

Exposición técnica sobre los tableros y paneles de bambú



Exposición técnica sobre los tableros y paneles de bambú

Autor: MSc. Ing. Mederico Pascual Rojas Rojas

País: Cuba

Grupo latinoamericano y caribeño "Conversatorio de bambú"

Disarte BambúCultura

Emails: mederico2025@gmail.com , aramisrgrillo@gmail.com

Teléfono/WhatsApp: +53 58756105, alternativo +53 58583969

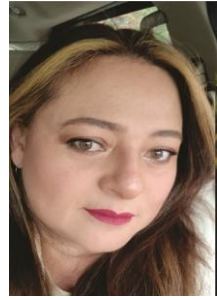
FB: Mederico Rojas

1ra versión

19 de junio de 2022

Exposición técnica sobre los tableros y paneles de bambú

Especial agradecimiento a nuestra estimada Arq. Carolina Zuluaga Zuleta, por brindarnos esta oportunidad de ser útil al Grupo latinoamericano y caribeño de bambuseros.



Exposición técnica sobre los tableros y paneles de bambú

ÍNDICE

TEMA	Página
INTRODUCCIÓN	1
1. FUNDAMENTACIÓN	2
2. ANATOMÍA Y ESTRUCTURA MACROSCÓPICA DEL BAMBÚ	2
2.1 CULMOS	3
2.2 CORTEZA	4
2.3 FIBRAS	4
2.4 NUDOS Y ENTRENUDOS	5
2.5 YEMAS	5
2.6 COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL CULMO	6
2.7 ESPECIES DE BAMBÚES RECOMENDADAS PARA LA FABRICACIÓN DE TABLEROS	6
3. ADHESIVOS Y ADITIVOS	7
4. ACABADO	7
5. PRESENTACIÓN DE LOS TABLEROS	8
6. PROCESOS TECNOLÓGICOS DE ELABORACIÓN DE LOS TABLEROS DE BAMBÚ	13
7. MAQUINARIAS Y ACCESORIOS PARA LA FABRICACIÓN DE LOS TABLEROS DE BAMBÚ	15
8. CARACTERIZACIONES FÍSICO – MECÁNICAS Y PROPIEDADES DE LOS TABLEROS	18
9. APLICACIONES Y USOS DE LOS TABLEROS	19
CONCLUSIONES	21
RECOMENDACIONES	21
ANEXOS	

Exposición técnica sobre los tableros y paneles de bambú

RESUMEN

El bambú es una planta maravillosa. Unos de los aportes, en la industrialización del bambú, consisten los tableros y paneles, y este trabajo tiene como objetivo exponer información técnica sobre el bambú, su anatomía, composición química y propiedades físico-mecánicas, así como las tecnologías, maquinarias, materiales, propiedades físico-mecánicas y aplicaciones de los tableros y paneles. Se explica la importancia de la implementación de políticas de industrialización del bambú, basada en la sostenibilidad de las plantaciones y la factibilidad económica de las industrias, donde el aprovechamiento integral y racional del bambú debe garantizar la sostenibilidad y la eficiencia industrial. Son referidos los componentes básicos del bambú, su composición química. Se describen los tableros por su composición: tejidos, de tablillas verticales, de capas horizontales de tablillas, de capas de tablillas contrachapadas; puntualizando algunas maquinarias para su elaboración, los procesos productivos, adhesivos y aditivos, caracterizaciones físico – mecánicas y propiedades; y las aplicaciones y usos de los tableros. Esta información permite tener una visión global sobre los conocimientos de estos materiales, que requieren para la industrialización eficiente y sostenible, basada en el uso racional e integral del bambú.

Exposición técnica sobre los tableros y paneles de bambú

INTRODUCCIÓN

En la medida que se profundizan las investigaciones sobre el bambú, se perfecciona su clasificación botánica, es así que se considera que es más exacto clasificarlo como una planta especial que no es ni herbácea ni arbórea. Esto, por supuesto, no incluye una serie de bambúes herbáceos de América y África, puesto que más del 92% de las especies mundiales de bambú son bambúes leñosos [1].

Esta clasificación del bambú se basa en las características ecológicas y biológicas de los bambúes, así como en el reconocimiento de sus propiedades y de las características que posee para su utilización, las cuales permiten diferenciarlo de las especies maderables y de las especies herbáceas, lo que es esencial para el desarrollo de la industria del bambú [1].

En la más reciente información, 2021, se mencionan 1642 especies de bambúes en el mundo y 119 géneros, los cuales son nativos en todos los continentes, salvo en Europa, y tiene una distribución latitudinal que va desde los 50° 30' N hasta los 47° S, y una distribución altitudinal desde 0 hasta 4300 msnm [1].

Actualmente la comunidad internacional tiende a reconocer el bambú y a los productos a base de bambú como productos no maderables del bosque; esto es una manera científica de entenderlo y que encamina al desarrollo de la industria del bambú [1].

En el mundo 34,6 millones de hectáreas están cubiertas de bambú y constan documentados más de 1500 usos, desde los alimentos hasta las construcciones. Un billón de personas viven en casas de bambú y en todas, de una forma o de otra usan muebles y diferentes artículos de esta maravillosa planta.

La importancia ecológica del bambú y sus plantaciones se basa en las valiosas prestaciones al medioambiente, por consumir y fijar un gran volumen de CO₂ atmosférico, generando grandes cantidades de oxígeno, materia orgánica a los suelos, contribuyendo al hábitat de la flora y la fauna y al mejoramiento y embellecimiento del paisaje.

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

Desde el punto de vista económico sus aportes son significativos, el mercado global estuvo valorado en 12 billones de USD en el año 2012, donde los principales productores y exportadores mundiales fueron China, Vietnam, India, Indonesia y Malasia, y los importadores Europa, EE.UU. y Japón. El comercio mundial de bambú y sus productos, durante el 2012 en millones de USD se muestran en un gráfico del anexo 1 [2].

Unos de los aportes, en la industrialización del bambú, consisten los tableros y paneles, los cuales requieren maquinarias, accesorios, materias primas, materiales y tecnologías para su elaboración. La demanda de conocimientos para la adecuada organización de la producción de tableros y paneles de bambú y su sostenibilidad en el tiempo, exige información técnica y metodologías de estudios y cálculos de rentabilidad.

Es aquí, donde, el grupo latinoamericano y caribeño "Conversatorio sobre bambú" tiene como objetivo promover los avances y soluciones a las problemáticas de diferentes disciplinas del bambú, buscando suscitar alianzas en América Latina y en el Caribe en temas de construcción sostenible, silvicultura, innovación tecnológica y la cadena productiva del bambú.

