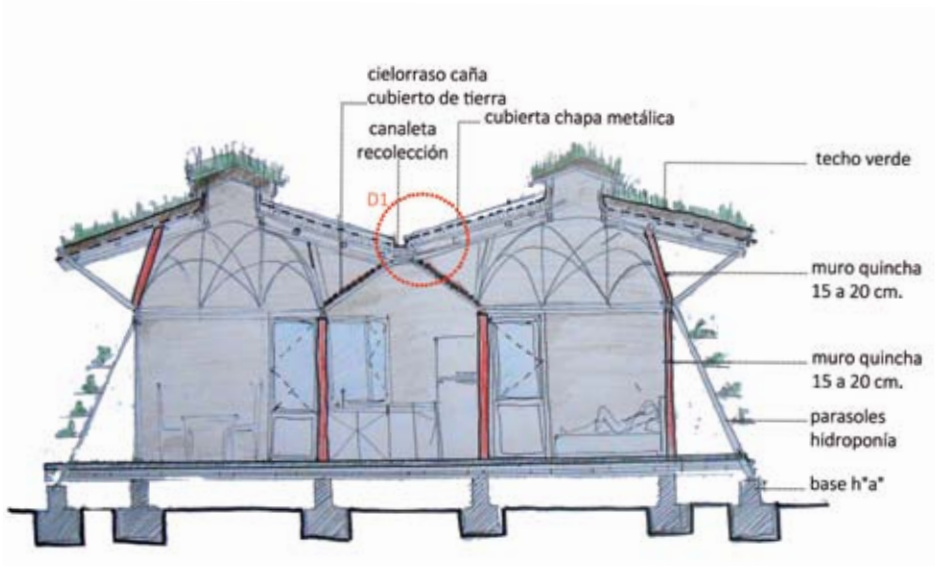
		MATERIAL	OBSERVACIONES
<p>Superficie: 25.5 m2 (37.5m2 ampliado)</p> <p>Tecnología: Estructura de bambú, techo verde y muros quincha</p>	FUNDACIONES	Hormigón armado	Las bases tienen que separar las cañas como mínimo 50 cm del nivel de terreno natural o de la cota de inundación.
	ESTRUCTURA	Cañas <i>Phylltachys aurea</i> Ø entre 4 y 6 cm.	Podrán ejecutarse uniones metálicas protegidas con cemento o nudos con hilo encerado.
	PISOS	Primer estrato de <i>A. japonica</i> cubierta c/ carpeta cementicia	El pavimento visto de bambú podría sufrir un rápido degradado. Sobre el mismo se instala una carpeta cementicia a la que se pueden aplicar diversas terminaciones.
	TECHO	Cubierta verde y chapa metálica sobre cielorraso de <i>A. japonica</i>	Las dos faldas interiores realizadas con chapa metálica permitirían la recolección de agua sin perjudicar la percepción estética general.
	ENVOLVENTE	Muros de quincha, estructura <i>PH. aurea</i> , entramado <i>A. japonica</i>	Al plantear el modelo de crecimiento no se eliminarían los muros, sino que se deberían adaptar las carpinterías.



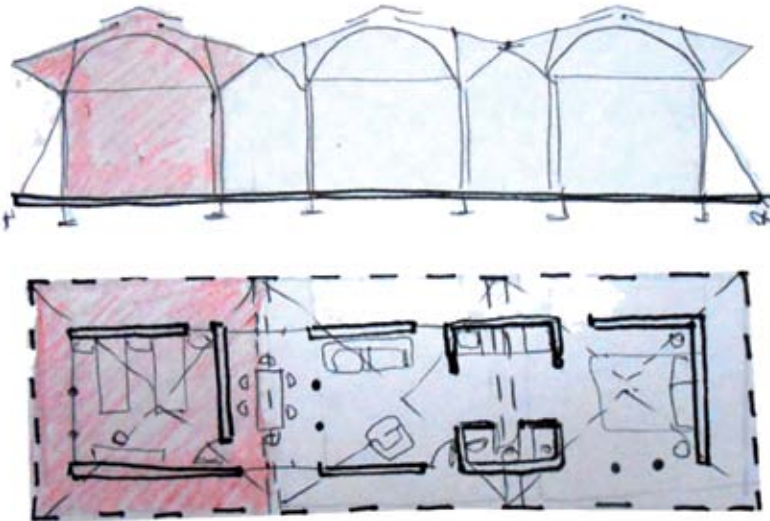
Planta



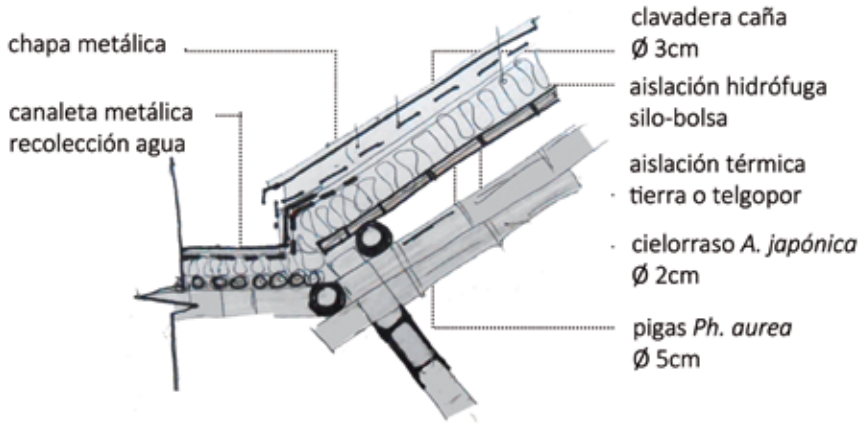
Croquis



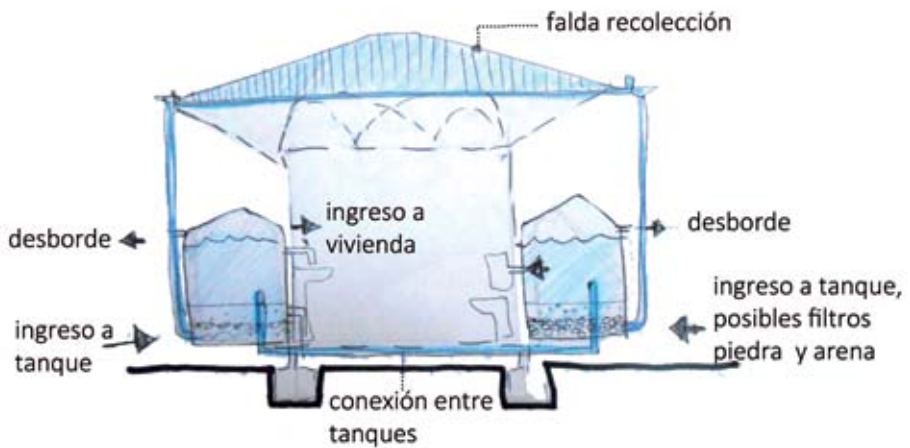
Corte



Esquema de crecimiento



Detalle constructivo D1



Esquema recolección de agua

Cada módulo se compone de partes que pueden realizarse por separado y montarse al final del proceso. Cada módulo puede construirse por la adición de las siguientes partes:

- La cubierta, realizada por una cúpula de arcos de latillas o cañas finas, sobre la que se realiza un techo a cuatro aguas, de escurrimiento libre. La cúpula sirve como base para la realización de la cubierta, protegiendo en todo momento al material de la acción de los agentes climáticos. Al realizarse con latillas la resistencia de las mismas es poca, por lo que sirve sobre todo como cimbra para el armado de las otras partes. Para darle mayor resistencia a la cúpula, los arcos pueden armarse con manojos de latillas o cañas completas.
- Los muros de tierra tipo “quincha peruana”, realizados con estructuras estandarizadas de bambú
- El módulo entero de pavimento realizado con cañas de *Arundinaria japonica*, sobre vigas de *Phyllostachys aurea*. Este puede servir como base para la realización de carpetas cementicias o para la colocación de otros pavimentos.
- Las columnas compuestas por tres cañas de *Phyllostachys aurea*, más dos arriostres diagonales para absorber cargas y deformaciones por viento.
- Elementos de agricultura hidropónica, realizados sobre ménsulas a colocarse sobre los arriostres diagonales.

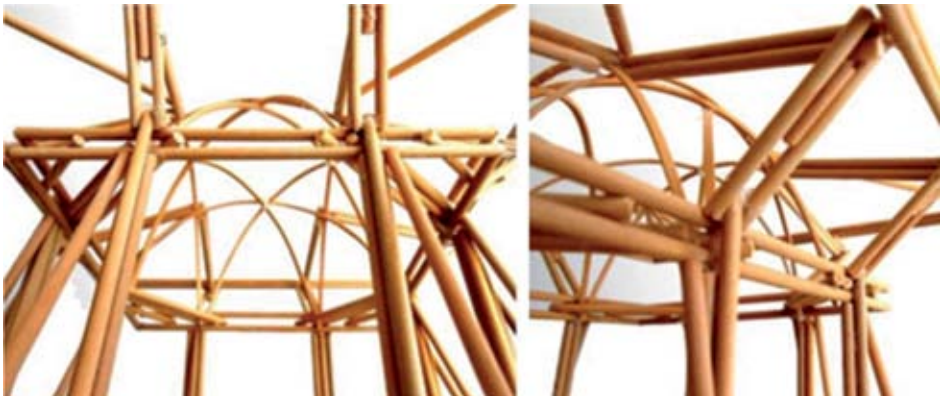
Entre las características constructivas las más condicionantes son la longitud y el espesor obtenibles con la *Phyllostachys aurea*. Esta caña presenta en algunos casos variaciones en la disposición en los nudos que puede llegar a modificar la dirección recta de la caña (*Rugolo de Agrasar 2013*). Entre las muestras seleccionadas se verificaban culmos rectos como máximo de 5 metros, y espesores que iban entre los 4,5 y los 6 centímetros.

La cubierta culmina con un techo verde, el cual, además de los beneficios prestacionales en términos de confort indoor, supone una solución estética acorde al delta.

La estructura debe separarse 50 cm del nivel de suelo natural, por lo que se propuso la realización de bases de hormigón pobre, de las que emergen pilares cilíndricos de Cemento Armado. El hierro de los mismos sobresale 25 cm, y penetra en las cañas, cuya parte inferior se rellena con cemento hasta una altura de 35 cm.



Croquis del prototipo.



*Estudio de desarrollo estructural y detalles constructivos
en maqueta 1:10. ECMV 2013.*



Estudio de desarrollo estructural y detalles constructivos en maqueta 1:10. ECMV 2013.

Todas las uniones fueron pensadas a realizarse con bulones metálicos, y bulones metálicos con forma de gancho, considerando además algunas eventuales ataduras con hilo encerado. Las uniones metálicas también son protegidas por un relleno de cemento al interno de las cañas.

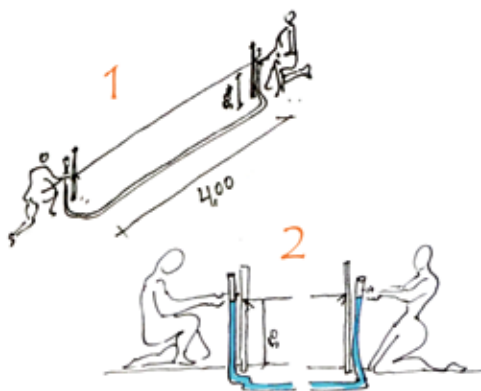
Las columnas se colocan de tal modo que dejen libres las esquinas para de este modo permitir una mayor cantidad de combinaciones. Para eso se distancian entre sí 86 cm siendo esta la medida necesaria para la colocación de una puerta entre locales internos.

Se realizó en la sede de la Dirección General de Islas, en el centro de la ciudad del Tigre, para que tanto durante el proceso constructivo, cuanto durante los eventuales usos que disponga la administración, se evidenciara al máximo la estructura promoviendo de este modo el uso de estos materiales.

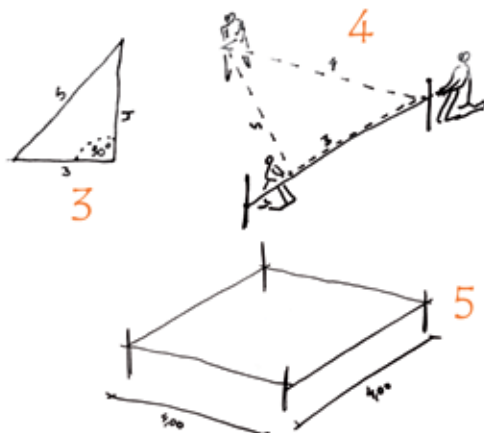
MANUAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL MÓDULO

Se indican a continuación todos los pasos a seguir para la construcción de uno de los módulos estructurales antes descritos. Para la resolución de los detalles pueden adaptarse las recomendaciones antes mencionadas.

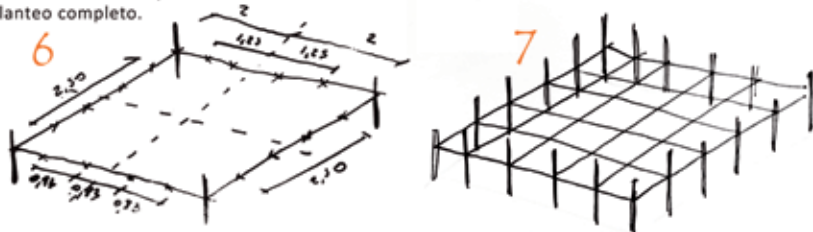
- A** Colocamos dos estacas a 4 metros de distancia. Medimos 50 centímetros desde el suelo en una de ellas, y atamos el hilo. Con la manguera de nivel marcamos la misma altura en la otra estaca y atamos hilo.
ATENCIÓN: Todas las alturas se tomarán con la manguera de nivel siempre desde la primera estaca, para que las diferencias en el terreno no perjudiquen nuestra obra.



- B** Para colocar la siguiente estaca realizaremos con un hilo una escuadra de 3 x 4 x 5 metros. Apoyamos dos puntas sobre el hilo, y estiramos la otra logrando de este modo el ángulo perfecto de 90°. Colocamos en la punta otra estaca.
ATENCIÓN: Es importante que el hilo no sea elástico porque al deformarse modificaría las medidas.

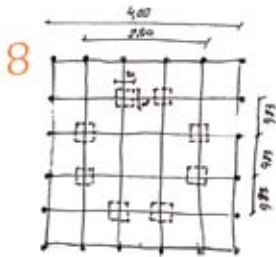


- C** Armamos el cuadrado externo y marcamos todas las medidas que nos sirvan para señalar la posición de las partes del edificio.
 En cada punta tendremos una estaca y las uniremos con hilo para obtener el replanteo completo.

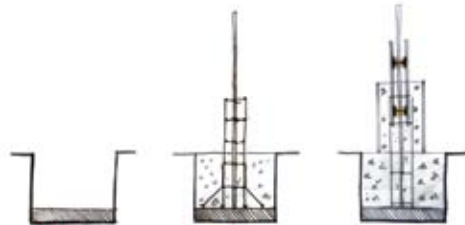


- D** Identificaremos en el replanteo el lugar donde queremos colocar las bases del edificio. Señalamos en el suelo la ubicación de las mismas y cabamos con una pala de punta hasta obtener la profundidad deseada. En nuestro caso es de 25 cm.

ATENCIÓN: La profundidad deberá medirse desde los hilos de nivel. Si esta fuera de 25 cm, deberemos medir 75 cm desde los hilos (25 + 50 de altura de los hilos).



- E** Sobre una carpeta de hormigón colocamos una armadura secundaria que sostiene dos hierros de 8 mm. Rellenamos el cubo y una vez seco apoyamos un tubo de 16 cm de diámetro y 25 de altura. Colocamos en su interior tres hierros de 6mm que rodearán los centrales (en el eje de las cañas de las futuras columnas). Llenamos los tubos.



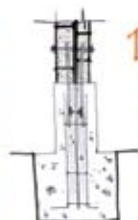
El hormigón realizado es 1:3:3 (por cada balde de cemento van 3 de arena y 3 de piedra). Para el relleno de los tubos utilizamos menos piedras, sacando las más grandes, y agregamos más agua.
ATENCIÓN: Es importante vibrar el hormigón para que se mezcle entre los hierros. Puede hacerse colocando una varilla en una perforadora e introduciéndola en la mezcla.



- F** Seleccionamos las cañas para las columnas eligiendo las más anchas para las dos interiores. Antes de instalar las columnas preparamos la media boca de pez y rompemos los diafragmas superiores e inferiores. Colocamos cada columna correspondiendo con los hierros de las bases, y las unimos con bulones y ganchos. La altura de las uniones debe ser calculada para que luego trabaje con las uniones del techo, como se verá en los detalles más adelante.



14



15



16



- G** Sobre las mismas bases se colocará un pequeño trozo de caña para sujetar las vigas que sostendrán el piso. Cada una de las 4 vigas estará compuesta por 2 cañas de 5 cm, unidas entre sí por trozos de cañas. De este modo se le da una mayor resistencia a la flexión. **ATENCIÓN:** Es importante que las cañas intermedias distribuyan las cargas hacia los nudos como indica el dibujo inferior.



17



- H** Sobre las vigas se deben colocar cañas transversales de 4cm de diámetro cada 40cm. Pueden clavarse o atarse con sogas o con alambre. Sobre estas se construirá una superficie de apoyo con cañas de la especie *Arrundinaria japonica* cosidas entre sí con alambres. **ATENCIÓN:** El piso de cañas puede fácilmente deteriorarse; es conveniente colocar sobre el mismo algún pavimento resistente.

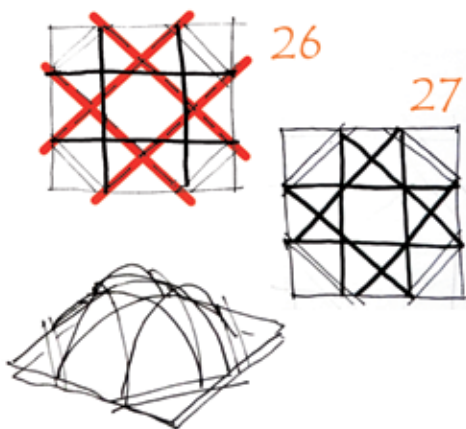


18

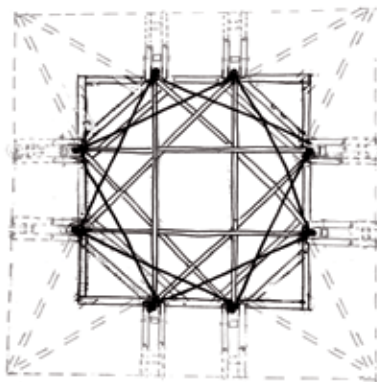
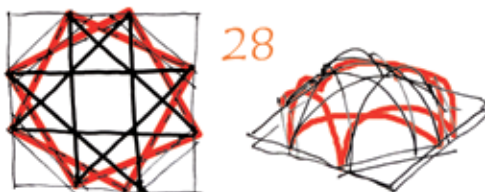


19

L Los ocho arcos centrales pueden construirse con manojos de latillas o cañas enteras para mejorar su resistencia. Si se realizan con una sola latilla, que esta sea del mayor espesor posible porque recibirá parte de la carga del techo. De todas maneras, al trabajar con otros elementos de la estructura la función principal en este caso es servir como cimbra para la colocación de las otras partes.



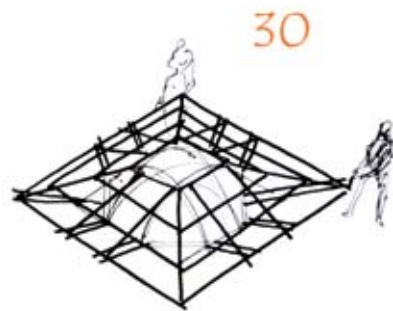
M Con latillas más finas (resultantes de dividir una caña en 8 partes) realizaremos otros arcos secundarios que llegarán a la mitad de la altura de los anteriores. De esta manera tendremos una cúpula rígida que nos servirá como base para instalar el resto de la cubierta. Es importante llevar todos los elementos portantes lo más cerca posible hacia los apoyos para transmitir las cargas directamente y evitar esfuerzos de flexión.



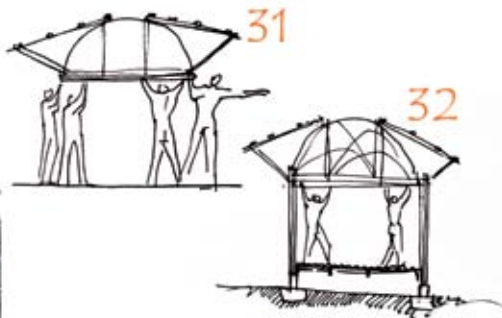
- N** Colocaremos sobre la cúpula y sobre la base de la misma los puntales y las vigas siguiendo el detalle de las fotos. Tendremos así un techo con 4 faldas.



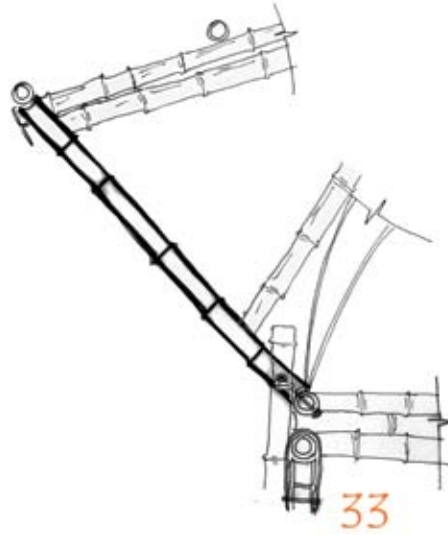
- Ñ** Colocaremos por cada falda 4 clavaderas transversales.



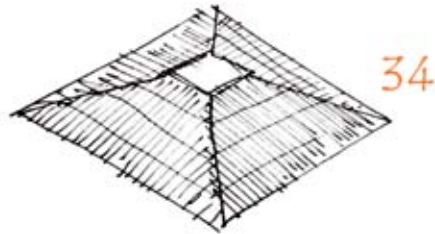
- O** Una vez finalizada esta estructura, se levanta el techo entre varias personas y se lleva hasta las columnas. El anclaje podrá realizarse con nudos o con ganchos.



- P** La estructura se apoya sobre las columnas y se ajustan los ganchos a los bulones previamente colocados o se atan siguiendo alguno de los detalles antes mencionados. Una vez realizadas todas las uniones, se rellenan con cemento para darle mayor rigidez y proteger los bulones metálicos.



- Q** Una vez que hemos colocado el techo sobre las columnas, ataremos sobre las clavaderas un entramado con cañas de 2 cm colocando las cañas en la dirección de las pendientes. Sobre este se apoyará la membrana de silobolsa que deberá solaparse respetando la caída del agua.



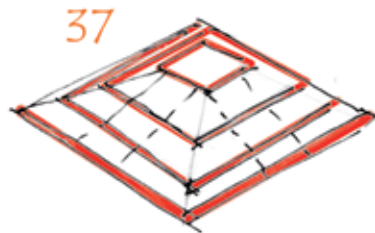
- R** Colocamos otras clavaderas sobre el entramado para que cuando apliquemos las membranas se solapen sobre las mismas. Colocamos una media sombra o los restos de un banner publicitario, lo pintamos con membrana impermeable y luego lo cubrimos con una membrana de silo-bolsa que volvemos a pintar. Colocamos otras cañas transversales a las anteriores para sujetar el sustrato del techo verde.



35

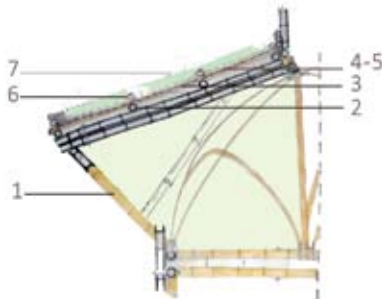
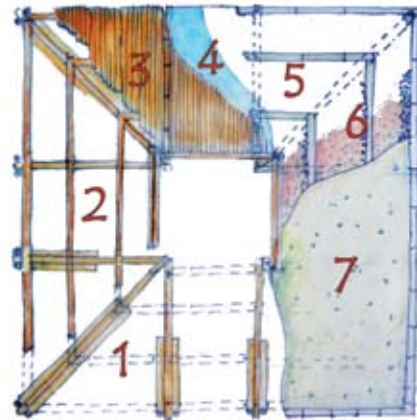


36

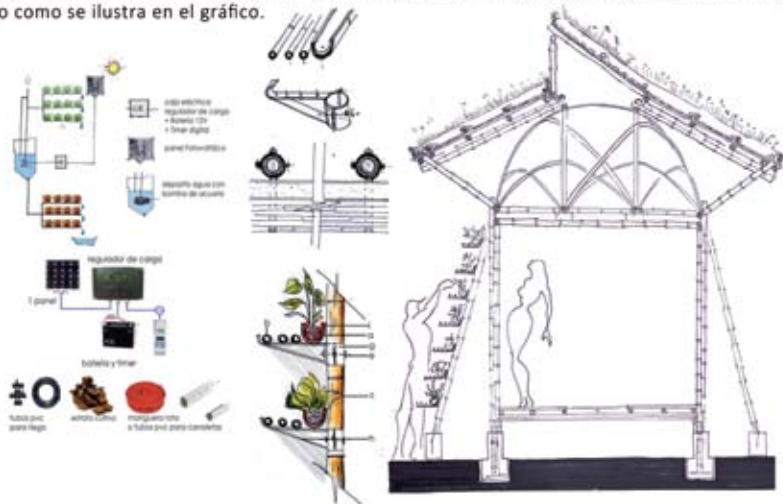


37

- S** La construcción del techo se compone entonces de:
- 1- Vigas que se apoyan en la cúpula y en puntales
 - 2- Clavaderas transversales
 - 3- Entramado de cañas de 2 cm con clavaderas extras
 - 4-5 Banners con membrana y silo bolsa con membrana
 - 6- Transversales con piedras para drenaje y tierra
 - 7- Techo verde en un sustrato de perlita y tierra para alivianar el techo



T Sobre las columnas de arrioste diagonal, podemos realizar canaletas de agricultura hidropónica, utilizando medias cañas de *Phillostachys viridis* de 10 cm de diámetro para colocar un sustrato de corteza, perlita y un poco de tierra, donde sembraremos distintos alimentos que nutriremos con agua enriquecida con fertilizantes naturales. Para optimizar el uso puede realizarse un circuito de riego como se ilustra en el gráfico.

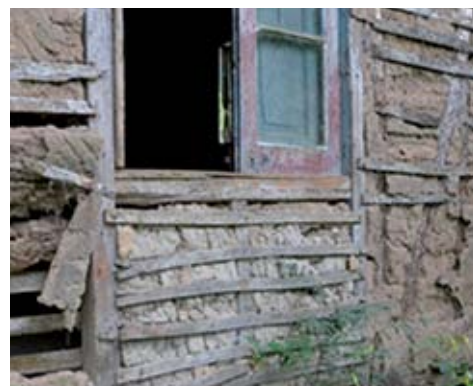


CONSTRUCCIÓN CONTIERRA

La definición de una práctica disciplinar, que se funde en la utilización de materiales ecológicamente y socialmente sostenibles, no podría dejar de lado a uno de los materiales más utilizados en los procesos de autoconstrucción en la mayor parte de los países del mundo: la tierra cruda.

