



VALORIZACIÓN DE RESIDUOS DE PODA DE OLIVO COMO REFUERZO EN POLÍMEROS

M.C. Castellón⁽¹⁾, F. Navas-Martos⁽²⁾, M.D. La Rubia^(1*), G. Morales-Cid⁽²⁾, R. Pacheco⁽¹⁾,
A.B. López⁽¹⁾, S. Sánchez⁽¹⁾

⁽¹⁾ Departamento de Ingeniería Química, Ambiental y de los Materiales, Campus Las Lagunillas. Universidad de Jaén 23071 Jaén

⁽²⁾ Centro Tecnológico del Plástico. Fundación Andaltec I+D+i. Ampliación Polígono Industrial Cañada de la Fuente, Calle Vilchez 23600 Martos (Jaén)

* e.mail: mdrubia@ujaen.es

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, los composites poliméricos constituyen un conjunto de materiales de indudable trascendencia. Actualmente, los plásticos reforzados con fibras, están ampliamente utilizados en sectores tan importantes como la automoción y la aeronáutica, debido a sus excelentes propiedades y bajo coste. Los plásticos reforzados con fibra de vidrio y fibra de carbono vienen siendo ampliamente utilizados desde hace años en sectores tan importantes como la automoción y la aeronáutica, principalmente debido a sus excelentes propiedades y bajo coste.

Sin embargo, el uso de este tipo de fibras presenta asociadas algunas desventajas. Por un lado, la elevada densidad que presentan, que se traduce en un incremento significativo del peso de la matriz polimérica. Esto tiene a su vez un efecto negativo sobre el medio ambiente en términos de consumo de energía. Por otro lado, su eliminación al final de la vida útil del producto, da lugar a residuos altamente contaminantes. Es por ello, que se hace necesario conocer nuevos materiales que cumplan con los principales condicionantes medioambientales para su uso: ser obtenidos de fuentes renovables y mostrar una alta capacidad de biodegradación.

La forma de los materiales compuestos, el aspecto superficial, la tolerancia al medio ambiente y la durabilidad total son influidos por la matriz, mientras el refuerzo fibroso lleva la mayoría de las cargas estructurales, proporcionando así rigidez y fuerza [1-3]. En este sentido reforzar plásticos con fibras naturales se presenta como una alternativa a los refuerzos tradicionales [4].

Desde 1990 se ha explorado el uso de diferentes tipos de fibras naturales como agente de refuerzo de matrices poliméricas [5-7]. Estas fibras naturales se han posicionado como una potencial alternativa a las fibras convencionales como consecuencia de su menor



densidad y por ser intrínsecamente biodegradables. Además, las fibras naturales presentan propiedades técnicas satisfactorias, tienen un costo excepcionalmente bajo, están ampliamente disponibles y derivan de fuentes renovables [8-9].

No obstante, su uso no está exento de inconvenientes relacionados con sus características intrínsecas. Entre ellos la variabilidad de la materia prima, es decir el clima y la zona geográfica de donde procedan y la disponibilidad geográfica y estacional. Otro factor de gran importancia es la tendencia a absorber agua, lo cual afecta a distintas etapas del procesado y, en relación con la anterior, la presencia de grupos hidrofílicos en su superficie que podría dificultar la compatibilidad con el polímero.

Las fibras empleadas como refuerzos se agrupan en diversos tipos: fibras de liber (yute, lino, cáñamo, ramio y kenaf), fibras de hoja (abacá, sisal y piña), fibras de semilla (algodón, coco), fibras de núcleo, fibras de hierba, fibras de caña, fibras de raíz y fibras de madera [10]. Las más ampliamente estudiadas y utilizadas como refuerzo en composites son las de liber y las de hoja [11].

Otros tipos de fibra han sido menos estudiados como refuerzo de matrices poliméricas. Es el caso de la fibra de olivo, a pesar de que el olivar constituye uno de los principales cultivos de Andalucía y del sur de Europa. Concretamente Andalucía dedica 1.478.897 hectáreas a este cultivo, lo que representa el 30% de la superficie cultivada y aproximadamente el 60% del olivar español y el 27% de la Unión Europea.

El olivo se somete de forma anual al proceso de poda, operación que es necesaria para que el árbol mantenga un equilibrio en sus funciones y que permite una mejor producción. En el caso del olivo un año se realiza una poda severa y al año siguiente otra más ligera.

Los restos de poda de pequeño tamaño, ramas de menos de 4 cm de diámetro y hojas secas, suelen amontonarse a mano o mecánicamente en espacios aislados y quemarse en el campo o enterrarse. Los principales aprovechamientos que se le da a este residuo es utilizarlos como combustible o para la alimentación animal.