Por ende, se establece como objetivo de este trabajo: exponer información técnica sobre el bambú, su anatomía, composición química y propiedades físico-mecánicas, así como las tecnologías, maquinarias, materiales, propiedades físico-mecánicas y aplicaciones de los tableros y paneles.

[1] Zhaohua, Zh., Wei J. 2021. Desarrollo sostenible del bambú. Editorial Sociedad Colombiana del Bambú, Armenia, Quindío, Colombia

[2] Mederico P. Rojas. El bambú, sus laminados y tableros en el mueble. 1ra Convención internacional CubaIndustria. La Habana, 2014

Exposición técnica sobre los tableros y paneles de bambú

1. FUNDAMENTACIÓN

La implementación de políticas de industrialización del bambú va aparejada a resultados positivos de investigaciones de la sostenibilidad de las plantaciones y la factibilidad económica de las industrias. Hay experiencias de empresarios, que de forma apresurada, adquieren equipos y construyen fábricas sin tener un plan estratégico, plan que debe contemplar políticas favorables, condiciones locales, plantaciones que generen culmos de alta calidad y por su puesto una factibilidad práctica.

El aprovechamiento integral y racional del bambú debe garantizar la sostenibilidad y la eficiencia industrial, donde los residuos, por ejemplo en la producción de tableros contrachapados, se deben denominar subproductos, que a su vez sean las materias primas para otros tipos de tableros o productos. En el anexo 2 son mostradas imágenes de montículos de residuos de bambú en Vietnam y las sugerencias de conversión en productos terminados, como tableros, briquetas y pellets.

Para lograr la sostenibilidad y el éxito del proyecto industrial se debe contar con la participación multidisciplinaria del gobierno, del sector privado, de los productores de bambú y de la academia, lo cual es clave para alcanzar una situación multigeneracional y mantener la innovación continua de nuevos productos que satisfagan la demanda del mercado [1].

Como complemento, en sostenibilidad del uso de bambú y sus compuestos, en especial en el empleo en la construcción de viviendas, se determinó en una reunión de trabajo de INBAR, denominada Declaración de Pittsburgh lo siguiente:

Visión: el bambú como un material de construcción para el siglo 21. Resaltándose el punto No. 6, donde se señala el hecho de la estimación de un billón de personas que viven en casas de bambú, haciéndose hoy urgente la necesidad de usar el bambú en programas modernos de construcción de viviendas.

En el documento se redactó un listado de recomendaciones, entre ellas la No. 5, la cual expresa la invitación a los investigadores, a los hombres de negocios y a la industria a validar la adopción de estándares de ensayos del bambú como una base para la estandarización de los productos compuestos de ingeniería de bambú con las normas ISO TCs 165 y 296 [3].

2. ANATOMÍA Y ESTRUCTURA MACROSCÓPICA DEL BAMBÚ

El bambú es una monocotiledónea de la familia *Poaceae*, subfamilia *Bambusoideae*, de tipo leñosa y rápido crecimiento, sus culmos son capaces de crecer de 10 a 20 cm/día, preferentemente de noche, el diámetro del culmo al emerger de la tierra es el mismo que tendrá de por vida. De hábitats húmedos y secos, con una morfología compuesta por: rizoma, brote (renuevo), culmo, yemas, ramas, hojas caulinares y el follaje.

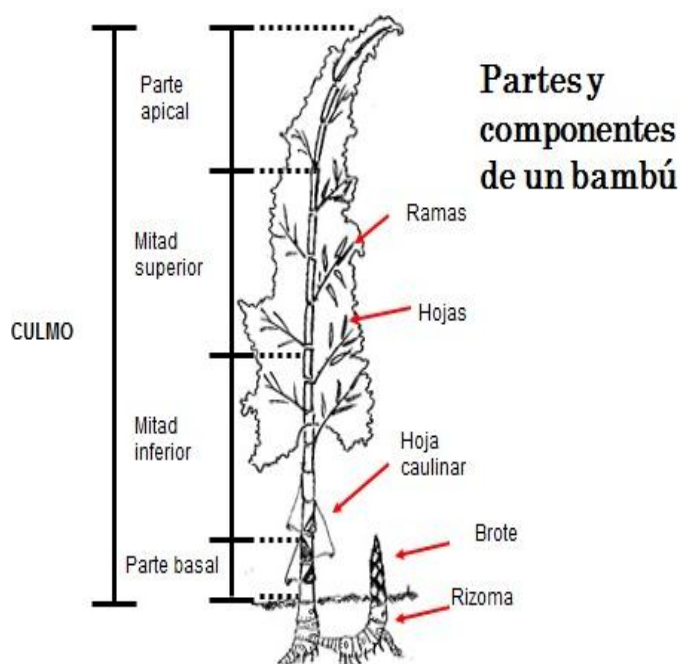


Figura 1. Componentes de un bambú

Exposición técnica sobre los tableros y paneles de bambú

La floración de los bambúes puede ser gregaria o esporádica. Se denomina gregaria cuando todos los miembros de una generación determinada, con un origen común, entran a la etapa reproductiva aproximadamente al mismo tiempo. En este tipo de floración todos los culmos de una especie florecen al mismo tiempo independiente de su edad y del lugar en que se encuentren. La longitud del ciclo de floración varía en cada especie, con un rango de fluctuación entre 30-60 años (Liese, 1985 citado por Londoño, 2002) [2].



Figura 2. Flores de bambú

Después de florecer y producir frutos, ver las Fig. 2 y 3, en la mayoría de las especies el fruto es un cariopsis con pericarpio

seco, delgado, y tiene la forma de un grano de trigo o de arroz; el culmo se seca, la planta se debilita y muere con el rizoma, ocurriendo la muerte total de grandes poblaciones de bambú, ocasionando desequilibrios ecológicos en la fauna y a veces con implicaciones sociales (India y Bangladesh).

2.1 CULMOS

Los culmos (tallos de los bambúes) están formados por nudos y entrenudos, donde tiene lugar el nacimiento de las hojas. Los entrenudos son mayormente huecos y el espesor de sus paredes varía entre especies y disminuye desde la base hacia el ápice. Las ramas se desarrollan en las yemas de los nudos, pueden ser espinosas o apiladas. Las hojas del culmo, llamadas caulinares, son diferentes de las que crecen en las ramificaciones.

La Fig. 4 muestra un culmo joven, *Guadua angustifolia* Kunth, con sus nudos de color claro, los entrenudos con el color verde y las hojas caulinares.