De hecho, todavía hoy la tierra cruda es el material de construcción más ampliamente utilizado en nuestro planeta, si bien aparezca en el imaginario común como un material pobre, problemático y tecnológicamente superado. *“Más de la mitad de la población mundial, cerca de tres mil millones de personas, distribuidas en los seis continentes, vive o trabaja en edificios construidos en tierra” (Rael Ronald, 2008:9).*

Sin ir más lejos, en el Delta bonaerense existe un gran número de viviendas construidas con barro aplicando distintas técnicas. Muchas fueron edificadas a principios del siglo XX y, a pesar del abandono y las condiciones climáticas extremas, conservan sus características originales.



Rancho tradicional del arroyo Las Cañas, en el Delta bonaerense.

Este material de tradición milenaria hoy vive una fase de intensa innovación tecnológica, tanto en África como en Europa y América Latina. De hecho, se está llevando a cabo el estudio de nuevas aplicaciones gracias a las correlaciones directas entre características específicas proyectuales y las características prestacionales del material. Pero sobre todo debido al bajo impacto ambiental que implican mucho de los métodos de elaboración de productos con este material. Esto se refleja en el número creciente de documentos técnicos, que van desde recomendaciones, hasta normativas específicas tanto para la caracterización de los suelos para la construcción cuanto para la utilización de la tierra en diversas manufacturas. (*Jiménez Delgado 2005*) La aceptación del material comienza a encontrar un respaldo institucional y científico que permite derribar algunos de los mitos en torno al material

De este modo podemos afirmar que *“hablar de productos edilicios en tierra cruda significa hablar del material bioecológico por excelencia, entendiendo por ello a aquellos materiales con los cuales es posible construir manufacturas respetuosos de la salud psicofísica del hombre, del ambiente, y de la tradición constructiva. En la construcción de muros en tierra se reconoce una riqueza intrínseca: el aspecto lúdico del proyecto, la expresividad material y natural, y el respeto hacia el paisaje circundante”* (*Comoglio, Pagliolioco 2008*).

En el Delta son muchos quienes -reconociendo el valor de la tradición, el bajo impacto ecológico y la excepcionales prestaciones como material de construcción- han encarado proyectos de autoconstrucción con barro.





Vivienda autoconstruida en el Delta bonaerense.

Beneficios ecológicos del proceso productivo

El motivo fundamental para incluir la producción de material a base de tierra cruda entre los productos elaborados en este proyecto, responde sobre todo a la multiplicidad de productos que pueden obtenerse con herramientas simples y con un reducido consumo de energía. Algunos de los beneficios ecológicos de la utilización de la tierra como material para la construcción son:

a- Es un material reciclable: A diferencia de la mayor parte de los materiales para la construcción que son producto de procesos industriales, es un material de ciclo cerrado (*Comoglio, Pagliolioco 2008*). Los desechos de la demolición de un compuesto en tierra pueden ser reutilizados una indefinida cantidad de veces: es

posible emplear el viejo barro seco volviendo a bañarlo y evitar así la producción de desechos que deterioren el ambiente. (*Minke 2006*)

b- *Al reducir o eliminar considerablemente los consumos de energía para su producción, minimiza el impacto ambiental.* La preparación, el transporte y la elaboración manual de la tierra *in situ* requiere aproximadamente el 1% de la energía necesaria para fabricar bloques cerámicos u hormigón armado; además de que prácticamente no se contamina el ambiente (*Minke 2006*). Incluso en las elaboraciones realizadas en instalaciones industriales, puede comprobarse un considerable ahorro energético durante la fase de producción de ladrillos crudos, si lo comparamos con el consumo que representa la producción de los ladrillos cocidos. Para ejemplificar, tomemos el caso de la hacienda Laterizi Brioni s.r.l, que produce ladrillos crudos y cocidos en forma idéntica: 13.000 piezas al día, dimensiones (28x14x5,5 cm) en 44 días de producción. En la producción de ladrillos en tierra cruda se obtiene un ahorro energético y ambiental de 560,102 kg de CO₂, 182 Mcal de metano y 20,38 kWh de energía eléctrica (*Comoglio, Pagliolioco 2008*).

c- La tierra elimina los costos de transporte y de materiales. Siendo un elemento disponible en la mayoría de los contextos, la posibilidad de utilizar tierra de la zona de la obra abarata los costos mencionados. Incluso en ámbitos urbanos, puede utilizarse la tierra extraída de las excavaciones, y comprar esa tierra para la producción de elementos *in situ* es menos costoso que la compra de otros materiales.

Prestaciones básicas en arquitectura

La tierra cruda ha sido usada continuamente a lo largo de los años en países “*menos desarrollados*” tecnológicamente por la sostenibilidad de su procedencia, economía y baja conductividad térmica. De todos modos, dada la influencia de los países “*más desarrollados*”, el uso de la tierra cruda ha perdido interés y los métodos y materiales de construcción occidentales comenzaron a utilizarse como un modo para diferenciar el status social (*Claes , 2011*).

La recuperación de técnicas tradicionales ha alcanzado especialmente a este material y varios investigadores han identificado prestaciones sorprendentes. A continuación se enuncian algunas de las mismas, evidenciando la conveniencia de su uso (*Minke 2006*):

a- Balance de la humedad: La tierra tiene la capacidad de absorber y de devolver al ambiente la humedad más rápido y en mayor cantidad que cualquier otro material. Esto permite mantener un balance adecuado de las condiciones

ambientales internas. Ante aumentos bruscos de la humedad relativa en un cuarto, los ladrillos en tierra cruda son capaces de absorber un 30% más de humedad que ladrillos cocidos.

b- Almacenamiento de calor: como todos los materiales pesados la tierra cruda retiene el calor, lo que permite en zonas con gran amplitud térmica -como la Región Pampeana y la Provincia de Buenos Aires- un balance pasivo del control interno de la temperatura.

c- La tierra cruda es ideal para encarar procesos de autoconstrucción: permite una gran multiplicidad de técnicas utilizando con maquinarias y herramientas simples, las cuales fueron probadas a lo largo de la historia. Dependiendo de cada contexto específico el uso de la tierra supone un recurso en el cual el usuario puede hacerse cargo de todo el proceso constructivo, respondiendo de este modo a una de las exigencias fundamentales para el desarrollo, según los criterios que sostienen esta tesis.

d- Preservación de maderas y otros materiales orgánicos: Gracias a su capacidad de absorber la humedad, la tierra conserva secos a los elementos orgánicos que están en contacto con ella. Al absorber la humedad de los elementos, previene los ataques biológicos comunes en elementos expuestos a ciertos porcentajes de humedad.

Manual para la construcción de la quincha peruana

Como se dijo con anterioridad, uno de los usos más comunes del bambú en Latinoamérica es como estructura interna de los muros del tipo Bahareque o Quincha Peruana. Gracias a la colaboración de Rodolfo Rotondaro, Griselda Riciardelli y Natacha Hugón, del Grupo CIDART-UBA, se completó la experiencia del Delta con la realización de un prototipo de muro en Quincha Peruana. Para esto se fabricó un bastidor con una estructura con *Phyllostachys aurea* con el entramado interno de cañas *Arundinaria japonica*.

A continuación, se detallan los pasos:

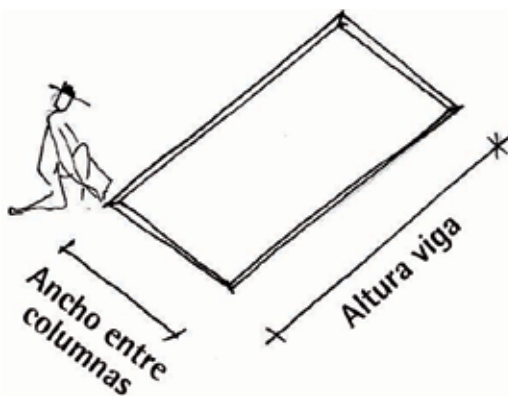
1- Es importante establecer las posibilidades constructivas de la tierra con la que se trabajará, realizando las pruebas de campo explicadas en el en el ANEXO 2. La muestra de tierra para las pruebas tiene que tomarse aproximadamente a 50 cm por debajo de la superficie.

ATENCIÓN: Para la construcción de la quincha es importante que la tierra tenga un alto porcentaje de arcilla.

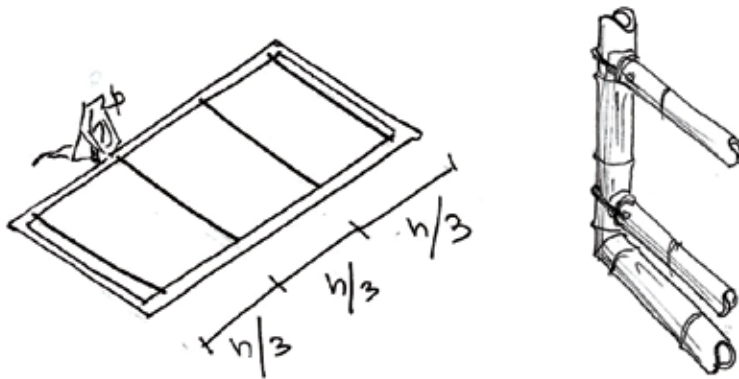


2- Para realizar el bastidor, primero se debe armar un marco que tenga el ancho del espacio entre columnas y la altura desde el piso a las vigas. Es recomendable realizar paneles de no más de 1,20 m de ancho x 2,40 m de alto, para que puedan maniobrarse fácilmente en obra.

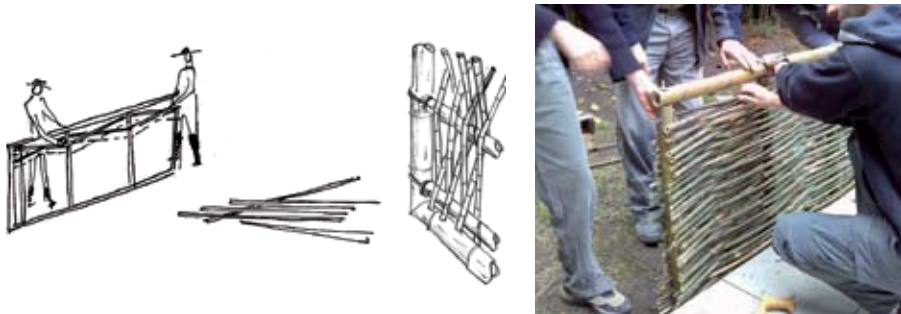
ATENCIÓN: A la hora de proyectar, es importante estandarizar al máximo las medidas para agilizar tiempos de fabricación de elementos y montaje. También es importante separar la tierra 50 cm del nivel de piso terminado (o la cota de agua), evitar superficies que puedan acumular agua y protegerla de las inclemencias climáticas.



3- Colocar 4 cañas paralelas, de un diámetro menor a las anteriores, ubicadas a la distancia más corta. Dos estarán muy próximas a la base y las otras dos deberán ubicarse cercanas a los tercios de la altura.



4- Luego se colocarán las cañas de *Arundinaria japonica* entre las transversales y se generará un entramado que luego servirá para para recibir la mezcla de tierra.

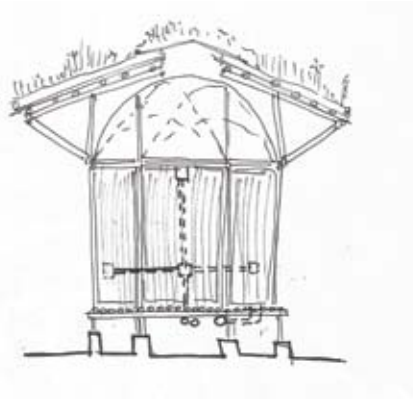


5- A continuación, se ubica el panel entre las columnas y se envuelven los parantes verticales con red cebolla o de papas, para mejorar la adhesión de la tierra.

ATENCIÓN: a la hora de posicionar los paneles, hay que considerar que una vez relleno el bastidor, el muro será muy pesado. Por este motivo los muros en quincha deberán colocarse sobre elementos estructurales (vigas o puntales) para evitar deformaciones o roturas en las superficies de apoyo.



6- Antes de realizar el embarrado deberán colocarse las cañerías que recibirán las instalaciones.



7- Para preparar la mezcla para el embarrado se utilizará paja, tierra y agua, en una proporción aproximada de 20 kg de paja cada 100 kg de tierra. Se corta la paja en pedazos pequeños (para poder mezclarla con la tierra) y se deja en remojo por una hora.



8- Se construye un “pisadero” haciendo una excavación y cubriéndola con un material impermeable (bolsas de plástico). Se mezclan los materiales, se agrega el agua y se pisa hasta que la tierra alcance una consistencia plástica que permita modelarla.

ATENCIÓN: La pasta no debe ser seca pero tampoco tener una excesiva cantidad de agua porque la retracción por secado podría generar fisuras.



9- Se coloca la mezcla en el entramado y se eliminan los excedentes emparejando la superficie con regla y llana. Luego se deja secar por 48 horas.



10- La superficie está ahora lista para recibir el revoque que deberá ser compatible con la técnica utilizada. Es importante que los materiales de terminación no reduzcan las prestaciones de la tierra. Por lo tanto, puede realizarse un revoque con tierra, arena y paja, o con un revoque a la cal.



11- Para proteger la tierra, se aplica aceite de cítricos o aceite de linos. Nunca pinturas sintéticas ni revoques cementicios que modifiquen las capacidades de absorción y transpiración de la tierra, y produzcan deterioros al interior del muro.

ALGUNAS CONSIDERACIONES SOBRE LOS TECHOS VERDES



*Prototipo construido con *Pb. aurea* en dependencias de la DPDI.*

En nuestro prototipo se han incluido también técnicas que incorporan vegetales para mejorar las condiciones indoor, pero sobre todo para mejorar las condiciones ambientales del entorno urbano. Por un lado propone la realización de techos verdes, y por otro la realización de elementos verticales de cultivo hidropónico.

Es importante diferenciar los dos sistemas de cubiertas verdes: los intensivos y los extensivos. Los primeros están asociados a jardines de altura generalmente accesibles, y presentan profundidades de sustrato mayores que los extensivos, conformados por una amplia variabilidad de especies que en su mayoría requieren riego y alto mantenimiento. En contrapartida, están los sistemas extensivos que son livianos, de poca profundidad (5–15 cm), generalmente no son accesibles y presentan un bajo mantenimiento sin suministro de riego, siendo sistemas más hostiles para la vegetación en cuanto a condiciones de temperatura y humedad, que acotan la diversidad de especies (INTA 2014).

Para este desarrollo proyectual se consideró la utilización de un techo verde extensivo. También la posibilidad de realizar sustratos de menor espesor, y por lo tanto menor peso, permite una mayor flexibilidad de diseño. Si se considera que un techo con 10 cm de sustrato alcanza un peso de 100 kg/m² en estado de saturación

(*Minke 2010*), esta técnica permite adecuar con más facilidad techos existentes, y construir cubiertas con materiales más livianos o con menos material. Según datos reportados en el Catálogo de Plantas para techos verdes (*INTA 2014*) el único género apto para la realización de techos extensivos en la ciudad de Buenos Aires es el Sedum, aunque algunas especies nativas podrían ser adecuadas para este uso. Cabe destacar que la inclusión de nativas en mezclas de Sedum comerciales no deberá ser mayor al 20%. Entre las especies ya probadas en la Ciudad de Buenos Aires, se destacan *Gomphrenacelosoides*, *Phylacanescons*, *Senecioceratophylloides*, *Grahamiabracteata*, *Portulacagrandiora*, *Portulacagilliesii*, *Sedummexicanum*, *Sedum acre*, *Sedumalbum*, *Sedumkamtschaticum*, *Sedum rupestre* (*S. reexum*).

Algunos de los beneficios que aportan los techos verdes, para el ámbito urbano en donde se desarrolla, son (*Minke 2010; Secretaría Distrital del Ambiente 2011*):

- Mitigación del efecto isla calor y reconstrucción del equilibrio climático. Refrigeración del espacio mediante el proceso de evaporación y transpiración de la vegetación por la fotosíntesis, además de la evaporación retenida en otras capas del sistema. De este modo un techo verde colabora con la reducción en las oscilaciones de la temperatura.
- Capacidad de retención del agua de lluvia, reduciendo el volumen de escorrentía y atenuación del caudal. Solo el 30% del agua caída sobre el techo se desagua directamente, mientras que el otro 70 % se retiene en el techo verde o se evapora.
- Aumento de zonas verdes. Un techo verde, que permita el crecimiento de vegetación de más de 10 cm de altura, produce entre 5 y 10 veces más superficie de hoja que la misma superficie en un parque abierto con el pasto podado (3 a 5 cm).
- El dato anterior trae como consecuencia el aumento de la biodiversidad, generando un espacio para nuevas especies vegetales, animales e insectos.
- Mejoramiento de la calidad del aire y captura de CO₂, partículas en suspensión y otros contaminantes. El techo verde emite además una importante cantidad de oxígeno. Además la utilización de hierbas silvestres, como el tomillo, la lavanda o los claveles, pueden producir aromas agradables que contrasten con los olores producidos por los techos con bitumen.
- Efectos psicológicos, estéticos e integración con el paisaje.

Por otro lado el uso de techos verdes supone mejoras en las prestaciones de la cubierta en cuanto (*Minke 2010; Secretaría Distrital del Ambiente 2011*):

- El colchón de aire encerrado produce el efecto de una capa de aislante térmico. Cuanto más denso sea el follaje mayor el efecto.

- Una densa vegetación impide que el viento llegue a la superficie del sustrato. Al no existir movimiento de aire la pérdida de calor por convección por efecto del viento se acerca a cero.
- La formación de rocío a la mañana aumenta la temperatura en la capa de vegetación, disminuyendo la pérdida de calor transmitida desde el interior.
- La sombra arrojada por la vegetación reduce considerablemente la temperatura en la superficie del sustrato. Por otro lado mucha de la radiación solar absorbida por el techo es consumida para los procesos de fotosíntesis.
- Por otro lado al pasar entre las hojas el viento se enfría y reduce los efectos del calor en la superficie del sustrato.
- Un techo verde tiene capacidad de absorber y disipar el sonido, tanto por el sustrato por la capacidad de transformar la energía sonora y producir además dispersión.
- Aumento de la durabilidad de la cubierta y de la capa de impermeabilización. La cobertura vegetal y el medio de crecimiento de la cubierta protegen la capa de impermeabilización y la estructura horizontal de los principales factores de deterioro: la radiación solar y las fluctuaciones térmicas.
- Reducción del consumo energético y de los costos de operación gracias a las mejoras de las prestaciones térmicas ya descritas que reducen la necesidad de utilizar sistemas de climatización artificiales.

Para climas como el de la ciudad de Buenos Aires, que presenta una gran amplitud térmica entre estaciones (con veranos cada vez más calurosos), y con grandes diferencias de temperatura dentro de las mismas estaciones, el uso de techos verdes es una solución óptima. Como explica Gernot Minke⁶, los techos verdes reducen considerablemente las variaciones térmicas en la superficie. Pruebas realizadas en Alemania indican que una cubierta plana puede alcanzar los 80°C en verano y -30°C en invierno, mientras que la misma cubierta terminada con un techo verde reduce las temperaturas a 25°C en verano y -5°C en invierno.

Capítulo VIII

EL BAMBÚ EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE: PERSPECTIVAS REGIONALES DE ESTE RECURSO

Ing. Agr. Álvaro Cabrera Paredes¹

El presente capítulo ofrece una descripción general de la situación del bambú en la región. Además, puntualiza algunas fortalezas, enfrenta la problemática del bambú en algunos países y pone en evidencia algunas necesidades y oportunidades comunes en la región.

LA REGIÓN EN RESUMEN

América Latina y el **Caribe** cuentan con una riqueza abundante en cultura, biodiversidad, recursos naturales y energéticos; sin embargo, en la mayoría de los países la situación de pobreza es preocupante, las cifras en áreas urbanas alcanzan el 28,9% y en el área rural el 52,1 %². Esta situación en algunos países ha cambiado positivamente mostrando tasas interesantes de disminución de la pobreza. Por otro lado, es una de las regiones del mundo donde la brecha social y económica es mayor, lo cual ha llevado a que muchos analistas para representar la situación, utilicen la metáfora de un hombre harapiento durmiendo sobre una montaña de oro.

Este escenario está cambiando desde hace algunos años. La aparición de programas de gobierno con una visión estratégica de largo plazo ha dado inicio a una época de apertura política que permite trabajar con el sector desde el Estado.

La abundancia de los recursos

Volviendo al tema de los recursos, en **América Latina** y el **Caribe** se concentran las reservas de tierras cultivables más grandes del mundo, estimadas en 576 millones de has y equivalentes a casi un 30% de su territorio, de 1995 millones de has. En 2000, la Región tenía el 25% de las áreas boscosas del mundo (unos 964 millones de has). La proporción de áreas boscosas en la región es mucho mayor que el promedio mundial: un 47% del territorio regional está cubierto de bosques, mientras que en

¹ *Álvaro Cabrera Paredes es Coordinador Regional de la Red Internacional de Bambú y Ratán (INBAR) para América Latina y El Caribe. Para mayor información sobre el artículo contactarse a: acabrera@inbar.int*

² CEPAL, 2007

el mundo la proporción es del 30%. Un 92% del bosque regional se encuentra en Sudamérica, principalmente en **Brasil** y **Perú**, que están entre los diez países del mundo que concentran las dos terceras partes de los bosques mundiales³.

En **Brasil, Colombia, Ecuador, México, Perú y Venezuela** se han identificado 190.000 de las 300.000 plantas vasculares conocidas en todo el planeta. Estos seis países son parte del grupo de naciones que -a escala mundial- se han identificado como de *megadiversidad biológica*. En su conjunto, estas naciones albergan entre un 60% y un 70% de todas las formas de vida del planeta.

América Latina y el **Caribe** forman una región rica en agua. Con sólo un 15% del territorio y un 8,4% de la población mundial, recibe el 29% de las precipitaciones y tiene una tercera parte de los recursos hídricos renovables del mundo.

El bambú en la región

El bambú es un recurso forestal que se encuentra en forma natural en casi todos los continentes. La región donde más se ha desarrollado conocimiento, información, plantaciones e industrias es **Asia**. En **América** se percibe al bambú como un recurso asiático debido a la gran influencia de sus productos industriales y porque los bambúes tienen sus nombres locales propios, como la caña en **Ecuador**; *guayaquil*, *marona* o *paca* en **Perú**; *guadua* en **Colombia**; *takoara* en **Bolivia**, *tacuara*, *tacuarón* o *caña* en **Argentina**, etc. *Bambú* es una palabra genérica que abarca a todos los tipos de bambú, incluidos los que crecen en **América**.

América Latina es una región rica en términos de la diversidad y número de especies de bambú leñoso, uno de los Productos Forestales no Maderables (PFNM⁴) de mayor uso en el mundo. **Veinte géneros y 429 especies** de bambúes leñosos se distribuyen desde aproximadamente 27° Norte (*Otate acuminata* se encuentra en la parte oeste-norte de **México**) a 47° de latitud sur (*Chusquea culeou* en **Chile**)⁵.

Del total de 1.100 especies y 65 géneros de bambúes leñosos conocidos en el mundo⁶, **América Latina tiene 39% de las especies y el 31% de los géneros**. **Brasil** tiene la mayor diversidad de bambú (137 especies), seguido por **Colombia** (70), **Venezuela** (60), **Ecuador** (42), **Costa Rica** (39), **México** (37) y **Perú** (37)⁷.

Por lo menos, diez países latinoamericanos cuentan con recursos de bambú importantes, aunque no se han hecho todavía evaluaciones precisas. Un total de 11 millones de has se considera una estimación realista para la región, de la cual, **Brasil**,

³ CAN, 2007

⁴ Ver significado en el capítulo I, en la página 39.

^{5 6 7} Judziewicz et al. 1999. En Londoño 2001.

Chile, Colombia, Ecuador y México son los países más ricos en estos recursos.⁸

Es importante resaltar que en esta estimación se toma en cuenta la totalidad de bambúes que crecen desde el nivel del mar hasta los 4.000 msnm; no todos tienen una visibilidad económica dado que los que crecen en zonas tropicales son los de mayor uso.

No existen estadísticas precisas sobre las existencias de bambú en los países de **América Latina**, salvo algunos casos donde los análisis son específicos para algunas áreas de cada país y no a nivel nacional. Todas las estimaciones con las que contamos han sido realizadas en base a apreciaciones de personas e instituciones especialistas en el tema.

En general, la explotación de los bambúes nativos en la región se limita al uso local de especies a pequeña escala. Sólo en **Colombia, Ecuador y Brasil** el bambú juega un papel más destacado en la economía local. Esto estaría determinado mayormente por el uso que se le da en la construcción de **viviendas sociales** y el creciente uso del bambú en la **construcción alternativa-ecológica de alto valor**.

Algunos ejemplos:

- **Colombia** tiene los mayores exponentes y los más reconocidos arquitectos de la región y posiblemente del mundo. Entre ellos podemos citar a **Simón Vélez**, quien ha revolucionado la percepción del bambú como un material para la construcción de vivienda para pobres y lo ha convertido en un **material exclusivo y de un gusto refinado**.
- **Ecuador** posee una de las industrias más desarrolladas para la construcción masiva de **viviendas sociales**, la Corporación Hogar de Cristo.
- **Brasil** ha desarrollado la industria de **papel** de bambú y la **generación eléctrica** con el uso de su biomasa.

La mayoría de las especies útiles en América Latina se encuentran en el género *Guadua* y en el género asiático *Bambusa*, a pesar de que los géneros de *Apoclada*, *Aulonemia*, *Chusquea*, *Elytostachys*, *Otatea* y *Rhipidocladum* también tienen especies que se utilizan de diversas maneras, especialmente para el ámbito doméstico en zonas rurales.

El cultivo de bambú en una escala comercial en América Latina se limita a la especie *Guadua angustifolia*, *G. amplexifolia*, y la introducción de algunas especies asiáticas como *Bambusa vulgaris*, *B. tuldoidea*, *Phyllostachys aurea* y *Dendrocalamus sps*⁹.

⁸ FAO-FRA, 2005

⁹ Adaptado de Londoño, 2001

El comercio

El comercio mundial de bambú para 2011 sumó US\$ 3,2 billones, con **China** como el principal exportador de todos los tipos de productos. Los importadores más significativos son la **Unión Europea** y los **Estados Unidos** de América. Para los países productores, sin embargo, los mercados domésticos son los más importantes. Por ejemplo, el tamaño del mercado doméstico en **China** bordea los US\$ 15 billones. En **Ecuador**, alrededor del 12% de la población habita en una casa de bambú y en **Argentina** se comercializa bambú para la jardinería. Los mercados regionales, por otro lado, ofrecen grandes oportunidades a pesar de su alto grado de informalidad, un ejemplo es el comercio regional de tallos entre **Ecuador, Perú y Chile**.

Políticas que apoyan el desarrollo

A pesar de su abundancia y de su gran potencial, como decíamos anteriormente, solo en algunos países de la región el bambú tiene un uso comercial. Esto se debe principalmente a la falta de políticas de Estado que promuevan el uso e industrialización de recursos alternativos. Existen contados casos donde se empiezan a desarrollar instrumentos políticos para impulsar el desarrollo de una industria y una actividad económica con base en este recurso (Ej. **Colombia, Perú, Ecuador**). Más adelante analizaremos estos casos en detalle.