Por tanto, el uso de la fibra de oliva como refuerzo de materiales compuestos de matrices poliméricas podría ser una gran aplicación para este residuo con importantes beneficios económicos y medioambientales.

OBJETIVO

En este trabajo se han fabricado y caracterizado mecánicamente materiales compuestos con matriz termoplástica, en concreto de un polímero biodegradable, el ácido poliláctico (PLA), utilizando como refuerzo las fibras de poda de olivo.

Para ello, se han seleccionado fibras de poda de olivo de diferente tamaño y se han estudiado su compatibilidad con la matriz polimérica.

Los materiales compuestos se han fabricado y caracterizado desde el punto de vista de la mecánica, térmica, química, propiedades barrera, etc., con el fin de sugerir sus posibles aplicaciones. Las hipótesis propuestas han sido:



- Existencia de una multitud de posibles aplicaciones industriales de procesos y materiales para investigar.
- Escasez de estudios en profundidad sobre el uso de fibra vegetal de olivo tan abundante en nuestra provincia.
- Utilización de un residuo, inservible en la actualidad que contamina el medioambiente con su eliminación a través de la quema.
- Exigencia por parte de los gobiernos de la utilización de compuestos bio-bio en automoción y aeronáutica.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la fabricación del composite se ha utilizado como matriz ácido poliláctico (Figura 1) y un 25% de residuo de poda de olivo (Figura 2) que fue picada en el molino de cuchillas y posteriormente tamizada y separado el residuo en distintas fracciones (Figura 3).



Figura 1. PLA en granza



Figura 2. Poda de olivo



Figura 3. Fracción de fibra vegetal

Para la fabricación de las probetas se ha utilizado la inyectora neumática manual RR/tsmp Ray Ran.

Tras estudiar los parámetros apropiados para conseguir la mejor inyección de estos materiales, se determinó la temperatura del molde idónea, la de la mezcla así como la presión. Los moldes utilizados en la inyectora neumática siguen la norma ISO 527 para la fabricación de probetas de tracción.

Para la realización de los ensayos de tracción se ha utilizado una máquina Universal de Ensayos Tinius Olsen 10KS.



Presenta una célula de carga de 1000N, 1100 mm de distancia máxima entre utillajes, un rango de muestra de la fuerza de 200 Hz (nominal) y una resolución de la lectura de extensión de 0,001mm. Los ensayos se realizaron a los composites (Figura 4) según la norma UNE-En ISO 527-1:1996.



Figura 4. Probetas de tracción

RESULTADOS EXPERIMENTALES Y DISCUSIÓN

En la siguiente tabla (Tabla 1), se recogen los resultados de los ensayos de tracción del PLA y de los materiales compuestos PLA-fibra de olivo.

Tabla 1. Parámetros del ensayo de tracción

Composite	Fibra	Tamaño (mm)	σ_m (MPa)	E (MPa)	ϵ_B (mm/mm)
PLA puro			52.3 ± 2.2	4010 ± 212	$1,663 \pm 0.096$
C1	1	0.850-0.6	28.6 ± 6.6	4148 ± 843	0.79 ± 0.27
C2	2	0.6-0.425	30.7 ± 5.1	5150 ± 433	0.46 ± 0.11
C3	3	0.425-0.3	31.7 ± 2.0	5222 ± 597	0.4 ± 6.6



C4	4	0.3-0.125	27.4 ± 9.5	5360 ± 504	0.63 ± 0.32
-----------	---	-----------	------------	------------	-------------

En la gráfica que a continuación se muestra, puede compararse el módulo de Young de los distintos materiales compuestos y del PLA puro. Se observa que todos los materiales presentan un valor mayor de dicho parámetro que el PLA puro. También se observa que a medida que disminuye el tamaño de la fibra, aumenta la rigidez. (Figura 5).

