

Paneles y tableros de bambú mediante varios tipos de uniones, una solución innovadora para mitigar el cambio climático: estado del arte

Héctor Miguel Escamilla Anaya, José Ricardo Moreno Peña, Ramon Aviña Iglesias, Miguel Escamilla López

Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Colima, Villa de Álvarez, Colima.

Resumen

En el campo de la investigación técnica, científica e industrial, lo que se sabe sobre un asunto, a la situación de lo que ha sido más relevante y lo que se ha dicho hasta el momento de una determinada tecnología, se le conoce como estado del arte.

Este artículo presenta los resultados de la investigación realizada sobre estudios y patentes para la fabricación de paneles y tableros de bambú en su estado nativo, con métodos directos, así como en combinación con otros materiales aplicando métodos físicos para aglutinar y protegerlo del intemperismo causado por la humedad relativa, los rayos infrarrojos y ultravioletas (UV), los agentes químicos, la abrasión por materiales acarreados por el viento y los agentes biológicos, con la intención de conocer el estado actual y las técnicas empleadas, como base para nuevas propuestas.

Abstract

In the field of technical, scientific and industrial research, what is known about a subject, the situation of what has been most relevant and what has been said so far about a certain technology, is known as the state of the art.

This article presents the results of the research carried out on studies and patents for the manufacture of bamboo panels and boards in its native state, with direct methods, as well as in combination with other materials applying physical methods to bind and protect it from the weathering caused by the relative humidity, infrared and ultraviolet (UV) rays, chemical agents, abrasion by materials carried by the wind and biological agents, with the intention of knowing the current state and the techniques used, as a basis for new proposals.

Palabras clave: Bambú, tableros, paneles, estado del arte, unión

Keywords: Bamboo, boards, panels, state of art, union

1. EL BAMBÚ, UNA ALTERNATIVA MADERABLE

El hombre ha necesitado de materiales para la construcción a lo largo de la historia, la madera es una materia prima fácil de conseguir, que sigue siendo utilizada en la actualidad. Hoy en día es un material indispensable en cualquier construcción, se usa para crear una amplia variedad de objetos de diversos tamaños y funciones, debido a propiedades como fácil manejabilidad, buena resistencia, rigidez y estética [1].

No obstante, en los últimos años, el número de bosques en el mundo se ha reducido drásticamente, ya sea por causas ambientales naturales o debido a que la tala de árboles es más rápida que el tiempo requerido para la madurez de la planta (20-30 años), impactando gravemente al medio ambiente y al calentamiento global modificando los climas en la tierra. Por esta razón, muchos países han establecido normas estrictas para controlar los recursos forestales, buscando una tendencia de lograr el menor uso de madera y contribuir en menor medida con el impacto ambiental [2].

Otro problema que se está generando por la reducción de bosques maderables es el aumento en los precios. Se está volviendo costoso fabricar productos de madera, ya que menos del 50% de la explotada es utilizada eficientemente y el resto se descarta como chatarra [3]. Por lo tanto, se han estado buscando alternativas con otros recursos forestales no maderables de bajo costo con características de rápido

crecimiento. En los últimos años, dando respuesta a esta necesidad, una de las alternativas forestales más viables ha sido el bambú. Se ha encontrado que tiene cualidades similares a la madera convencional con la ventaja de un rápido crecimiento [4]. Sus propiedades físicas son únicas, es más fuerte que la madera, más flexible y elástico. Si se dobla ligeramente, no se rompe tan fácil, además si se deforma por un corto periodo tiende a volver a su configuración original [5].

El bambú se cultiva principalmente en zonas de clima tropical alrededor del mundo, como América central, Sudamérica, África y muchas partes de Asia (Imagen 1), en este último es comúnmente utilizado como un material de construcción, ya sea por su resistencia, durabilidad y buena estabilidad dimensional, así como su fácil suministro y rápida reposición [3].



Imagen 1. Zonas de cultivo del bambú en el mundo.

Sobresale como característica más interesante en el bambú su rápido desarrollo y maduración, en comparación con las maderas duras que llegan a tardar entre 15 y 30 años (incluidas las de crecimiento rápido), lo árboles de bambú, sin embargo, alcanzan la madurez completa en un periodo de 2 a 6 años. El adecuado manejo de los bambúes, representaría una solución a la escasez de madera que se está teniendo por la deforestación excesiva que se provoca por la gran demanda de madera. Otras de las ventajas encontradas es la gran variedad de especies endémicas existentes y la facilidad de estas para su adaptabilidad en diversos ecosistemas del planeta. Se logra producir grandes volúmenes de culmos en áreas pequeñas, se puede plantar en diferentes zonas topográficas y tiene un fácil manejo y transporte, además que su costo de producción responde económicamente pues el uso de fertilizantes y riego es muy bajo.

Los árboles de bambú generalmente no son los más adecuados para la producción de tableros o paneles, debido a que los culmos del bambú son huecos y no pueden convertirse en tablas, además que sus diámetros son relativamente pequeños. En la actualidad los tableros o paneles de este recurso, se hacen generalmente cortando a mano tiras y luego tejiéndolas en esteras, estas se van apilando junto con otras para que después de presionarlas a altas temperaturas, lograr juntarlas [6].

El problema con este método es el tiempo de desarrollo necesario, debido a la obtención, corte, secado y conservación, que se requieren proveer al culmo y que son procesos todavía rústicos, sin considerar los defectos que puede tener el producto final debido a su producción manual. Asumiendo lo anterior, existe una necesidad en la industrialización en la fabricación de paneles y tableros, para reducir tanto tiempo como defectos en el producto final.