El cambio climático, la crisis energética y el rol del bambú

En relación a los **principales impactos** del cambio climático en América Latina, se estima que de decenas a cientos de millones de personas tendrán dificultades relacionadas con la escasez de agua. Por otro lado, es muy probable que las tierras bajas habitadas sufran inundaciones causadas por el aumento del nivel de las aguas de mares y ríos y la mayor presencia de eventos extremos. Finalmente, es muy probable que la combinación de los usos de la tierra, sumada a los efectos del cambio climático, reduzca la biodiversidad de la región.¹⁰

Según el IPCC¹¹, **Perú, Bolivia y Ecuador** -entre otros países de la región- están identificados entre los más **vulnerables** del mundo frente al impacto de los fenómenos naturales causados por el cambio climático, A esto se deben sumar las características de la región como una zona de alta vulnerabilidad sísmica, tal como lo han demostrado los recientes terremotos de **Perú, Haití y Chile**, y la presencia de fenómenos naturales periódicos como el del Niño, que afecta a las costas del

¹⁰ M.L. Parry, et al, 2007

¹¹ IPCC, es el Panel Intergubernamental para el Cambio Climático.

Pacífico en Sudamérica, y la serie de huracanes que golpean principalmente al Caribe (Ej. **Cuba, República Dominicana, México**). El aumento de los niveles de agua y los crecientes oleajes incrementarán la vulnerabilidad de países como **Argentina** y **Uruguay** en relación a inundaciones, destrucción de zonas costeras, entre otros impactos.

Frente a esta situación, el bambú se presenta como un recurso que podría ayudar de diversas maneras a los procesos de **adaptación al cambio climático**, tanto en forma de barreras que disminuyan el impacto de derrumbes, deslizamientos y oleajes, como usado para la construcción en general. De hecho, en varios países de la región existe una tradición centenaria de la construcción con bambú (Ej. **Ecuador, Colombia, Perú**), tanto en forma aislada como con técnicas como la *quincha* o la *bahareque*. En las costas de **Ecuador** y **Perú**, se ha usado tradicionalmente una técnica diseñada para resistir los efectos del fenómeno del Niño: casas elevadas que soportan perfectamente inundaciones y crecidas de ríos. Estas tecnologías han sido documentadas y se encuentran listas para ser compartidas con otros países de la región.

En varios recorridos realizados en los últimos cinco años por países de la región—donde tuvimos la oportunidad de dialogar con representantes de los gobiernos, empresarios y diferentes actores interesados en el tema de bambú—, identificamos un punto común relacionado con el déficit de energía, especialmente en los **países no productores de petróleo**: la posibilidad de **generar esta energía** con especies forestales, entre las que el bambú fue presentado como una especie con un gran potencial. Este es quizá uno de los temas de mayor importancia y que marcará el futuro de esta industria en la región. De hecho, ya existen algunas experiencias sobre dendro-energía con bambú; sin embargo mucho se debe investigar, implementar, adaptar y replicar.

ALGUNAS INICIATIVAS RELEVANTES ¹²

En este capítulo se presentan en forma resumida, algunas de las principales iniciativas de trabajo con bambú en varios países miembros de INBAR en Latino América y el Caribe. Hemos tratado de incluir solo las experiencias más relevantes de un universo mucho mayor, debido al reducido espacio de un artículo de estas características; sin embargo quedamos a la disposición si algún interesado quisiera obtener información adicional sobre cualquiera de las experiencias.

¹² Presentamos aquí en forma resumida, solo algunas de las principales experiencias de trabajo con bambú en países latinoamericanos y del Caribe miembros de INBAR. El universo es mucho mayor.

LA REPÚBLICA DEL PERÚ

En los últimos años se han iniciado en Perú varios procesos paralelos y coordinados para el desarrollo del bambú: algunos, movidos por organizaciones e instituciones que han visto en esta especie la respuesta para muchas de sus necesidades; y otros, como respuesta a la serie de catástrofes y fenómenos naturales que han marcado de varias formas a este país.

Por pedido directo de la Presidencia de la República, el Perú cuenta con un instrumento político formulado por el Ministerio de Agricultura. Se trata del **Plan Nacional de Promoción y Cultivo del Bambú y la Caña Brava**¹³. Este instrumento fue expedido en julio de 2008 por decreto ejecutivo. Sus líneas estratégicas promueven el establecimiento de plantaciones, la capacitación a actores locales y una serie de mecanismos de colaboración y desarrollo institucional para trabajar el tema.

A pesar de que el país cuenta con este instrumento, son varios los vacíos de información que dificultan su implementación, así como las dificultades económicas y financieras para ejecutarlo.

Perú tiene inmensas reservas de bambú; sin embargo la mayor parte de este recurso es inaccesible por encontrarse en la zona amazónica. Las áreas donde es más fácil iniciar o fortalecer el aprovechamiento existente están **en el norte del país**, en los departamentos de Lambayeque, Cajamarca, Piura y Amazonas.

Diplomado

En marzo de 2008 se emprendieron las primeras coordinaciones entre la Facultad de Arquitectura de la Universidad Ricardo Palma, la Sociedad Peruana del Bambú, el Colegio de Arquitectos – Regional Lima y la Red Internacional de Bambú y Ratán, para la organización del diplomado: Diseño, Construcción y Utilización del Bambú en Edificaciones.

El objetivo general del diplomado fue fortalecer las capacidades de profesionales del **Diseño y la Construcción con aplicación del bambú**, propiciando su empleo racional y adecuado, promoviendo el desarrollo del recurso y la consolidación de su cadena productiva sobre las bases de la sustentabilidad. Así como generar nuevas líneas de investigación. Este diplomado fue estructurado en cuatro módulos: I. Diseño Estructural con Bambú; II. Criterios de Diseño y Construcción con Bambú; III. Investigación y Desarrollo, Innovación y Mercado, Potencial y Tendencias; IV. Reconocimiento, Caracterización, Morfología y Usos del Material.

¹³ *Caña brava (Gynerium sagittatum) es un pseudo bambú usado en forma de paneles para construcción de viviendas.*

El diplomado tuvo una duración de seis meses, entre julio y diciembre de 2009, y se desarrolló a través de Conferencias Magistrales de expositores internacionales, así como conferencias nacionales de experiencias puntuales en Perú, que permitieron a los alumnos situarse en el contexto local con insumos de experiencias exitosas foráneas. Una característica del diplomado fue la posibilidad de **poner en práctica los conocimientos adquiridos a través de una propuesta de Vivienda Rural con bambú para la zona afectada por el sismo de 2007 en Pisco**, en la Comunidad Cabeza de Toro, donde todos los y las participantes tuvieron la posibilidad de manipular el material, constatar su respuesta en contextos de desastre y -sobre todo- apoyar la construcción de estructuras reales.

El diplomado, con sus **15 arquitectos egresados**, ha promovido por un lado la **mejora en la calidad de las edificaciones de bambú** en este país, y por otro -quizás uno de los resultados más alentadores de la experiencia- la **optimización en la oferta de esta especie**. Se empieza a contar con bambú de mejores características: tallos maduros, rectos, secos, preservados y con medidas estándares. Tradicionalmente, la mayor parte de la caña usada en las edificaciones era importada de Ecuador, tendencia que ha ido cambiando debido a la introducción de bambú peruano, fomentado por el uso de arquitectos que conocen de primera mano a los productores.

Manejo, aprovechamiento y comercialización en La Florida

Entre 2005 y 2008, la ONG peruana Centro de Investigación, Capacitación, Asesoría y Promoción (CICAP), conjuntamente con los habitantes de las comunidades de la cuenca del río Zaña en los departamentos de Cajamarca y Lambayeque (norte del Perú) y con el financiamiento de la Fundación Inter-Americana, ejecutaron el proyecto: **“Manejo, aprovechamiento y comercialización de la caña Guayaquil en la cuenca del río Zaña”**. Este proyecto fue el primero en su tipo en ese país y abrió las puertas para que se iniciara una serie de eventos de capacitación en los cuales varios actores interesados en el tema se articularon a nivel nacional.

En la actualidad existen más de 1.000 has de bambú listo para su aprovechamiento; sin embargo, muchos de los productores no conocen las características de este recurso y lo venden en forma rústica y sin agregar ningún valor. Tampoco se tiene en cuenta el manejo y aprovechamiento sustentable de las plantaciones, lo cual repercute directamente en la destrucción paulatina de los bambusales.

Durante el proyecto se formaron técnicos y promotores-as comunales en la silvicultura y **aprovechamiento** de esta especie. También se crearon microempresas que **preservan y secan el bambú**, así como otra microempresa que lo utiliza para producir **artesanías y muebles**. Estas microempresas se encuentran activas actualmente y conectadas con el mercado; además, han construido **alianzas con**

empresas con base en Lima (el principal mercado peruano para la caña) y otras ciudades costeras del país, para **comercializar tallos preservados y secos**.

Experiencias de construcción

Además del diplomado mencionado, en el Perú existen otras interesantes experiencias de construcción de vivienda social con bambú. Vamos a referirnos a dos de ellas.

En agosto de 2007, el gran terremoto que devastó la costa sur de Perú, en especial las zonas de Ica y sus alrededores, destruyó gran parte de las viviendas de los pobladores de la zona, así como edificios públicos, iglesias, escuelas, colegios, etc.. En este contexto, dos ONGs peruanas y una universidad (CEAS- Universidad San Martín) y (Paz y Esperanza) iniciaron un proceso de apoyo a las comunidades y poblaciones afectadas para reconstruir sus viviendas e infraestructura utilizando bambú. Cada iniciativa con su propio enfoque de trabajo y su propuesta de diseño empezó un trabajo permanente con las familias para implementar un proceso participativo de **aprender haciendo**.

La ONG CEAS, junto a asesores de la Universidad San Martín, tuvo la tarea de **reconstruir la principal iglesia de Ica**. Se planteó una construcción íntegramente en bambú, un edificio liviano y seguro en caso de otro fenómeno natural. La iglesia fue inaugurada y se encuentra en pleno funcionamiento. Otra actividad ejecutada por estas instituciones fue la construcción de **50 casas modelo** que puedan ser replicadas por los pobladores locales.

En el caso de la ONG Paz y Esperanza, se apostó por un diseño de vivienda llamado “**Casa Tortuga**”, con una cubierta en forma de domo construida con la técnica del *enquinchado*, que la convierte en una alternativa segura por su bajo peso y sus características estructurales. Paz y Esperanza ha desarrollado varios prototipos y planes de vivienda con esta modalidad y ha innovado el diseño original. En la actualidad, cuenta con soluciones habitacionales de una y dos plantas y en diferentes medidas, que permiten adaptar la construcción de acuerdo al tipo y necesidad de las familias beneficiarias.

Finalmente, es necesario comentar el desarrollo de la construcción para fines turísticos en el Perú. Cada vez son más los **restaurantes en Lima** y otras ciudades costeras que emplean el bambú como material decorativo o estructural en la construcción. Por otro lado, en ciudades turísticas como **Máncora** en la costa norte del país, una de las playas más visitada por peruanos y ecuatorianos, el bambú es el material más usado para la construcción de viviendas, hoteles y restaurantes.

Luego del terremoto de 2007, uno de los hoteles emblemáticos del Perú, el **hotel Paracas**, fue destruido casi en su totalidad. La propuesta arquitectónica para su

reconstrucción consideró al bambú como uno de sus principales materiales. Para ello hubo que importar miles de tallos preservados y secos de *Guadua* desde el Ecuador, y de *Coligüe* desde Chile. Este hecho levantó la discusión sobre las dificultades para el suministro de materia prima en el Perú, problema que ha debido enfrentar a su tiempo cada uno de los constructores de obras de bambú en este país.

Desarrollo de la Norma Técnica

Como una forma de contribuir a mejorar la competitividad del sector agrícola del país y, específicamente, a incrementar la producción y transformación del bambú, se creó un grupo de trabajo para establecer una norma técnica para utilizarlo. La elaboración de tales normas se realizará por medio de estudios de caracterización del cultivo, cosechas, post cosecha y la diversificación de usos artesanales e industriales para promover plantaciones a través de iniciativas de reforestación en áreas críticas de recuperación o en suelos degradados o en proceso de degradación. Esto generará un mercado competitivo y sustentable a nivel nacional e internacional y logrará un control y/o medidas para regular la importación de productos elaborados con bambú.

El Grupo para la elaboración de la norma está conformado por el Ministerio de Agricultura – MINAG, a través de la Dirección General de Competitividad Agraria (DGCA), la Dirección General Forestal y de Fauna Silvestre (DGFFS) y el Instituto Nacional de innovación Agraria (INIA); Ministerio de la Producción – PRODUCE; Ministerio del Ambiente – MINAM; Universidad Nacional Agraria La Molina; SENCICO; la Red Internacional del Bambú y el Ratán – INBAR; El Centro de Investigación, Capacitación, Asesoría y Promoción – CICAP y la Sociedad Peruana del Bambú – SPB.

La norma técnica de construcción con bambú E-100 se encuentra en uso desde hace varios años y ha servido como insumo principal para la construcción de proyectos arquitectónicos modernos. Recientemente, en 2013, se realizó un encuentro internacional para revisar la norma de bambú y se actualizó la misma con base en las recomendaciones técnicas que fueron el resultado del evento.

ECUADOR

En Ecuador se emplea ancestralmente el bambú para construcciones y usos domésticos, especialmente en las zonas tropicales. La existencia de un fuerte mercado natural de *Guadua angustifolia* ha promovido, además, el establecimiento de **plantaciones comerciales** de este recurso con énfasis en la región de costa. Otro

de los usos comerciales del bambú es el **soporte de los racimos de banano (*cuje*)**, lo que produce una demanda considerable. El Ecuador es el primer exportador de caña en el mundo y cuenta con cientos de miles de hectáreas de banano plantado. Cada planta de banano necesita aproximadamente entre uno y dos tallos de bambú al año para soportar la fruta, de ahí su gran importancia.

Se estima que anualmente, **entre 5 y 7 millones de tallos son exportados desde Ecuador a Perú**. El principal sector que lo demanda en ese país es la construcción. Un aspecto negativo de este comercio es su carácter informal, pues la mayoría de estas exportaciones son hechas en forma ilegal, lo que a su vez ha impedido prácticamente la presencia de estas operaciones en los registros nacionales, mientras la realidad es bien distinta.

En el Ecuador, la construcción de vivienda social y de infraestructura emergente, como puentes, son altamente consumidoras de bambú. Se estima que más de 300.000 **viviendas ecuatorianas** están hechas con este material, lo que implica que alrededor de 1,2 millones de personas habitan una vivienda de estas características¹⁴. La **industria florícola** usa miles de tallos al año para construir tutores y cortinas rompe-vientos. Y se estima que la **industria del tabaco** usa anualmente entre 3 y 4 millones para construir secaderos.

Iniciativas como el **Proyecto Piloto Bambú**, implementado por INBAR y socios locales y financiado por la Comisión Europea y Fondo Internacional para el Desarrollo Agrícola, han permitido sistematizar el conocimiento y la tecnología relacionados con la *Guadua angustifolia*, y ahora se cuenta con material que facilita compartir la información con el sector en Ecuador y con otros países.

Hace más de 20 años varios productores y empresas ecuatorianas decidieron incluir entre sus cultivos al bambú gigante (*Dendrocalamus asper*). La premisa inicial fue que **el bambú será la madera del futuro**, cuando los bosques naturales hayan desaparecido. De algún modo, esta premisa se ha cumplido, al menos en el NO de Pichincha, donde existe la tasa de deforestación más alta del país. Existen, además, bosques naturales de *Guadua* en esta zona; y se estima que durante los últimos años se han plantado alrededor de 1500 has de *Dendrocalamus sp.*, información comprobada mediante un mapeo del área.

La pregunta más frecuente de productores y empresarios de esta zona es: ¿Qué hacemos con todo este bambú plantado? Algunas iniciativas privadas han empezado a dar sentido a esta pregunta, entre ellas las empresas Bambú Gigante, Rainforest Bamboo, MADEL-Indubambú, el Gobierno Local de Pichincha y al menos otras 10 microempresas familiares. Los principales productos que se elaboran con este bambú son: **pisos, tableros, chapa, puertas, ventanas, viviendas, vigas, cerveza, artesanías, muebles**, entre otros.

¹⁴ INEC, 2010

Las principales iniciativas desarrolladas en los últimos años son:

- **La mesa sectorial de bambú:** plataforma intersectorial que reúne a actores públicos y privados que promueven actividades alrededor de la cadena de valor de este recurso. Entre otras cosas, ha organizado ferias y eventos de capacitación y, principalmente, un diálogo entre los interesados de la cadena con resultados destacados como introducir salvaguardas a productos de bambú importados, proponer una norma de construcción con este material, rondas de negocios y varios negocios entre actores.
- Eventos de **intercambio de información** regionales que han generado vínculos y sinergias entre actores de los países de la región.
- **Obras demostrativas de construcción con bambú:** viviendas sociales, infraestructura turística y productiva, bibliotecas, aulas escolares, puentes, entre otras. Estas obras han permitido mostrar el potencial, la versatilidad y la fortaleza de este recurso a tomadores de decisiones e inversionistas, y generar un entorno adecuado para negocios e inversiones.

COLOMBIA

Cuando leemos o escuchamos la relación entre Colombia y el bambú, inmediatamente se nos vienen a la cabeza construcciones magistrales, casas de campo y otro tipo de infraestructura que lo emplean como material principal. Existen en ese país arquitectos reconocidos a nivel internacional como Simón Vélez, ganadores de múltiples galardones y que ha construido **proyectos arquitectónicos maravillosos**. Sin embargo, además de poseer grandes exponentes de la construcción, en Colombia también se desarrollan iniciativas como la **certificación forestal, la formación de talentos humanos, la industrialización, la normatividad**, entre otros.

El interés y el trabajo sobre bambú están localizados principalmente en el **eje cafetero** y sus alrededores: Risaralda, el Quindío, Caldas, Manizales. Ahí es donde se han desarrollado la mayoría de iniciativas de construcción, programas de vivienda social, proyectos arquitectónicos, experiencias de certificación forestal FSC de bambú y varios procesos de construcción de una normatividad para el manejo, aprovechamiento y uso de este recurso. Esto no quiere decir que no haya bambú en otras regiones de Colombia, donde está naciendo toda una generación de nuevos/as bambuseros; sin embargo es claro el adelanto en conocimiento, tecnologías y experiencias que se ha desarrollado en esta región.

Una de los mayores avances en Colombia se ha dado en el tema normativo. Luego de tres años de trabajo, se logró la aprobación, por parte de los ministerios de

Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, de Transporte y del Interior, de la **Norma Sismo Resistente 2010 (NSR-10)**, que hace ajustes al Reglamento Técnico de Construcciones Sismo Resistentes NSR-98. Tras este proceso, se aprobó la norma y expidió el Decreto 926 del 19 de marzo del 2010. Para ello fue clave el trabajo de la Comisión Asesora para el Régimen de Construcciones Sismo Resistentes y la **participación de más de 1.000 profesionales entre arquitectos e ingenieros.**



Eje Cafetero

Formación de talentos humanos

En Colombia existe la costumbre ancestral de usar la Guadua como material para la construcción y la agricultura, costumbre que ha ido pasando de generación en generación a lo largo de la historia. Pero en la actualidad hay alternativas de capacitación para el uso de prácticas relacionadas con la cadena productiva y la transformación y uso del bambú en la construcción. La **Universidad Técnica de Pereira** ofrece anualmente un **diplomado integral** que abarca aspectos generales de la realidad del recurso en el país, producción de plantas, manejo y bosques naturales, aprovechamiento sustentable, procesos de transformación (preservado, secado), construcción e industrialización. Este diplomado recibe participantes de diferentes países de la región.

Existen otras iniciativas menos rigurosas pero muy prácticas y efectivas para aprender sobre el tema, especialmente focalizadas en la construcción. Entre otras, el curso anual organizado por **Fundeguadua** que -bajo el enfoque de aprender haciendo- ha

venido formando constructores con bambú en Colombia pero también en otros países de la región como México, Perú, etc.

La Norma Unificada de la Guadua

La Norma Unificada que reglamenta el Manejo, Aprovechamiento y Establecimiento de Guadua, Caña brava y Bambúes, es un ejercicio desarrollado por las corporaciones autónomas regionales de los departamentos de Caldas, Quindío, Risaralda, Tolima y Valle del Cauca, en pos de una gestión ambiental de carácter regional, en torno a una especie ligada profundamente a la cultura de esta parte del país.

La Norma tiene como objetivo lograr el manejo sustentable de los guaduales, detalla el procedimiento que deben seguir los propietarios y aprovechadores de la Guadua para obtener los permisos de aprovechamiento forestal de las CAR, e incluye el primer incentivo institucional al buen manejo de las plantaciones, al crearse el Registro de Guaduales Naturales de Manejo Sustentable¹⁵. Este ejercicio es ejemplificador para el resto de países de la región y sirve como insumo para replicar la experiencia.

La certificación forestal voluntaria (FSC) de la Guadua

Desde hace varios años, las Corporaciones Autónomas Regionales de Quindío, Tolima, Norte de Santander y Risaralda, han venido acompañando a 10 productores forestales en un proceso de certificación forestal voluntaria bajo el esquema de FSC de aproximadamente 341,89 has. La posibilidad de implementar un proceso de estas características permite demostrar que es posible obtener la **certificación de pequeños bosques** evidenciando que el manejo forestal sustentable es factible de alcanzar con comunidades locales y pequeños productores.

El proceso de acompañamiento técnico que realizan las Corporaciones Regionales a través de varios proyectos de cooperación deja varias lecciones para el sector forestal. Está claro que si el productor no cuenta con Plan de Manejo para su bosque, no es posible realizar un proceso de certificación forestal; asimismo es fundamental tener absoluta certeza sobre la tenencia o propiedad de los bosques. Adicionalmente, en los cuatro departamentos se habrán formado nuevos técnicos en el conocimiento del proceso de CFV, lo que le permitirá a las CAR iniciar nuevos procesos de apoyo a esta iniciativa de promoción de la sustentabilidad en el manejo forestal.

El proceso de certificación Forestal Voluntaria de bambú en el eje cafetero de Colombia es una **experiencia única en su clase**. Existen en Ecuador y en algunos países asiáticos plantaciones y bosques de bambú pertenecientes a empresas con

¹⁵ Moreno, R. 2002

certificación bajo esquema FSC; sin embargo, el caso de Colombia es particular al tratarse de una certificación otorgada a pequeños productores asociados y se presenta como una alternativa para solucionar una de las principales barreras de la certificación forestal que son los costos.

Proyecto Promoción, Innovación y Desarrollo Industrial de la Guadua, BID

Se trata de un proyecto de Cooperación Técnica no reembolsable que fue financiado por el Banco Interamericano de Desarrollo - BID -a través del Fondo Multilateral de Inversiones- FOMIN. El Proyecto se orientó a poner en operación un modelo para la innovación y desarrollo de la industria de la Guadua en Colombia; facilitar el desarrollo de la tecnología para el procesamiento industrial y el abastecimiento de productos, mediante el fortalecimiento de la capacidad de las empresas transformadoras para modernizar procesos y diseños, innovar tecnologías, manejar información y establecer alianzas con propietarios y productores que mejoren las economías de escala y aseguren el suministro de materias primas de valor agregado bajo protocolos de calidad.

CHILE

La Fundación Chile, en conjunto con la Universidad Austral y el INFOR¹⁶, y con el apoyo de FONDEF, elaboraron un instrumento para el impulso del sector: la “Estrategia de Desarrollo del Bambú Autóctono de Chile”.

El INFOR ejecutó un proyecto sobre adaptación de especies de clima templado, con el objeto de **conocer el comportamiento y la adaptación de más de 25 especies introducidas de bambú** y promover luego su producción y aprovechamiento en beneficio del sector forestal chileno en varios sentidos, quizá uno de los más importantes es la **producción de dendro-energía**. Desde el punto de vista del gobierno chileno, la generación de energía es un tema de especial interés.

Las formaciones naturales de bambú en Chile están conformadas por 11 especies con un alto grado de endemismo y que se diferencian de la mayoría de los bambúes del mundo por presentar tallos sólidos, característica que para ciertos usos constituye una importante ventaja. Sin embargo, tradicionalmente estas especies nativas han sido consideradas como plaga y se las aprovecha de forma marginal en relación a su potencial productivo.

Solamente de la especie *Chusquea culeou*, existen más de **26 millones de toneladas de materia prima** en pie, entre la IX y XI región. En estas tres regiones se concentra

¹⁶ INFOR, es el Instituto Nacional Forestal de Chile

el 80% de las formaciones con potencial industrial, las que a nivel nacional cubren una superficie de 900.000 has.

El Gobierno de Chile, en conjunto con varios institutos de investigación y desarrollo, ha implementado varios proyectos destinados a agregar valor a la producción e industrialización de bambúes autóctonos de este país, entre ellos: Utilización Industrial de Bambúes Autóctonos e Introducidas; Proyecto Carbón de Bambú; Proyecto Desarrollo Tecnológico y Comercial para la Fabricación de Tableros Decorativos de Bambú con Especies Autóctonas.

ARGENTINA

Argentina tiene una de las mayores oportunidades de crecimiento forestal en América Latina. Su principal ventaja reside en su **potencial para desarrollar plantaciones de crecimiento rápido**, favorecido por una estructura de propiedad estable, la disponibilidad de una amplia extensión de tierra fértil y las favorables condiciones ecológicas.

Actualmente, la República Argentina posee más de 1.100.000 has de plantaciones forestales, que representa aproximadamente el 5% de 20 millones de has de tierras aptas para el desarrollo de plantaciones que tiene el país.¹⁷

Igualmente, existe una gran superficie de bosques naturales: según el Primer Inventario Nacional de Bosques Nativos (2001), existen 33.190.442 has de bosque nativo que cuentan con una gran variedad de especies de alto valor, entre ellas la *Guadua chacoensis*, y otras especies nativas como la *Guadua trinii* y *Guadua paraguayana*, especialmente en las provincias de **Misiones, Corrientes, Entre Ríos y norte de Santa Fe**.

En una evaluación hecha a través del FRA 2005, se estimó que Argentina tiene **2.000.000 has de bambú**; sin embargo, este país cuenta con poca información sobre el recurso que –además– necesita ser socializada a nivel nacional a través de un proceso de generación de capacidades humanas. Argentina cuenta con los siguientes 7 géneros: *Chusquea*, *Guadua*, *Lithachne*, *Olyra*, *Merostachys*, *Rhipidocladum* y *Pharus* y varias especies asiáticas introducidas, como *Phyllostachys* y *Bambusa vulgaris*, ambas muy extendidas. En el norte fue introducido el género *Dendrocalamus sp.* hace más de 100 años.

El bambú está extendido en casi todo el territorio argentino, y cada zona está representada por sus géneros más importantes: En el NOA, *Bambusa* y *Dendrocalamus*; en el NEA, *Bambusa* y *Guadua*; en la llanura, incluyendo el Delta del Paraná, fundamentalmente especies del género *Phyllostachys*; y en el Sur,

¹⁷ COMPYMEFOR, 2005

Chusquea coleu. En la mayoría de estos lugares, excepto en el NOA, el bambú es una planta **sub-utilizada**, que sólo se emplea en prácticas básicas de la agricultura.

En noviembre de 2005, el Ministerio de Agricultura creó un Foro Nacional de bambú para facilitar la discusión y difusión de información. Otra finalidad del foro fue promover políticas y reglamentos para desarrollar una agenda nacional que priorizara el bambú como alternativa para la generación de ingresos. El foro nacional se desactivó al poco tiempo de comenzar, pero de todas formas se han logrado parte de los resultados esperados a través de un grupo de sus fundadores que sigue participando activamente.

Argentina sufrió **uno de los mayores desastres en relación al desarrollo del bambú**. Entre 2007 y 2008 la mayoría de los bosques naturales del norte argentino florecieron (floración gregaria de la *Guadua chacoensis*). Esto causó una muerte masiva de las plantas de bambú y varias iniciativas que venían trabajando con esta especie fueron obligadas a cambiar sus estrategias y trabajo o cerrar. Esta floración también fue tomada por algunas iniciativas como una oportunidad para el estudio genético y la viverización de dicha especie.