La hoja caulinar es la estructura que nace en cada nudo del culmo y tiene como función proteger la yema que da origen a las ramas y al follaje. Presenta cambios progresivos en su tamaño, forma, consistencia y revestimiento a lo largo del culmo. Se consideran a las de la porción media del culmo como las más características y estas pueden ser persistentes o deciduas, y en una misma especie se pueden observar hojas persistentes en la base y deciduas en la porción superior. Estas están constituidas por dos partes: la vaina o parte basal y la lámina o parte distal (Álvarez *et al.*, 2003) [2].



Figura 3. Semillas de bambú (Londoño, 2002)

El diámetro y el espesor de la pared del culmo decrecen, desde la porción basal hacia la porción apical, mientras que la longitud de los entrenudos se incrementa. Los bambúes carecen de tejido de cambium y por eso no presentan crecimiento secundario o incremento en diámetro, solamente tienen crecimiento primario o apical.

En los entrenudos las células están axialmente orientadas, mientras que los nudos proveen la interconexión transversal. El tejido del culmo consiste de células parenquimatosas, de haces vasculares, y de fibras. Las células parenquimatosas constituyen la base del tejido y son en su mayoría verticalmente elongadas. Los haces vasculares están compuestos por:

- El xilema, con dos grandes metaxilemas y, 1 ó 2 más pequeños elementos del protoxilema (vasos).
- El floema con paredes delgadas y tubos cribosos sin lignificar, los cuales están conectados a las células acompañantes o fibras. Las fibras constituyen el tejido



Figura 4. Culmo joven con hojas caulinares (Caori, T.)

Exposición técnica sobre los tableros y paneles de bambú

esclerenquimatoso y se localizan alrededor de los haces vasculares; contribuyen con el 40-50% del total del tejido del culmo y con el 60-70% de su peso. La estructura anatómica del corte transversal de un entrenudo está determinada por la forma, tamaño, organización y número de los haces vasculares, los cuales contrastan con el tejido esclerenquimatoso (fibras) y parenquimatoso. Los elementos conductores de agua funcionan o trabajan toda la vida sin remplazar sus tejidos como en el caso de las maderas con tejido de cambium. En el sentido horizontal las células conductoras y el parénquima son más frecuentes en el tercio interno de la pared, mientras que en el tercio externo el porcentaje de fibras es notablemente más alto. En el sentido vertical la cantidad de fibra incrementa de la base hacia la punta mientras que la cantidad de tejido de parénquima decrece (Londoño, 1992; 2002) [2].

2.2 FIBRAS

Las fibras constituyen el tejido esclerenquimatoso y se localizan alrededor de los haces vasculares o forman bandas aisladas en algunas especies; contribuyen con el 40-50% del total del tejido del culmo y con el 60-70% de su peso. La estructura anatómica del corte transversal de un entrenudo está determinada por la forma, tamaño, organización y número de los haces vasculares, los cuales contrastan con el tejido esclerenquimatoso (fibras) y parenquimatoso (Londoño, 2002) [4].

La Fig. 5 muestra una fotografía ampliada de una sección transversal de un culmo, donde las siluetas oscuras representan a las fibras y el color claro al tejido parenquimatoso. La Fig. 6 puntualiza la presencia de parénquima, haces vasculares, fibras y la epidermis.

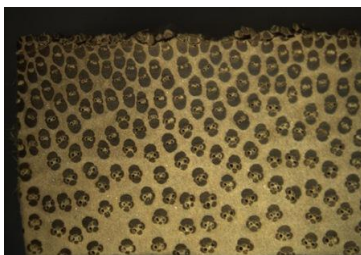


Figura 5. Visualización ampliada de la pared del culmo (Caori T.)

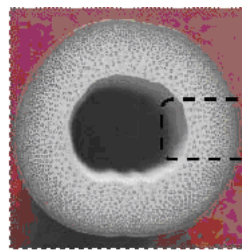
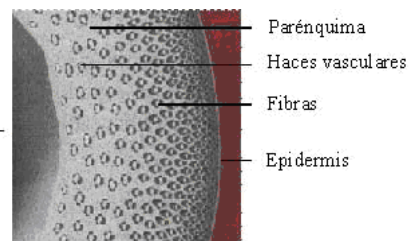


Figura 6. Corte transversal ampliado (Cordero)



2.3 CORTEZA

La corteza es la parte externa del culmo y sus funciones son prevenir la pérdida de agua y proteger el tejido. La corteza está compuesta por epidermis e hipodermis (Liese, 1998), donde las células cortas, de corcho y de sílice, están agrupadas en pares entre las células largas. Los estomas, con sus células guardianes, tienen forma ovoide, siendo horizontalmente más largos que anchos. La alta concentración de cuerpos silíceos en la corteza del culmo contribuye a su dureza (Londoño, 1990; 2002) [4].

Según la edad, así se reflejarán el brillo y el color de la corteza, ver Fig. 7, 8 y 9:

- ✓ Durante los primeros meses es cubierta por las hojas caulinares.
- ✓ Con la pérdida de las hojas caulinares hasta los 2 años el brillo es alto y el color es verde intenso.
- ✓ A partir del 3er año comienza a perder el brillo y el color verde deja de ser intenso.
- ✓ Ya sin brillo y con manchas cenizas refleja el estado maduro, ha alcanzado la edad de 4 a 6 años.
- ✓ A partir de los 6 años el bambú ya está sobre maduro y toma un color beige.

Exposición técnica sobre los tableros y paneles de bambú

B. vulgaris madura es recomendada para la confección de tableros por su contenido inferior de sílice y sobre madura para la construcción por su alto contenido de sílice.



Figuras 7, 8 y 9: *Bambusa vulgaris* verde, madura y sobre madura

2.4 NUDOS Y ENTRENUDOS

Los nudos son algo más gruesos que los entrenudos y en ellos nacen las hojas y las yemas. Los entrenudos son a veces algo achatados en la zona donde se desarrollan las ramificaciones. Un poco más arriba del nudo existe un meristemo intercalar en forma de anillo que determina el alargamiento del tallo. En algunos géneros existen de dos a seis nudos muy próximos entre sí (nudos compuestos), cada uno de los cuales lleva su correspondiente hoja (Haston, 2009).

Los nudos dan a los culmos mayor rigidez, flexibilidad y resistencia; son de paredes gruesas y tabicadas y se agrupan hacia la base del culmo debido al acortamiento de los entrenudos para dar más solidez a la base y un mayor fijamiento al terreno por la emisión de raíces. Los entrenudos varían de largo según la especie, pero en su generalidad se acortan hacia la base y se alargan considerablemente a pocos o varios metros posterior a esta. Pueden ser huecos o macizos (Catasús, 1999) [4].