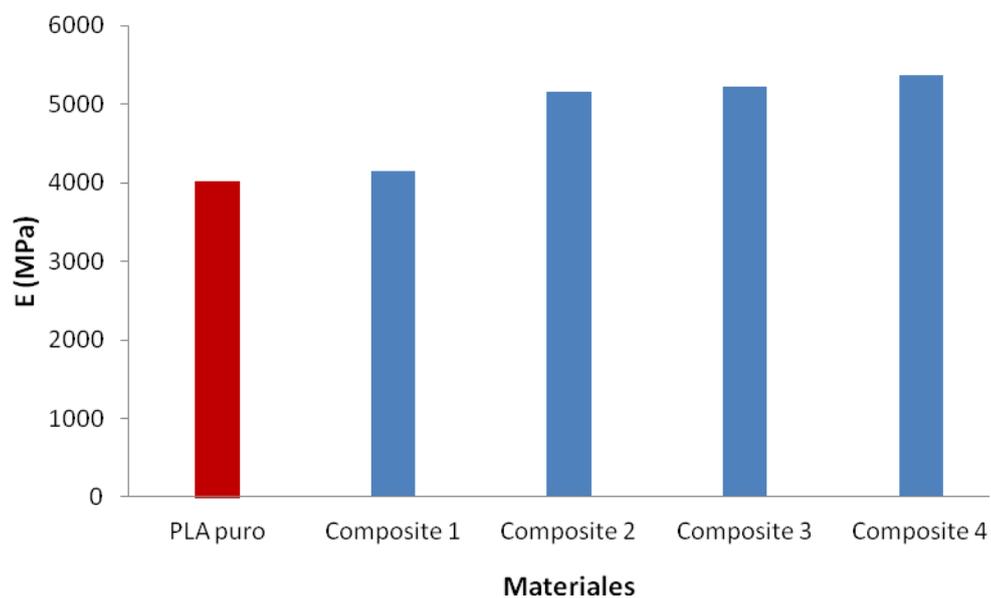


Figura 5. Módulo de Young de los materiales ensayados.

En cuanto a la influencia del tamaño de fibra, se observa que cuando disminuye éste, mayor es la rigidez. (Figura 6)

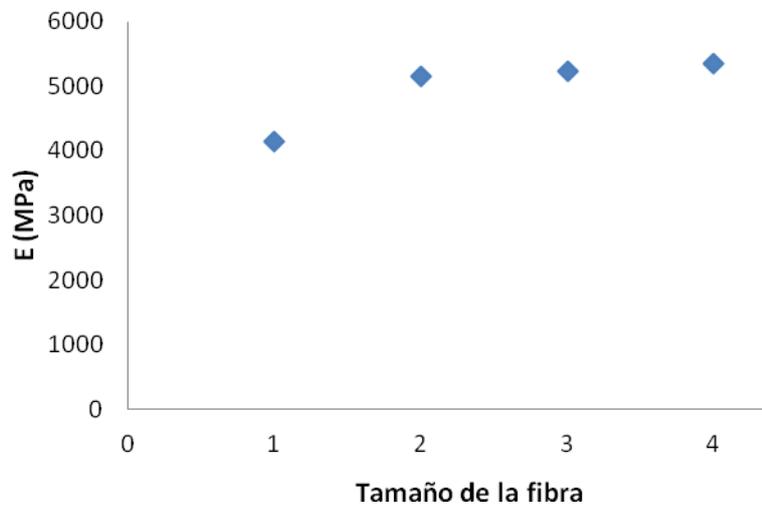


Figura 6. Influencia del tamaño de fibra en el módulo de Young.

En cuanto a la resistencia a la tracción, los valores son menores que el PLA puro y no hay una tendencia clara en cuanto al tamaño de la fibra. (Figura 7).

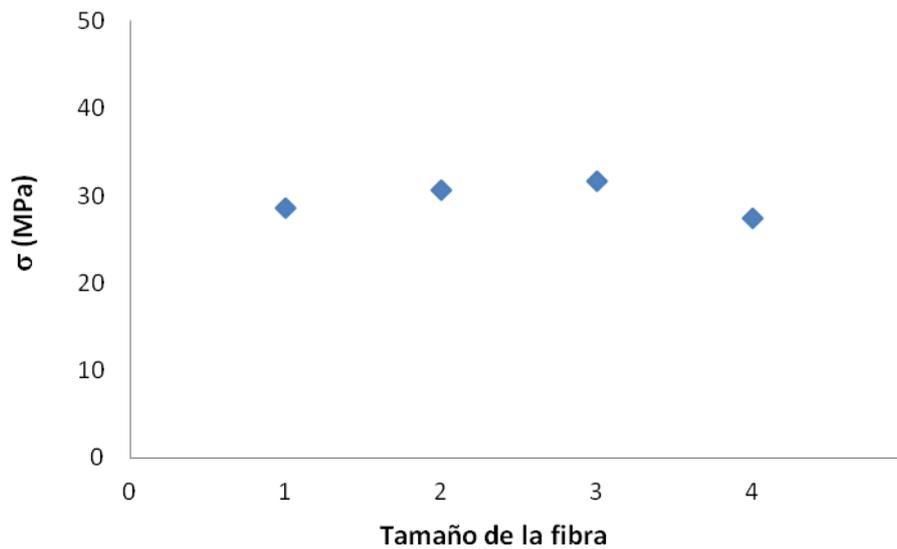


Figura 7. Influencia del tamaño de fibra en la resistencia a la tracción.