Conociendo las características del bambú, se realizó la búsqueda de estudios, proyectos y prototipos sobre tableros o paneles, utilizando únicamente este material o en combinación con otros materiales, esto con la

intención de conocer la situación actual y sirva como preámbulo para futuras investigaciones o nuevas propuestas de materiales.

2. ESTADO DEL ARTE

Con la intención de conocer el estado actual de las técnicas empleadas en la fabricación de paneles y tableros de bambú, se compararon los sistemas, aglutinantes y adhesivos, que protejan del intemperismo causado por la humedad, los rayos solares (UV), el viento, agentes químicos y biológicos, como base para la innovación de estos productos.

Los motores de búsqueda utilizados o bases de datos se enfocaron en el análisis de estudios, artículos, prototipos y patentes de paneles y tableros que utilizaron como material el bambú o combinándolo con otros materiales, estos fueron Scielo, Dialnet, Jurn, redalyc.com, Google Académico y Google Patents. Gracias a estos buscadores se logró consultar información de diferentes años y muchos países, tratando de encontrar la mayor cantidad de datos existentes.

Para el presente estudio y para la selección de información que aportara a la investigación se tomaron a consideración dos premisas:

1. Estudios realizados donde el material principal utilizado para la construcción de paneles o tableros fue la planta de bambú, no importando que especie se utilizó.
2. Proyectos que en la construcción de sus prototipos su material base fue el bambú y lograron combinarlo con otro tipo de material.

Se encontraron 45 estudios de países como Estados Unidos, China, Japón, Alemania, Francia y Reino Unido, además de algunas patentes que no mencionan país, pero están registradas ante la Unión Europea. Los años que se están abarcando van desde 1980 hasta 2015, siendo de estos años el estudio más longevo y reciente, respectivamente. Para poder organizar de una mejor manera la información, se optó por ver en todos los estudios el método de unión de los componentes. También para estructurar por años, se hizo una distribución por periodos los cuales fueron: menor que 2000, mayor que 2000 y mayor que 2010.

La primera clasificación hecha fue con prototipos unidos mediante adhesivos (Tabla 1). La característica principal de estas uniones es que el adhesivo empleado fue hecho de manera natural, ya sea por la combinación de dos sustancias de la naturaleza, aglutinantes o resinas.

Título del artículo	Autor	Año	País	Unión
Tablero de chapa de fibra de bambú y método para fabricación del mismo (Bamboo fiber veneer board and method for mfg. Same).	Shimizu Hideki	1995	China	Adhesivos
Tablero de fibra de bambú modificado con polvo de caucho de neumáticos antienviejimiento y método de preparación del mismo (Anti-aging waste tire rubber powder modified bamboo fiber board and preparation method thereof).	Zhang Youji	2015	China	Adhesivos
Tablero de bambú (Bamboo board).	Alan C. Chu	1986	Estados Unidos	Adhesivos
Paneles ciegos venecianos de bambú y método para fabricar los mismos (Bamboo venetian blind panels and method for manufacturing the same).	Chin-Yu Chen	2001	Estados Unidos	Adhesivos
Panel que contiene bambú (Panel containing bamboo)	Nian-hua Ou	2005	Estados Unidos	Adhesivos
Panel que contiene copos de bambú altamente cortados (Panel containing highly-cutinized bamboo flakes).	Nian-hua Ou	2005	Estados Unidos	Adhesivos

Panel de madera que contiene copos de culmo interno (Wood panel containing inner culm flakes).	Ou Nian-Hua, Mao Hsiang-Kuen	2005	Estados Unidos	Adhesivos
Tablero laminado y método de fabricación de tablero laminado (Laminated board and method of making laminated board).	Harsudi Soepandi	2004	Francia	Adhesivos
Tablero de bambú con estructura amortiguadora (Bamboo board with buffer structure).	Wang Wen	2008	Japón	Adhesivos
Tablero laminado incluyendo bambú (Laminated board including bamboo).	Wa Chu	1989	Reino Unido	Adhesivos
Tablero de bambú y método de producción del mismo (Bamboo board and method of producing the same).	Yi-Ho Ko	1999	Unión Europea	Adhesivos
Tablero artificial de bambú y método de producción del mismo (Bamboo artificial board and producing method thereof).	Yanglun Yu, Wenji Yu, Yue Zhou, Rongxian Zhu, Dinghua Ren, Zhiying Su	2010	Unión Europea	Adhesivos

Tabla 1. – Tableros y paneles que usaron adhesivos naturales como unión.

Después de analizar tabla 1, se optó por realizar dos gráficas, una donde se comparan los porcentajes de los países que utilizaron el tipo de unión presentada y otra viendo el año y clasificándola en los periodos propuestos anteriormente. En el gráfico 1 del lado izquierdo, en los países donde se realizaron la unión con adhesivos, sobre sale en primer lugar los Estados Unidos con el 43%, seguido de un empate entre China y la Unión Europea con 17% y por último un empate entre Francia, Japón y Reino Unido con 8%. En el lado derecho en los periodos, en primer lugar, se encuentra con el 50% mayor al año 2000, seguido con el 33% menos a 2000 y finalizando mayor a 2010 con 17%.