2.5 YEMAS

En el culmo las yemas se localizan por encima de la línea nodal y en posición dística; rompen su inactividad generalmente cuando el culmo ha completado el crecimiento apical. En algunos bambúes las yemas basales permanecen dormidas indefinidamente mientras que en otros son las yemas del 1/3 medio las que no se desarrollan; a veces hay ausencia total de yemas en el primer tercio o en las 3/4 partes del culmo (Londoño, 2002) [4].

2.6 COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL CULMO

La selección de las especies de bambú para sus aplicaciones no sólo está relacionada a las propiedades físicas y mecánicas, sino también a la composición química. Tomalang *et al.*, (1980) en su estudio encontraron que los principales componentes del culmo son la celulosa (60-70%), pentosan (20-25%), hemicelulosa y lignina aproximadamente la suma de los dos (20-30%) y como componentes secundarios: resinas, taninos, ceras, sales inorgánicas, cenizas y sílice. En el caso de *Phyllostachys edulis* (bambú Moso) se han determinado los siguientes componentes químicos: celulosa (50,38%), pentosan (20,86%) y lignina (25,45%) [1].

En un estudio a *Bambusa vulgaris* determinaron 52,34% de celulosa y 22,14% de lignina, además de 2,37% de glucosa, 2,07% fructosa y 0,5% de sacarosa. Guyat Ma. y Capote, V. (2003) determinaron para la misma especie un 52,34% de celulosa y 22,14% de lignina [4].

Exposición técnica sobre los tableros y paneles de bambú

2.7 ESPECIES DE BAMBÚES RECOMENDADAS PARA LA FABRICACIÓN DE TABLEROS

En el mundo son empleadas muchas especies de bambúes en la fabricación de tableros, se destacan, por ejemplo, en China *Phyllostachys edulis* (bambú Moso) [1], en Vietnam *Dendrocalamus asper* y *Phyllostachys edulis* H.de.Leh. [5] y en Colombia *Guadua angustifolia* Kunth.

Cuba cuenta con varios miles de hectáreas de plantaciones de bambú, donde la especie *Bambusa vulgaris* Schrader ex Wendland es la más común de las 28 especies leñosas introducidas en el país, destacándose junto a otras especies por sus valores morfológicos, tales como: *Bambusa bambos* (Linnaeus) Voss, *Bambusa longispiculata* Gamble, *Bambusa polymorpha* Munro, *Bambusa striata*, *B. vulgaris* Schrader ex Wendland, *D. asper* (Schult) Backer y *G. angustifolia* Kunth [8].



Figura 10. Plantación de *Phyllostachys edulis* (bambú Moso) [1]

3. ADHESIVOS Y ADITIVOS

Adhesivos y aditivos: los adhesivos, utilizados para unir los elementos de bambú entre sí y poder darles consistencia y forma están sufriendo avances, tanto en la eficacia del adhesivo como en el requisito medioambiental (baja emisión de formaldehído libre).

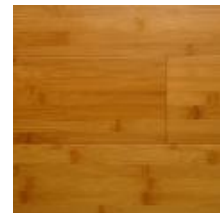
El adhesivo a utilizar depende del tipo del tablero y de su aplicación. Los más empleados son: urea- formaldehído (UF) y acetato de polivinilo (PVA) para interiores, urea - melamina formaldehído (MF) o fenol formaldehído (PF) para exteriores, donde el mayor volumen se consume durante el proceso de fraguado del adhesivo). Últimamente se están introduciendo los de isocianato (MDI, PMDI).

Los adhesivos pueden incorporar aditivos tales como: ceras (para aumentar la repelencia a la humedad); retardantes del fuego (para mejorar la reacción al fuego); insecticidas (para elevar la resistencia a los insectos xilófagos); fungicidas (para incrementar la resistencia a los hongos xilófagos) y endurecedores (para mejorar las prestaciones del adhesivo).

3. ACABADO

El acabado de las superficies de los tableros y paneles se establece para brindar uniformidad en los colores. Si se desea un color claro, entonces es blanqueado para quitar las manchas y coloraciones provocadas por aceites, gomas o resinas. Si por el contrario, si se desea un color oscuro, entonces se aplican tintes o se carboniza la superficie en una autoclave a una temperatura de 150°C, durante un período de 20-30 minutos, para lograr un color café (marrón).

El acabado, con lacas o barnices, brinda protección contra la humedad, eleva la durabilidad y belleza a los tableros.



Exposición técnica sobre los tableros y paneles de bambú

4. PRESENTACIÓN DE LOS TABLEROS

Los tableros de bambú

Los primeros tableros de bambú fueron creados en China en la década de los años 40 del siglo pasado, de ahí se extendió su producción por los países asiáticos, luego a América Latina y el Caribe, a África y Australia.

El tablero de bambú es un producto plano, obtenido en un proceso de unión de elementos que pueden ser: tablillas (latillas), tejidos (esteras), partículas o fibras, los cuales son unidos entre sí por un adhesivo bajo una presión, temperatura y tiempo determinados. El tablero obtenido puede tener formatos, espesores y cualidades físico-mecánicas específicas.

Los tableros de bambú se clasifican según su composición: tejidos, de tablillas verticales, de capas horizontales de tablillas, de capas de tablillas contrachapadas, mixtos, de partículas, de chapas, compuestos con otros materiales, como el cemento, espuma de poliestireno expandido, plástico, madera, resinas y otros materiales [4].

5.1 Descripción de los tableros y los compuestos

1. Tableros tejidos de bambú (Mat plybamboo)

Las esterillas son tejidas con láminas (chapas, tiras), que pueden tener un espesor de 0,5 a 1 mm, de bambú en diferentes diseños, luego las esterillas son encoladas, ensambladas y prensadas en caliente. Usualmente tienen de 2 a 5 capas. La superficie de los tableros no es lo suficientemente plana, mas es decorativa. También pueden ser ondulados o corrugados (Bamboo corrugated mat roofing sheets). En términos de ligereza, flexibilidad y buena resistencia ante el impacto los convierten en buenos sustitutos del acero, tableros de madera, espuma de poliestireno y el asbesto para ser usados como encofrados, paredes y techos prefabricados, etcétera [2]. Ver Fig. 11.

