

## Nuevos materiales biobasados con matriz de ácido poliláctico y refuerzo de cáscara de avellana

J. F. Balart, D. García-Sanoguera, A. Carbonell-Verdú,  
L. Sánchez-Nácher, T. Boronat

*Instituto de Tecnología de Materiales (ITM), Universitat Politècnica de València (UPV)  
Plaza Ferrandiz y Carbonell 1, 03801, Alcoy, Alicante (Spain)  
jfbalart@dimm.upv.es*

### RESUMEN

El objetivo principal de este trabajo es la obtención de Wood Plastic Composites (WPC) biobasados con matriz de ácido poliláctico (PLA) y refuerzo de cáscara de avellana. Se han realizado cuatro formulaciones con distintos porcentajes en peso tanto de ácido poliláctico como de cáscara de avellana. Los diferentes compuestos han sido caracterizados mecánicamente mediante un test de impacto y otro de dureza. Las fracturas obtenidas han sido observadas mediante microscopía electrónica de barrido (SEM). El análisis de los resultados indica una falta de interacción entre la matriz de PLA y la partícula de cáscara de avellana.

### INTRODUCCIÓN

Actualmente existen multitud de sectores (automoción, construcción, jardinería, etc...) que demandan materiales compuestos de matriz polimérica que imitan la madera. La mayoría de estos compuestos, conocidos como WPCs se basan en el empleo de una matriz plástica de origen petroquímico (PE, PP, PS) con un refuerzo derivado de la industria de la madera. Este trabajo pretende dar un paso más en la fabricación de WPCs de alto contenido en materiales renovables. Para ello emplea como matriz del compuesto el ácido poliláctico (PLA) de origen bio (almidón del maíz) [1,2]. Se trata de un material con unas propiedades interesantes, pero hay que tener en cuenta que presenta una extremada fragilidad que repercute en las propiedades finales de los compuestos de los que forma parte. Como componente lignocelulósico se ha utilizado la cáscara de avellana, residuo procedente de la industria del procesado de la avellana. Hasta la fecha este residuo se emplea en la fabricación de compostaje, combustible debido a su alto poder calorífico e incluso para piensos animales. Con este trabajo se pretende dar una nueva utilidad a este residuo y junto con la matriz de ácido poliláctico de origen bio conseguir una solución de alto rendimiento ambiental que pueda substituir a la madera en multitud de aplicaciones [3].

El trabajo se ha centrado en la preparación de varias formulaciones con diferentes proporciones tanto de matriz de ácido poliláctico como de refuerzo de cáscara de avellana. Estas formulaciones han sido caracterizadas mecánicamente [4] para analizar la influencia de la cáscara de avellana. Las fracturas han sido analizadas mediante microscopía electrónica de barrido (SEM).

## MÉTODOS EXPERIMENTALES

### Materiales

El ácido poliláctico empleado en el trabajo ha sido suministrado por la empresa NatureWorks LLC (Minnesota, Estados Unidos) y se trata del PLA Ingeo 6201D. El refuerzo procede de la cáscara de la avellana común o *Corylus*.

### Procesado de materiales

Para la preparación de los compuestos, la cáscara de avellana ha sido triturada en una primera etapa mediante una trituradora de pellets hasta conseguir unas dimensiones entre 1 y 2 milímetros. Posteriormente estos pellets han sido tratados con un molino centrífugo a 10 rpm para obtener una harina de una granulometría inferior a los 300  $\mu\text{m}$ . Tanto la harina de cáscara de avellana como la granza de ácido poliláctico fueron deshidratadas a 60°C durante 12 horas. Los compuestos fueron extruidos y a continuación inyectados para obtener probetas normalizadas sobre las que llevar a cabo los ensayos correspondientes.

En la Tabla 1 se muestran los diferentes compuestos preparados con sus respectivas formulaciones.

**Tabla 1.** Compuestos y formulaciones en % en peso

Compuestos	% PLA	% cáscara de avellana
PLA	100	0
90PLA-10CV*	90	10
80PLA-20CV*	80	20
70PLA-30CV*	70	30
60PLA-40CV*	60	40