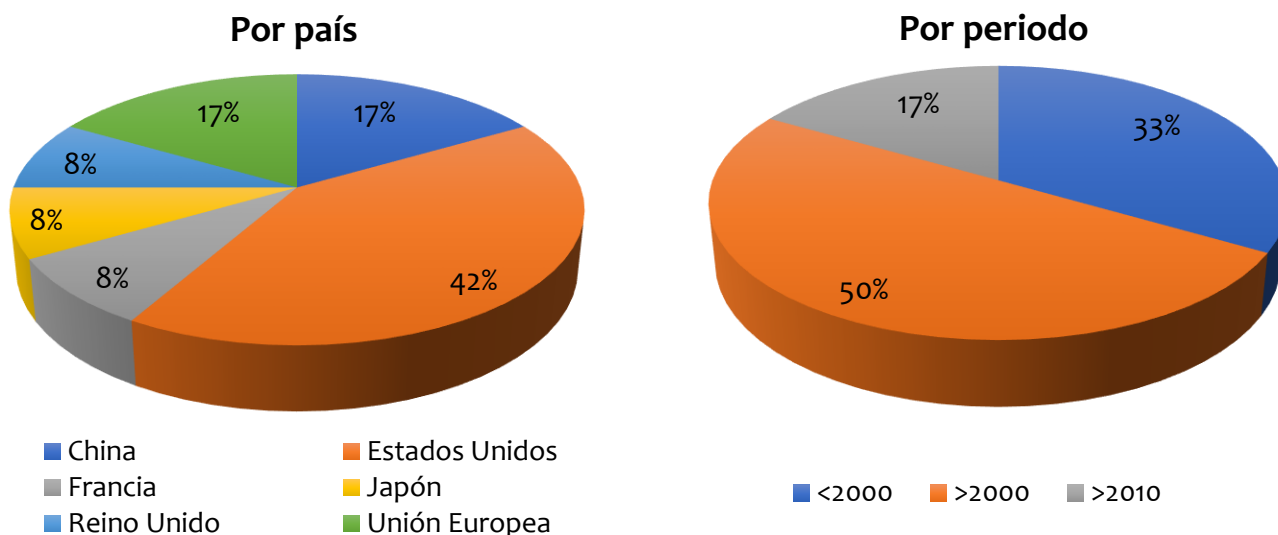


Gráfico 1. – Izquierdo, clasificación por país. Derecho, por periodo.

La segunda clasificación realizada fue nombrada por el nombre de pegamentos, donde las uniones se hicieron polímeros (Tabla 2). La diferencia de esta clasificación con la anterior fue que los polímeros son hechos industrialmente, como polímeros adhesivos o pegamentos de alta resistencia.

Título del artículo	Autor	Año	País	Unión
Panel de construcción en capas pegado: tiene filas de tiras de bambú pegadas entre sí en capas desplazadas o superpuestas (Glued layered building panel - has rows of bamboo strips glued together in offset or overlapping layers)	Hubert Ernst Winkler	1980	Alemania	Pegamento
Tablero de bambú (Bamboo board).	Markus Bard	2006	Alemania	Pegamento
Panel sin madera hecho de bambú y cabina de calor (Wood-free panel made of bamboo and heat cabin)	Jokey Plastik Sohland	2008	Alemania	Pegamento
Método de fabricación de tableros de bambú y sus productos (Bamboo board manufacturing method and its products).	Ke Yihe	1993	China	Pegamento
Tablero de bambú compuesto (Composite bamboo board).	M. Budd	2006	China	Pegamento
Tablero compuesto de filamento de bambú y método para procesarlo (Bamboo filament composite board and method for processing same).	Zhou Songzhen	2012	China	Pegamento
Tablero de bambú pesado no estructural para exteriores y método de fabricación del mismo (Outdoor non-structural heavy bamboo board and manufacturing method thereof).	Wang Hui	2015	China	Pegamento
Tablero complejo de bambú laminado (Complex laminated bamboo board).	Dea-Ji Lou	2001	Estados Unidos	Pegamento
Panel de material compuesto, compuesto por material de tablero de bambú y material de tablero heterogéneo (Composite material panel made up of bamboo board material and heterogeneous board material).	Kazuto Takeda	1999	Japón	Pegamento
Tablero con material de bambú como núcleo (Panel board using bamboo material as core).	Kashi Ishida	2000	Japón	Pegamento
Tablero de bambú laminado (Panneau de bambou stratifié).	Dea-Ji Lou	2001	Unión Europea	Pegamento

Tabla 2. – Tableros y paneles que usaron pegamento industrial como unión.

Siguiendo ahora con el análisis de la tabla anterior, en el gráfico 2 del lado izquierdo, en lo que respecta a los países se observa que con un 37% China domina, seguido con un 27% por parte de Alemania, enseguida esta Japón con un 18% y finalizando con 9% Estados Unidos y la Unión Europea cada uno. En el lado derecho, en lo que respecta a los periodos, con el 55% se encuentra mayor que el año 2000, después el 27% menor que el 2000 y por último con el 18% mayor que 2010.