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

En un proceso mecánico son elaboradas las tablillas (latillas) de bambú, con espesores y anchos mayores de 4 mm y 20 mm respectivamente, las cuales se ordenan paralelamente, uniéndose por sus caras con adhesivos y sometidas a presión hasta obtener el tablero de tablillas. Una de las ventajas de este tablero es que su espesor y ancho pueden ser ajustados según los requerimientos del producto final. Además, su consumo de adhesivo es menor que el tablero tejido, poseyendo una mejor estabilidad en sus dimensiones y buenas propiedades físico-mecánicas. Como material de construcción puede ser utilizado como paredes, techos y tabiques, además de otras aplicaciones en la fabricación de muebles y artículos para el hogar [2]. Ver Fig. 12.

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

El tablero está constituido por capas de tablillas (latillas) encoladas por los cantos, luego ensambladas y prensadas en forma de capas de tablillas y puede aplicarse en la construcción, sustituyendo al concreto y a los paneles de madera y servir como viga, pilares, muebles de carpintería y como pared en las construcciones prefabricadas, en la ebanistería, también se utiliza para la fabricación de envases, embalajes, etcétera [2]. Ver Fig. 13.

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

El tablero se elabora con capas de tablillas ordenadas en forma contrachapada (cruzada), alternándose una capa longitudinal con otra transversal, y unidas por el adhesivo en un prensado caliente o frío. Este tablero es un excelente material de ingeniería por sus grandes dimensiones, fortaleza, bajas deformaciones, estabilidad en las formas. Se emplea para disminuir el peso de las construcciones, siendo apropiado como paredes, techos y puertas [2]. Ver Fig. 14.

5. Tablero de partículas de bambú (Bamboo Particleboard)

Con el objetivo de incrementar el aprovechamiento de la biomasa del bambú, incluyendo los tallos de pequeños diámetros y los defectuosos, se reprocesan todos los residuos de la fabricación de otros tableros para producir tableros de partículas de bambú. El proceso productivo es similar al

Exposición técnica sobre los tableros y paneles de bambú

de los tableros de partículas de madera. Posee buenas propiedades físico - mecánicas. Este tablero se emplea en la industria de muebles, en la construcción para la elaboración de paneles prefabricados, puertas, tabiques, etcétera [2]. Ver Fig. 15.

- Tableros compuestos de bambú (Bamboo Composite Board)

En el mejoramiento de la calidad del producto, incremento del nomenclador de las materias primas y la disminución del costo de producción se han escogido varios materiales para la elaboración de los tableros compuestos de bambú, donde se incluyen los tableros: bambú-madera compuesto, bambú-cemento compuesto, bambú - poliespuma compuesto, etcétera. Estos tableros tienen el mérito de diferentes materias primas lo que hace que sus propiedades mecánicas sean superiores a la de los contrachapados de madera (plywood). Estos tableros no emiten formaldehído libre, ni otros elementos químicos tóxicos. Los tableros de bambú compuestos son excelentes en la construcción y pueden emplearse como paredes, techos, pilares y en forma de prefabricados [2].

Galería de tableros



Figura 11. Tableros tejidos de bambú (Mat plybamboo)



Figura 12. Tablero de tablillas verticales de bambú (listonado) (Curtain Plybamboo)



Figura 13. Tablero de capas horizontales de tablillas de bambú (Horizontal Bamboo Panels - layers) [5]



Figura 14. Tablero de capas de tablillas contrachapas de bambú (Plybamboo) [5]



Figura 15. Tablero de partículas de bambú (Bamboo Particleboard)



Figura 16. Tablero de fibras de bambú MDF

Exposición técnica sobre los tableros y paneles de bambú



Figura 17. Panel vertical de bambú (Vertical Bamboo Panel)



Figura 18. Panel horizontal de bambú de capas (Horizontal Bamboo Panels - 3 layers)



Figura 19. Diversos tipos de tableros



Figura 20. Tableros tejidos con terminación

Tableros de Bamboo Boards MX®, México



Figura 21. Tableros verticales



Figura 22. Tablero vertical

Exposición técnica sobre los tableros y paneles de bambú

De Colombia The Best Bamboo Boards con laminados de Guadua



Figura 23. Bamboo Boards



Figura 24. Laminated Bamboo Lumber



Figura 25. Bamboo Lumber - Guadua Vertical Lamination



Acabado vertical Grain – Choco



Acabado Vertical Grain – Avellana



Figura . Artículos y muebles de laminados de Guadua [13]

Exposición técnica sobre los tableros y paneles de bambú

Ecuador, tableros desarrollados en la Planta ecomateriales de bambú [7]



Figura 26. Planta ecomateriales bambú



Figura 27. Colección de tableros desarrollados bajo la dirección de Jorge Morán



Figura 28. Tablero ondulado o corrugado

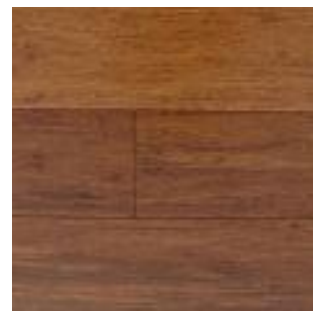


Figura 29. Muestrario de más de 10 tipos de tableros

Tableros compuestos de bambú MOSO®, China



Tableros de diferentes tipos y acabados para pisos CHIN FU



Exposición técnica sobre los tableros y paneles de bambú

6. PROCESOS TECNOLÓGICOS DE ELABORACIÓN DE LOS TABLEROS DE BAMBÚ

Se describen los principales procesos tecnológicos para la fabricación de los tableros de bambú:

Proceso de elaboración del tablero tejido de bambú

1. Corte de las trozas de bambú según la longitud deseada;
2. Corte de las trozas en listones;
3. Eliminación de los nudos y las capas exterior e interior de los listones;
4. Elaboración de las tiras o cintas a un ancho de 20 – 30 mm y un espesor de 0,5 – 1 mm
5. Tejido de las esteras (capas);
6. Secado de las esteras hasta un contenido de humedad de 10~12%;
7. Inmersión de las esteras secas en una disolución de resina de paraformaldehído (PF) al 37%, a un nivel de 200 g/m²;
8. Secado de las esteras encoladas hasta el 10-15% de contenido de humedad;
9. Montaje de las esteras en un paquete;
10. Prensado caliente entre 130~140°C, con un tiempo de presión entre 1,5~2 min/mm y una presión de 3-3,5 MPa.
11. Corte del formato. El formato final del tablero tejido de bambú es de 244 x 122 cm.