Existen algunas iniciativas del Gobierno y privadas que vienen desarrollando actividades de producción de plantas y plantaciones en la zona de Misiones y Buenos Aires (Ej. Eldorado Bambú, *Bambú-Guazú*, etc.). Una de las iniciativas más relevantes es el proyecto para el **Desarrollo del Bambú en el Delta de Buenos Aires**, que promueve el manejo del recurso (*Phyllostachys sp.*) y el aumento del valor de la materia prima a través de procesos de transformación.

En el área académica, la **Universidad de Tucumán** ha venido desarrollando varios trabajos sobre construcción, liderados por el **arquitecto Horacio Saleme**. Esto ha permitido que se forme una generación de constructores con conocimientos sobre este material en Argentina. La profesora **Zulma Rugolo de Agrasar** -una de las autoras de este libro- lidera el equipo de investigación en bambú de la Agencia de Investigación del Gobierno de la Nación, dependiente del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación.

OTRAS INICIATIVAS EN LA REGIÓN

Existen actualmente otras iniciativas que trabajan con bambú que no vamos a detallar, pero que -sin embargo- pueden ser usadas como ejemplo de réplica en nuestros países, entre ellas:

- El proyecto para el desarrollo y la investigación del Ratán implementado por el Instituto de Investigaciones Forestales de **Cuba**.

- El proyecto CIDEM-bambú de la Universidad Central de las Villas en **Cuba**.
- En **Venezuela**, la experiencia de desarrollo comunitario con base en el bambú liderada por Fundación Empresas Polar.
- En **Panamá**, los proyectos de desarrollo ejecutados por Fundación APASAN y la experiencia desarrollada por la empresa Bambusa.
- El trabajo de BolBambú en **Bolivia**.
- La diseminación de información, la capacitación y el trabajo empresarial de Guadua Bambú Central América en **Costa Rica y Nicaragua**.
- La experiencia de Bambu Mex, Fundación Xanvil, Bambuver, Kaltia Bambú y otros muchos más en **México**.

RECOMENDACIONES PARA EL FUTURO DE LA COLABORACIÓN REGIONAL

En el ámbito regional se han identificado varios temas comunes para trabajar colaborativamente, así como para fomentar el intercambio de manera de no repetir el trabajo ya realizado. Vamos a analizar algunos de estos temas en forma de recomendaciones y esperamos que los lectores puedan adaptar este contenido a cada una de sus realidades.

La normatividad

Es necesario fortalecer el tema de la normatividad en muchos de los países, con miras a mejorar los procesos de cosecha, pos-cosecha y transformación del bambú. Hay varias iniciativas en camino (Ej. Perú) y otras ya consolidándose (Ej. Colombia). Hay una buena oportunidad de promover un intercambio entre los actores (Ministerios, sociedad civil) que lideraron los temas; **estos intercambios permitirán recorrer el camino de un forma más ágil y rápida, y evitar duplicación de trabajo.**

La normatividad, por otro lado, permitirá optimizar la producción, volver a las empresas y productores más competitivos, mejorar los precios y los procesos que incluyen la participación directa de personas. La estandarización de procesos dará la posibilidad de ubicar el bambú en mercados más convencionales, y asegurar su uso adecuado y su inclusión en la lista de materiales e iniciativas de construcción. También facilitará procesos de exportación e importación.

De la articulación de iniciativas, gobiernos y redes nacionales con sus pares de otro países para lograr el intercambio, entendimiento, adaptación y adopción de

experiencias (normas técnicas, procesos de certificación, regulaciones), depende en gran medida la posibilidad de llevar a cabo un proceso de normatividad regional, con criterios unificados que faciliten la aplicación de estas normas en la región.

Una gran oportunidad quizá sea el hecho de que en algunos países ya están consolidados los mecanismos normativos (códigos de construcción, normas de manejo forestal), que han sido desarrollados para especies similares, en algunos casos las mismas (Ej. *Guadua angustifolia*). En varios casos es posible tomar estas normas como insumos y adaptarlas al contexto de cada país.

La formación de capacidades locales

En la región existe una necesidad común de capacitar talentos humanos en temas relacionados con el bambú, como una alternativa válida para procesos productivos y de generación de ingresos. Por otro lado, hemos visto que en muchos países ya existen procesos de formación permanentes en varios aspectos de la cadena de producción. Es necesario hacer un **análisis de estas complementariedades** para diseñar una estrategia que permita aprovechar las oportunidades de capacitación en beneficio de los países con menos posibilidades de hacerlo. Una estrategia de disseminación de información sobre oportunidades de capacitación.

Por otro lado, varias instituciones (Ej. **INBAR, UTP-Colombia**, etc.) ofrecen anualmente eventos de capacitación que muestran las experiencias de países que han desarrollado el sector de bambú como Colombia o Ecuador, grandes industrias de bambú, como es el caso de China, India, etc. Así, se podría aprender de estas experiencias y, a su vez, aprovechar los contactos para el intercambio de tecnología y asistencia técnica entre los diferentes continentes.

Usos del bambú

Hay una gran necesidad de visualizar los diferentes usos que se puede dar al bambú, su importancia y potencial. Esto en muchas formas evitaría la explotación indiscriminada que está teniendo este recurso, así como una mayor valoración.

El intercambio de experiencias entre países que cuentan con una industria desarrollada de bambú y países que poseen el recurso y no conocen la forma de usarlo adecuadamente, se ve como una de las estrategias más relevantes a seguir. Este intercambio debería darse principalmente con actores políticos, tomadores de decisiones, inversionistas y líderes comunitarios, que faciliten el intercambio interno en sus países, así como lideren un proceso de formulación de políticas encaminadas a la promoción de nuevos recursos como el bambú y sus múltiples posibilidades de aprovechamiento.

Quizá uno de los temas de mayor interés entre los países de América Latina, es la posibilidad de usar el bambú como un medio para la **generación de energía**, con base en su biomasa. Existen experiencias desarrolladas en este tema en **China** y, más recientemente, en **Brasil** y **Honduras**. Y en **Chile**, **Ecuador**, **Perú**, entre otros, el desarrollo de iniciativas piloto para generar energía con bambú se encuentra en proceso de prospección.

INBAR, por su lado, prepara material de difusión y capacitación para trabajar en el tema de dendro-energía a partir del bambú en América Latina. Este material luego de ser diseñado y validado, será compartido con miembros de la red en la región a través de talleres, congresos, conferencias y mecanismos virtuales.

Mejoramiento de vínculos urbano rurales

Uno de los principales desafíos de varias iniciativas institucionales es impulsar el desarrollo de vínculos que **acorten las cadenas de intermediación entre productores de bambú y plataformas de consumo**, para incrementar el beneficio obtenido por los productores, y modificar el ambiente de informalidad que impide la profesionalización de los oficios alrededor de la cadena de valor y la ilegalidad en la cosecha, movilización y comercialización del bambú. Una estrategia para lograr este objetivo es la formación de redes de **intercambio y comercialización** que transparenten las transacciones, estabilicen los precios y estandaricen las labores.

Generación e intercambio de información

Hay gran cantidad de información sobre bambúes nativos de América Latina, y numerosas personas que trabajan con este recurso desde hace muchísimos años, pero su experiencia y descubrimientos no han sido publicados; por lo tanto, es difícil acceder a esa información que es de vital importancia generar. Varias universidades, en muchos casos en forma aislada, vienen trabajando en investigaciones sobre el bambú en diferentes aspectos.

Existe la necesidad de empezar a vincular estas iniciativas de investigación a través de plataformas nacionales y regionales de intercambio de experiencias. Esto mejorará el conocimiento sobre el recurso, así como aumentará la cantidad de personas formadas para el tratamiento de este tema en la región.

Los mayores desafíos, asimismo, para América Latina en términos del desarrollo del bambú se presentan como:

1. La presencia de China como el mayor exportador de productos de bambú, inhibe el desarrollo de iniciativas en la región. Sin embargo, la dinámica

económica de China y el alza de sus costos de producción, se presenta como una gran oportunidad debido a la posibilidad de captar inversiones, transferir tecnología y desarrollar la industria para los bambúes americanos con mayor capacidad de competir.

2. La necesidad de generar más información y promoción para diseñar mejores políticas, promover inversiones y posicionar al bambú como un recurso prioritario. Las universidades tienen un rol muy importante en este desafío.

3. La cooperación sur-sur, para compartir conocimiento validado sobre el uso de especies similares entre países de la región, por ejemplo la experiencia de Colombia en la construcción con Guadua.

4. El desarrollo de procesos productivos con base en la colaboración intersectorial es vital: gobiernos nacionales, regionales y locales; sociedad civil, productores, sector privado, entidades financieras, universidades.

5. La necesidad de mostrar lo mejor del bambú a otros sectores como el de la construcción, la agroindustria, la remediación ambiental y la conservación de bosques, es un gran desafío para los promotores de este recurso. En esta tarea serían prioridad los actores claves que desconocen los usos y beneficios de este recurso.



Mapa de países miembros de INBAR en la región



Recorrida con el consejero comercial chino, por los bambusales naturales del Delta, junto a Yung Yi lin, a María Emilia Caro y Clara Peña.



El ex-director Francisco R. Serrano, el actual director Roberto Casavecchia y la coordinadora de proyectos sustentables Clara Peña.



La asesora social del Proyecto Bambú, Lorena Tokatlian, en uno de los talleres de la DPDI.



El Arq. Horacio Saleme y el Luthier Ángel Sampedro, en la presentación del primer libro “El bambú en el delta bonaerense y su gente” 2013.



Bambusal en el delta visto de abajo hacia arriba,

Capítulo IX

EL DELTA DEL PARANÁ, EN COMPARACIÓN CON OTROS DELTAS DEL MUNDO

MSc, Phd (cand.) Verónica Zagare

Consideraciones acerca de los Deltas Urbanos.

Estudio comparativo y presentación del caso del Delta Inferior del Paraná y su relación con los procesos metropolitanos. Verónica Zagare¹

Históricamente, tanto las zonas costeras como los deltas han sido lugares atractivos para los asentamientos humanos por su riqueza natural y estratégica localización. Estas cualidades los han convertido en sitios propicios para el desarrollo de actividades productivas, industriales y comerciales (Zagare 2015). De hecho, se estima que la mitad de la población mundial está localizada dentro de un radio de 200 km de la costa (Reker et al. 2006, p.21), cifra que se vería duplicada para el año 2025 (Creel 2003). La demanda de suelo trae como consecuencia un cambio de uso que genera impactos en el territorio natural a distintas escalas. Es así como estas áreas alcanzan una doble complejidad, fundamentalmente derivada de la coexistencia de los procesos naturales con los antrópicos en un contexto de cambio continuo.



Figura 1- Buenos Aires, (Zagare, V. 2013)

¹ Arquitecta, Magíster en Economía Urbana y candidata a PhD por la Universidad Tecnológica de Delft (Países Bajos). Actualmente se desempeña como Investigadora en el Instituto Superior de Urbanismo, Territorio y el Ambiente (ISU) de la Universidad de Buenos Aires.

Un delta es “(...) un área con predominio de sedimentación que se desarrolla en las proximidades de un cuerpo de agua, donde un río o un sistema fluvial pierde competencia y deposita sus detritos” (Parker & Marcolini 1992, p.244). Estos depósitos sedimentarios también son moldeados por otros agentes, como por ejemplo olas, corrientes o mareas (Wright 1978) y pueden caracterizarse de distintas maneras de acuerdo a la influencia que estos agentes ejercen sobre su morfología (Hori & Saito 2007). En este contexto, las ciudades se ven influenciadas por esa base natural que les proporciona condiciones para su desarrollo y a la vez, esos asentamientos afectan de distintas maneras la geografía a través del patrón de ocupación que presenten.

No existe una única teoría que pueda definir o categorizar los deltas urbanos en toda su complejidad ni tampoco existe consenso sobre cómo abordar la problemática desde el punto de vista de la planificación territorial o del manejo de los recursos hídricos, disciplinas clave en la regulación de los procesos que tienen lugar en estos territorios. Sin embargo, determinadas visiones como ser la teoría de los sistemas (McLoughlin 1985) resultan válidas para la comprensión del fenómeno y para el diseño y la implementación de estrategias que contemplen su condición dinámica. “(...) Un sistema es un todo complejo, un conjunto de cosas o partes interconectadas, un cuerpo organizado de cosas materiales o inmateriales que interactúan a fin de formar un todo” (McLoughlin 1985). A través de este enfoque, los deltas urbanos pueden ser entendidos como un todo dinámico y complejo, constituido por componentes ecológicos, sociales y físicos que se ven influenciados por determinadas tendencias de diferentes maneras (Dammers et al. 2014, p.157). Este enfoque se basa en la capacidad de adaptación de los deltas a esas posibles tendencias o a eventos disruptivos, en la sincronización de los diferentes sectores y en la movilización de actores para organizar una acción colectiva (Dammers et al. 2014, p.157). En otras palabras, los deltas urbanos son vistos como “Sistemas Adaptables Complejos” (CAS) en los cuales la evolución es el resultado de la interacción continua de los subsistemas con las condiciones externas en forma no lineal e impredecible (Dammers et al. 2014, p.157). Todo sistema permanece en un estado de relativa estabilidad hasta que un evento disruptivo extremo hace necesaria la búsqueda de un nuevo equilibrio, llegando así al punto denominado “Transición Crítica”, en el cual el sistema debe definir un nuevo balance (Meyer 2014b, p.8). Frente a los conceptos previamente esgrimidos en cuanto a la compleja relación dual de naturaleza y urbanidad en los deltas y a la impredecibilidad de los cambios contextuales, un enfoque sistémico puede contribuir a la comprensión del fenómeno, brindar herramientas para la comparación de diferentes experiencias y enriquecer el diseño e implementación de estrategias apuntadas a aumentar la adaptabilidad de los deltas urbanos.

Esta idea de los sistemas complejos encuentra como base metodológica el enfoque de capas o “Layer Approach” desarrollado por McHarg (1969) en el cual se distinguen tres capas en la organización espacial del territorio: la capa inferior o *sustrato natural* (terreno natural), la capa intermedia o *redes* (transporte, infraestructura

y comunicaciones) y la capa superior u *ocupación* (van Schaick & Klaasen 2009). Cada capa sufre transformaciones en diferentes escalas temporales e influyen a las demás capas en un proceso recíproco (Fig.2). Si bien este enfoque posee defensores y detractores desde el punto de vista metodológico, resulta un medio útil para analizar las interrelaciones de los sub-sistemas, para efectuar comparaciones entre distintos casos y para poder encontrar una herramienta de simplificación que se constituya como una plataforma de comunicación para contribuir a la participación de diferentes actores con distintos tipos de formación.

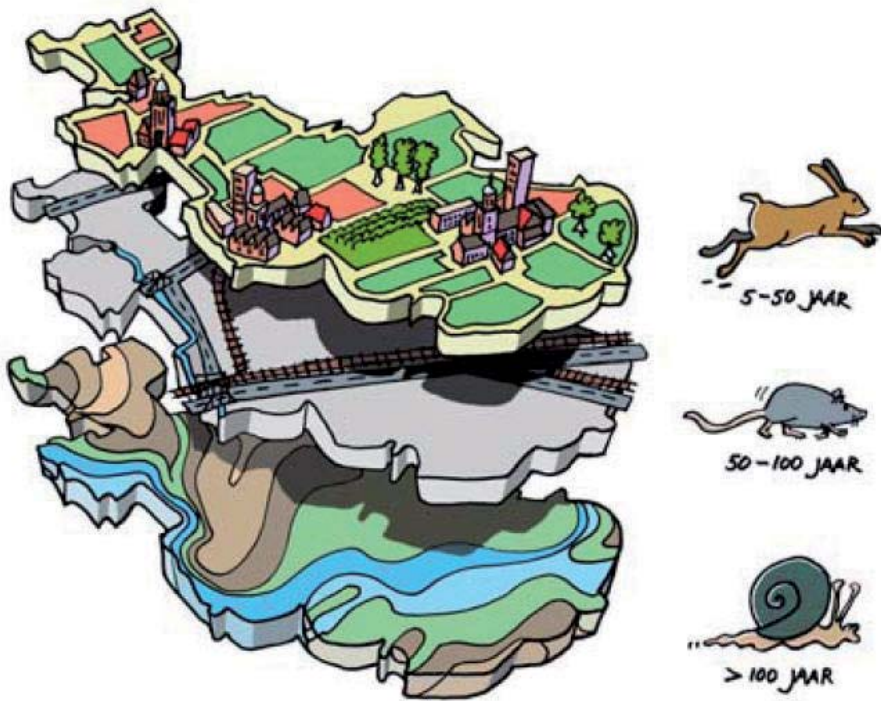


Figura 2 - Capas y su temporalidad de transformación (5 a 50 años para la capa superior –ocupación–, 50 a 100 años para la capa media –redes– y más de 100 años para la capa inferior –sustrato–) (Dammers et al. 2014).

La interrelación de las capas en el territorio como determinante de las condiciones de los deltas urbanos. Algunos ejemplos.

No existe un único tipo de delta o zona costera, como tampoco una única forma de ocuparlos. La interrelación entre el terreno natural, las infraestructuras y los patrones de ocupación determinan las condiciones de desarrollo de las ciudades y regiones así como también influyen en su grado de vulnerabilidad y su capacidad de resiliencia. Algunas ciudades se han asentado en territorios altos ubicados a las orillas de los deltas (como ser el caso de Buenos Aires - *Fig.3* Lisboa o Hamburgo), otras en diques naturales formados por depósitos de sedimentos de los ríos (como por ejemplo algunas ciudades de los Países Bajos o la ciudad de Nueva Orleans en el delta del río Mississippi), otras directamente sobre las islas (como es el caso de Venecia), sobre diques a lo largo de los canales de irrigación (ciudad de Can Tho, en el Delta del río Mekong - *Fig.4*) o también en sectores protegidos por las bahías (como es el caso de Houston en la bahía de Galveston (*Fig.5*)) (Meyer 2014b).



Figura 3 - Delta del Paraná. (Zagare, V. 2015)



Figura 4 - Delta del Mekong. (Zagare, V. 2015)



Figura 5 - Bahía de Galveston. (Zagare, V. 2015)

En función a su ubicación y a las características naturales que poseen, las ciudades próximas a los cursos de agua, y sobre todo a los deltas, se aseguran oportunidades para el desarrollo productivo en torno a la pesca, la agricultura y la actividad portuaria y de servicios (en la actualidad, 14 de las 19 ciudades más grandes del mundo son puertos -UN Habitat 2012, 90-). Por ejemplo, la ciudad de Shanghai (China), localizada en el Delta del Río Yangtze (*Fig.6*), aloja el puerto de contenedores más importante del mundo (World Shipping Council 2015) y está considerada el centro logístico y de servicios de China.



Figura 6 - Delta del Río Yangtze (Zagare, V. 2015)

Su población, que ronda los 22 millones de habitantes, la sitúa como la tercera aglomeración urbana del mundo, presentando a su vez una tasa de incremento poblacional de 3 % anual (United Nations 2014), lo cual permite inferir un rápido crecimiento a futuro. Las ciudades portuarias pueden, a su vez, vincular las economías locales con las regionales y hasta incluso con las cadenas de suministro y comercio globales (UN Habitat n.d., p.4). Esta condición, sumada al desarrollo del transporte, la tecnología de la comunicación y la especialización favorecen también la generación de corredores regionales que vinculan las ciudades costeras con las mediterráneas, consolidando redes de ciudades en torno al puerto que integra las áreas naturales costeras con sistemas más amplios de desarrollo. Este es el caso de Rotterdam (Países Bajos), el puerto y complejo industrial más grande de Europa

(Fig.7), que forma parte de una red de logística que lo integra al Randstad (cadena de ciudades que forman la aglomeración urbana más poblada de los Países Bajos – integrada también por Amsterdam, La Haya, Delft y Utrecht, entre otras ciudades). La visión del puerto de Rotterdam al año 2030 prevé además una integración con el puerto de Amberes (Bélgica), lo cual es un ejemplo de conexión regional que trasciende los límites jurisdiccionales y también de un cambio de paradigma ya que ambos puertos han sido históricamente competidores entre sí.



Figura 7 - Delta del Río Rhine-Meuse-Scheldt. (Zagare, V. 2015)

Los patrones de ocupación también difieren respondiendo al contexto y en estrecha relación con las infraestructuras y las vías de comunicación. En algunos casos, la ocupación tiene lugar previo al desarrollo de las redes de comunicación o infraestructuras mientras que en otros, es la infraestructura la que hace posible la ocupación del territorio. La Ciudad de Buenos Aires ha tenido importancia a nivel estratégico desde el Siglo XVI como entrada a la Cuenca del Plata y creció como puerto siguiendo un modelo de desarrollo agroexportador que se articularía con el imperio Británico. A mediados del Siglo XIX, la aparición del ferrocarril en la ciudad y su rápido crecimiento hacia las periferias permitió la expansión urbana y la conexión con el resto de las provincias (Zagare 2007). Un siglo después, el modelo neoliberal que implicó la apertura económica, la descentralización y el ingreso de Inversiones Externas Directas (IED), entre otros efectos, generó otro tipo de patrón

de ocupación del territorio en torno al transporte privado. Las nuevas tipologías diferirían de las anteriores básicamente por ser desarrollos de origen privado, orientados a sectores específicos de la población y trayendo consigo un escenario de polarización socio-espacial. A diferencia del caso argentino, en el delta del Rhine-Meuse-Scheldt (Países Bajos), la infraestructura de defensa contra inundaciones y la reclamación de tierras fueron las bases que permitieron la ocupación del territorio. La parte central de Holanda (la actual Randstad) tuvo que ser transformada de una laguna a un paisaje “drenado y racionalizado” que combinó la naturaleza sedimentaria con la construcción de polders y diques (Meyer 2014a, p.46). Aquí, la planificación urbana nació de la mano de la ingeniería hidráulica y el manejo del agua a través de la tecnología, patrón que sigue dominando en la actualidad. En este mismo delta y en relación a la infraestructura, es interesante mencionar el caso de la ciudad de Goedereede, en la cual no solo las infraestructuras sino también los procesos naturales del delta produjeron transiciones críticas a lo largo de su historia. En el siglo XVI la ciudad de Goedereede fue establecida en la isla de Westvorne constituyéndose posteriormente como puerto de mar y centro de actividades comerciales, por lo que el paisaje urbano estaba caracterizado por la presencia de grandes almacenes. En los siglos XVII y XVIII, los procesos de sedimentación fueron obstruyendo los canales y generando tierra nueva en torno a la ciudad, lo cual también estuvo influido por las obras de infraestructura de reclamación de tierras de los alrededores, (*Fig.8*)

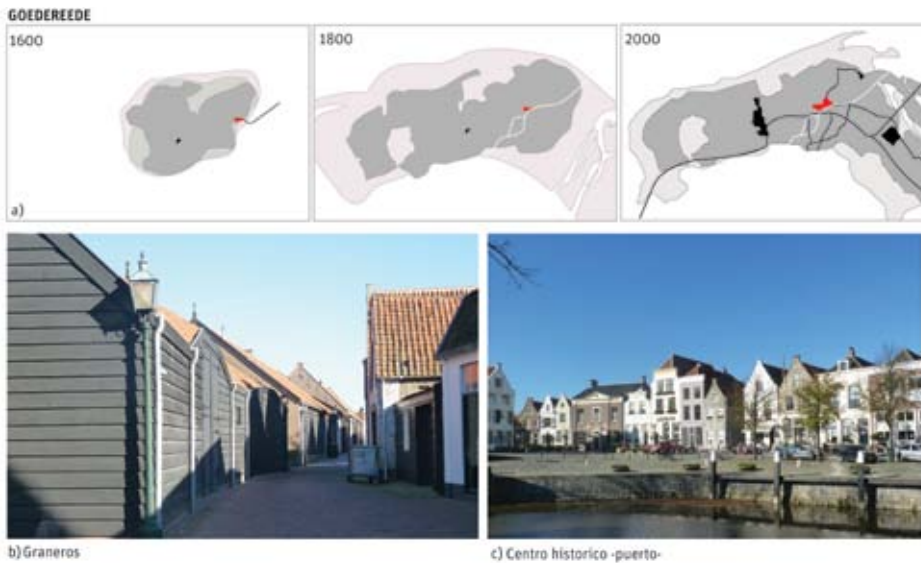


Figura 8 - Goedereede. a) Zagare, V. en base a (Meyer et al. 2012). B y c) Zagare, V. 2010.

Es así como obras de canalización se tuvieron que llevar a cabo para mantener la salida al mar, pero el carácter de la ciudad mutó del comercio hacia la agricultura y esos almacenes se transformaron en graneros para posteriormente ser refuncionalizados como supermercados, viviendas para artistas o usos relativos al turismo. La creciente integración de los asentamientos en la red de caminos rurales produjo cambios a nivel infraestructura vial en Goedereede, dando como resultado una ciudad con un centro histórico conservado pero con unos alrededores refuncionalizados, que en algunos casos han quedado obsoletos o perdido su significado (Meyer et al. 2012; Meyer & van Schuppen 2009).

Si bien hemos visto que la localización es un punto estratégico para el desarrollo a nivel local y regional, ésta también trae consigo una alta vulnerabilidad a los efectos del cambio climático, como ser las inundaciones. Eventos extremos con trágicas consecuencias trajeron consigo transiciones críticas que cambiaron la concepción del territorio y la planificación urbana en algunos deltas. Las inundaciones de 1962 en Hamburgo (delta del Río Elba) (*Fig.9*) impulsaron la necesidad de aumentar las defensas, por lo que la altura de los diques fue incrementada en algunos casos de 5,70 m hasta 9,25 m. (Neumann 2014).



Figura 9 - Delta del Elba. (Zagare, V. 2015)

En los Países Bajos, dos inundaciones ocurridas en 1916 y 1953 dieron origen a dos de las más grandes obras hidráulicas iniciadas por el Estado Nacional: las obras llamadas “Zuiderzee Works” y “Delta Works”. El primer caso consistió básicamente en el cierre del Zuiderzee o Mar del Sur (el cual se convirtió en una laguna de agua dulce IJsselmeer) y la construcción de polders en los cuales se establecieron nuevas ciudades totalmente planificadas (“New Towns”) con perfiles de ocupación determinados. El segundo caso consistió en la construcción de diques, barreras y en el incremento de altura de diques existentes. En total, y en consecuencia de ambos programas, la extensión de la costa holandesa se redujo de 1400 km en 1930 a 400 km en 2000 (Vrijling & Stive 2010). Luego de esta racionalización y tecnificación de los espacios, se planteó ¿hasta qué límite puede garantizarse la protección en un contexto de cambio climático creciente? y ¿de qué forma es posible lograr una restauración de la naturaleza del delta? Es así como surgieron dos programas (“Room for the River” – Lugar para el Río- y “Delta Program” –Programa Delta-) a los fines de experimentar nuevas alternativas para restaurar las condiciones del delta de una manera más dinámica y menos tecnificada y para considerar la incertidumbre del cambio climático y los cambios sociales a largo plazo (Meyer 2014a). Si se hace referencia a grandes desastres naturales, no puede obviarse el caso de la ciudad de Nueva Orleans (*Fig.10*), que en 2005 sufrió los embates del huracán Katrina, que literalmente inundó el 80% de la ciudad causando la evacuación de aproximadamente 1,3 millones de personas de la ciudad y sus alrededores. En la actualidad se calcula que la ciudad de Nueva Orleans posee 320.000 habitantes y el debate gira en torno a desarrollar una nueva relación entre el sistema urbano y el natural en el cual el desarrollo de infraestructura juega un rol relevante (Morris et al. 2008). Asimismo, el desafío no solo se centra en lo que el hombre pueda hacer para paliar la situación y prepararse para el futuro, sino también en qué puede dejar de hacer para que el delta no desaparezca, ya que además de las causas naturales, las tierras están desapareciendo por las obras de canalización y extracción de gas (Campanella 2014).