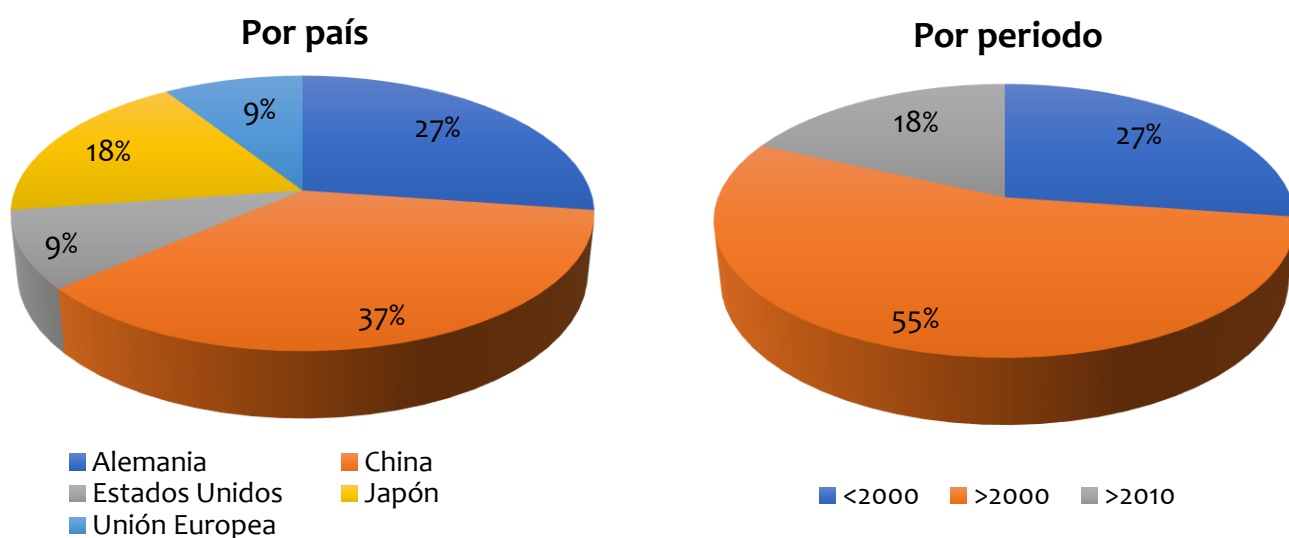


Gráfico 2. – Izquierdo, clasificación por país. Derecho, por periodo.

En la siguiente clasificación la unión utilizada fue la termo compresión (Tabla 3). Pese a que en otros casos usaron la termo compresión, previamente utilizaron adhesivos naturales, por lo cual se descartaron para esta tabla.

Título del artículo	Autor	Año	País	Unión
Tablero de fibra de bambú recubierto con película para la construcción de encofrados y mfg. método del mismo (Film-covered bamboo fiber board for building shuttering and mfg. method thereof).	Zhang Qisheng, Zhang Xiaodong, Wang Junhua, Wu Guoshi	1992	China	Termo compresión
Método para producir material de placa de bambú de la tira de bambú lateral en capas longitudinales prensado vertical (Method for producing bamboo plate material of bamboo strip longitudinal layered side vertical pressed)	Bin Zhao	2006	China	Termo compresión
Tablero compuesto de bambú que contiene una cortina de tira de bambú corta y delgada para el piso del contenedor (Bamboo composite board containing short thin bamboo strip curtain for container floor).	Yan Helai, Hu Xinhua, Hu Hongtao, Hu Changgen	2007	China	Termo compresión
Tablero de bambú pegado (Glued bamboo board).	Chen Mujin	2010	China	Termo compresión
Método de tablero de fibra de bambú (Bamboo fiber board method)	Seiji Yoshida	2001	Estados Unidos	Termo compresión
Panel que contiene bambú y fungicida (Panel containing bamboo and fungicide).	Eric Lawson	2005	Estados Unidos	Termo compresión
Tablero de fibra orientada al bambú y método para fabricar el mismo (Bamboo Oriented Strand Board and Method for Manufacturing the Same)	Shiyuan Zhang, Fangwen Zhang	2010	Estados Unidos	Termo compresión

Tabla 3. – Tableros y paneles que usaron termo compresión para unir.

De igual manera que las anteriores tablas, en la comparativa de países encontrados, en el grafico 3 del lado izquierdo se aprecia que China representa el 57% y completando el resto, Estados Unidos con el 43%. Ahora en el lado derecho, en los periodos, nuevamente domina mayor a 2000 con el 57%, le sigue mayor que 2010 y terminando con menor que 2000 con el 14% restante.

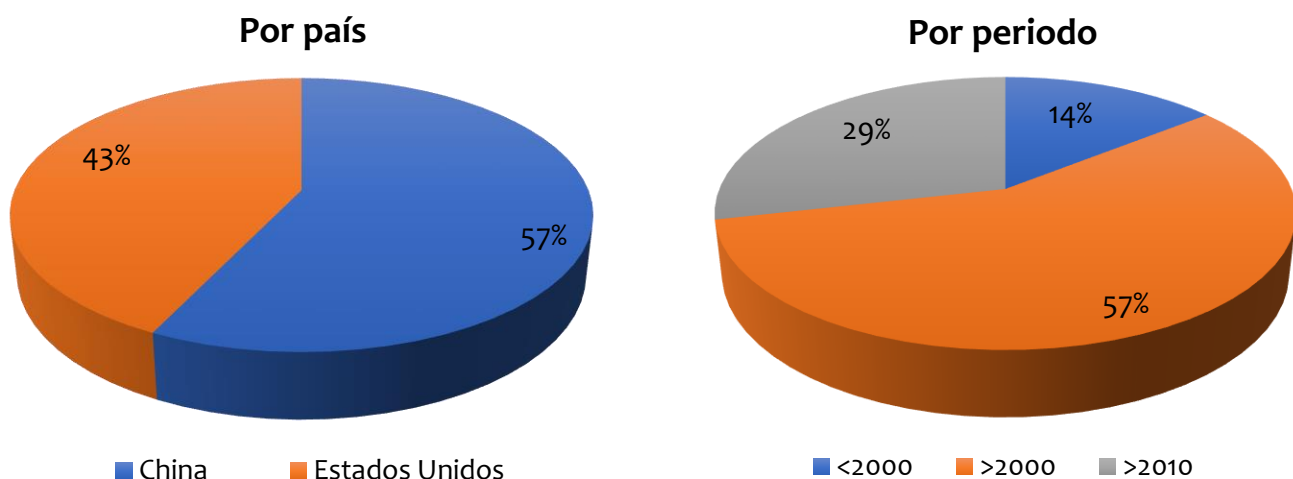


Gráfico 3. – Izquierdo, clasificación por país. Derecho, por periodo.