Proceso de elaboración del tablero vertical

1. Corte de las trozas de bambú según la longitud deseada;
2. Corte de las trozas en listones, en bruto, en una sierra circular doble;
3. Eliminación de los nudos y las capas exterior e interior de los listones, convirtiéndolos en tablillas;
4. Curado de las tablillas;
5. Secado en un horno de las tablillas hasta un contenido de humedad de 10~12%;
6. Calibrado de las tablillas;
7. Encolado de los bordes de las tablillas;
8. Conformado de las capas;
9. Prensado caliente entre 130~140°C, con un tiempo de presión entre 1,5~2 min/mm y una presión de 3-3,5 MPa, también puede ser prensado en frío.
10. Corte del formato. El formato final del tablero vertical de bambú puede tener diferentes dimensiones.

Proceso de elaboración del tablero horizontal

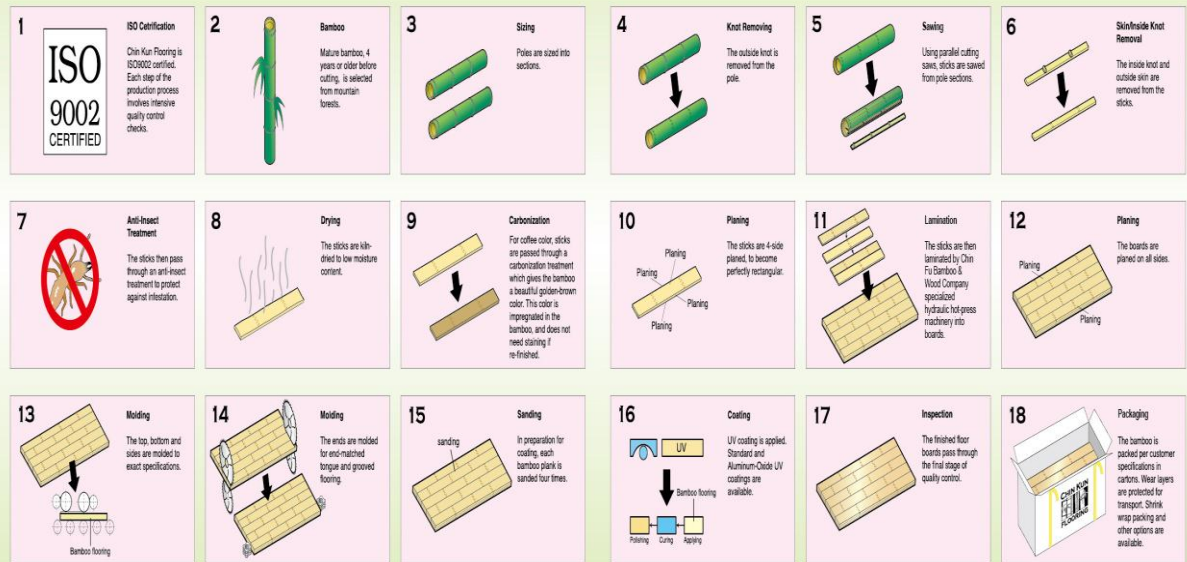
1. Corte de las trozas de bambú según la longitud deseada;
2. Corte de las trozas en listones, en bruto, en una sierra circular doble;
3. Eliminación de los nudos y las capas exterior e interior de los listones, convirtiéndolos en tablillas;
4. Curado de las tablillas;
5. Secado en un horno de las tablillas hasta un contenido de humedad de 10~12%;
6. Calibrado de las tablillas;
7. Encolado de los bordes de las tablillas;
8. Conformado de las capas y encoladas por sus caras interiores;
9. Prensado caliente entre 130~140°C, con un tiempo de presión entre 1,5~2 min/mm y una presión de 3-3,5 MPa, también puede ser prensado en frío.
10. Corte del formato. El formato final del tablero horizontal de bambú puede tener diferentes dimensiones.

Exposición técnica sobre los tableros y paneles de bambú

Esquema de los procesos de fabricación de los tableros de formatos grandes y pequeños (pisos) de la firma CHIN FU [8]



竹地板 / 竹裝飾板 生產流程圖 THE MAKING PROCESS FOR BAMBOO FLOORING, BAMBOO BOARD.

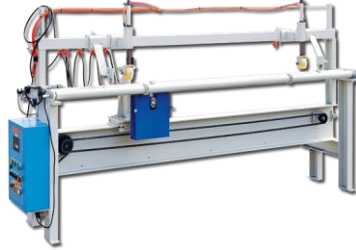


Exposición técnica sobre los tableros y paneles de bambú

7 MAQUINARIAS Y ACCESORIOS PARA LA FABRICACIÓN DE LOS TABLEROS DE BAMBÚ

La industrialización de la fabricación de los tableros de bambú requiere maquinarias y accesorios que permitan procesar los culmos hasta convertirlos en tableros con o sin acabado.

A continuación unas imágenes representativas de maquinarias y accesorios.



Sierra radial

Sierra automática de corte longitudinal de bambú

Sierra circular paralela doble



Máquina cortadora por impacto

Máquina cortadora por impacto con control numérico

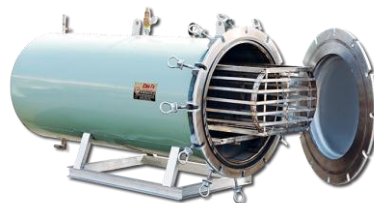
Máquina quita nudos



Máquina elaboradora de cintas

Cepilladora – moldurera

Cepilladora de alta velocidad



Cepilladora de 6 ejes

Autoclave para carbonizar el bambú

Tina con calentador

Exposición técnica sobre los tableros y paneles de bambú



Encoladora



Prensa hidráulica de 1 plato



Prensa hidráulica caliente de 3 platos



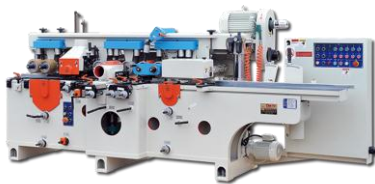
Prensa hidráulica de 1 plato



Lijadora de banda



Máquina para cortes netos y moldurar



Cepilladora de 4 caras



Afiladora universal



Extractor simple de virutas y polvos



Extractor doble de virutas y polvos



Radiador



Ventilador

Exposición técnica sobre los tableros y paneles de bambú

Línea de acabado con rayos ultravioletas

BAMBOO / WOOD FLOORING COATING FLOW CHART (AUTO COATING LINE)



Exposición técnica sobre los tableros y paneles de bambú

8 CARACTERIZACIONES FÍSICO – MECÁNICAS Y PROPIEDADES DE LOS TABLEROS

Para los productores, comercializadores e investigadores constituye un requisito caracterizar las propiedades de los tableros, porque muestran características estándares, significativas para la producción, la comercialización y el uso.

