

Determinación de las propiedades mecánicas del biocomposite fibra de Bambú / PLA

A. Pozo Morales, A. Fernández López, Verónica Carcelén, A. Güemes Gordo, T. Rohr.

Departamento de Materiales y Producción Aeroespacial, Universidad Politécnica de Madrid, España.
ar.pozo@aero.upm.es

RESUMEN

Las restricciones futuras en el campo de la industria aeronáutica y automovilística, a nivel medio ambiental, hace necesario el uso de nuevos materiales que cumplan con las condiciones estructurales y ambientales. Con tal finalidad, se fabrica un material compuesto de altas prestaciones formado a base de fibras naturales como el bambú y resina biodegradable PLA que tenga propiedades mecánicas específicas comparables al material compuesto fibra de vidrio E/ epoxy. El proceso de obtención de las fibras naturales, marca las propiedades finales del material, en el presente caso se elige un proceso mecánico, para la extracción de las tiras, que se utilizan para realizar un apilado manual que junto con la resina termoplástica PLA, y un procesado similar al RFI, forma el material compuesto biodegradable. El contenido en fibras es cercano al 50%, con una resistencia específica de 277 MPagr/cm^3 ; el modo de rotura, es debido al fallo de la interfase tira de bambú –PLA y la posterior rotura de fibras. Se considera el posible uso del material en ciertas aplicaciones con un cierto nivel de carga, que tengan limitaciones medioambientales, como la industria automovilística, eólica, espacial.

PALABRAS CLAVE: Biocomposites, PLA, Bambú.

ORAL

SESIÓN TEMÁTICA: Biocomposites y materiales compuestos bioinspirados

1. INTRODUCCIÓN

En la última década, ha incrementado el interés científico e industrial, con respecto al uso y desarrollo de un material compuesto basado en fibras naturales, debido a su alto rendimiento en términos de propiedades mecánicas específicas, significantes mejoras en sus procesado, resistencia química, bajo coste y densidad. Actualmente en la industria aeronáutica, espacial, automovilística, y eólica, se hace uso de materiales compuestos basados en fibra de carbono, fibra de vidrio con matriz epoxi, todos ellos son no biodegradables y tiene un significativo impacto en el medioambiente.

Con el fin de reducir el coste medioambiental de este tipo de materiales y a su vez soportar valores de carga específicos similares al material compuesto de fibra de vidrio, se propone una alternativa que respete el medioambiente, compuesta por una determinada fibra natural y un polímero biodegradable.

El Bambú tiene un especial interés en Asia y Sudamérica, debido a sus altas propiedades mecánicas, alta tasa de crecimiento, es CO₂ neutral, proviene de recurso renovables, bajo coste, sostenibilidad y disponibilidad. En la actualidad se utiliza en un gran número de estructuras civiles, como puentes, edificios. Debido a su carácter renovable y sus altas propiedades específicas, se considera al bambú como un candidato óptimo para realizar el papel de la fibra.

En el caso de la resina, el principal carácter que se considera es la biodegradabilidad y la compatibilidad con los procesos de fabricación. El ácido poliláctico PLA, es un termoplástico que proviene de recursos renovables como es el almidón, tiene un carácter completamente biodegradable, por lo que es el polímero elegido para formar el material compuesto biodegradable.

2 CONSTITUYENTES

2.1 Fibra

El proceso de extracción de la fibra, determina las propiedades finales del material compuesto; diversos autores *Font et al* [1], se han centrado en el uso de tratamientos químicos, para obtener las fibras, sin embargo el uso de tratamientos químicos, provocan una pérdida de propiedades, debido al ataque que se produce a la fibra en lugar de la matriz en la que se encuentra embebido (lignina). En el presente documento, se considera un proceso mecánico para obtener las tiras de la zona externa de la caña de bambú, que es la que tiene mejores propiedades mecánicas, debido a su alto contenido en fibra Fig. 1, se debe considerar que las fibras se encontraran embebidas en la matriz de lignina en todo el proceso, para facilitar el manejo de las mismas.