Los casos presentados sirven para abrir el juego a la comprensión de los factores que constituyen un delta urbano y sus interrelaciones. Asimismo, exponen la forma en la que esos sub-sistemas influyen en el resto de los elementos constituyentes, y cómo en combinación con los factores externos pueden generar momentos de *transiciones críticas*. A través de los casos analizados es posible iniciar una reflexión sobre las condiciones específicas que hacen del delta del Paraná un caso particular a ser considerado tanto por sus condiciones naturales como por su relación con la infraestructura y los patrones de ocupación urbana.



Figura 10 - Delta del Mississippi. (Zagare, V. 2015)

El Delta del Paraná

La principal característica del Delta del Paraná es su heterogeneidad. En su vasta extensión, 22.587 km² -Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación 2008-, este sistema de humedales presenta situaciones disímiles fruto de la variedad de unidades de paisaje que constituyen las islas del delta y también como producto de los diferentes tipos y escalas de las ciudades que se asientan a lo largo de sus bordes. Estos contrastes se ven exacerbados cerca del Delta Inferior, donde se localiza el Área Metropolitana de Buenos Aires –la conurbación más grande de Argentina, con una población de alrededor de 13 millones de habitantes (INDEC 2010). A pesar de ocupar menos del 1% de la superficie del país, el Área Metropolitana acoge el 31% de la población nacional y participa en el 53% del PIB (Producto Interno Bruto) (Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires 2010), por lo que constituye un caso especial de alta densidad que difiere considerablemente del resto de los asentamientos que se ubican a lo largo del delta. Allí se localiza una red de ciudades de diversas escalas de relevancia y especialización que determinan el corredor económico más rico y poblado del país en convergencia con la ruta comercial más relevante del Mercosur que conecta Santiago de Chile (Chile) con

Sao Paulo (Brasil). Entre las ciudades que forman ese corredor se destacan, además del área Metropolitana de Buenos Aires, la aglomeración de Gran Rosario, con una población de 1.2 millones de habitantes, la ciudad de La Plata -Capital de la Provincia de Buenos Aires, con una población de 0.7 millones de habitantes- y Santa Fe -Capital de la Provincia homónima, con medio millón de habitantes-.

Influenciada por las dinámicas naturales, económicas y demográficas, la realidad de las islas del Delta Inferior es también muy diferente de la que puede encontrarse en las secciones Media y Superior del Delta. En este capítulo se hará hincapié en la sección Inferior del delta a los fines de analizarla en torno a los temas anteriormente tratados. (*Fig.11*)



Figura 11 - Delta Inferior. (Zagare, V. 2015)

Sustrato Natural

El sector analizado en este capítulo es el correspondiente a los sistemas de “Pajonales y bosques de las islas deltaicas” y los “Bajíos ribereños” -unidades 5eii y 5diii respectivamente de los Sistemas de paisajes de humedales del Corredor Fluvial Paraná-Paraguay (Bo & Quintana 2013, pp.289-320)-. Estas áreas comprenden las

islas del Delta Inferior incluyendo el frente deltaico y una faja de terreno localizada en el noreste de la Provincia de Buenos Aires que ocupa un sector de los partidos de Campana, Escobar y Tigre y que a pesar de ser considerada continental se ve afectada por los regímenes de los Ríos Paraná y de la Plata. Estudios desarrollados por Parker y Marcolini (1992) sugieren considerar al Delta Inferior como un *modelo de delta de estuario complejo* que se diferencia de otros debido a que el río portador (Río Paraná) no descarga sus sedimentos directamente al mar, sino que por el contrario, lo hace a través del Río de la Plata, un elemento geográfico con rasgos del tipo estuáricos. Es así como las formaciones *delta* y *estuario* pueden ser consideradas una unidad geológico-hidrológica dinámica en cuanto a su ambiente sedimentario (Rinaldi et al. 2006) y morfológica en función a la superposición que existe de la plataforma subcúnea del delta con el lecho del Río de la Plata (Parker y Marcolini 1992; Hori y Saito 2007).

La dinámica sedimentaria tiene un rol importante en este sector del Delta ya que es una zona que presenta cambios continuos a nivel morfológico y aumentos areales considerables. El Río Paraná presenta una descarga de aproximadamente 18.000 m³/seg, transportando alrededor de 160 millones ton/año de sedimentos (28 % de arcillas, 56 % de limos y 16 % de arenas). La arena depositada sobre la desembocadura del río influye en el aumento de la longitud del delta, mientras que los limos producen un incremento en la cota, resultando en la emergencia de bancos que posteriormente se convierten en islas (Pittau, Sarubbi, y Menéndez 2004) (*Fig.12*).



Figura 12 - Islas nuevas. (Zagare, V. 2013)

El avance del frente del delta producido por los aportes sedimentarios presenta una tasa de crecimiento lineal de 50 a 100 m por año para el sub-frente del Paraná de las Palmas (localizado en el sector Sur, paralelo a las costas de la Ciudad de Buenos Aires) y de 0 a 25 m por año para el sub-frente del Paraná Guazú (ubicado al Norte, cercano a la desembocadura del Río Uruguay). En función de esa tasa, se estima que en alrededor de 110 años el delta podría avanzar hasta llegar al límite de la ciudad de Buenos Aires (Pittau, Sarubbi, y Menéndez 2004; Sarubbi 2007; Sarubbi, Pittau, y Menendez 2006), produciendo cambios en la morfología costera y en la relación entre las ciudades y el agua.

Mientras que en las secciones superior y media la hidrología se basa principalmente en los pulsos de inundaciones y secas causados por la variabilidad en el caudal del Río Paraná y los aportes pluviales de sus tributarios, el Delta Inferior también está influenciado por las mareas del Río de la Plata y el fenómeno meteorológico conocido como Sudestada, que consiste en vientos persistentes provenientes del Océano Atlántico en dirección Sudeste-Noroeste (Barros, Camilloni, y Menendez 2003; Barros et al. 2006). En consecuencia, los riesgos en esta zona están asociados al aumento del nivel del Río de la Plata motivado por la acción de esos vientos que arrastran el agua dentro o fuera del sistema y en mayor o menor medida por el incremento general del nivel del mar. Estos factores, combinados con las fuertes y cada vez más recurrentes lluvias producto del cambio climático y la variabilidad asociada al fenómeno meteorológico El Niño Oscilación del Sur, producen un bloqueo del drenaje natural (y artificial) de los ríos y las ciudades, generando importantes inundaciones en las zonas costeras y en áreas bajas en los alrededores de los cursos de agua (Zagare & Manotas Romero 2014).

En su condición de humedal, el Delta del Paraná brinda importantes bienes y servicios ecosistémicos, tanto de aprovisionamiento (provisión de agua dulce, alimento, materias primas, hábitat de diferentes usos y actividades, etc.), como de regulación (regulación de sequías e inundaciones, regulación climática y de emisiones de CH₄ a la atmósfera, control de erosión, etc.), culturales (beneficios no materiales obtenidos de los ecosistemas) y de apoyo (formación de suelos, reciclaje de nutrientes, etc.) (Costanza et al. 1997; Mitsch & Gosselink 2007; Oddi & Kandus 2011). El sistema también contribuye a la estabilización de las costas y a la reducción de los efectos de los vientos, las olas y otros eventos climáticos. También es un factor clave para el desarrollo del turismo y recreación, que en esta sección de Delta tiene un alto impacto en la economía.

Redes (infraestructuras) y ocupación del territorio

Si bien el proceso de ocupación del Delta Inferior estuvo siempre relacionado con los eventos que tuvieron lugar en la Ciudad de Buenos Aires y sus alrededores, la dinámica de ocupación de las islas difirió desde sus inicios con los patrones que se desarrollaron en los sectores continentales. Previo a la colonización española, el delta y los bajíos ribereños estaban habitados por comunidades aborígenes. Posteriormente, la ciudad de Buenos Aires fue fundada sobre las costas del Río de la Plata (por primera vez en 1536 y posteriormente refundada en 1580) y pese a no tener contacto directo con el delta, su ubicación era estratégica por su cercanía al canal navegable del Río Paraná, ruta principal hacia Paraguay (Zagare 2014). En esa época, los asentamientos en el Delta carecían de toda planificación y se caracterizaban por su dispersión, precariedad y difícil acceso debido a la falta de infraestructura. En general, las islas eran ocupadas por viajeros extranjeros que cultivaban frutas y practicaban la forestación (Galafassi 1996; Sierra 1967). La posesión y distribución de las parcelas del delta no estaba regulada por el Estado y recién a finales del siglo XIX fueron mensuradas y distribuidas resultando en la transferencia del 55% de las islas al dominio privado. El sistema productivo se basaba fundamentalmente en unidades de pequeña escala (economía familiar), que se centraban en el cultivo de frutales, verduras y en la forestación.

Entretanto, la Ciudad de Buenos Aires iniciaba una rápida expansión desde mediados del siglo XIX, consolidándose como metrópolis e insertándose en el mercado internacional. El modelo agroexportador y la alta demanda británica de las materias primas y los alimentos impulsaron un intempestivo crecimiento de la ciudad hacia la periferia a lo largo de la red ferroviaria, que se encontraba en plena expansión. A pesar de que este crecimiento se opacó con la crisis mundial de 1929, una década después un vigoroso proceso de industrialización alentó el desarrollo de nuevas centralidades a una distancia aproximada de cinco a veinte kilómetros de la ciudad que ofrecían espacios comerciales, bancos y equipamientos para la salud y educación (Ciccolella 2002). Este proceso de industrialización produjo a su vez un impacto en el sistema productivo del Delta Inferior, que consistió no sólo en un aumento del tamaño de las unidades productivas sino también en un cambio del tipo de producción, orientándose hacia el sector forestal. Nuevas tipologías de productores aparecieron en las islas, junto con nuevas tecnologías y diferentes procesos de trabajo, alentando la llegada de nuevos actores: grandes compañías y empresarios adinerados que adquirirían las parcelas a los ocupantes originarios, que emigraban al continente para encontrar nuevas oportunidades de desarrollo económico (Galafassi 1996).

A fines del Siglo XX, la expansión del Área Metropolitana de Buenos Aires siguió un modelo de crecimiento urbano *“espacialmente disperso pero globalmente integrado”*

(Ciccolella et al. 2006) que llevó a una reestructuración social, económica y urbana. Ese proceso se exacerbó durante la década de 1990 con el modelo económico neoliberal, que dio lugar a la expansión de nuevas centralidades generando una red más extensa y compleja cuyas relaciones espaciales se vincularon a lo largo de las autovías, a diferencia del esquema original que se expandía a lo largo del sistema ferroviario. El contexto político-económico de aquellos años se caracterizó por cambios estructurales, reforma del Estado, desregulación económica, estabilización monetaria, construcción de infraestructuras para la movilidad, privatización de los servicios públicos y reformas en los códigos urbanísticos (Ciccolella 2002; Ciccolella et al. 2006; Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires 2010; Zagare 2012). Este contexto, junto con el retroceso del Estado en su rol de regulador del desarrollo territorial favoreció el ingreso de actores extranjeros como desarrolladores del crecimiento urbano (con base privada) produciendo cambios en los patrones de ocupación y dando lugar a una nueva configuración espacial. Grandes parcelas fueron adquiridas por agentes privados, en su mayoría cercanas o con salida a los cursos de agua, llegando incluso a ocupar los territorios insulares del Delta Inferior. Esas parcelas fueron posteriormente subdivididas y vendidas a privados para residencias de gran categoría y baja densidad, consolidando el desarrollo sostenido de las urbanizaciones privadas (barrios con un perímetro cerrado, aislados del resto de la trama urbana). Dirigido a grupos de ingresos medios-altos y altos, el éxito de estos emprendimientos fue certero. El número de urbanizaciones privadas aumentó de 100 a 350 en el período de 1995 a 2000 y en la actualidad alcanza los 400. Según Ciccolella (2002) y Cohen (2007), la superficie de barrios cerrados se aproxima a los 500 km² (2,5 veces la superficie de la ciudad de Buenos Aires). En 2001, debido a la crisis política y socio-económica que tuvo lugar a nivel nacional, se dio un incremento en la tasa de desempleo con un consecuente aumento del número de asentamientos informales, denominados *villas* o *asentamientos* (que se diferencian según su configuración interna y su origen y que datan de la década del '30 y '70). Se estima que en el período de 2001-2005, 6 de cada 10 nuevos habitantes del Área Metropolitana de Buenos Aires se establecía en un asentamiento de este tipo a los fines de satisfacer su demanda de vivienda (Cravino et al. 2009) (*Fig.13*).

TIPOLOGÍAS DE OCUPACIÓN DEL TERRITORIO -ÁREA METROPOLITANA DE BUENOS AIRES & DELTA (1a y 2a SECCIÓN DE ISLAS)-



Figura 13 - Tipologías de ocupación del territorio en continente e islas. (Zagare, V. 2015)

Escenarios actuales de ocupación en el Delta Inferior

El proceso histórico de ocupación tanto de los sectores continentales como de las islas del Delta Inferior ha dejado como resultado diversos escenarios. En los bajíos ribereños existe cierto grado de polarización socio-espacial (principalmente en los partidos de Tigre y Escobar), caracterizado por la coexistencia de la urbanización tradicional, barrios de perímetro cerrado de carácter privado y exclusivo y asentamientos informales que se localizan en algunos casos de manera contigua en tierras sensibles a las inundaciones y sin ninguna conexión espacial entre sí (*Fig.14*). Gran parte de las zonas costeras de los principales cursos de agua han sido privatizadas, por lo que en muchos casos el tejido urbano tradicional no tiene suficiente relación con el agua, a excepción de áreas públicas en lugares estratégicos. Por otra parte, la infraestructura de protección contra inundaciones es llevada a cabo por los desarrolladores privados mediante la construcción de diques o terraplenes, que dependiendo del tamaño de la parcela, afectan negativamente en menor o mayor medida a las construcciones circundantes, que están asentadas bajo el nivel de la cota de inundación. Por otro lado, en el sector insular, el avance de las tipologías propias de la expansión metropolitana continental se ha comenzado a vislumbrar. Pueden encontrarse casos de modificaciones de la topografía natural de los terrenos y cursos

de agua que afectan la biodiversidad del sistema e introducen especies foráneas en el medio ambiente. El ejemplo más claro de esta situación son los barrios náuticos (la expresión de los barrios cerrados en territorios isleños), que no solo alteran la geografía y la biodiversidad sino que también generan un movimiento de personas con niveles socioeconómicos y culturales diferentes al característico de la zona. Otro resultado del impacto de las nuevas dinámicas poblacionales es la situación de contraste que tiene lugar entre la primera y segunda sección de islas, pertenecientes a los municipios de Tigre y San Fernando respectivamente. Mientras que la primera sección ha ganado popularidad asociada a las actividades turísticas (especialmente de turismo de fin de semana) y de recreación, la segunda sección (declarada Reserva de Biósfera por la UNESCO) ha perdido población debido a la falta de accesibilidad y a la disminución de su productividad.



Figura 14- Contraste entre sector continental e islas en el Delta Inferior. (Zagare, V. 2013)

Interrelación de las diferentes capas en el caso del Delta Inferior del Paraná y su correlación con los casos analizados.

La alta complejidad de los deltas urbanos amerita un intento de comprensión que vaya más allá de lo meramente descriptivo y un desarrollo de estrategias de abordaje a los problemas que supere las decisiones unilaterales y parcializadas. No todos los deltas presentan el mismo grado de complejidad y no todas las soluciones son aplicables a todos los deltas. El caso del Delta del Paraná es un ejemplo de esto. Por un lado, el Delta del Paraná es, desde el punto de vista del sustrato natural, un caso único. Es un delta que en lugar de desembocar en el mar desemboca en un Río. A su vez, este río es más ancho del mundo y conforma un estuario, por lo que el delta pasa a ser un modelo de delta de estuario complejo, difícil de encuadrar en una sola

categoría de delta. Otra característica que lo hace diferente es la tasa de crecimiento areal relacionada a la acumulación de sedimentos. Mientras que otros deltas están reduciéndose, como es el caso del Mississippi, o se encuentran en una situación aún más grave que incluye altos niveles de compactación, como ser el Delta del Yangtze o del río Nilo, el Delta del Paraná presenta una tasa de agradación (acumulación de sedimentos) aceptable, aunque no sea considerada suficiente por algunos autores para superar el posible futuro aumento del nivel del mar (Syvitski et al. 2009).

En cuanto a las capas de redes (infraestructuras) y ocupación del territorio, el delta del Paraná también presenta una condición diferente a las previamente analizadas en otros deltas. Si bien la escala temporal de transformación de cada capa planteada en el “Layer approach” se condice con la realidad del delta argentino, se ve necesario abordar las capas de infraestructuras y ocupación en forma integral, ya que la relación entre estas no fue lineal a lo largo de la historia. En el delta del río Rhine-Meuse-Scheldt, la infraestructura hizo posible la ocupación y hasta incluso las obras de manejo de agua y endicamientos fueron la génesis del ordenamiento territorial. En el Delta Inferior del Paraná la situación fue diferente: en principio, se produjo el asentamiento de la ciudad de Buenos Aires y luego la infraestructura de transporte sirvió de conexión espacial con los nuevos asentamientos de las periferias, moldeando el crecimiento de la mancha urbana del Área Metropolitana. A lo largo de los años esas infraestructuras de transporte mutaron, generando nuevas tipologías de ocupación. En cuanto a las obras de infraestructura de control de inundaciones, puede decirse que en el caso argentino el desarrollo de este tipo de obras es casi exclusivamente de carácter privado y la vulnerabilidad de los territorios no ha sido analizada previo a la ocupación inicial. A diferencia de otros casos, entre los que se encuentran el delta del río Rhine-Meuse-Scheldt, el Elba o el Mekong, las islas no deberían ser intervenidas (o endicadas) ya que el rasgo propio del humedal es estar sujeto a pulsos de inundación. Por este motivo, el ingreso de tecnología para control de inundaciones en las islas del Delta Inferior del Paraná no resultaría una intervención positiva como quizá lo sería en otro delta. Por el contrario, la ocupación debería llevarse a cabo respetando estas condiciones y alterando en la menor medida posible el territorio. Quizá en este aspecto el delta del Paraná se encuentra con una ligera ventaja por sobre los deltas del Rhine-Meuse-Scheldt y el Elba. En ambos casos, y sobre todo en el caso holandés, luego de haber ejecutado grandes obras y de haber modificado totalmente la topografía, el debate actual se centra en volver o no a la apertura del sistema y a la restauración de la naturalidad perdida. El caso argentino está en una etapa previa al desarrollo de obras de semejante envergadura, y puede aprender de casos extremos para evaluar la conveniencia o no de incorporar ciertas tecnologías al territorio.

En lo que respecta al patrón de ocupación, en algunos deltas como ser los localizados en los Países Bajos o Alemania, las ciudades (polinucleares) establecen una red interconectada no solo a nivel nacional sino incluso trascendiendo las fronteras

y conectándose con ciudades de otros países. En cambio, en los deltas del Río Yangtze, Nilo o Mekong, la ciudad principal es marcadamente única en su tipo y en muchos casos representa la ciudad más importante a nivel país. Esta primacía de la ciudad localizada en el delta se da también en el caso Argentino, donde el Área Metropolitana es claramente la más importante a nivel país y juega un rol relevante a nivel región. En este caso, la ciudad más influyente en el Delta Inferior está localizada fuera del área estrictamente considerada deltaica, estando a las costas del estuario del Río de la Plata pero habiéndose expandido hasta incorporar en el Área Metropolitana las tierras del Delta Inferior. Es así cuando en lo que refiere a la densidad poblacional, arribamos a un valor de 1 hab/m² en las islas, mientras que en la ribera, exactamente a un río de distancia, la densidad es de 5.400 hab/m².

CONCLUSION

Los aspectos previamente mencionados hacen al Delta del Paraná un territorio especial que puede someterse a metodologías de análisis aplicables para otros deltas, pero que debe considerarse en sus diferencias. El análisis comparativo de diversos casos permite comprender la singularidad del caso argentino y además aprender de los aciertos y desaciertos en el manejo de agua y el ordenamiento territorial de otros deltas. A pesar de haber sido transformado por el hombre, el delta del Paraná aún conserva características naturales de gran valor que deben ser preservadas y presenta un potencial que debe ser desarrollado de manera sustentable en concordancia con lo establecido en el Plan Integral Estratégico para la Conservación y Aprovechamiento Sostenible en el Delta del Paraná (PIECAS-DP). Asimismo, los enfoques sistémicos permiten incorporar la dimensión social transversalmente en todas las capas estudiadas para diseñar e implementar estrategias de movilización de actores, incrementando la capacidad de adaptación del delta y detectando las posibles *transiciones críticas* que requieran de decisiones consensuadas y participación ciudadana.

A MODO DE CONCLUSIÓN

Dra. Ana Castro Thomae
Eldorado bambú s.a.
Socia Fundadora, Gerente.

Hay una expresión inglesa que utilizan los bambuseros -"to be bamboozled"- que representa el efecto que provoca el bambú en las personas: interés, atracción, curiosidad, enamoramiento, a medida que se van descubriendo sus cualidades, sus usos infinitos.

Creo que es lo que me sucedió el día que por primera vez en mi vida estuve frente a una mata de bambú gigante en la selva misionera: era la *Guadua chacoensis*. Aquel día -de un calor infinito y una sequía de más de un mes- me maravilló su frescura al tocarla. Descubrir que al cosecharla sus entrenudos estaban llenos de agua, y que esto significaba una reserva que se devolvía a la tierra justamente en épocas de sequías.

A partir de ese momento mi vida dio un giro: empecé a abandonar mi pasado de investigadora en Veterinaria para conectarme exclusivamente con el bambú. Precisamente, buscando bibliografía para una tesis de post grado de la carrera de Calidad e Inocuidad Alimentaria en la Facultad de Ciencias Veterinarias de la UBA, me sorprendió un trabajo sobre lo que este recurso significa para las reservas de agua en los arroyos y vertientes. Ahondando un poco, conocí, además, los beneficios ambientales y sociales que genera.

Me dediqué a investigar esta maravilla, y luego de unos cuantos años de trabajo y contacto con diferentes organismos internacionales, recibimos con mi socia María Emilia, una llamada de la DPDI para participar de un proyecto de desarrollo de la cadena productiva del bambú en el Delta.

Pensamos una vez más que se trataba de una de esas tantas convocatorias que después quedan en la nada, hasta que comenzamos a ver que las llamadas se convertían en interesantes reuniones, planificaciones, búsqueda de recursos que terminarían en el primer proyecto sobre este tema, realizado seriamente por un organismo gubernamental de la Argentina, planificado y llevado a término.

Después de sucesivas reuniones buscando la manera de hacer lo mejor con esta cadena de valor para la comunidad isleña, la DPDI organizó talleres en los que compartimos experiencias con los habitantes de las islas y tuvimos la oportunidad

de brindarles herramientas para el cultivo de la caña, la cosecha, el incremento de su calidad y el diseño de producto.

Largas jornadas de recorrido por el Delta para hacer un inventario de las diferentes especies existentes me dieron la oportunidad de introducirme en un mundo nuevo que, con su dinámica tan particular y sencilla, me enriqueció la vida con los saberes de una cultura muy diferente de la mía.

Conocí personas interesantísimas, participamos en el Congreso Forestal Mundial con trabajos propios y también en los dos Eventos Paralelos que realizaron la DPDI y el INBAR en conjunto. Todo esto coronado con un stand de la DPDI donde se describía el proyecto “El bambú como recurso sustentable para el Delta bonaerense”.

Me emociona hoy escribir una conclusión para este manual porque -más allá de todo el trabajo realizado en los talleres- es a través de estos libros que la información quedará plasmada para quien quiera o necesite llegar a ella, tanto hoy como en el futuro.

Este manual es fruto de una fuerte convicción y conocimiento de lo que este recurso podría aportar para toda la comunidad isleña, que guardará la información para futuras generaciones, servirá de apoyo para que el plan mayor se cumpla, para que algún día no muy lejano la producción del bambú en el Delta se desarrolle como merece. Y felicito a mi hoy amiga Clara Peña porque creo que nos deja una importante herramienta que -sumada a nuestra imaginación y trabajo- generará seguramente un fuerte impacto en esta cadena de producción.

ANEXO I

Caracterización mecánica del bambú

Dr. Arq. Emiliano Michelena

Referentes sobre la metodología

Gracias a la intermediación del Arq. Horaco Saleme, se seleccionaron 9 probetas que fueron enviadas a la Universidad Nacional de Tucumán (UNT), para ser analizadas por el equipo del Laboratorio de Ensayo de Materiales de la Facultad de Ciencias Exactas. Para la realización de las pruebas se repitió una metodología ya experimentada por la UNT, que determina la resistencia a la tracción y a la compresión de cañas seleccionadas para proyectos específicos. (Saleme 2001, Saleme 2008)

Debe siempre considerarse la dificultad -e incluso el riesgo- de normalizar los procedimientos de cálculo, e incluso de análisis, de un material de este tipo¹. Esta dificultad se debe a las diferencias que existen entre las múltiples especies, a las influencias del proceso productivo en las características mecánicas (desde la cosecha a los tratamientos previos) y al desconocimiento general de las características taxonómicas, lo que muchas veces complica la diferenciación de las especies.

El propio Saleme me ha recomendado personalmente que para cada obra específica se realicen los siguientes pasos.

1. Determinación de qué bambú se va a utilizar
2. Ensayos en laboratorio (compresión entre nudos, tracción en latas o tiras de la pared del bambú)
3. Determinación de carga y tensión de rotura
4. Utilización de coeficientes de seguridad relativamente altos y configuraciones eficientes.

De todas maneras, pueden citarse varios antecedentes en la normalización de procesos para el cálculo de diseño y para la normalización de los ensayos de caracterización, en las normas técnicas desarrolladas por varios países que, además, acarrear una larga tradición en la construcción con bambú. Entre las elaboradas por países latinoamericanos pueden destacarse:

- *Manual de laboratorio sobre métodos de ensayo para la determinación de propiedades físicas y mecánicas del bambú*. Ecuador (MTE INEN 2:2004)
- *Métodos de ensayo para determinar las propiedades físicas y mecánicas de la Guadua angustifolia KUNTH*, Colombia. (NTC 55525, 2007)
- *Norma técnica E.100, Diseño y Construcción con bambú*. Perú (NT E.100 2012)
- *Reglamento colombiano de construcción sismo resistente. Título G –Estructuras de madera y estructuras de Guadua*. (NSR 10, 2010)

En general, este tipo de normas toma como referencia a las normas ISO/TR 22157-2:2004 “Determination of physical and mechanical properties for Bamboo”, Bamboo. Determination of Physical and Mechanical Properties y la ISO/TR 22157-2:2004, y otros trabajos de investigación como los encarados por Hidalgo (2003), Garzon y Díaz (1996) o López y Trujillo (2002).