Para la última clasificación se acoplaron los otros tipos de uniones realizadas (Tabla 4). Aquí encontramos 7 tipos de uniones, la primera es utilizando adhesivos naturales para después únicamente se calienta para

una mejor unión. La segunda es mediante adhesivos con la utilización de piezas metálicas (tornillos, pernos, clavos, etc.). Para la tercera menciona que se utilizó la termo compresión, pero previamente se impregnaron adhesivos naturales. La cuarta es simplemente utilizando piezas metálicas, otra es simplemente mediante el prensado industrial, y las últimas dos serian mediante tejido del bambú con hebras y la otra mencionaba la unión mediante una tira adhesiva industrial.

Título del artículo	Autor	Año	País	Unión
Tablero de alambre de bambú (Bamboo wire board)	Yoshida Seiji	2001	China	Adhesivos y calentamiento
Paleta de bambú (Bamboo pallet).	Robert H. Gow	1995	Estados Unidos	Adhesivos y piezas metálicas
Tablero de bambú (Bamboo board).	Yumi Ishino	2009	Japón	Adhesivos y piezas metálicas
Tablero de estera de bambú y método para producir el mismo (Bamboo mat board and method for producing the same).	Ao Yu Chang	2004	Estados Unidos	Adhesivos y termo compresión
Panel compuesto de madera de bambú ultra grueso, panel compuesto de madera sólida ultra grueso y métodos de fabricación del mismo (Ultra thick bamboo-wood composite panel, ultra thick solid wood composite panel and manufacturing methods thereof).	Wenju Yu, Yanglu Yu, Yue Zhou, Rongxian Zhu, Dinghua Ren	2009	Estados Unidos	Adhesivos y termo compresión
Tablero de bambú (Bamboo board).	Takahiro Hoshikawa, Hideki Takiguchi, Hiroyuki Umetsu	1996	Japón	Adhesivos y termo compresión
Tablero de bambú que evita el uso de adhesivos (Bamboo board avoiding use of adhesives).	Zhou Chunfa, Zhou Sangyu	2011	China	Piezas metálicas
Panel de varilla de bambú (Bamboo rod panel).	Robert H. Gow	1997	Estados Unidos	Piezas metálicas
Material de tablero de bambú largo sin costuras (Seamless long bamboo board material).	Gao Yong, Gao Shiqing, Gao Shubin	2008	Japón	Piezas metálicas
Método de fabricación mejorado para tablero laminado de cola de bambú (Improved making method for bamboo glue laminated board).	Zhang Qisheng	1991	China	Prensado
Placa de parquet de bambú y su método de fabricación (Bamboo parquet plate and its manufacturing method)	Zhang Aoyu	2003	China	Prensado
Tablero de bambú con texturas curvas (Bamboo board with curve textures).	Zhong Yuanguai	2010	China	Prensado
Tablero compuesto de estera tejida con astillas de bambú (Composite board of bamboo chip woven mat).	Gu Hongbo	2008	China	Tejido
Panel que contiene bambú (Panel containing bamboo).	Nian-hua Ou, Brian Christopher Gerello	2009	Estados Unidos	Tejido
Panel con bambú y cedro (Panel containing bamboo and cedar).	Eric Lawson, Brian Gerello, Federico Cecilio, Brian Peek	2005	Estados Unidos	Tira adhesiva

Tabla 4. – Tableros y paneles que usaron otro tipo de unión.

Al existir varios tipos de uniones, se creó una nueva comparativa para ver el porcentaje del tipo de uniones acopladas en la tabla anterior. En el gráfico 4 vemos como el 60% queda repartido en adhesivos y termocompresión, piezas metálicas y prensado con 20% cada uno, continua con otro empate entre adhesivos y piezas metálicas y tejido ambos con 13%, y finalizando con adhesivos y calentamiento y tira adhesiva, ambos con 7%.

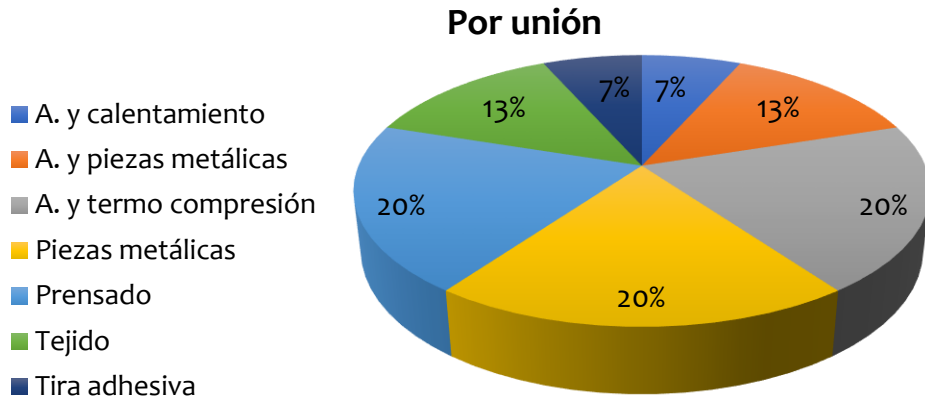


Gráfico 4. – Clasificación por unión.

Continuando con los países que hicieron este tipo de uniones, vemos en el gráfico 5 del lado izquierdo, que el 80% queda repartido en China y Estados Unidos con 40% cada uno, quedando Japón con el 20%. En el lado derecho, en los periodos, domina con un 60% mayor a 2000, sigue menor a 2000 con el 27% y finalizando con 13% mayor a 2010.