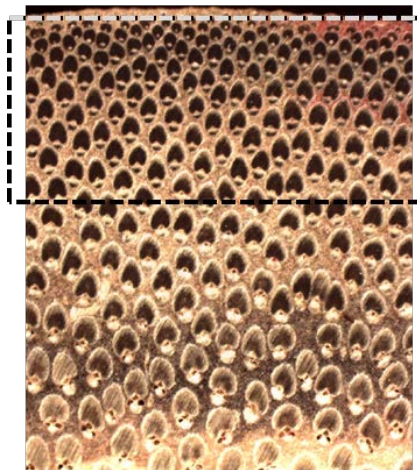


Fig. 1 Sección Transversal, zona externa útil

Existe cerca de 1000 especies denominadas con el nombre de Bambú, por lo que es necesario realizar un estudio de selección de la especie con mejores propiedades mecánicas.

Dos especies son las más utilizadas en Asia y Sudamérica en las construcciones civiles, debido a sus altas propiedades mecánicas, el Bambú Mosso y Guadua respectivamente, por lo que se realizó un ensayo mecánico de tracción a las tiras de la zona exterior para determinar la tensión de rotura Fig. 2, en la que se consideró siete especímenes para cada tipo, con una densidad media de $0,7 \text{ gr/cm}^3$.

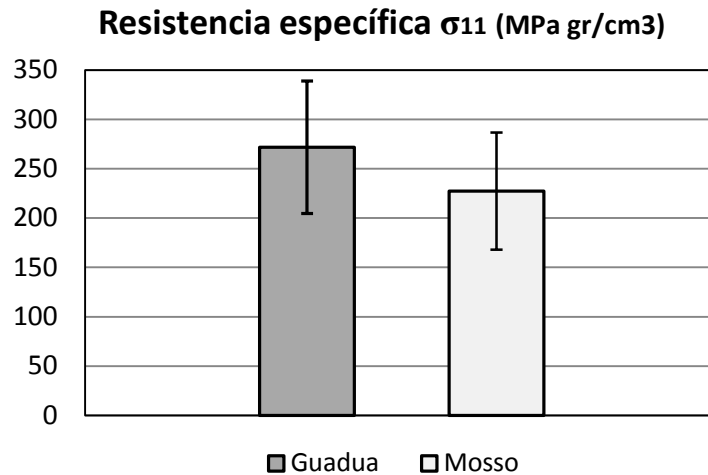


Fig. 2 Tensión de rotura de listones sin nudo.

Los valores de tensión de rotura se encuentran dentro del mismo orden, con una elevada desviación estándar, debido al carácter natural de la fibra, sin embargo la morfología es distinta, la distancia internodal es superior en el Bambú Guadua 33 cm comparada con los 25 cm de media del Bambú Mosso Fig. 3, debido a la presencia de los nudos las propiedades del conjunto disminuyen en torno a un 30 %, por lo que al tener una distancia internodal mayor, la estructura final tendrá un menor número de nudos.

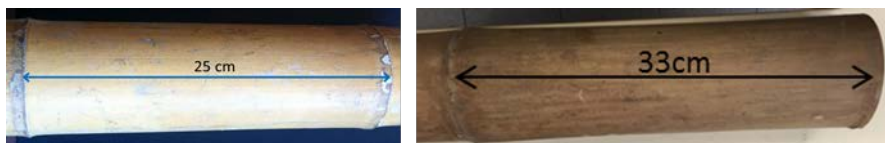


Fig. 3 Distancia internodal Mosso (izquierda), Guadua (derecha).

El diámetro de la caña del Guadua es mayor 20 mm, por lo que la zona externa tiene una mayor área útil. En la zona externa, la distancia entre los haces es menor Fig. 4, por lo que tiene un mayor contenido en fibra, que le transfiere mejores propiedades mecánicas, comparado con el caso del Bambú Mosso.