Procedimiento

Siguiendo la metodología de la UNT, los ensayos de tracción se realizaron con las paredes de las cañas rectificadas, terminadas en forma de cuña, para que la mordaza de la máquina no rompiera la caña por el esfuerzo de corte paralelo a las fibras. Las normas ISO, que especifican la utilización de paredes rectificadas para el test de tracción paralelo a la fibra, recomiendan también que debe realizarse con probetas que incluyan un nudo en la mitad de la longitud para pruebas comerciales, mientras que para pruebas científicas deja en libertad al investigador para decidir hacerlo. En nuestro caso se realizaron pruebas sin nudos intermedios.

Las pruebas de compresión se realizaron internodos, incluyendo de este modo un mínimo de dos nudos por probeta. Esta decisión permitirá luego comparar los resultados con algunos de los valores obtenidos en experiencias anteriores.

Seis de las probetas fueron sometidas a una carga para establecer la tensión de rotura a compresión:

- I. *Ph. aurea* parte media (verde), $\varnothing=52$ mm, $e=5$ mm, $L=300$ mm
- II. *Ph. aurea* parte media (verde), $\varnothing=55$ mm, $e=5$ mm~6 mm, $L=380$ mm
- III. *Ph. aurea* parte media (quemada), $\varnothing=56$ mm, $e=6$ mm, $L=50$ mm
- IV. *Ph. aurea* parte basal (verde), $\varnothing=60$ mm, $e=6\sim 8$ mm, $L=305$ mm

- V. *Ph. aurea* parte apical (verde), $\phi=4$ mm, $e=4\sim 5$ mm, $L=305$ mm
 VI. *Ph. viridis* parte media (quemada), $\phi=95$ mm, $e=9$ mm, $L=390$ mm



Selección de muestras y ensayos realizados en la Universidad Nacional de Tucumán.²

Por otro lado las siguientes tres muestras fueron sometidas a una fuerza de tracción paralela a las fibras:

- VII. *Ph. viridis*, $\text{sup}=0,50$ cm², $L=419$ mm
 VIII. *Ph. viridis*, $\text{sup}=0,70$ cm², $L=457$ mm
 IV. *Ph. viridis*, $\text{sup}=0,225$ cm², $L=420$ mm

Como indica la norma ISO citada, el cálculo de la tensión de rotura se realiza dividiendo la carga (P) por el área de la pared producto del corte transversal al culmo (A).

$$\sigma_{\text{rot}}=P/A$$

El valor de la superficie A puede calcularse de acuerdo a la norma NSR-10, según la fórmula:

$$A= \pi/4 (D^2-(D-2e)^2)$$

D= diámetro exterior del culmo
 e= espesor de la pared

² Agradecimiento al Arq. Horacio Saleme.

Tracción:

N	Ancho pared central cm	Esp cm	Área cm ²	Long mm	P kN	σ_{rot} MPa	σ_{rot} kg/cm ²	σ_{adm} kg/cm ²
VII	1,0	0,5	0,5	41,9	9	183	1830	180,3
VIII	3,7	0,2	0,74	45,7	Rotura por corte en la mordaza			
IX	0,9	0,25	0,225	42	9	166,7	1666,6	166,6

PROCESO DE PRUEBAS DE BAMBÚ	
PROYECTO BAMBÚ	SECCIÓN DE PRUEBA
ESPECIE: <i>VIRIDIS</i>	PROCESO: <i>TIGRE</i>
INDICACIONES: Ancho pared central: 4cm LONGITUD: 41,9cm ESPEUR DE PARED: 0,5cm ANCHO DE MORDAZA: 4cm MÓDULO DE ELASTICIDAD (E): CARGA: 9 KJ Crec (g): 18% H ₂ O	
INDICACIONES: CARGA: 9 KJ = 910 Kg Crec (g): 18% H ₂ O = 1620 Kg/m ² Área: 0,5 cm ²	



Ficha de los ensayos sobre las probetas de bambú e imágenes del proceso.⁴

CONCLUSIONES

Lo valores alcanzados se acercan a los de otras especies de mayor porte, de uso frecuente para la construcción. Como se ha visto en los capítulos anteriores, los valores que reportan los ensayos en la especie *Bambusa vulgaris* son de 443 kg/cm² para compresión y 1196 kg/cm² para tracción en la parte media, o la *Gigantochloa robusta* con 511 kg/cm² para compresión y 1854 kg/cm² para tracción en tramo medio (Hidalgo 2013).

Incluso comparando con otras cañas utilizadas en nuestro país -como la *Bambusa balcoa*, la *Dendrocalamus* y la *Bambusa tuldooides*- experimentadas en la Universidad

⁴ Agradecimiento al Arq. Horacio Saleme.

Nacional de Tucumán, y que alcanzan valores que van desde los 207 kg/cm² a los 391 kg/cm², el género *Phyllostachys* se presenta como una óptima alternativa para climas en los que no han podido adaptarse todavía algunos bambúes gigantes.

Vale recordar que este tipo de bambú es el más difundido en el área y más cultivado en Argentina, pero -como se dijo con anterioridad- muchos arquitectos que trabajan en el ámbito local prefieren utilizar especies de mayor porte procedentes del norte del país. Por lo cual la difusión de los datos obtenidos podría incentivar su uso.

En nuestro proyecto la especie prevalente es la *Phyllostachys aurea* que, según los resultados obtenidos, presenta una tensión admisible promedio para la compresión de 37,16 kg/cm².

Este valor se torna relevante cuando consideramos que además de su peso propio (peso propio del bambú más el peso propio de las uniones metálicas y el cemento en las juntas), la estructura será sometida a una carga de 1200 kg, correspondiente al peso mojado de 16 m² de techo verde. El peso del mismo fue calculado gracias a la realización de un prototipo compuesto de todas las capas que compondrán luego la cubierta y que alcanzan valores que van desde los 45 kg/m² (seco) a los 75 kg/m² (mojado).

Según proyecto, la cubierta se apoya sobre 8 columnas compuestas cada una por 3 culmos de 5 cm de diámetro. Sobre dos de ellos se apoya la cubierta mientras que el tercero sirve para estabilizar la forma y facilitar el encuentro entre las partes.

Considerando como ejemplo la muestra n° I y, por lo tanto, considerando una superficie de 7,37 cm², se desprende la siguiente ecuación para obtener (la) carga máxima admisible (N) para las columnas:

$$\begin{aligned} A_{\text{columna}} &= 2 * 7,37 \text{ cm}^2 = 14,74 \text{ cm}^2 \\ N_{\text{columna}} &= \text{adm} * A_{\text{columna}} \\ &= 37,16 \text{ kg/cm}^2 * 14,74 \text{ cm}^2 = 547,73 \text{ kg} \end{aligned}$$

Se podría completar el cálculo estructural del prototipo; sin embargo, los objetivos de la experimentación no es establecer ni probar un método de cálculo, sino verificar la utilización del bambú local como elemento estructural.

De estas pruebas se desprende la eficiencia estructural de la caña testeada, entendida como la relación entre la carga útil y el peso propio de la estructura, es decir es la capacidad de resistir n veces su peso propio.

$$E = \text{carga útil (kg/m)} / \text{peso propio (kg/m)}$$

Sin embargo, como se dijo con anterioridad, los datos obtenidos no deberían normalizarse para cualquier proyecto realizado con *Phyllostachys aurea*. Para cada proyecto debería repetirse la metodología ya que el trabajo con el bambú depende de muchos factores, como se dijo anteriormente. Pero sobre todo depende de las decisiones proyectuales y de la pericia en la ejecución de la obra.

ANEXO II

Pruebas de campo para la caracterización de la tierra

Dr. Arq. Emiliano Michelena
Arq. Ilaria Giacometti
Arq. Alberto Bondavalli

Las pruebas de campo permiten con pocos elementos y métodos simplificados -fáciles de seguir por población no experta- obtener una caracterización aproximada del material y determinar de este modo los posibles usos del mismo. Algunos de los análisis de campo fueron introducidos en normativas o recomendaciones técnicas en países

latinoamericano, fueron introducidos gracias al trabajo de la Red Iberoamericana Pro-Tierra (2009).

Para la realización de las pruebas de esta experimentación se tomaron como base los procedimientos indicados en *Construire en terre* (CRATerre 1979) comparadas y verificadas con las referencias bibliográficas precedentes.

En tanto, para la determinación de la retracción lineal (Alcok), se utilizaron en todos los casos los métodos recomendados por CINVA-RAM (cajas de 40 x 40 x 600 mm).

PROCEDIMIENTOS

Se describen a continuación todos los procedimientos realizados con las muestras enumeradas con anterioridad:

I. Examen visual

Este examen permitió hacerse una primera idea del tamaño y de la proporción de las partículas que componen la tierra. Se observó presencia de gravilla y arena, y la proporción que ocupa la fracción difícilmente reconocible a simple vista, compuesta por elementos inferiores a 0,08 mm (arcillas, limos y arenas finas).

2. Prueba al tacto

Se toma un poco de tierra en la palma de la mano y con los dedos de la otra se presionan y deshacen las posibles partículas aglomeradas:

Arena: la presencia de arena transmite la sensación de rugosidad y abrasión sobre la piel. Una vez bañada, la tierra arenosa se presenta poco plástica y poco cohesionada.

Limo: también da una sensación de rugosidad, pero mucho menor que la arena. El limo mojado es más plástico.

Arcilla: la presencia de aglomerados más o menos resistentes a la presión de los dedos indica la existencia de aglomerantes (arcillas). Una vez bañada, la tierra arcillosa se convierte en plástica y pegajosa.

3. Análisis olfativo

Esta prueba permite evaluar la presencia de elementos orgánicos en la tierra, cuando esta se ha humidificado o calentado:

- Una tierra que contenga componentes orgánicos presentará un fuerte olor a moho.
- Si proviene de un estrato sedimentario suficientemente profundo, resultará inodora.

La tierra con presencia de componentes orgánicos no es apta para la construcción.

4. Lavado de manos

Esta prueba permite evaluar la presencia de arcillas en la tierra. Luego de eliminar los elementos más gruesos (piedras y grava), se prepara una pasta con agua hasta alcanzar el estado plástico. Luego de refregarlo por las manos como si fuera un jabón, se lavan las mismas, observando los siguientes resultados:

- Si la tierra es **arenosa**, el lavado resulta fácil y los granos se desprenden solos de la piel.
- Si cuando la tierra está húmeda es pegajosa, pero una vez seca se limpia fácilmente, se trata de tierra **limosa**.
- Si La tierra se mantiene adherida a las manos, lavarla es difícil, tampoco puede eliminarse una vez seca y se necesita limpiarla con más agua, es **arcillosa**.

5. Prueba de adherencia

Se realiza una bola con una muestra húmeda de tierra, y luego se la corta con la hoja de un cuchillo o una espátula. Se observan los siguientes resultados:

- si la hoja se clava con dificultad, la tierra se adhiere cuando se la saca y la superficie es brillante, estamos ante un suelo **muy arcilloso**.
- en cambio, la tierra es **medianamente arcillosa** si la hoja penetra con poca dificultad, pero la tierra también se adhiere a la superficie.
- la tierra es **poco arcillosa** si la superficie cortada es opaca y puede penetrarse y sacarse la hoja con facilidad.



Prueba de adherencia. Muestra I

6. Sedimentación

Esta prueba permite obtener la proporción de los componentes de la muestra seleccionada, con pocos instrumentos, que son además fácilmente disponibles y de uso cotidiano:

- Un recipiente de vidrio transparente de lados rectos con el fondo plano, y lo más alto y estrecho posible. Tiene además que tener una tapa hermética y una capacidad de un litro.
- Una regla u otro elemento de medición.
- Un reloj.
- Una pizca de sal de mesa o de jabón blanco neutro.

Se llena el recipiente de tierra hasta alcanzar $1/3$ o $1/4$ de la altura. Se rellena con agua hasta alcanzar los $2/3$ o los $3/4$ dependiendo de la dosificación de tierra, se coloca la sal o el jabón y se agita con fuerza hasta lograr que todas las partículas se mantengan en suspensión. Se lo deja reposar por una hora.

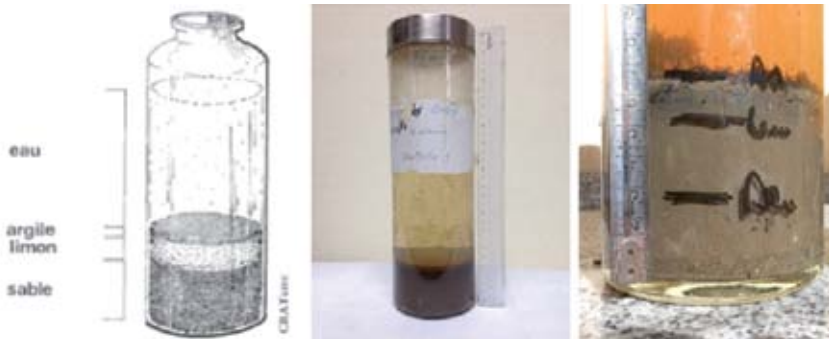
Se vuelve a agitar con vigor y se deja decantar por un minuto. A continuación, puede marcarse la sedimentación de la **arena** y la **grava** (T_1). Se deja el material por media hora más y se marca la sedimentación (T_2), que estará compuesta por la arena, la grava, y el **limo**. Luego de dejar reposar por un mínimo de 8 horas y hasta que se haya completado la sedimentación de todos los componentes incluyendo la **arcilla**, se realiza la última marca en la botella (T_3).

La proporción de cada componente se calcula, entonces, usando las siguientes formulas:

Arcilla: $[(T_3 - T_2) / T_3] * 100$

Limo: $[(T_2 - T_1) / T_3] * 100$

Arena: $(T_1 / T_3) * 100$



Izq. Esquema de prueba de sedimentación según bibliografía (Cra Terre 1969). Der. Pruebas de sedimentación de las distintas muestras y detalle de la muestra I. ECMV 15-05-2014

7. Test de resistencia

Se preparan dos o tres pastillas de tierra en estado plástico de un diámetro aproximado de 8 cm, y un espesor de 1 cm. Se coloca en un horno o al sol hasta que se secan completamente, lo cual se verifica con una balanza de precisión que indica si ya han perdido el peso correspondiente al agua. Se parten por la mitad y se presionan

entre el dedo índice y el pulgar para intentar pulverizarlas. Se evalúan los siguientes resultados:

- Si la pastilla se rompe con dificultad y se desgrana con un golpe seco -como una galletita- o no se puede desgranar entre el pulgar y el índice, sino solo despedazarla sin llegar a pulverizarla, se trata de una tierra arcillosa muy pura.
- Si la pastilla no es muy difícil de romper y con algún esfuerzo se logra reducirla a polvo entre los dedos, con algún esfuerzo, se trata de una tierra arcillosa rica en limos y arena.
- Si la pastilla se rompe con facilidad y se pulveriza sin ninguna dificultad, estamos en presencia de arenas finas y poca arcilla.



Pruebas de resistencia.¹

8. Test de exudación

Evalúa la plasticidad de la tierra en función de la su capacidad de retener agua de la siguiente forma:

- tomar una porción de la tierra bastante húmeda y colocarla en la palma de la mano;
- golpear esta mano con la otra, de modo que el agua salga a la superficie de la muestra, y le dé un aspecto liso y brillante.

Una vez realizado el procedimiento, se analizan los siguientes resultados:

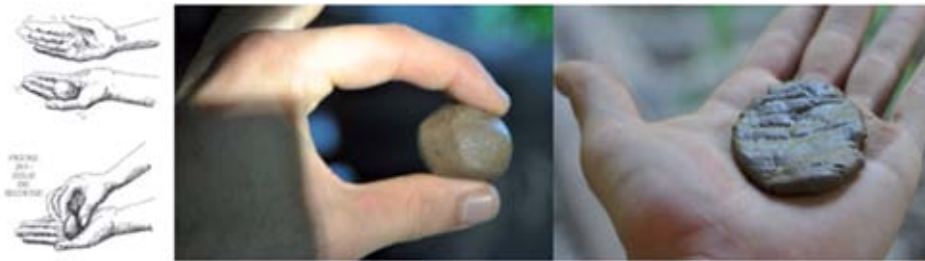
- La reacción se considera *rápida* si bastan pocos golpes (5 o 6) para que el agua

¹ Agradecimiento al Arq. Alberto Bondavalli.

aflore a la superficie, o si ante la presión de los dedos el agua desaparece y con más presión la muestra se agrieta y se desmenuza. En este caso nos encontramos ante arenas de poca plasticidad, **arenas finas** o **limos gruesos**.

- La reacción es *lenta* (20-30 golpes) si el agua aparece y desaparece paulatinamente; la presión de los dedos hace que la muestra se deforme como una masa de caucho (sin fisurarse ni desmenuzarse). Nos encontramos ante limo ligeramente plástico o **limo-arcilloso**.

- La reacción es *muy lenta* si luego de 30 golpes no se presenta ninguna reacción de exudación en la superficie, y ante la presión la tierra sigue siendo brillante. Se trata de tierras **arcillosas** de alta plasticidad.



Izq. Esquema de prueba de exudación según bibliografía (CraTerre 1969). Der. Pruebas de exudación realizada para la muestra I.²

9. Consistencia

Se prepara una bola de 2 o 3 cm de diámetro con una mezcla de tierra fina. Se humedece sin que se torne pegajosa. Se trabaja sobre un plano liso de modo de formar un cordón. Si el cordón se rompe antes de alcanzar los 3 mm de diámetro, la tierra está demasiado seca y es necesario agregarle un poco de agua.

El cordón tiene que empezar a fisurarse cuando su diámetro es igual a 3 mm. Una vez roto, se forma con la tierra una pequeña pelota y se la aplasta entre el índice y el pulgar. Con esta pelota se interpretan los siguientes resultados:

- Si la pelota se aplasta con dificultad, no se fisura ni se desgrana, significa que la tierra tiene **mucha arcilla**.
- Si la pelota se fisura y se deshace, es una tierra **poco arcillosa**.

² Agradecimiento al Arq. Alberto Bondavalli.

- Si tanto el cordón como la pelota formada son muy blandos o porosos, estamos en presencia de tierras con alto componente orgánico, lo cual las hace no aptas para la construcción.



Pruebas de consistencia de la muestra V.³

10. Test de cohesión

Se prepara un cilindro de tierra con la forma de un cigarro de 12 mm de diámetro. La tierra no debe estar pegajosa, pero sí lo suficientemente húmeda para permitir modelar el cilindro hasta llevarlo a 3 mm de diámetro. Se lo coloca en la palma de la mano y se lo aplasta entre el pulgar y el índice para obtener una cinta de entre 3 y 6 mm de ancho, lo más larga posible. En este punto se mide el largo de la cinta; antes de que la misma se rompa, se analizan los siguientes resultados:

Cinta larga: si la longitud alcanza entre los 25-30 cm, la tierra contiene mucha arcilla, lo cual la hace utilizable para construcción pero deberá ser estabilizada.

- Cinta corta: si la longitud alcanza con dificultad entre los 5 y los 10 cm, es una tierra con un bajo contenido de arcilla.
- Si no se logra modelar ninguna cinta, la tierra no contiene una cantidad de arcilla que la haga apta para la construcción.

³ Agradecimiento al Arq. Alberto Bondavalli.



Pruebas de cohesión de la muestra I.⁴

Prueba de retracción

Para obtener la retracción (R) se realiza el test de Alcock. Esta prueba consiste en colocar una mezcla de tierra ya preparada, dentro de un paralelepípedo de 4x4 cm de sección, por una longitud de 60 cm. Antes de colocar la tierra es importante cubrir las paredes con vaselina u otro elemento grasoso para evitar roturas de la muestra cuando empiece a retraerse. Una vez rellenado, se deja reposar 3 días al sol, o 7 a la sombra. Se empuja con cuidado toda la tierra ya seca hacia un lado y se mide la longitud de la muestra (Lr). El retiro se expresa en proporciones según la siguiente fórmula:

$$R = \frac{60 - Lr}{60} \times 100$$

Cuanto más arcillosa sea la tierra, mayor será la retracción. Mientras que será casi inexistente si es predominantemente arenosa.

⁴ Agradecimiento al Arq. Alberto Bondavalli.



Der. Prueba de retracción estado inicial y detalle del retiro. Muestra II.⁵

CARACTERIZACIÓN DE LA TIERRA DEL DELTA

Para la experiencia Construir con el Delta, se tomaron muestras de diversas partes de la costa del Delta y de la rivera del Río de la Plata. Las muestras fueron tomadas con herramientas simples tomándose de cada una como mínimo 6 kg de tierra:

- I. Isla del Arroyo Las Cañas 60 cm de profundidad
- II. Isla del Arroyo Las Cañas 100 cm de profundidad
- III. Casa de la isla Arroyo Las Cañas
- IV. Isla en Felicaria bajo (Delta en crecimiento) 60 cm (de) profundidad
- V. Isla del Paraná de las Palmas 60 cm de profundidad
- VI. Tierra del dragado del Club Náutico San Isidro (costa del Río de la Plata).

Todas las muestras fueron sometidas a las pruebas de campo según los procedimientos ya explicados. Los resultados fueron los siguientes:

⁵ Agradecimiento al Arq. Alberto Bondavalli.



Toma de muestras en el Delta.⁶

	MUESTRA I Las cañas 60 cm	MUESTRA II Las cañas 100 cm	MUESTRA III Casa Las cañas
EXAMEN VISUAL	Tierra uniforme sin inertes de granulometría elevada	Tierra uniforme sin inertes de granulometría elevada	Tierra uniforme sin inertes de granulometría elevada
PRUEBA TACTO	Leve sensación de abrasión en las manos: tierra arenosa	Leve sensación de abrasión en las manos: tierra arenosa	Sensación suave al tacto
EXAMEN OLFATIVO	Tierra inodora	Olor leve	Tierra inodora
LAVADO DE MANOS	La tierra se lava fácilmente	La primera pasada la tierra deja restos hasta la 2da o 3era lavada	La primera lavada deja rastros que desaparecen con las dos sucesivas
PRUEBA DE LA ADHERENCIA	La hoja penetra fácilmente. Pocos residuos en hoja	La hoja penetra fácilmente. Luego de 5 mm de profundidad se divide en dos	La hoja penetra fácilmente. Pocos residuos en hoja
SEDIMENTACIÓN	Arcilla: 15% Limo: 35% Arena: 35% Grava: 15%	Arcilla: 15% Limo: 30% Arena: 40% Grava: 15%	Arcilla: 18% Limo: 32% Arena: 40% Grava: 10%
TEST DE RESISTENCIA	La pastilla se rompe con dificultad y entre los dedos se desgrana con dificultad	La pastilla se rompe con dificultad y entre los dedos se desgrana con dificultad	La pastilla se rompe con dificultad y entre los dedos se desgrana con dificultad
TEST DE EXUDACIÓN	Lenta: 25 golpes, agua comienza a aflorar	Muy lenta: 30 golpes (se aplasta la muestra pero el agua no aflora)	Lenta: 23 golpes, agua comienza a aflorar
CONSISTENCIA	Longitud: 37cm La bola se aplasta con poca dificultad y presenta algunas fisuras	Longitud: 28cm La bola se aplasta con poca dificultad y presenta algunas fisuras	Longitud: 35cm La bola se aplasta con poca dificultad y presenta algunas fisuras

⁶ *Agradecimiento a Ilaria Giacometti.*

	MUESTRA I Las cañas 60 cm	MUESTRA II Las cañas 100 cm	MUESTRA III Casa Las cañas
TEST DE COHESIÓN	Longitud: 39 cm Pedazo + grande: 7 cm Pedazo + chico: 2,5 cm Promedio: 5 cm	Longitud: 18 cm Pedazo + grande : 5 cm Pedazo + chico: 3 cm Promedio: 5 cm	Longitud: 37 cm Pedazo + grande : 8 cm Pedazo + chico: 3 cm Promedio: 6 cm
RETRACCIÓN	1,5 cm 2,50%	0,8 a 1 cm 1,60%	1,3 cm 2,16%

	MUESTRA IV Felicarias	MUESTRA V Paraná Palmas	MUESTRA VI San Isidro
EXAMEN VISUAL	Algunos aglomerantes oponen cierta resistencia a la presión	Tierra muy fina y uniforme	Granos muy grandes sin aglomerantes
PRUEBA TACTO	La tierra aparece rica de elementos finos con ocasionales granos más grandes	No se advierten inertes ni sensación de abrasión en las manos	Sensación muy abrasiva, altísimo porcentaje de arena
EXAMEN OLFATIVO	Inodora al momento de la extracción. Poco olor a humus, a dos meses de la extracción	Tierra inodora	Tierra inodora
LAVADO DE MANOS	En la primera pasada la tierra deja restos hasta la 2da o tercera lavada	Se lava con dificultad y resulta muy difícil sin la ayuda de la otra mano. Es necesario realizar varios lavados	No se adhiere
PRUEBA DE LA ADHERENCIA	La hoja penetra fácilmente. Pocos residuos en hoja	La hoja penetra con dificultad y deja muchos residuos en la hoja	Imposible de realizar, no se aglomera
SEDIMENTACIÓN	Arcilla: 18% Limo: 12% Arena: 55% Grava: 15%	Arcilla: 25% Limo: 47% Arena: 28%	Arcilla: 3% Limo: 5% Arena: 92%
TEST DE RESISTENCIA	La pastilla se rompe fácilmente y entre los dedos se desgrana	La pastilla se rompe sin fraccionarse, se realiza con dificultad y se desgrana muy difícilmente	Imposible de realizar, no se aglomera
TEST DE EXUDACIÓN	Muy lenta: 35 golpes no aflora agua y mantiene aspecto liso y brillante	Muy lenta: 30 golpes comienza a aflorar el agua y mantiene aspecto liso y brillante	Imposible de realizar, no se aglomera
CONSISTENCIA	Longitud: 28m La bola se aplasta con poca dificultad y presenta algunas fisuras	Longitud: 51m La bola se aplasta con poca dificultad y no fisura	Imposible de realizar, no se aglomera
TEST DE COHESIÓN	longitud: 24 cm Pedazo + grande : 4,5 cm Pedazo + chico: 2,5 cm Promedio: 3,5 cm	longitud: 56 cm Pedazo + grande : 10 cm Pedazo + chico: 5 cm Promedio: 7 cm	Imposible de realizar, no se aglomera
RETRACCIÓN	0,4-0,5 cm 0,80%	3 cm 5%	

En general, las muestras presentan resultados uniformes en cuanto a la posible conformación granulométrica. Las muestras II y IV presentan un leve olor, lo que supone la existencia de materia orgánica, por lo que no serían aptas para la realización de elementos constructivos en tierra cruda. La presencia de material orgánico puede deberse a problemas en la extracción de la muestra, sobre todo en la muestra IV, donde no pudieron separarse de la misma algunos juncos y malezas presentes en la orilla del río. Este sector -de difícil acceso y variación constante- se encuentra en continuo cambio debido a la colonización de los vegetales y a la sedimentación continua de tierra que forma las nuevas islas. A la fecha de la extracción de la muestra no se identificaban olores, que fueron percibidos dos meses más tarde en partes de la muestra.