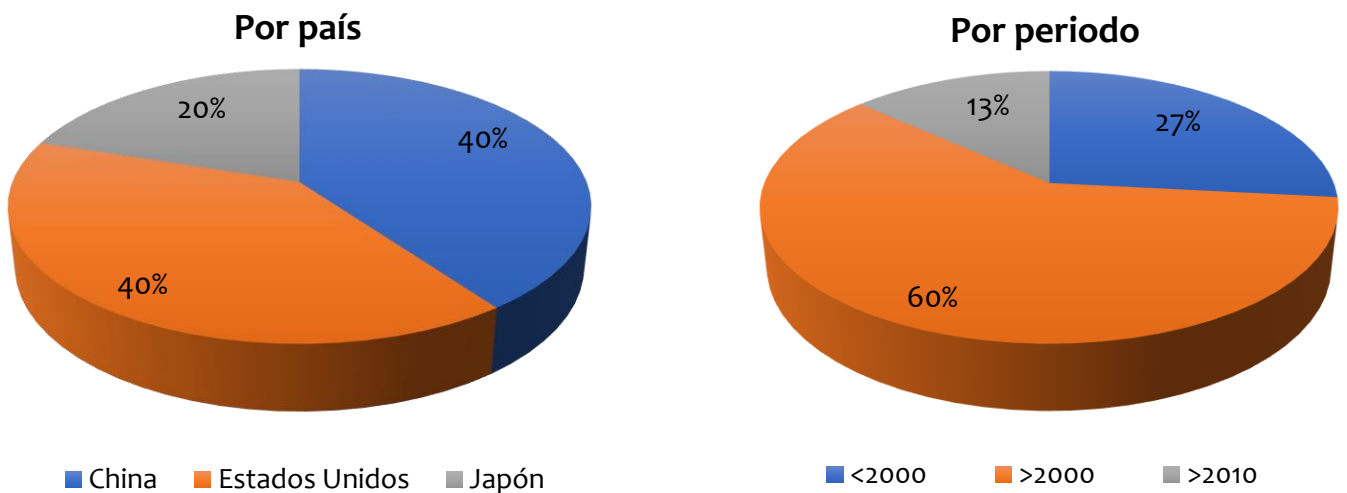


Gráfico 5. – Izquierdo, clasificación por país. Derecho, por periodo.

Una vez realizado el análisis de todas las tablas, se procedió hacer un estudio global utilizando los mismos parámetros presentados en los gráficos anteriores. En lo que respecta a los tipos de unión, fueron un total de 10, para el gráfico 6, se ve como el 67% del total queda repartido en adhesivos, pegamento y termo compresión con 27%, 24% y 16% respectivamente.

- Adhesivos
- Pegamento
- Termo compresión
- A. y calentamiento
- A. y piezas metálicas
- A. y termo compresión
- Piezas metálicas
- Prensado
- Tejido
- Tira adhesiva

Totales por tipo de unión

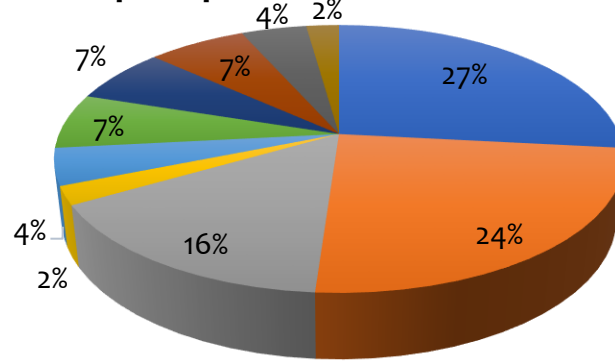


Gráfico 6. – Porcentaje total por tipo de unión.

Continuando con los países, se había mencionado que se encontraron estudios en un total de 8. En el gráfico 7, resalta el dominio de dos países con el 69% del total, primero China con 36% y luego Estados Unidos con 33%. Cabe resaltar que China es uno de los países en el mundo que más produce bambú, en cambio, Estados Unidos no es un país productor, por lo cual vemos que este país ve con gran potencial el utilizar este recurso forestal no maderable.

- Alemania
- China
- Estados Unidos
- Francia
- Japón
- Reino Unido
- Unión Europea

Totales por país

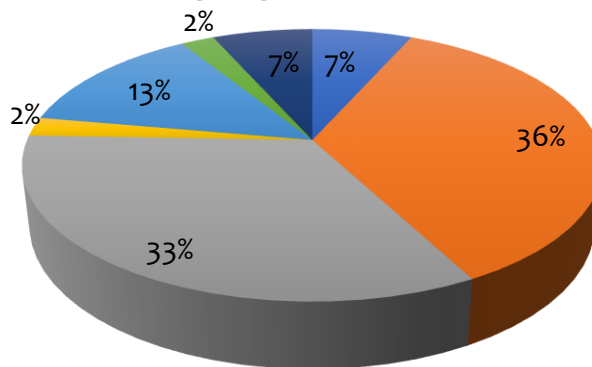


Gráfico 7. – Porcentaje total por país.

Englobando todos los estudios y viendo los periodos en los que se realizaron, más de la mitad con el 55% domina el periodo entre al año 2000 y 2009, comparando con los otros dos, se aprecia una amplia diferencia en esta década y se demuestra un gran auge en las investigaciones con bambú, en respuesta a la búsqueda de un material alternativo a la madera convencional.

Totales por periodo

- <2000
- >2000
- >2010

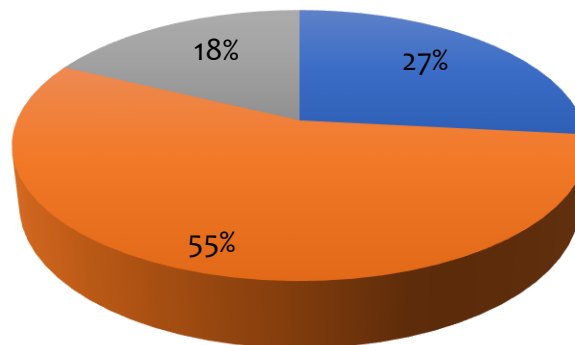


Gráfico 8. – Porcentaje total por periodo.