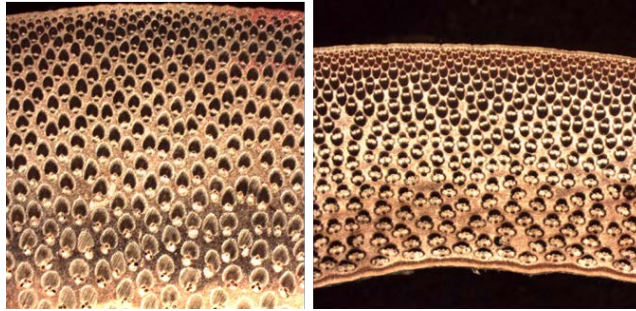


Fig. 4 Sección transversal del bambú Guadua (izquierda), Mosso (derecha)

Se considera el tipo de especie Guadua como fibra natural, debido a su morfología y sus altas propiedades mecánicas. El material es proveniente de Colombia y es necesario un tiempo de maduración cercano a los 3 años, para obtener las mayores propiedades mecánicas.

2.2 Resina

Para realizar el proceso de fabricación que se ha elegido RFI, se considera la resina termoplástica en formato film, con un espesor de 0.025 mm. Se realizó un DSC, con el fin de obtener los parámetros de procesamiento de la resina como es la temperatura de fusión y el tiempo necesario para realizar el proceso de fundición.

3 PROCESO DE FABRICACIÓN

El proceso de extracción de la fibra, se realiza a través de un proceso de mecanizado a la caña de bambú, de la que se obtiene las tiras con las que se realiza el apilado, seguido del correspondiente ciclo de fundición y el corte final de las probetas con las dimensiones estándar definidas por la norma.

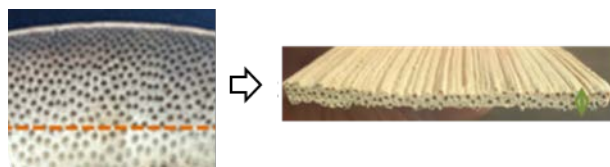


Fig. 5 Mecanizado de las tiras de bambú



Figura 6 Probeta a tracción longitudinal, del Biocomposite Bambú-PLA

4 RESULTADOS EXPERIMENTALES

Para realizar las probetas de los ensayos mecánicos de tracción, se considera una secuencia de apilado ($0^\circ, 0^\circ, 0^\circ$), y las dimensiones estándar de la norma UNE-EN ISO 527. Se considera un número de 10 probetas de 250mm de longitud, 15 mm de ancho y 3 mm de espesor medio. El ensayo mecánico se realiza en una máquina MTS-810 con una célula de carga de 100kN, con mordaza de cierre hidráulico.

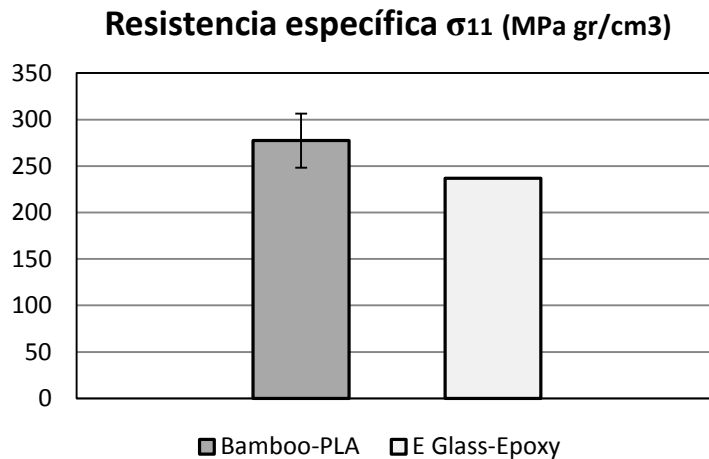


Fig. 7 Ensayo a tracción longitudinal en el biocomposite Bambú-PLA

El valor medio de la tensión específica de rotura es 277 MPagr/cm^3 , con una desviación estándar de 29 MPagr/cm^3 se debe tener en cuenta que se trata de probetas sin la presencia de nudos. El valor de la desviación es menor de lo esperado, y si se considerase el uso de tiras únicamente de la capa externa, se reduciría.