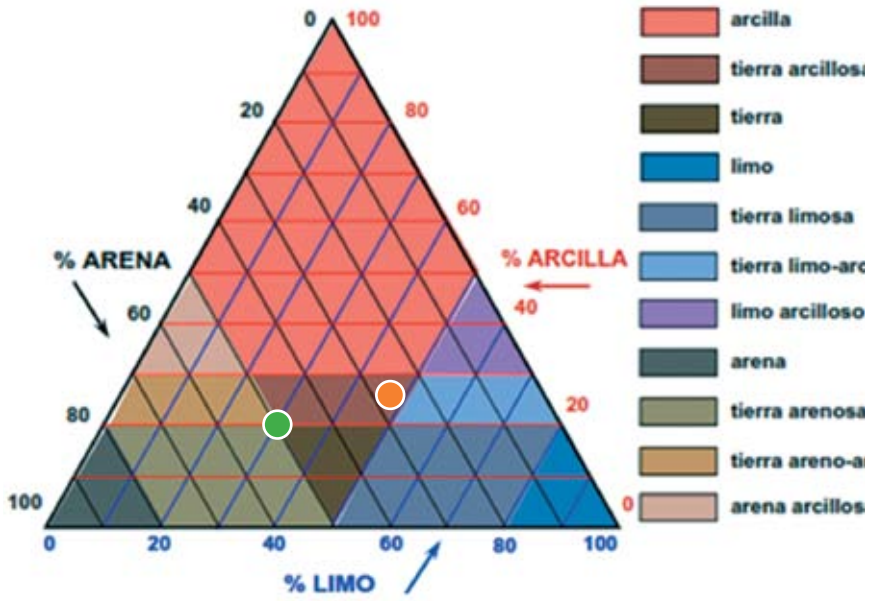
En la muestra VI, es muy difícil completar las pruebas ya que la falta de aglomerantes impide la cohesión de las partículas. Por lo tanto se considera que esta tierra no es apta para la construcción. Esta apreciación se verifica con la prueba de sedimentación en la que se manifiesta el alto porcentaje de arena.

Las muestras I y II presentan valores muy similares, situación que estaba ya prevista al considerar que la muestra I fue tomada a pocos metros de la vivienda de la cual fue extraída la muestra III. Por este motivo, y considerando la similitud con otras muestras, se analizó solo la muestra I. Luego, sobre la misma muestra, se realizaron análisis de laboratorio para verificar las similitudes y diferencias con los resultados obtenidos en los análisis de campo.

Mientras que la muestra V presenta comportamientos muy distintos, en la mayoría de las pruebas se evidencia una mayor existencia de granos de arcilla. Se realizará a continuación una comparación entre las muestras I y V para determinar, a través de los métodos de análisis de campo, las posibles técnicas constructivas a utilizar. Para esto se tomará como referencia el trabajo elaborado por la Red Iberoamericana de Construcción con Tierra (2009), el cual -basándose sobre todo en el trabajo realizado por CraTerre- ha simplificado el análisis de los resultados.

Si se reporta el resultado de las pruebas simplificadas de sedimentación al siguiente gráfico, se puede obtener una clasificación aproximada de la tierra analizada y su posible utilización en la fabricación de bloques o tapiales. Al reportar los resultados obtenidos para las muestras I y V se verifica el siguiente resultado:

- Muestra N° I: tierra limo-arcillosa con importante presencia de arcilla. La tierra puede ser utilizada para fabricar bloques de tierra comprimida y tapiales, sin necesidad de que sea estabilizada.
- Muestra N° V: tierra arcillosa no apta para ser utilizada en la construcción de bloques o tapias, a menos que sea estabilizada. Puede realizarse con aglomerantes naturales como la arena.



Diagramas de clasificación de suelos (Pro Terra 2009)

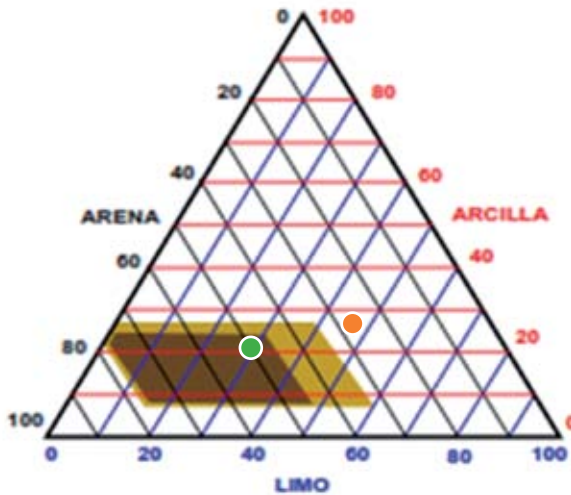


Diagrama indicativo de usos de la tierra (Pro Terra 2009)

Del mismo modo, para cada tipo de tierra se pueden estimar las técnicas constructivas más adecuadas en función de los resultados de los tests de la consistencia (test del cordón), de cohesión (test de la cinta), de exudación y de la resistencia seca, conforme lo presentado en la siguiente tabla:

- Muestra I: tierra arcillosa limosa o arcillosa arenosa, posible de usar para la tierra compactada o ladrillos prensados con aglomerante. Puede utilizarse para embarrados.
- Muestra V: tierra arcillosa posible de usar para la tierra compactada o ladrillos prensados con aglomerante. Muy útil para la realización de embarrados (quincha bahareque)

Test del cordón	Test de la cinta	Test de exudación	Test de la resistencia seca	Tipo de tierra	Técnica constructiva
Cordón frágil o resistencia nula	Cinta corta o no se consigue hacer la cinta	Reacción rápida a lenta, pero jamás muy lenta	Poca a nula, generalmente nula	Arenosa; areno-limosa; areno-arcillosa; limo-arcillosa	ladrillos prensado, adobe y tierra compactada
Cordón frágil a blando	Cinta corta	Reacción lenta a muy lenta	Poca a mediana	Limosa	Utilización más difícil que las tierras anteriores, mas posible con el uso de aglomerante
Cordón blando	Cinta corta a larga	Reacción muy lenta o sin reacción	Mediana a grande	Arcillosa con grava, arcillo-arenosa y arcillo-limosa	Posible usar para la tierra compactada o ladrillo prensado, con aglomerante
Cordón duro	Cinta larga	Sin reacción	Grande	Arcillosa	Posible usar para fabricación de adobe con adición de fibras y embarrado de técnicas mixtas

Tipo de suelo y técnica constructiva indicada por tests expeditos, adaptación de CEPED, 1984 (Pro Terra 2009)

CONCLUSIONES

Los datos de la Muestra I fueron comparados con algunas pruebas de laboratorio normalizadas internacionalmente (Michelena 2015).

Se realizaron pruebas de sedimentación mecánica y se establecieron los límites de Atterberg.

Como base para las pruebas de laboratorio, se consideraron distintas publicaciones científicas que explican en modo simple la metodología (Minke 2006; CRA Terre 1976), pero sobre todo el trabajo de Comoglio y Pagliolico (2006), aplicado a proyectos concretos en el ámbito piamontés y de algunas tesis realizadas en el Politécnico de Turín (Tassone, Tumigher 2009; Guelfi, Selene 2013).

Las referencias bibliográficas fueron comparadas con las normas vigentes. Para el cálculo de los límites de Atterberg – límite plástico y límite líquido – se siguieron los procedimientos indicados en las normas UNI 17892-12-2005, y UNI ISO 14688-1-2003.

Las pruebas de sedimentación fueron realizadas siguiendo la norma ASTM D422-63. Este método cubre la determinación cuantitativa de la distribución del tamaño de las partículas presentes en una muestra de suelo. La distribución de las partículas mayores que 0.075 mm (retenido tamiz N° 200) es determinada por tamizado, y la más fina es determinada por procesos de sedimentación usando un hidrómetro.

Los resultados arrojados por estas pruebas fueron luego comparados con datos reportados en bibliografía específica que permitía determinar capacidades constructivas.

Pudo verificarse en los análisis realizados sobre la muestra I (y de la comparación con la bibliografía específica), que los resultados de las pruebas de campo y las pruebas de laboratorio arrojan valores similares.

Por este motivo puede concluirse que en casos de autoconstrucción en zonas periféricas las pruebas de campo son suficientes para la caracterización del material. Además de la realización de los embarrados ya frecuentes en el Delta, la tierra de esa zona admite otras técnicas sin necesidad de ser estabilizada. Por este motivo, puede considerarse una opción fundamental para la construcción de una práctica tecnológica apropiada en el Delta, que asegure una mayor autonomía respecto del continente en la utilización de materiales para la construcción del propio hábitat.

GLOSARIO

A

abaxial: con relación a la lámina foliar se aplica para designar la cara inferior; se opone a *adaxial*.

acuminado, da: ápice de un órgano, por ejemplo hoja, gluma, antecio, terminado gradualmente en punta aguda.

adaxial: lo contrario de *abaxial*

adpreso, sa: apretado contra la superficie de otro órgano.

adventicia, cio: se aplica a las plantas exóticas que aparecen, en una región propagándose por sus propios medios; cuando ella se aclimata y establece, se transforma en una planta naturalizada. Se aplica también a un órgano que puede desarrollarse en otra parte de la planta que no es la normal o propia, por ejemplo, raíces.

agudo, da: se aplica a aquellos órganos terminados en punta, cuyos bordes forman un ángulo agudo.

alternas: hojas dispuestas de a una por nudo del tallo, formando un ángulo de 180° entre una y otra. Ver *dístico*.

antecio: se aplica a las glumelas (lemma y pálea) o brácteas protectoras que encierran la flor.

antopodio: en algunas Poaceas (Gramíneas) parte basal del antecio formado por la unión de la base de la lemma y la raquilla.

anual: planta que cumple su ciclo en un año o menos, durante el cual florece, fructifica y muere. Se opone a perenne.

aozado: en forma de huevo.

aplicado, da: dispuesto en forma apretada contra una superficie u órgano.

aquenio: fruto seco cuyo pericarpio no se encuentra soldado a la semilla.

aquillado, da: se aplica a los órganos que presentan una formación semejante a quilla de un bote, es decir, el dorso pronunciado agudamente a nivel del nervio medio, por ejemplo glumas y lemma.

áreas disyuntas: en Geobotánica se aplica a las áreas fragmentadas; dos o más áreas están muy distanciadas unas de las otras. Se aplica a las áreas geográficas distanciadas que presentan algunos géneros o especies.

en Geobotánica se aplica a las áreas fragmentadas; dos o más áreas geográficas que presentan algunos géneros o especies y que están muy distanciadas unas de las otras.

artejo: cada uno de los segmentos que forma la raquilla.

aurículas: prolongaciones laminares que se desarrollan en la base de la lámina o en la parte superior de la vaina, que suelen abrazar la caña.

auriculado: provisto de aurículas.

axilar: situado u originado en la axila de las hojas.

B

bahareque: sistema de construcción de viviendas a partir de palos o cañas entretrejidos y barro.

bastidor: estructura de muros formada por elementos verticales (pies derechos), y horizontales (soleras), sobre los que se fijan los forros y los acabados.

biaquillado, da: con dos quillas o carinas, igual a *bicarinado*.

bicarinado, da: biaquillado.

bidentado, da: con dos dientes.

bienal: que dura dos años.

bifido, da: órgano profundamente dividido en dos partes en el ápice, por ejemplo las lemmas.

biflora: espiguilla que lleva dos antecios.

caduco, ca: caedizo, que se desprende o desarticula; lo contrario de persistente.

C

caedizo, za: caduco.

callo: porción engrosada, modificada o no, en la base del antecio. Ver *antopodio*.

caña: tallo de las gramíneas. Ver *culmo*.

cariopsis: fruto seco indehiscente, cuyo pericarpio se encuentra soldado a la semilla.

cartáceo, a: de la consistencia del papel o del pergamino.

cartilagíneo, a: de consistencia del cartílago.

catáfilas o catáfilos: hojas modificadas, similares a escamas, por ejemplo en tallos subterráneos o en la parte inferior de las cañas.

caulinar: pertenecientes o relativo al tallo.

cespitoso, sa: gramínea que forma mata densa, con innovaciones que crecen muyarrimadas entre sí.

ciliado, da: con *cilias*.

cilias: pelos dispuestos en hileras en el borde de un órgano.

ciliolado, da: provisto de cilias muy pequeñas.

cogollo: brote joven de cualquier vegetal, por ejemplo de bambúes.

columnas o postes: elementos estructurales sometidos a cargas de compresión y flexo compresión.

coriáceo, a: de la consistencia del cuero.

culmo: se aplica al tallo o caña de las gramíneas.

D

deciduo, ua: caedizo.

decumbente: se aplica a los tallos tendidos en el suelo, pero con el ápice erguido.

densifloro, a: se aplica cuando las espiguillas son numerosas y se disponen muy juntas, en la inflorescencia. Opuesto a *laxifloro*.

dentado, da: con dientes en el margen.

denticulado, da: con dientes pequeños en el margen.

diafragma: elemento estructural de espesor pequeño comparado con sus otras dimensiones. Los diafragmas son sistemas que se diseñan para lograr resistencia y

rigidez muy altas en su plano para transmitir cargas a otros elementos sin que sufran grandes deformaciones.

distales: lejanía hacia el punto de origen o inserción de un órgano, una parte, o cualquier punto de referencia

dístico, ca: se aplica a las hojas, ramas, flores, etc., dispuestas en dos hileras, sobre un mismo plano, a uno u otro lado del tallo o del raquis de la inflorescencia.

divaricado, da: se aplica a las ramificaciones que forman un ángulo muy abierto con el eje principal.

durabilidad natural: resistencia que presenta la madera (medida en tiempo) a la acción de cualquiera de los agentes biodegradadores (hongos, insectos o bacterias) y al intemperismo.

dorsiventral: cuando un órgano presenta una cara dorsal y una cara ventral.

E

endémica: planta que crece en una sola localidad o en un sólo país.

endémico: ser vivo que solamente se encuentra en una región determinada.

enervio, a: que carece de nervio o nervios.

enquinchado: bambú recubierto con barro y otros materiales orgánicos.

entero: se dice del borde íntegro.

entrenudo: porción de la caña o tallo entre dos nudos.

escabriúsculo, la: apenas escabroso.

escabroso, sa: áspero al tacto, cubierto de asperezas.

escarioso, sa: se aplica a los órganos de consistencia membranácea o más o menos tiesos y secos, generalmente translúcidos, por ejemplo algunas glumas o glumelas.

especie: jerarquía taxonómica comprendida entre el género y la variedad. Comprende todos los individuos de constitución genética fundamentalmente igual. Admite variaciones menores como la subespecie, las variedades y las formas. El segundo término del nombre específico (binomio), expresa la especie.

espiciforme: inflorescencia con aspecto de espiga, sin serlo.

espícula: espiguilla, inflorescencia elemental de las gramíneas.

espiculado: provisto de espículas o espiguillas.

espiguilla: espiga pequeña, inflorescencia elemental de las gramíneas. *Pluriflora*: espiguilla que lleva varios antecios. *Uniflora*: espiguilla con un solo antecio.

exerto, ta: sobresaliente. Se aplica a aquellos órganos que sobrepasan en longitud a otros. Se opone a incluso.

F

fasciculado, da: dispuesto o agrupado formando hacecillos o manojos.

fibra: término utilizado para designar a los elementos celulares constitutivos del bambú.

fimbriado, da: se aplica a los bordes recortados menudamente a modo de flecos o lacinias.

flabelado, da o flabeliforme: en forma de abanico.

flexuoso: en zig-zag.

flor: Incluye andróceo (estambres), gineceo (pistilo) y lodículas (estructuras pequeñas situadas en la base del ovario).

foliáceo: se aplica al órgano con aspecto o naturaleza de hoja.

fusiforme: en forma de huso.

G

geminado, da: se dice de los órganos dispuestos de a dos en un lugar; por ej. dos espiguillas juntas en un mismo nudo del raquis.

género: en Sistemática la categoría que define un grupo entre la tribu y la especie. Constituye el primer término del binomio con que se designa una planta o un animal.

glabérrimo, ma: superlativo de glabro, completamente glabro, con falta absoluta de vello.

glabro, ra: desprovisto de pelo, lampiño.

glauco: de color verde claro, con matiz ligeramente azulado.

gluma: bráctea estéril que forma parte de la espiguilla.

glumela: bráctea protectora de la flor.

gramíneas: familia de plantas monocotiledóneas en la que se encuentran los cereales.

H

hábitat: lugar o estación típica donde crece un vegetal.

hábito: aspecto o porte general de una planta.

haz: cara superior de la hoja; se opone a *envés*.

heliófila: planta que crece a pleno sol.

herbáceo: que tiene el aspecto de la hierba.

hermafrodita: se aplica a las flores que llevan órganos de reproducción de los dos sexos. (Ver *perfectas*).

hialino: transparente y membranáceo.

hirsuto, ta: cubierto de pelos largos no adosados a la superficie que cubre.

hispido, da: se aplica a un órgano cubierto de pelos rígidos y rectos, áspero al tacto.

hongos: organismos erróneamente considerados plantas inferiores, constituidos por innumerables células microscópicas similares a finos hilos que en conjunto semejan una masa algodonosa -las hifas, que penetran en el bambú y lo degradan.

I

imbricado, da: se dice de las hojas y órganos foliáceos que están muy próximos, cubriéndose unos a otros por los bordes, como las escamas de un pez.

incluso: que no sobresale; se opone a *exerto*.

inconspicuo: poco visible; se aplica a un órgano poco desarrollado.

incurvo, va: encorvado hacia adentro; las hojas se encorvan hacia lo alto del tallo.

indumento: conjunto de pelos, glándulas, escamas, etc. que recubre un órgano.

inermes: que carece de espinas o aguijones.

inflexo: curvado hacia adentro o hacia lo alto.

inflorescencia: comprende las espiguillas arregladas en un eje o raquis.

innovaciones: cada uno de los nuevos brotes a partir de yemas basales del tallo.

introrso, sa: dirigido hacia adentro.

involuta, ta: en la vernación se aplica a la hoja cuyos bordes se encorvan hacia el haz o cara superior de la misma.

L

lanceolado, da: órgano laminar con contorno en forma de punta de lanza, angostamente elíptico con los extremos agudos. Puede ser estrechamente o anchamente lanceolado o linear-lanceolado.

lanoso, sa: cubierto de pelos largos y suaves, semejantes a hebras de lana.

lanuginoso, sa: que tiene lanosidad.

laxifloro, ra: cuando las espiguillas están separadas en la inflorescencia. Se opone a *densifloro*.

lemma: una de las glumelas que constituyen el antecio.

linear: muy largo y estrecho, con bordes paralelos.

lobado, da: con los bordes divididos en lóbulos.

lobulado, da: con los bordes divididos en lóbulos pequeños.

lodículas: representan el perianto de la flor, pueden ser 2 o 3, excepcionalmente 1 *Meliceae*.

M

macolla: conjunto de vástagos nacidos en la base de un mismo pie. (Ver *innovación*).

marginado, da: con un reborde.

megatérmica: planta que prospera en altas temperaturas; también se dice *macrotérmica*.

membranáceo, a: con aspecto y consistencia de membrana.

mesotérmicos: vegetales que para prosperar necesitan una temperatura media anual ni muy alta ni muy baja, de 15 a 20° C, con abundante humedad, por lo menos en ciertos períodos.

microtérmicos: vegetales que viven a una temperatura media anual de 0 a 15° -C, con precipitaciones distribuidas a lo largo del año y un período frío de reposo vegetativo.

multicaule: con muchos tallos o cañas, es decir muy macollada.

multinodales: con muchos nudos, refiriéndose a las cañas. Se opone a *paucínodales*.

multinodes: multinodales.

muricado, da: se aplica a los órganos cubiertos de espinas o agujones.

N

naturalizado, da: se aplica a la planta que, no siendo nativa de un país, vive en él y se propaga como si fuera autóctona.

navicular: se dice de cualquier órgano vegetal en forma de bote o barquita.

nerviado: órgano con nervios.

nudo: unión de una caña o tallo, zona donde se insertan las hojas.

O

oblongo, ga: más largo que ancho, alargado y con los bordes paralelos.

obovado, da: de contorno ovado pero con la parte más ancha hacia el extremo.

obovoide: de forma ovoide, con la parte ensanchada hacia el ápice.

obpiriforme: en forma de pera invertida.

opuesto, ta: se aplica a dos órganos insertos sobre un eje a un mismo nivel y sobre lados enfrentados.

orbicular: circular, redondo.

ovado, da: se aplica a los órganos laminares de forma de huevo.

oval: cuando se trata de órganos laminares como hojas, etc., de figura de óvalo, es decir, de elipse poco excéntrica.

ovoide: se aplica a órganos macizos de forma de huevo.

P

pálea: una de las glumelas que forma parte del antecio.

palustre: planta de bañados y esteros, que vive en lugares pantanosos.

panoja: tipo de inflorescencia.

papiráceo, a: de la consistencia y delgadez del papel.

pauci: prefijo derivado del latín *paucus*, poco, de corto número.

pauciespiculada: inflorescencia con pocas espículas o espiguillas.

paucifloro, ra: con pocas flores.

paucinodales / paucinodes: cañas con pocos nudos.

pedicelo: en las gramíneas, el eje que soporta la espiguilla.

péndula, lo: se aplica al tallo, flor, etc., colgante.

perenne: planta u órgano que vive más de dos años; se opone a *anual* y *bienal*.

perfecta: se aplica a la flor que lleva órganos de reproducción de los dos sexos.

pericarpo, pericarpio: cubierta del fruto que deriva del desarrollo de las paredes del ovario.

perno: sujetador con rosca en un extremo para tuerca y cabeza en el otro. Se colocan en agujeros de diámetro ligeramente mayor que el del perno.

persistente: se aplica a un órgano no fácilmente caedizo.

pestañoso, sa: con el margen con cerditas cortas y apretadas.

plumoso, sa: con aspecto de pluma o plumón.

pluri: prefijo derivado del latín *plus*, *pluris*, más, mayor número. Se emplea en distintos términos botánicos para dar idea de mayor cantidad.

plurifloro, ra: con muchas flores o antecios. Lo contrario de *unifloro*.

plurinodales / plurinodes: cañas con muchos nudos.

postrado, da: se aplica a los tallos cuando están tendidos en el suelo.

pratense: perteneciente o relativo al prado; plantas pratenses.

prefoliación: se refiere a la forma que presenta una hoja antes de su emergencia.

preservador: sustancia tóxica para los agentes degradadores de la madera o el bambú.

pruinoso: que posee pruina, revestimiento céreo de la cutícula de muchos tallos, hojas o frutos que les da aspecto glauco.

pseudo: prefijo griego utilizado a menudo para indicar falsedad o ilegitimidad.

pseudoespiguilla: espiguilla típica de las bambusoideas leñosas. Opcional *sendoespiguilla*.

pubérulo, la: ligeramente pubescente o con pelitos muy finos, cortos y escasos.

pubescente: órgano cubierto de pelos finos y suaves.

putrición: daño causado por hongos, propiciado por la alta concentración de humedad.

pulverulento: se aplica a plantas que presentan órganos (tallos, hojas, etc.) cubiertos de un diminuto polvillo, secreciones ceras (como la pruina), a veces blanquecino (en estos casos se llaman también *farinosas*).

Q

quilla: cualquier parte de un órgano que se parezca a la quilla de un barco.

quincha: trama o entretejido de juncos, cañas, varillas, etc., que suele recubrirse de barro, con que se afianza una construcción.

R

racimo: tipo de inflorescencia.

radicante: se aplica al tallo tendido o apoyado sobre la tierra, que desarrolla raíces en los nudos.

ramoso, sa: muy ramificado.

raquilla: eje caulinar que forma parte de la espiguilla.

rastrero, ra: planta de tallos tendidos que crece apoyándose en el suelo.

recurvado, da: curvado hacia afuera. Aplicado a las hojas cuando ellas se encorvan hacia la base del tallo.

reflexo, xa: se dice de las hojas, brácteas, etc., dirigidas hacia afuera del órgano en que se insertan y hacia la base del eje.

reniforme: en forma de riñón.

reticulado, da: con nervios o líneas formando una red.

retorso, sa: órgano o apéndice dirigido hacia atrás, es decir hacia la base del órgano soporte.

revoluto, ta: se dice de las hojas que se encorvan por sus bordes hacia el envés o cara externa de la misma.

rizoma: tallo subterráneo.

rizoma monopodial: la yema apical continúa su crecimiento debajo del suelo.

rizoma simpodial: la yema apical desarrolla un vástago aéreo y las laterales forman nuevos rizomas subterráneos.

rizomas definidos: se ramifican en forma simpodial.

rizomas indefinidos: tienen desarrollo monopodial.

rizomas leptomorfos: son rizomas delgados que pueden tener crecimiento indefinido y determinan plantas corredoras.

rizomas paquimorfos: rizomas engrosados de crecimiento definido.

rizomatoso, sa: que lleva rizomas.

rolliza: que tiene forma de rollo. Caña en su forma natural.

S

salvaje: ver *silvestre*.

samófila, lo: plantas que viven en suelos arenosos.

secado: proceso durante el cual la madera pierde la humedad presente en su interior.

semi: prefijo latino que significa la mitad, algo que se realiza a medias o expresa la mitad de un órgano por ejemplo semilámina.

sésil: se usa para un órgano que carece de pie o soporte.

seta: en las gramíneas, órgano algo tieso y relativamente largo que puede presentarse acompañando las espiguillas.

seudo: prefijo griego utilizado a menudo para indicar falsedad o ilegitimidad. Opcional *pseudo*.

seudoespiguilla: espiguilla típica de las bambusoideas leñosas. Opcional *seudoespiguilla*.

silvestre: planta que se propaga espontáneamente, por sus propios medios, sin mediar el cultivo.

sinónimo: nombre de una planta equivalente a otro pero relegado e invalidado por las Reglas de Nomenclatura.

sp: abreviatura de especie.

sub: prefijo latino empleado frecuentemente en Botánica para atenuar, rebajar o reducir el significado del adjetivo al que se prepone.

subespecie: categoría taxonómica inferior a la especie y superior a la variedad.

subfamilia: categoría taxonómica inferior a la familia y superior al género; los nombres de las subfamilias terminan en *oideae*.

subsésil: casi sésil, con pecíolo, pedúnculo o pedicelo muy corto.

subtribu: categoría taxonómica inferior a la tribu y superior al género.

T

termitas: insectos sociales degradadores de productos lignocelulósicos, como la madera y el bambú. Tienen dos pares de alas y su residuo es duro y semiesférico.

teselado, da: en las hojas de ciertas gramíneas, la disposición de los nervios en forma reticulada a modo de tablero de ajedrez.

tirante: elemento constructivo que impide la separación entre dos piezas. Tornillo. Sujetador que tiene rosca en toda su longitud y se coloca con desarmador.

tomentoso, sa: cubierto de pelos largos, simples o ramificados, muy densos y entrelazados entre sí.

tri: prefijo que significa *tres*, a menudo utilizado en Botánica para formar nombres compuestos en donde se debe indicar triplicación.

tribu: categoría sistemática entre la familia y el género. Los nombres de las tribus se forman a partir del nombre genérico con la desinencia latina *-eae*, en castellano- *eas*.

trífido, da: dividido en tres partes o lóbulos.

triloba: con tres lóbulos o puntas.

tríquetra: con tres ángulos o cantos.

truncado, da: se aplica a los órganos que terminan en un borde o plano transversal.

U

uni: prefijo latino que significa *uno*. Se usa en Botánica en palabras como *unialadowniflora*, etc., para indicar que sólo existe un ala, una flor, etc.

unifloro, ra: con una sola flor o antecio.

V

vaina: parte basal de la hoja que envuelve la caña y se inserta en los nudos.

var.: abreviatura de variedad.

variedad: cada uno de los grupos en que se dividen algunas especies y que se distinguen entre sí por caracteres secundarios pero permanentes.

vigas: elementos sometidos esencialmente a cargas perpendiculares a su eje longitudinal y que actúan en forma aislada por tener una separación grande y no estar unidos por un material de cubierta que les permita compartir la carga. Generalmente, la carga se aplica sobre los cantos.

vigas cumbreras: vigas maestras colocadas en los parte-aguas o cumbreras de los techos de dos aguas.

velloso, sa: se aplica a las plantas u órganos que tienen vello o pelo no demasiado fino.

ventral: en los órganos dorsiventrales se aplica al lado que corresponde al vientre.

verticilado, da: se dice de los órganos insertos en número de tres o más, alrededor de un eje y al mismo nivel.