- Propiedades físico-mecánicas de los tableros
 - ✓ Propiedades físicas: densidad, contenido de humedad, absorción de agua, dilatación, conductividad térmica, transmisión del sonido, resistencia eléctrica, dureza
 - ✓ Propiedades mecánicas: resistencia a la flexión, a la tracción y extracción del tornillo. Módulo de elasticidad
- Un ejemplo de caracterización de los tableros. Tablero macizo de bambú MOSO® [12]

Los tableros macizos MOSO® son un producto atractivo compuestos por una estructura multicapa de bambú, disponibles en distintas variantes en cuanto al tamaño, espesor, configuración, estilo y color. Estos tableros resultan muy interesantes, especialmente para todas las aplicaciones donde el canto lateral queda visible, como escaleras o encimeras para cocinas [10].

Características técnicas y certificaciones

- ✓ Densidad (Capa superior): +/- 700 kg/m³
- ✓ Capa superior/capa uso: 3,5-5 mm
- ✓ Dilatación bambú: 0,14% por 1% cambio humedad relativa
- ✓ Contenido en humedad: 10% a 20°C y 65% humedad ambiental 8% a 20°C y 50% humedad ambiental
- ✓ Dureza - Brinell: ≥ 4 kg/mm²
- ✓ Reacción al fuego: clase D-s1-d0 2) (EN 13501-1)
- ✓ Emisión de formaldehído: clase E1 (< 0,124 mg/m³, EN 717-1) / Clase E0 (< 0,025 mg/m³)
- ✓ Módulo de elasticidad: 4530 N/mm²
- ✓ Colas: D3 resistentes al agua (resina UF)
- ✓ Declaración de Producto Ambiental - EPD (EN 15804) (www.moso-bamboo.com/epd)

FSC®: Producto certificado FSC®

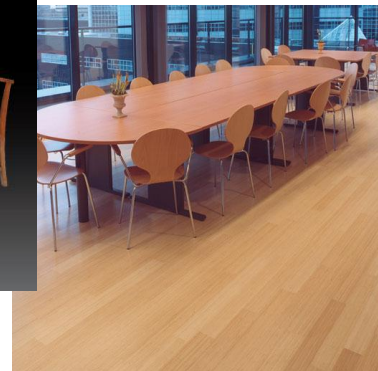
Exposición técnica sobre los tableros y paneles de bambú

9. APLICACIONES Y USOS DE LOS TABLEROS

Es amplia la gama de aplicaciones y usos que tienen los tableros de bambú, prácticamente en muchos usos iguales a los tableros de madera.

Tableros: pisos, fabricación de muebles, decorativos, artesanías, revestimientos de paredes, techos y fachadas. Estructurales: encofrados, viviendas, envases, embalaje y usos especiales.

Aplicaciones de los tableros y pisos CKB



Muebles CKB

Muebles y piso MOSO®, China



Exposición técnica sobre los tableros y paneles de bambú



Piso de contenedores



Enchape de interiores

CONCLUSIONES

Se ha mostrado en el trabajo información técnica sobre el bambú, su anatomía, composición química y propiedades físico-mecánicas, así como las tecnologías, maquinarias, materiales, propiedades físico-mecánicas y aplicaciones de los tableros y paneles, todo lo cual permite tener una visión global sobre los conocimientos de estos materiales, que se requieren para su eficiente industrialización.

RECOMENDACIONES

1. Redactar una segunda versión con datos e informaciones técnicas más precisas y amplias.
2. Redactar un trabajo sobre los compuestos y la madera de ingeniería de bambú.
3. Invitar a especialistas, investigadores y fabricantes de tableros de bambú a la redacción de una segunda versión y al trabajo sobre los compuestos y la madera de ingeniería de bambú.