(\*) CV: cáscara de avellana

### Caracterización mecánica y morfología de la fractura

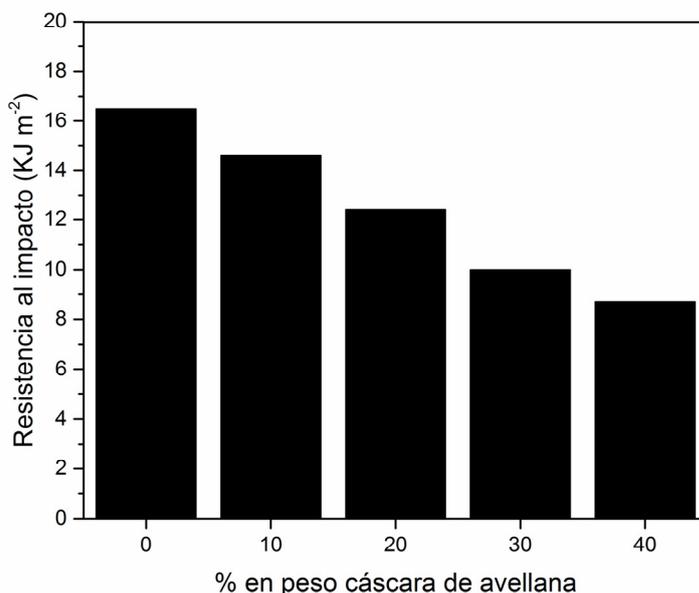
Para proceder a la caracterización mecánica de los compuestos se han utilizado equipos y normativa específicos. Para los ensayos de impacto se ha utilizado un péndulo Charpy suministrado por la empresa Metrotec (San Sebastián, España) y la Norma internacional ISO 179. Para los ensayos de dureza se empleó un durómetro 673-D de la firma JBA - Instruments J. Bot S.A (Barcelona, España) junto con la norma UNE-EN ISO 868. Las fracturas fueron caracterizadas mediante un microscopio electrónico de barrido (SEM) modelo Phenom de FEI Company (Eindhoven, Holanda).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Propiedades mecánicas

La Figura 1 representa los valores de la resistencia al impacto tanto para el PLA puro como para los compuestos con cáscara de avellana. Los valores obtenidos muestran un importante descenso con el aumento del contenido de refuerzo lignocelulósico de cáscara de avellana. Para el PLA puro se obtiene un valor de 16,5  $\text{KJ m}^{-2}$  disminuyendo casi hasta la mitad para el compuesto con un 40% en peso de cáscara de avellana.

Este descenso es debido a la mala interacción existente entre la matriz de PLA y la carga lignocelulósica de cáscara de avellana. Este fenómeno se observa claramente en el análisis con microscopía electrónica posterior.



**Figura 1.** Resultados de los valores de la resistencia al impacto en función del contenido de cáscara de avellana introducido.

La dureza tiene el comportamiento contrario al de la resistencia al impacto tal y como se observa en la Tabla 2. EL valor de la dureza aumenta con el contenido de cáscara de avellana introducido. Con la adición de mayor cantidad de carga lignocelulósica se obtienen compuestos más rígidos y duros.

**Tabla 2.** Valores de dureza para los diferentes compuestos

% en peso cáscara de avellana	Dureza Shore D	Desviación estándar
0	70,2	0,5
10	74	1,2
20	75,6	0,5
30	76,6	0,5
40	78,4	0,9

### Morfología de la fractura

La superficie de fractura de las probetas sometidas a impacto, han sido analizadas mediante microscopía electrónica de barrido (SEM). La Figura 2 muestra la micrografía de la superficie de fractura de una muestra con el 30% en peso de cáscara de avellana a 1000 aumentos. En ella se observa una fase continua o matriz de PLA y una fase dispersa de pequeñas partículas correspondientes a la harina de cáscara de avellana. Estas partículas lignocelulósicas no se encuentran perfectamente adheridas a la matriz, lo que conlleva una mala interacción entre ambas. Esta mala interacción facilita el crecimiento de microgrietas por acumulación de tensiones durante el ensayo de impacto. Al aumentar el contenido de cáscara de avellana este fenómeno se produce con mayor intensidad.



**Figura 2.** Micrografía de la fractura de una muestra con el 30 % en peso de cáscara de avellana a 1000 aumentos.

## CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos indican la idoneidad de utilización de la cáscara de avellana como carga en los WPCs de matriz biobasada de ácido poliláctico. La rigidez de los compuestos aumenta con la cantidad de cáscara de avellana introducida. Esta carga lignocelulósica no mejora la resistencia al impacto, ya de por sí baja, del ácido poliláctico. Esto se debe a la mala interacción entre la matriz y la carga lignocelulósica, que se traduce en la inexistencia de interfase, como se observa en las micrografías de fractura, impidiendo la transferencia de esfuerzos entre la matriz y la carga.

## AGRADECIMIENTOS

Esta investigación fue apoyada por el Ministerio de Economía y Competitividad - MINECO, Ref: MAT2014-59242-C2-1-R. Los autores también agradecen a la "Conselleria d'Educació, Cultura i Esport" - Generalitat Valenciana, Ref: GV / 2014/008 el apoyo financiero.

## REFERENCIAS

- [1] Mukherjee, T. and N. Kao, *Journal of Polymers and the Environment*, 19:3, 714-725 (2011).
- [2] Pilla, S., et al., *Polymer Engineering and Science*, 48:3, 578-587 (2008).
- [3] Shih, Y.-F. and C.-C. Huang, *Journal of Polymer Research*, 18:6, 2335-2340 (2011).
- [4] Petchwattana, N. and S. Covavisaruch, *Journal of Bionic Engineering*, 11:4, 630-637 (2014).