Como se vio que tanto China como Estados Unidos, fueron los países con el mayor porcentaje de investigaciones, se enfocó un análisis a fondo de ambos. Dentro de todos los tipos de unión utilizados en China, en el gráfico 9, vemos que la mitad de tipos queda entre pegamento y termo compresión, ambos con 25% cada uno.

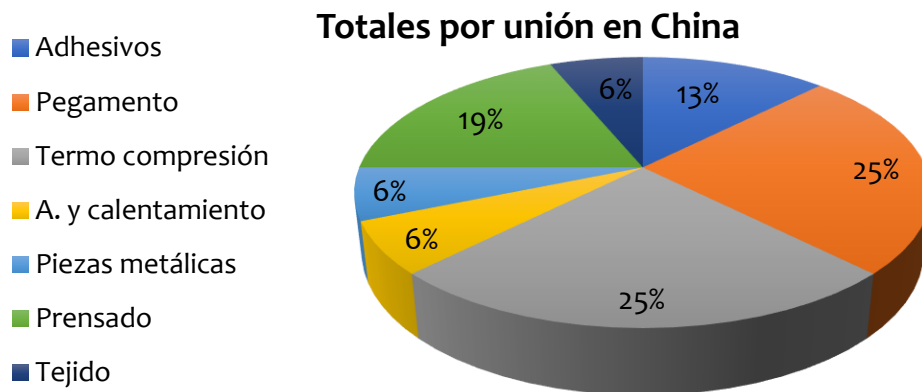


Gráfico 9. – Porcentaje total por unión en China.

Igualmente podemos observar en el gráfico 10 que domina con el 50% el periodo entre al año 2000 y 2009, el periodo comprendido después de 2010 disminuyó drásticamente indicando la eficiencia de los utilizados en el periodo anterior.

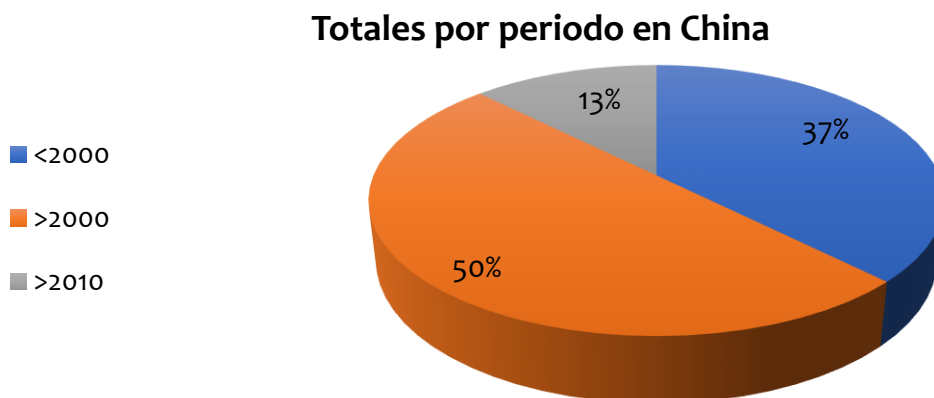


Gráfico 10. – Porcentaje total por periodo en China.

Dentro de todos los tipos de unión utilizados en Estados Unidos, en el gráfico 11, vemos que un poco más de la mitad de tipos quedan entre adhesivos y termo compresión, en 33% y 20% respectivamente.

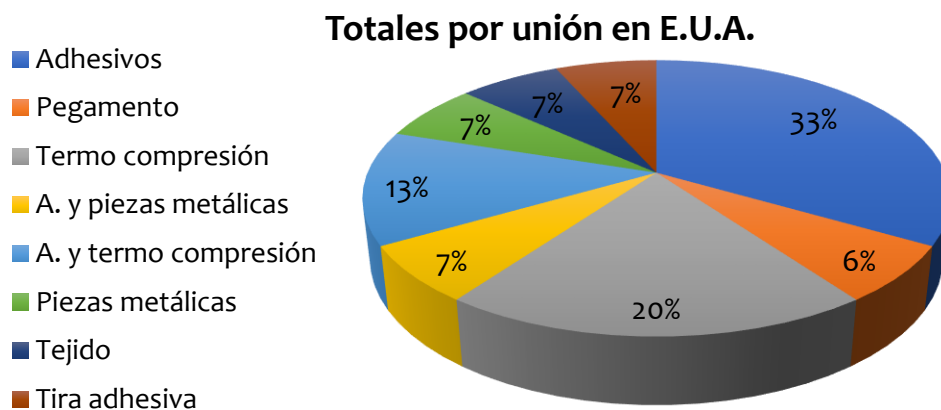


Gráfico 11. – Porcentaje total por unión en Estados Unidos.

Por otro lado, observamos en el gráfico 12 que domina con el 73% el periodo entre al año 2000 y 2009, el periodo comprendido después de 2010 disminuyo drásticamente indicando la eficiencia de los utilizados en el periodo anterior.