Exposición técnica sobre los tableros y paneles de bambú

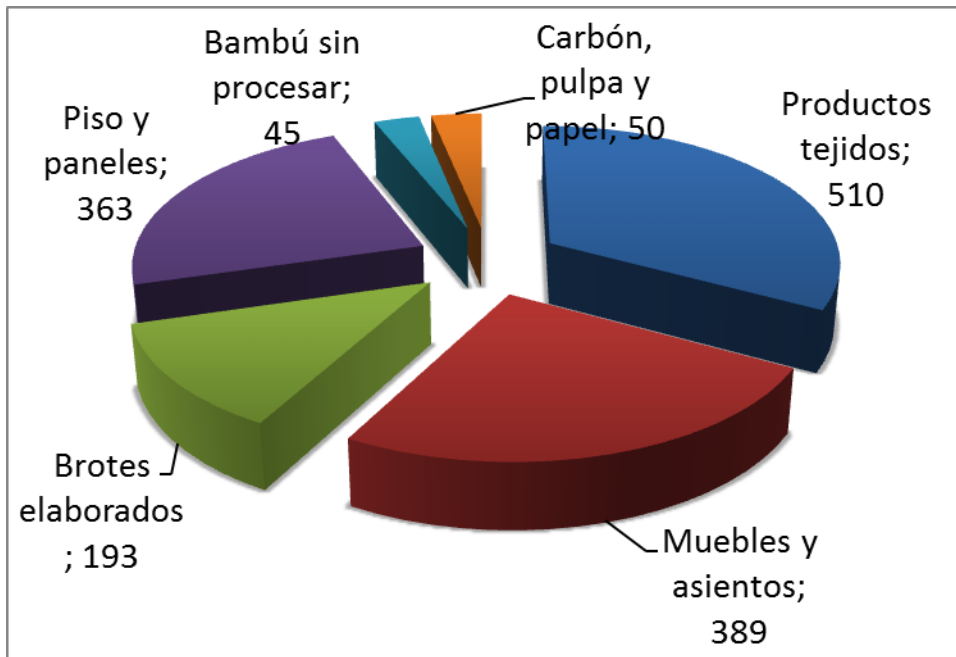
BIBLIOGRAFIA

- [1] Zhaohua, Zh., Wei J. 2021. Desarrollo sostenible del bambú. Editorial Sociedad Colombiana del Bambú, Armenia, Quindío, Colombia.
- [2] Mederico P. Rojas. El bambú, sus laminados y tableros en el mueble. 1ra Convención internacional CubaIndustria. La Habana, 2014
- [3] Pittsburgh Declaration. INBAR 2017
- [4] Mederico P. Rojas. Tema I. Tecnología de aprovechamiento del bambú. Asignatura Diversificación tecnológica forestal, año académico 2015–2016 del curso diurno, 5to año. Universidad de Granma
- [5] NTFP Newsletter Vietnam Non-timber Forest Products Network Vol 1, July 2004
- [6] Mederico P. Rojas. Complemento No. 3 Tableros de bambú en Cuba. Proyecto No. 5 El bambú: nuevo material alternativo para la construcción de viviendas sociales. 2da versión, La Habana, Cuba, agosto de 2021
- [7] Jorge Morán Ubidia. Fotografías de productos de la Planta ecomateriales bambú, Ecuador. 2015
- [8] Mederico P. Rojas. Proyecto No. 5 El bambú: nuevo material alternativo para la construcción de viviendas sociales. 2da versión, La Habana, Cuba, agosto de 2021
- [9] Catalogues-bamboo flooring and furniture products CHIN FU
- [10] Bamboo panel boards - a state of the art report « technical reports « downloads . September 28, 2012
- [11] Mederico P. Rojas. Tecnología de fabricación de tableros con esteras de bambú en la India. 2007
- [12] Tablero Macizo de Bambú MOSO®. www.moso-bamboo.com/tablero-macizo
- [13] Hernán Rodríguez Nieto. Avances en la obtención a pequeña escala de laminados de guadua y su utilización en la producción de mobiliario y accesorios. Acero vegetal. 2006

Exposición técnica sobre los tableros y paneles de bambú

ANEXOS

No. 1 Comercio mundial de bambú y sus productos, en millones de USD, en el año 2012 [2]



Anexo 2. Residuos de fábricas de tableros en Vietnam [1], los cuales pueden ser convertidos en materias primas para otros tipos de tableros o productos, como briquetas y pellets.



Exposición técnica sobre los tableros y paneles de bambú

No. 3 Experiencias de la India en la fabricación de tableros tejidos [11]



Tejedoras de esteras



Diseño de algunas esteras



Aplicación de la resina a las esteras



Escurrido de la resina de las esteras



Secador de esteras con resina



Prensado en una prensa caliente



Corte neto de los tableros de esteras de bambú en una sierra doble



Aplicaciones de los tableros en una vivienda

Exposición técnica sobre los tableros y paneles de bambú



Aplicaciones como teja corrugada



Aplicaciones de los tableros en viviendas

No. 4 Fábrica de tableros, muebles y cortinas de bambú con maquinaria y asesoría de CHIN FU en África



Exposición técnica sobre los tableros y paneles de bambú

No. 5 Breve reseña de la experiencia cubana en el diseño y fabricación de tableros de bambú

Mederic Pascual Rojas Rojas

2021

El primer tablero de bambú se elaboró en la provincia de Holguín, en los años 90 del siglo pasado, luego en el año 2005 se instala la Planta Piloto experimental de tableros de bambú, donde fueron elaborados diferentes tipos de tableros de bambú, en el periodo 2005 – 2008, luego desmantelada en el año 2008 [8].



Vista exterior de la planta



Sierra circular doble



Listones



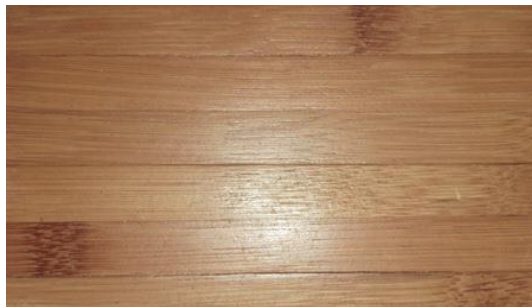
Prensa vertical para capas



Prensa horizontal para tableros



Tableros terminados



Tablero de tres capas con acabado



Tablero mixto madera-bambú

Exposición técnica sobre los tableros y paneles de bambú

Caracterización físico-mecánicos a los tableros de bambú en Cuba

Especificados los parámetros tecnológicos de los tableros de bambú se procede a su caracterización físico-mecánica, cuyos valores representan la ficha técnica de los tableros, y es la que los acompañará en su comercialización.

Los tableros de tres capas de bambú fueron caracterizados en el Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA) en el año 2007.

Ensayos mecánicos realizados

Las imágenes siguientes muestran momentos de la realización de los ensayos mecánicos a las probetas: flexión, tracción perpendicular y el agarre del tornillo.



Ensayo de flexión



Ensayo de tracción perpendicular



Ensayo de agarre del tornillo



Ensayo de agarre del tornillo

Resultados de los ensayos

Los valores medios de las propiedades físico-mecánicas del tablero horizontal de cuatro capas de tablillas de bambú se muestran en las tablas 1 y 2 respectivamente.

Tabla 1. Valores medios de las propiedades físicas del tablero

Espesor, mm	Densidad, kg/m ³	Contenido de humedad, %	Absorción de agua, %		Dilatación, %	
			2h	24h	2h	24h
18	750	17	14.3	40.5	1.2	9.7

Tabla 2. Valores medios de las propiedades mecánicas del tablero

Flexión, N/mm ²	Tracción perpendicular, N/mm ²	Agarre del tornillo, N	
			⊥
54,59	0,82	1496	1229

Exposición técnica sobre los tableros y paneles de bambú

En el año 2012 se desarrollaron varios prototipos de nuevos tableros en el ICIDCA con la participación del autor, lográndose primero un tablero de tejidos aglutinado con resina urea paraformaldehído (UPF) y un segundo de fibras de bambú.



Prototipo de tablero tejido impregnado con UPF, ICIDCA-Mederico, 2012



Prototipo de tablero de fibras con UPF, ICIDCA-Mederico, 2012

En el año 2013 se intentó desarrollar un tablero de tejidos, en el ICIDCA, previamente con las capas tejidas impregnadas con la resina UPF, pero los resultados no fueron los esperados, obsérvese, salvo un prototipo de cinco capas, el cual mostró buenos resultados.



Tableros de tres capas y de cinco capas tejidas



Tablero tejido con protección de la resina Ri 1001, ICIDCA-Mederico, 2018

Exposición técnica sobre los tableros y paneles de bambú

Convocatoria a los fabricantes de tableros, paneles y laminados de bambú en América Latina y el Caribe bajo el slogan Vamos a conocernos

País:

Empresa:

Dirección:

Teléfono:

Correo electrónico:

Sitio WEB:

Gerente:

Teléfono:

Correo electrónico:

Volumen anual de producción, m³ :

Especies de bambúes:

Adhesivos:

Fotos:

Marca:

Dirigir a: Mederico Pascual Rojas Rojas

Emails: mederico2025@gmail.com