Algo similar puede apreciarse en cuanto al alargamiento de rotura. (Figura 8).

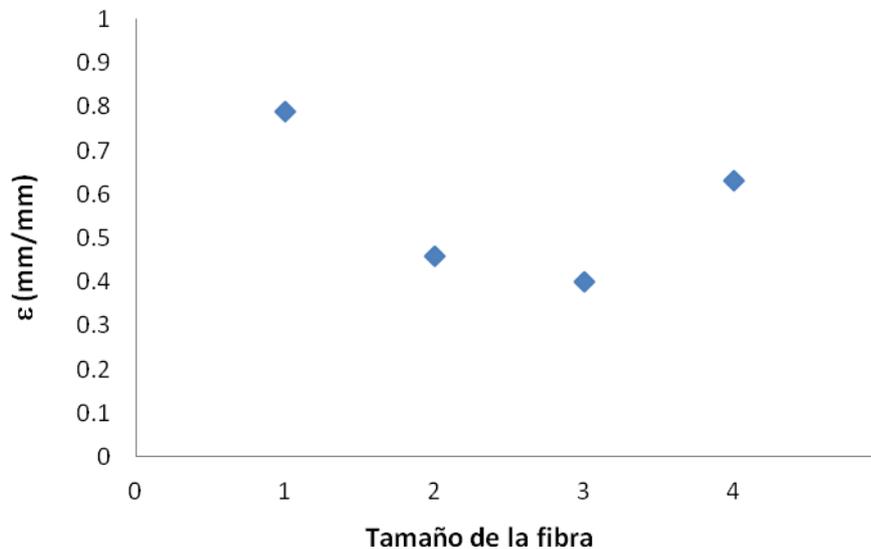


Figura 8. Influencia del tamaño de fibra en la deformación.

El proceso de fabricación llevado a cabo en esta investigación presenta ventajas como el número de etapas al no usarse mezclado previo. Sin embargo, aunque los resultados son interesantes, podrían mejorarse ya que muestran una mejora mínima en algunas propiedades mecánicas. Esto puede ser debido a problemas de dispersión de la fibra y la compatibilidad con la matriz polimérica, como puede verse en la Figura 9.



Figura 9. Probeta de tracción

CONCLUSIONES

El refuerzo de PLA mediante fibra de poda de olivo no mejora las propiedades del polímero de la forma esperada debido a problemas de compatibilidad y de dispersión de la fibra en la matriz.



Los resultados de este estudio parecen indicar que al igual que ocurre con otras fibras estudiadas por diversos investigadores, la fibra de olivo es una buena opción para refuerzo de polímeros, ya que el composite, si no iguala las características del polímero virgen, se asemeja bastante, a lo que hay que sumar la ligereza que presenta, ventaja del nuevo material, con respecto al polímero virgen.

Lo interesante es buscar la forma adecuada de conseguir la mejor dispersión de la fibra en la matriz para obtener probetas homogéneas que nos den resultados fiables y adecuados para conseguir buenas propiedades del composite.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Mohanty AK, Khan MA, Hinrichsen G. Composites Part A. Applied Science and Manufacturing, 31 (2) 143 (2000).
- [2] Dhakal HN, Zhang ZY, Richardson MOW. Composites Science and Technology, 67 (7-8) 1674 (2007).
- [3] Shibata S, Cao Y, Fukumoto I. Polymer Testing, 24, 1005 (2005).
- [4] Nabi Saheb D, Jog JP. Advances in Polymer Technology, 18 (4) 351 (1999).
- [5] John MJ, Thomas S. Carbohydrate Polymers, 71, 343, (2008).
- [6] Halley P.J, John R, Dorgan. Next-Generation Biopolymers: Advanced Funcionality and Improved Sustainability, MRS Bulletin, 36(9), 687 (2011).
- [7] Summerscales J, Dissanayake NP.J, Virk A.S, Hall W. Composites Part A. Applied Science and Manufacturing, 41, 1329 (2010).
- [8] Zini E, Scandola M. Green Composites: An Overview, Polymer Composites, 32, 1905-1915 (2011).
- [9] Carus M, Gahle C. Reinforced Plastics, 52, 18 (2008).
- [10] - Faruk O, et al. Biocomposites reinforced with natural fibers: 2000–2010. Progress in Polymers (2012).
- [11] - Jitendra K, Pandey S, Ahn, Caroline S, Lee, Mohanty AK, Misra M. Recent Advances in the Application of Natural Fiber Based Composites, 295, 975 (2010).