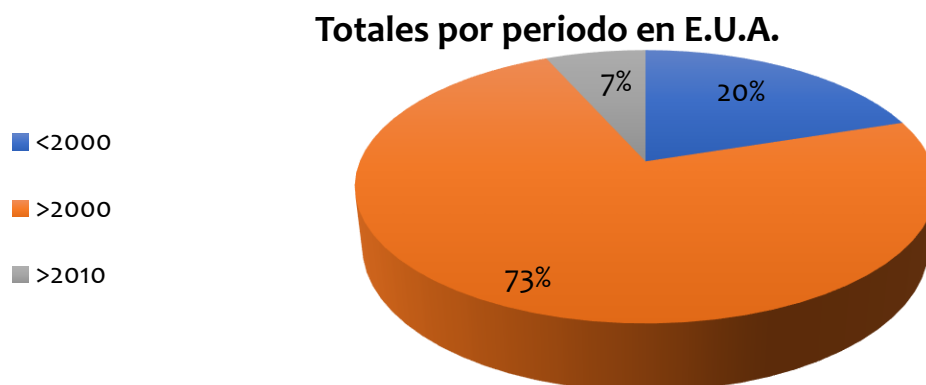


Gráfico 12. – Porcentaje total por periodo en Estados Unidos.

3. CONCLUSIONES

Existen gran variedad de procesos, metodologías y conocimientos respecto a la construcción de paneles y tableros de bambú, que van desde los menos utilizados como los mixtos, empleando adhesivos con otro tipo, como tiras, piezas metálicas y calentamiento. Hasta los más utilizados como los simples, entre ellos los adhesivos naturales, pegamentos industriales y la termo compresión.

Los estudios analizados consideran con gran preocupación que se está incurriendo en una crisis de producción de maderas duras en el mundo, debido a la tala masiva de bosques y la lentitud en su recuperación, ya que el desarrollo de los nuevos árboles tarda más de 20 años.

También se concuerda que el bambú por sus características tales como: a) Rápido crecimiento, ya que entre los 5 y 6 años adquieren su madurez. b) Solo se cortan los culmos maduros permaneciendo estable su fronda. c) No requiere de grandes cuidados, fertilizantes ni riego; puede ser una opción de remplazo de las maderas duras.

China, Estados Unidos y Japón, son los países que han desarrollado la mayor cantidad de estudios y patentes para la producción de paneles y tableros de bambú. Según la literatura China y Japón son los países con un alto índice de producción de bambú, sin embargo, China resalta como el primer país con el mayor número estudios y patentes con un 36% y Japón con un 13%, no obstante Estados Unidos, Alemania, Francia, Reino Unido y la Unión Europea no son productores, pero destaca como segundo lugar Estados Unidos con un 33%, pues ve al bambú como alternativa ante la crisis maderable que afecta muy fuertemente a su país.

Las patentes y estudios realizados al respecto crecieron en gran medida en la década comprendida del 2000-2009, tanto en China con un 50% como en los Estados Unidos con el 73% de los realizados, en ambos casos se observó que en la década siguiente se redujeron significativamente estos porcentajes dando a entender que los resultados obtenidos en dicho periodo, fueron muy favorables y productivos.

Los tipos de unión más utilizados por China fueron los pegamentos con 25% y la termo compresión con 25%, en Estados Unidos los más empleados fueron los adhesivos naturales con 33% y la termo compresión con 20%. Con estos resultados podemos decir que el tipo de unión para la fabricación de tableros y paneles de bambú más utilizado fue logrado con el proceso de termo compresión con un 45%, le sigue los adhesivos naturales 32% y por ultimo los pegamentos industriales 23% aproximadamente.

Falta proponer en México, otros tipos de uniones que puedan considerar combinaciones con materiales producto de la reutilización o reciclaje, que posean potencialidades ya sea por su fácil obtención o porque su utilización disminuya alguna problemática ambiental que abone a la mitigación del cambio climático, que provoque un desarrollo económico al generar fuentes de trabajo y bajar los costos de producción favoreciendo a los sectores sociales más vulnerables.

REFERENCIAS

- [1] Chang, A. Y. (2006). *U.S. Patent No. 7,021,346*. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.
- [2] Yike, Ke (1993). *Bamboo board manufacturing method and its products*. Obtenido de <https://patents.google.com/patent/CN1039528C/en?q=CN1039528C>
- [3] Lawson, E., Gerello, B., Cecilio, F., & Peek, B. (2007). *U.S. Patent Application No. 11/290,660*.
- [4] Chu, Wa (1989). *Laminated board including bamboo*. Obtenido de <https://patents.google.com/patent/GB2234935A/en?q=28.GB2234935A>
- [5] Gow, R. H. (1997). *U.S. Patent No. 5,636,577*. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.
- [6] Ou, N. H. (2007). *U.S. Patent Application No. 11/216,654*.
- [7] Yu, W., Yu, Y., Zhou, Y., Zhu, R., & Ren, D. (2014). *U.S. Patent No. 8,747,987*. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.
- [8] Chu, AC (1989). *Patente de Estados Unidos N° 4.810.551*. Washington, DC: Oficina de Patentes y Marcas de los Estados Unidos.
- [9] Ou, N. H. (2008). *U.S. Patent No. 7,459,206*. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.
- [10] Zhang, S., & Zhang, F. (2014). *U.S. Patent No. 8,663,769*. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.
- [11] Lou, D. J. (2003). *U.S. Patent No. 6,641,885*. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.
- [12] Yoshida, S. (2004). *Patente de Estados Unidos N° 6.689.298*. Washington, DC: Oficina de Patentes y Marcas de los Estados Unidos.
- [13] Ou, N. H., & Mao, H. K. (2009). *U.S. Patent No. 7,625,631*. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.
- [14] Gow, R. H. (1999). *U.S. Patent No. 5,916,105*. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.
- [15] Yu, Y., Yu, W., Zhou, Y., Zhu, R., Ren, D., & Su, Z. (2011). *U.S. Patent Application No. 13/201,279*.
- [16] Ou, N. H., & Gerello, B. C. (2009). *U.S. Patent Application No. 12/405,110*.

Correo electrónico autor: g1946013@colima.tecnm.mx