El valor de tensión de rotura específico es superior al del material compuesto de fibra de vidrio tipo E y matriz epoxy, además se tiene en el nuevo material compuesto el carácter completamente biodegradable, lo que le confiere un uso en distintas aplicaciones, que tengan limitaciones medioambientales.

Se ha realizado un SEM Fig. 7, para analizar el modo de rotura a tracción longitudinal, se observa una grieta paralela a la dirección de la fibra, con un fallo del adhesivo PLA, por lo que la unión entre la fibra y su matriz lignina es más resistente que la interfase tira de bambú y PLA.

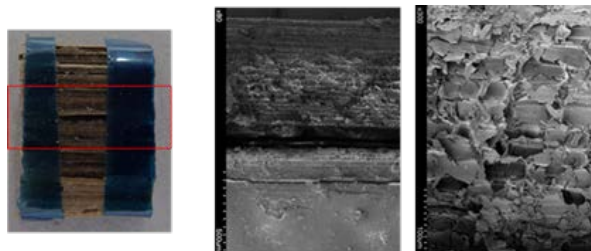


Fig. 8 SEM Rotura de probeta a tracción longitudinal.

Con el programa ImageJ de digitalización de la imagen, se realiza un estudio del contenido de fibras en el material compuesto biodegradable. Se determina un contenido medio cercano al 46 % en contenido en fibras y un 4.1% de resina PLA. El tercer componente es la resina en la que ese encuentran embebidas los haces de bambú lignina.

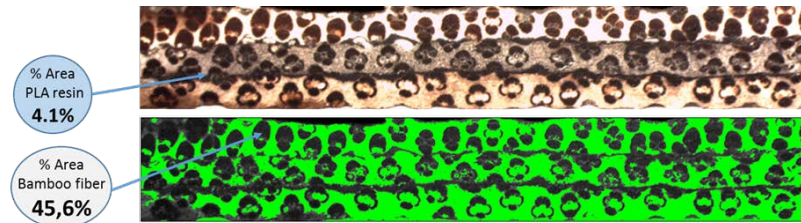


Figura 9 Contenido en fibra del biocomposite Bambú-PLA

5 CONCLUSIONES

La investigación en nuevos tipos de materiales, producen la apertura de nuevas vías de desarrollo. El uso de materiales compuestos biodegradables, reduciría el coste del reciclado, respetaría las limitaciones medioambientales que se van a imponer en ciertos sectores como el automovilístico, aeronáutico, espacial. Los valores específicos de propiedades como la tensión de rotura, hacen que se trate de materiales que tiene un futuro cercano, sin embargo es necesario una continua investigación, que mejore las propiedades de la interfase fibra matriz, a través de tratamiento de limpieza superficial, agentes acoplantes. Otro punto de investigación, es la realización de un proceso industrial robusto que produzca el material con un cierto nivel de calidad, con un precio reducido, para competir con materiales compuesto estándar de fibra de vidrio. La metodología de fabricación desarrollada, es viable en un proceso industrial y su implementación no supondría un coste elevado.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la Agencia Espacial Europea, que financia la investigación a través de un proyecto Europeo entre la UPM, Abengoa y ESA. A su vez, la participación y colaboración en el proyecto de la compañía Abengoa.

REFERENCIAS

1. Dagang Liu, Jianwei Song, Debbie, P. Anderson Peter R. Chang, Yan Hua, Bamboo fiber and its reinforced composites: structure and properties, *Cellulose* (2012) 19:1449–1480