X

xerófilo, la: se dice de las plantas que viven en medios secos, por el clima o por las condiciones del suelo.

Y

yema: brote (primordio) situado en la axila de una hoja o bráctea, que da origen a un tallo con hojas y flores.

Z

zapata: cimentación o ensanchamiento de la base de un soporte que tiene como cometido repartir las cargas sobre el terreno.

BIBLIOGRAFÍA

- Apuntes del Seminario realizado por el CBRC (China Bamboo Recerch Center), en China 2011.
- Apuntes del Seminario realizado por el INBAR (International Network for Bamboo and Ratán), en China 2011.
- Baliero, H. (2013) *La mirada desde el margen*, FADU-UBA. Buenos Aires.
- Bar, L. (2012) “Il mondo del bambù, un futuro possibile e sostenibile”, en *Bambù per Ideare, sperimentare e costruire*, curado por CALTABIANO Irene, Lacirignola Angela, Edit. Aracnè. Roma.
- Barrionuevo, R. (2011), “Investigación tecnológica aplicada: domocaña”, *Informes de la Construcción*, Vol. 63, 523: 51-58.
- Barros, V. et al., 2006. Vulnerability to floods in the metropolitan region of Buenos Aires under future climate change, Washington, DC.
- Barros, V., Camilloni, I. & Menendez, A., 2003. Impact of Global Change on the Coastal Areas of the Rio de la Plata. , 2003(June), p.2003.
- Bo, R. & Quintana, R.D., 2013. Humedales del Delta del Parana. In L. Benzaquen et al., eds. *Inventario de los Humedales de Argentina. Sistemas de paisajes del corredor Parana-Paraguay*. Buenos Aires: Secretaria de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nacion, pp. 297-319.
- Becerra, P. Y Cervini A., *En torno al producto: Diseño estratégico e innovación Pyme en la Ciudad de Buenos Aires*, Gobierno de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, 2005.
- Berman, M; michelena, E. (2013) “Otra vez sustentabilidad”, en *Revista de Arquitectura N°250, Ser Sustentable III*, curado por Melina Berman y Emiliano Michelena. Sociedad Central de Arquitectos (SCA), Buenos Aires.
- Bocco, A. (2013), “Tecnología y comportamiento humano” *En Revista de Arquitectura N°250, Ser Sustentable III*, curado por Melina Berman y Emiliano Michelena. Sociedad Central de Arquitectos (SCA), Buenos Aires.
- Bocco, A; Cavaglià, G. (2008). *Cultura teconologica dell' architettura. pensieri e parole, prima dei disegni*, Editorial Carocci editore S.p.A, Roma.

- Cabrera, A. L., “Esquema fitogeográfico de la República Argentina” . En *Rev. Mus. La Plata, Botánica* 8 (33): 87-168. 1953.
- Campanella, R., 2014. Mississippi River Delta. In H. Meyer & S. Nijhuis, eds. *Urbanized Deltas in Transition*. Amsterdam: Techne Press, pp. 23-32.
- Caro ME, Castro Thomae AM, Sistematización PPT Aprovechamiento de las cañas en el Delta Bonaerense: info@eldoradobambu.com.ar
- Ciccolella, P., 2002. La Metropolis Postsocial: Buenos Aires rehen de la economía global.
- Ciccolella, P., Mignaqui, I. & Szajenberg, D., 2006. Metropolis in transition: Buenos Aires between economic growth and social desintegration. In ISOCaRP Congress. pp. 1-23.
- Claes, K., Vandenbussche, I., Versele, A., Klein, K., Verbist, b. (2012). *Sustainable urban planning and construction in the south. klimos working paper*, 7 – Julio 2012.
- Cohen, M., 2007. Convertibilidad, crisis y desafíos para el futuro: 1991-2006. In M. Gutman & E. Hardoy, eds. *Buenos Aires 1536-2006. Historia Urbana del Area Metropolitana*. Buenos Aires: Ediciones Infinito, pp. 270-313.
- Comoglio, M ; Pagliolico; S.L. (2008) “Astigiano. Una terra per costruire”. *Aracne*, roma, pp. 95-101. ISBN 9788854818781.
- COMPYMEFOR. *Industrialización del bambú*, Argentina, 2005.
- Comunidad Andina de Naciones. *Acerca del cambio climático: algunos indicadores*, Perú, 2007.
- Costanza, R. et al., 1997. The value of the world’s ecosystem services and natural capital. *Nature*, 387(15 May), pp.253-260.- CRATerre-EAG (1998); *Compressed Earth Blocks: Standards – TECHNOLOGY*. Series No.11. Brussels.
- CRATerre-EAG: Rigassi, Vincent (1995). *Compressed Earth Blocks, vol. 1: manual of production*. Braunschweig, Allemagne: Friedrich Vieweg & Sohn.
- Cravino, M.C., del Rio, J.P. & Duarte, J.I., 2009. Magnitud y crecimiento de las villas y asentamientos en el Área Metropolitana de Buenos Aires en los últimos 25 años, Buenos Aires.
- Creel, L., 2003. *Ripple effects: population and coastal regions*, Washington, DC.
- Cruz Ríos H. (2009) *Bambú Guada, bosques naturales en Colombia, plantaciones comerciales en México*, Pereira.

- Dammers, E.D. et al., 2014. Urbanized Deltas as Complex Adaptive Systems : Implications for Planning and Design. *Built Environment*, 40(2), pp.156–168.
- DPDI (2010) *Manual técnico: construcción de estructuras simples con bambú*. Entregado por la Dirección Provincial de Islas durante workshops y seminarios. Tigre, Buenos Aires.
- FAO. *Forest Resources Assessment*, Roma, Italia, 2005.
- Filippi M; Branciforti V. (2013) “Green Building y Green Washing” en *Revista de Arquitectura N°250, Ser Sustentable III*, curado por Melina Berman y Emiliano Michelena. Sociedad Central de Arquitectos (SCA), Buenos Aires.
- Galafassi, G., 1996. Aproximación al Proceso Histórico de Asentamiento, Colonización y Producción en el Delta del Paraná (Argentina). *Estudios Sociales*, (11).
- Garzon, J; Díaz; F.(1996) *Optimización de estructuras en guadua*. Universidad Nacional de Colombia. Bogota.
- Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires, 2010. Atlas Ambiental de Buenos Aires. Available at: www.atlasambiental.gov.ar [Accessed January 1, 2014].
- González Ramírez, José Eugenio (2011), CIDEM, *Manual para la construcción de muebles con bambú*, - Agencia Suiza para la Cooperación y el Desarrollo, Cuba, 2011.
- Guelfi, S(2013) Tesis de laurea: *Una vivienda messicana, progetto di autocostruzione in terra cruda per le località rurali de Oaxaca*. Relatora Simonetta Pagliolico. Politecnico de Torino.
- Guerreiro, C. & M. Lizarazu. 2010. “Flowering of *Bambusa tuldoides*” Munro (Poaceae, Bambusoideae, Bambuseae) in southern South America. *Darwiniana* 48(1): 25-31).
- Haudry de Soucy, R. “Productos con identidad territorial” Documento preparado para el Foro nacional de políticas de Estado para el desarrollo Rural, Latacunga, Ecuador, junio 2003.
- Hidalgo, O.(2003) *Manual de construcción con bambú*, Universidad de Colombia, Editorial Estudios técnicos Colombianos. Colombia.
- Hori, K. & Saito, Y., 2007. Classification, Architecture, and Evolution of Large-river Deltas. In A. Gupta, ed. *Large Rivers*. Chichester: John Wiley & Sons Ltd., pp. 75–96.

- Houben, H;Guillard, H.(1994). *Earth construction: a comprehensive guide*. London: Intermediate Technology Publications.
- Illich, I.(1978) *La convivencialidad*, Ocoatepec, Morelos, México.
- INBAR 2015, *Manual de Construcción: Construir con Bambú*.
- INDEC, 2010. Censo Nacional de Población y Viviendas.
- INTA(2014) *Catálogo de plantas para techos verdes* en: <http://inta.gob.ar/documentos/catalogo-de-plantas-para-techos>.
- Javadian, A.; Hebel, D. Wielpolski, M; Heisel, F; Schelsier, K; -Griebel, D. (2014) “Bamboo reinforcement – a sustainable alternative to steel”, World Sustainable Building Conference WSB14, Barcelona, Spain, 23-30th October, 2014.
- Jiménez Delgado, M.C; Guerriero, C.G. (2007). *The selection of soils for unstabilised earth building: a normative review*. Constr. Build. Mater. 21.
- Jonas, H. (1995) *El principio de responsabilidad, ensayo de una ética para la civilización tecnológica*. Editorial Herder, Barcelona.
- Judziewicz, E. J., Clark, L. G., Londoño, X. & M. G., Stern.1999. *American Bamboos*. Smithsonian Institution Press, Washington D.C.
- León, R, Gallardo, H; Saleme, H (2001) “El bambú y sus propiedades. Pautas de diseño”, en CET *Revista de Ciencias Exactas y Tecnologías*, Universidad de Tucumán, N°20: 23-30.
- Lizarazu, M. & Vega A. S. (2012). *Guadua*, en F. O. Zuloaga, Z. E. Rúgolo & A. M. Anton (Eds.). *Flora Argentina. Plantas Vasculares de la República Argentina. Monocotiledoneae: Poaceae: Aristidoideae-Pharoideae*. Vol. 3, I: 59-63.
- Lizarazu, M. A. 2012. *Merostachys*, en F. O. Zuloaga, Z. E. Rúgolo & A. M. Anton (Eds.). *Flora Argentina. Plantas Vasculares de la República Argentina. Monocotiledoneae: Poaceae: Aristidoideae-Pharoideae*. Vol. 3, I: 63-65.
- Londono, X. *Evaluación de los recursos de bambú en América Latina*. Cali, Colombia, 2001.
- Loóez,L; Trujillo, D (2002) *Diseño de uniones y elementos en estructuras en guadua*. Universidad Tecnológica de Pereira.
- McClure, F. A. 1957. “Bamboos of the genus *Phyllostachys* under cultivation in the United States”. *Agriculture Handbook* n° 144: 1-69.

-
- McClure, F. A. 1966 (1993). *"The Bamboos"*. Smithsonian Institution Press, pp. 345.
 - McClure, F. A. 1993. "The Bamboos". With a new foreword by Gerald Bol and a new introduction by Lynn Clark. Smithsonian Institution Press, p. 345.
 - McHarg, I., 1969. Design with nature 2nd ed., New York: The Natural History Press.
 - McLoughlin, B., 1985. The systems approach to planning: a critique, Hong Kong.
 - Meyer, H. et al., 2012. IPDD Werkpakket 2 : Retrospectief: Majeure interventies in het deltasysteem 1850-2000.
 - Meyer, H., 2014a. Rhine-Meuse-Scheldt Delta. In H. Meyer & S. Nijhuis, eds. Urbanized Deltas in Transition. Amsterdam: Techne Press, pp. 41-50.
 - Meyer, H., 2014b. Urbanized Deltas in Transition. In H. Meyer & S. Nijhuis, eds. Urbanized Deltas in Transition. Amsterdam: Techne Press, pp. 7-9.
 - Meyer, H. & van Schuppen, S., 2009. Urbanization in the Delta. In F. Hooimeijer, H. Meyer, & A. Nienhuis, eds. Atlas of Dutch Water Cities. Amsterdam: SUN, pp. 52-59.
 - Michelena, E (2015) Tesis de Doctorado: *Innovación Tecnológica desde las Villas*. Politécnico de Torino, Italia.
 - Michelena, E.(2013) "Reflexiones a partir de una entrevista con Gernot Minke, construir con la naturaleza" en *Revista de Arquitectura N°250, Ser Sustentable III*, curado por Melina Berman y Emiliano Michelena. Sociedad Central de Arquitectos (SCA), Buenos Aires.
 - Minke, G.(2006) *Building with earth. design and technology of a sustainable architecture*, Basel : Birkhäuser.
 - Minke, G.(2010) *Techos verdes: planificación; ejecución, consejos prácticos*. Editorial Merlin. Cali, Colombia.
 - Minke, G.(2012) *Building with bambo*. Basel : Birkhäuser.
 - Mitsch, W. & Gosselink, J., 2007. Wetlands, Hoboken: John Wiley & Sons Ltd.
 - MOPT (1992) *Bases para el diseño y construcción con tapial*. Madrid, Spain: Centro de Publicaciones, Secretaría General Técnica, Ministerio de Obras Públicas y Transportes.

- Morán, J. *El bambú en América, situación actual y prospección al siglo XXI*, Costa Rica, 1998.
- Morán, J. *Visión y Proyecciones de la Industria de la Construcción y de otras Industrias a base de Bambú en América Latina*. 2004.
- Morris, D., Meyer, H. & Waggoner, D. eds., 2008. Dutch Dialogues, SUN.
- MTE INEN 2:2004 (2004) - *Manual de laboratorio sobre métodos de ensayo para la determinación de propiedades físicas y mecánicas del bambú*. Servicio Ecuatoriano de Normalización.
- Neumann, D., 2014. Elbe Estuary. In H. Meyer & S. Nijhuis, eds. *Urbanized Deltas in Transition*. Amsterdam: Techne Press, pp. 59–66.
- Nicora, E. G. & Rúgolo de Agrasar Z. E.. 1987. *Los Géneros de Gramíneas de América Austral*. Editorial Hemisferio Sur, Buenos Aires, pp. 611, 206 fig. 1987.
- NSR 10- (2010) *Reglamento colombiano de construcción sismo-resistente*. Título G- Estructuras de Madera y Guadua. Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial. Colombia.
- NT E.100 (2012) - *Norma técnica e.100, diseño y construcción con bambú* Ministerio de Vivienda, Saneamiento y Construcción del Perú.
- NTC 5525 (2007) - *Métodos de ensayo para determinar las propiedades físicas y mecánicas de la Guadua*. Instituto Colombiano de Normas Técnicas.
- Oddi, J. & Kandus, P., 2011. Bienes y servicios de los humedales del Bajo Delta Insular. In R. Quintana et al., eds. *El patrimonio natural y cultural del Bajo Delta del Parana. Bases para su conservación y uso sostenible*. Buenos Aires: Aprendelta, pp. 134–145.
- ONU (1987) *World Commission on Environment and Development, Our Common Future*, Oxford Press University, New York.
- Parker, G. & Marcolini, S., 1992. Geomorfología del Delta del Parana y su extensión hacia el Río de la Plata. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 47(2), pp.243–249.
- Parodi, L. R. 1936. “Las bambúseas indígenas de la mesopotamia argentina”. *Revista Argent. Agron.* 3 (4): 229-344.
- Parodi, L. R. 1937. “La floración de *Phyllostachys aurea* en la Argentina”. *Revista Argent. Agron.* 4: 307-308.

- Parodi, L. R. 1943. "Los bambúes cultivados en la Argentina". *Revista Argent. Agron.* 10: 89-110.
- Parodi, L. R. 1959. *Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería*. 1. pp. 651. Acme S.A.C.I., Buenos Aires.
- Parry, M.L. Canziani, O.F.,Palutikof, J.P van der Linden P.J. and Hanson C.E. (eds). Contribution of WorkingGroup II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. 2007.
- Peña, C. M. Y Tokatlian L. 2013. *El bambú en el Delta bonaerense y su gente*. D.P.D.I. Buenos Aires.
- Pittau, M., Sarubbi, A. & Menéndez, A., 2004. Análisis del avance del frente y del incremento areal del Delta del Río Paraná, Buenos Aires.
- PRO TERRA (2009) *Selección de suelos y métodos de control en la construcción con tierra. pruebas de campo*. Disponible en <http://www.redproterra.org>. Acceso el 07/05/2013".
- Rael, R (2008). *Earth architecture*, Princeton Architectural Press.
- Reker, J. et al., 2006. Deltas on the move, Amsterdam.
- Rinaldi, V.A., Abril, E.G. & Clariá, J., 2006. Aspectos geotecnicos fundamentales de las formaciones del delta del Rio Parana y del Estuario del Rio de la Plata. *Rev. Int. de Desastres Naturales, Accidentes e Infraestructura Civil.*, 6(2), p.18.
- Rodríguez, M. F. & J. Martínez. 2001. "Especies vegetales como recursos arqueológicos en el ámbito puneño". *Publicación Especial de la Asociación Paleontológica Argentina*. 8: 139 - 145.
- Rodríguez, M. F. 1999 a. "Movilidad e intercambios durante el Arcaico en la Puna Argentina". *En los tres reinos prácticas de recolección en el cono sur de América*. C. A. Aschero, M. A. Korstanje y P. M. Vuoto (eds.), pp. 111 - 120. Magna Publicaciones, 268 pp. ilustr. Instituto de Arqueología y Museo, FCNeIML, UNT, Tucumán, República Argentina.
- Rodríguez, M. F. 1999 b. "Arqueobotánica de Quebrada Seca 3 (Puna Meridional Argentina): Especies vegetales utilizadas en la confección de artefactos durante el Arcaico". *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología* 24: 159-184.
- Rúgolo de Agrasar, Z. E. & L. G. Clark. 2000. El género *Colantheia* (Poaceae: Bambusoideae) en la Argentina. *Darwiniana* 38 (3-4): 365-368.

- Rúgolo de Agrasar, Z. E. & M. L. Puglia. 2004. "Gramíneas ornamentales. Plantas de la Argentina", J. A. Hurrell (Ed.), pp. 336 + 4 Tablas. *Literature of Latin America* (L.O.L.A.).
- Rúgolo de Agrasar, Z. E. 1991. "La floración de *Arundinaria japonica* (Gramineae-Bambusoideae)". *Bol. Soc. Argent. Bot.* 27 (1-2): 49-57.
- Rúgolo de Agrasar, Z. E. 2009. "Gramíneas (*Phyllostachys bambusoides*; *Zea mays*, en Hurrell", J. A., E. A. Ulibarri, G. Deluchi & M. L. Pochetino. *Hortalizas, verduras y legumbres. Biota Rioplatense XIV*, 240 pp. Ed. L.O.L.A. ISBN 978-987-1533-09-1.
- Rúgolo, Z. E. & A. S. Vega. 2012. "*Colantheia*. Flora Argentina. Plantas Vasculares de la República Argentina". F. O. Zuloaga, Z. E. Rúgolo de Agrasar & A. M. Anton (Eds.). *Monocotiledoneae: Poaceae: Aristidoideae-Pharoideae*. Vol. 3, I: 172-174. ISBN 978-987-1601-20-2.
- Rúgolo, Z. E. & A. S. Vega. 2012. "*Rhipidocladum*. Flora Argentina. Plantas Vasculares de la República Argentina." F. O. Zuloaga, Z. E. Rúgolo de Agrasar & A. M. Anton (Eds.). *Monocotiledoneae: Poaceae: Aristidoideae-Pharoideae*. Vol. 3, I: 66-68. ISBN 978-987-1601-20-2.
- Saleme, H.(2008) *El bambú: arquitectura, ambiente y desarrollo sustentable; tipos estructurales apropiados para las arquitecturas de bambú*, Facultad de Arquitectura y Urbanismo Universidad Nacional de Tucumán, Editorial Magma, Tucumán.
- Sarubbi, A., 2007. Análisis del Avance del Frente del Delta del Río Paraná Análisis del Avance del Frente del Delta del Río Paraná. Universidad de Buenos Aires.
- Sarubbi, A., Pittau, M. & Menendez, A., 2006. Delta del Parana: Avance del, Buenos Aires.
- Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación, 2008. Plan Integral de Conservación y Aprovechamiento Sostenible en el Delta del Parana (PIECAS-DP).
- Secretaria Distrital del ambiente (2011) *Guía de techos verdes en Bogotá*, Secretaría Distrital del Medio Ambiente, Bogotá, Colombia.
- Sierra, V., 1967. Historia de la Argentina. Consolidación e la labor pobladora., Buenos Aires: Editorial Científica Argentina.
- Soria, Paulina, Cathme Patricio, Cabrera Álvaro, Astudillo Esteban, *Sistematización Desarrollo de Productos INBAR*, Ecuador 2015.

- Stein, R.(1978) *Architecture and energy*, New York, Anchor Books.
- Sulekic, A. A., Z. Rúgolo de Agrasar & L. G. Clark. 1999. "El género *Rhipidocladum* (Poaceae: Bambusoideae) en la Argentina". *Darwiniana* 37 (3-4): 315-322.
- Syvitski, J.P.M. et al., 2009. Sinking deltas due to human activities. *Nature Geoscience*, (September), pp.1-6. Available at: <http://dx.doi.org/10.1038/ngeo629>.
- Tassone, C; Thumiger, M.(2009) Tesis de laurea: *Blocchi in terra e plastica compressa per moduli abitativi ad anyama-adjamé, costa d'avorio*, Tesis de Laurea, Relatores Pierre-Alain Croset, Simonetta Pagliolico, Nuccia Maritano Comoglio, Politecnico di Torino.
- Tozzi, E.(2013) "Acero verde", en *Revista Obras N°1*, Buenos Aires Agosto 2013.
- UN Habitat, 2012. State of the World's Cities 2012/2013. Prosperity of Cities. , p.152. Available at: www.unhabitat.org.
- UN Habitat, The spatial distribution of the world's cities. , pp.2-47.
- United Nations, 2014. World Urbanization Prospects, New York.
- Van Schaick, J. & Klaasen, I., 2009. The Dutch layer approach – a turn-of-the-century phenomenon or fundamental approach to urban design and planning tasks ?, Delft.
- Vrijling, J.K. & Stive, M.J.F., 2010. Draining, dredging, reclaiming: The technology of making a dry, safe and sustainable Delta Landscape. In I. Bobbink, H. Meyer, & S. Nijhuis, eds. *Delta Urbanism. The Netherlands: The American Planning Association*, pp. 20-43.
- Walker, P; Gross, C; Lawrence, M; maskell, D; Shea, A; Thomson, A; Wall, K. (2013) "El uso moderno de los materiales tradicionales en la construcción" en *Revista de Arquitectura N°250, Ser Sustentable III*, curado por Melina Berman y Emiliano Michelena. Sociedad Central de Arquitectos (SCA), Buenos Aires.
- World Shipping Council, 2015. Top 50 World Container Ports. Available at: <http://www.worldshipping.org/about-the-industry/global-trade/top-50-world-container-ports>.
- Wright, L.D., 1978. River Deltas. In R. A. DAVIS, ed. *Coastal Sedimentary Environments*. New York: Springer-Verlag, pp. 5-68.
- Wu Zhengyi & P. H. Raven, 2006. "Flora of China" 22: 1-733. *Sciens Press* (China), Missouri Botanical Garden Press (U.S.A.).

- Zagare, V.M.E., 2007. Buenos Aires: En busca de un modelo de gestión integral del transporte. *Revista M*, 4(1), pp.32-47.
- Zagare, V.M.E., 2014. Dichotomous Delta: between the natural and the metropolitan. The case of the Parana Delta, Argentina. *Built Environment*, 40(2), pp.213-229.
- Zagare, V.M.E., 2012. Spatial Analysis of Climate Change Effects on Urbanized Delta Territories as a Tool for Planning: The Case of the Lower Parana Delta. *The International Journal of Climate Change: Impacts and Responses*, 3(4), pp.19-34.
- Zagare, V.M.E., 2015. Transformaciones, desafíos y oportunidades para la investigación, el diseño y la planificación de los deltas urbanos. *Revista M*.
- Zagare, V.M.E. & Manotas Romero, T., 2014. Procesos naturales y urbanos en el Delta Inferior del Parana: actores, conflictos y desafíos de un área en constante transformación. *Revista M*, 11(1), pp.24-37.
- Zuloaga, F. O., Z. E. Rúgolo & A. M. Anton (Eds.). 2012a. "Flora Argentina. Plantas Vasculares de la República Argentina". *Monocotiledoneae: Poaceae: Aristidoideae- Pharoideae*. Vol. 3, I: 1-588. ISBN 978-987-1601-20-2.

Páginas web:

<http://websie.eclac.cl/sisgen/ConsultaIntegrada.asp>

www.bambuguadua.com

www.bosquesflegt.gov.co

<http://www.bambu.cl/>

http://www.portafolio.com.co/economia/vivienda_eco_portafolio/ARTICULO-WEB-NOTA_INTERIOR_PORTA-7486789.html

<http://websie.eclac.cl/sisgen/ConsultaIntegrada.asp>

www.bambuguadua.com

www.bosquesflegt.gov.co

<http://www.bambu.cl/>

http://www.portafolio.com.co/economia/vivienda_eco_portafolio/ARTICULO-WEB-NOTA_INTERIOR_PORTA-7486789.html

Material de referencia para Phyllostachys aurea. Argentina, Buenos Aires, Capital

Federal, Facultad de Agronomía y Veterinaria, cult., 1-IX-1934 (fl), *Burkart 6692* (SI).

Material de referencia para Phyllostachys nigra. ARGENTINA. Corrientes, Mburucuyá, Parque Nacional Mburucuyá. Casco Estancia Santa Teresa, 17-X-2006 (veg), *Arbo 9257* (CTES).

Material de referencia para Phyllostachys reticulata. ARGENTINA. Buenos Aires. Isla Martín García: Barrio Chino, 9-IX-1994 (veg), *Hurrell 1931* (SI).

Con esta edición culmina exitosamente un trabajo mancomunado de acreditados investigadores ocupados en transmitir las ventajas de introducir en nuestro medio la utilización del bambú. Esta obra -curada por la Lic. Clara Peña, coordinadora del Área de Proyectos Sustentables para el Delta de la Provincia de Buenos Aires (DPDI)- reúne trabajos de investigación que cubren todos los aspectos vinculados con la caña de bambú, por lo que se convierte en texto de consulta fundamental. La descripción botánica de la planta hasta las consideraciones socio culturales de su uso y aplicación en el Delta son abordadas con despliegue de datos e información certera y comprometida, apuntando a que el lector tome conciencia de la importancia de este cultivo, cuya recuperación se está llevando a cabo por la DPDI, iniciativa que tiene en esta obra su segundo producto editado; el primero: *El bambú en el Delta bonaerense y su gente*.

Hay un concepto que recorre todos los capítulos del texto y es el de la *sustentabilidad total*. En efecto, la sustentabilidad entendida como la relación entre el habitante -isleño en este caso- y los recursos de subsistencia y riqueza, en un vínculo respetuoso, ético y feliz con el medio ambiente, que garantice la preservación de los recursos naturales para las generaciones futuras.

La obra considera varios aspectos. Se ocupa del cultivo, el mantenimiento y el uso de la caña de bambú, cuyas características y bondades son explicitadas con amplio despliegue de detalle sobre los géneros y especies encontrados en la Provincia de Buenos Aires y el Delta del Paraná: las ventajosas características que hacen único al llamado *acero vegetal*. Ahonda también en el tratamiento de la caña para el aprovechamiento de todas sus virtudes, ya que -tratada de manera sustentable- la caña puede ser aprovechada íntegramente, tanto para la fabricación de muebles y objetos diversos, como para la construcción de edificios y viviendas. Incluye además, muy completa información sobre la producción de brotes comestibles de bambú.

Es de destacar la oportunidad de esta edición que pone en foco la necesidad de orientar los esfuerzos productivos y de generación de riqueza de nuestro Delta, para dar respuesta, conocimientos, oportunidades y herramientas apropiadas a sus habitantes.

Lic. Lydia Michelena Crook
Socióloga

