

## DESARROLLO DE MEZCLAS BIODEGRADABLES Y COMPOSTABLES UTILIZANDO POLICAPROLACTONA Y ALMIDÓN DE YUCA

Freddys Beltrán, María L. Arnal\*<sup>1</sup>, Alejandro J. Müller\*<sup>1</sup>.

1: Dpto. de Ciencia de los Materiales, GPUSB, Universidad Simón Bolívar. Caracas, Venezuela

\* e-mail: marnal@usb.ve, amuller@usb.ve

## RESUMEN

En este trabajo se presenta el estudio de la degradación en compost de mezclas de policaprolactona y almidón de yuca termoplástico de diferentes composiciones, durante un período de 12 semanas. Se estableció, a partir de las medidas de pérdida en peso y TGA, que el almidón es atacado de manera preferencial en las mezclas. A partir de ensayos tensiles se determinó que la adición de almidón disminuye las propiedades mecánicas de las mezclas. Se encontró también que las mezclas PCL/Almidón termoplástico forman dos fases inmiscibles entre sí, y que el tamaño de la fase dispersa aumenta conforme se incrementa el contenido de almidón. Finalmente, tanto la PCL pura como las diferentes mezclas estudiadas representan una potencial alternativa biodegradable a otros polímeros de uso convencional en algunas aplicaciones.

**Palabras Claves:** Biodegradación, almidón termoplástico, policaprolactona, compost.

## ABSTRACT

This work presents a study of the degradation of polycaprolactone (PCL) and polycaprolactone / thermoplastic cassava starch blends under composting conditions, during 12 weeks time period. It was established, from weight loss and thermogravimetric analysis (TGA), that starch is preferentially attacked in the blends. The tensile tests showed that the addition of starch decreases the mechanic properties of the polycaprolactone. It was found that, the PCL/thermoplastic starch blends form an immiscible two phase system, where the disperse phase size becomes larger as the starch content increases. Finally, both the PCL and the blends studied represent a potential biodegradable alternative to conventionally employed polymers for specific applications.

**Keywords:** Biodegradation, thermoplastic starch, polycaprolactone, composting.

## 1. INTRODUCCIÓN

Ante la incapacidad por disminuir los efectos negativos sobre el ambiente de los polímeros convencionales, los esfuerzos se centran en el desarrollo de nuevos materiales, con la habilidad para degradarse, en condiciones naturales, para transformarse en sustancias que se incorporan de manera armoniosa al medio ambiente. Estos materiales son llamados polímeros biodegradables<sup>[1]</sup>. Uno de los polímeros biodegradables con mayor proyección es la policaprolactona (PCL), la cual es un poliéster alifático, con un baja temperatura de transición vítrea, alrededor de -60 °C y una temperatura de fusión de alrededor de 60 °C<sup>[2]</sup>, además es un polímero muy flexible. Eliminé biodegradable porque se repite<sup>[3]</sup>. Otro polímero biodegradable es el almidón, el cual es una macromolécula, compuesta principalmente por amilosa y amilopectina, y es considerado uno de los biopolímeros más prometedores debido a su bajo costo y a su alta disponibilidad. El almidón ha sido utilizado recientemente en mezclas con plásticos tradicionales, para acelerar el proceso de degradación de los últimos<sup>[4]</sup>.

## 2. PARTE EXPERIMENTAL

Se prepararon mezclas de PCL/Almidón termoplástico en las siguientes proporciones: 100/0, 90/10, 80/20, 70/30. Dichas mezclas se prepararon mediante extrusión en fundido, utilizando una extrusora de doble tornillo corrotante. Posteriormente las muestras fueron enterradas en un medio de compostaje durante 12 semanas, durante las cuales se realizaron pruebas de: Microscopía electrónica de barrido (MEB), calorimetría diferencial de barrido (DSC), espectroscopia infrarroja (FTIR), análisis termogravimétrico (TGA), ensayos ténsiles y pruebas de pérdida en peso.

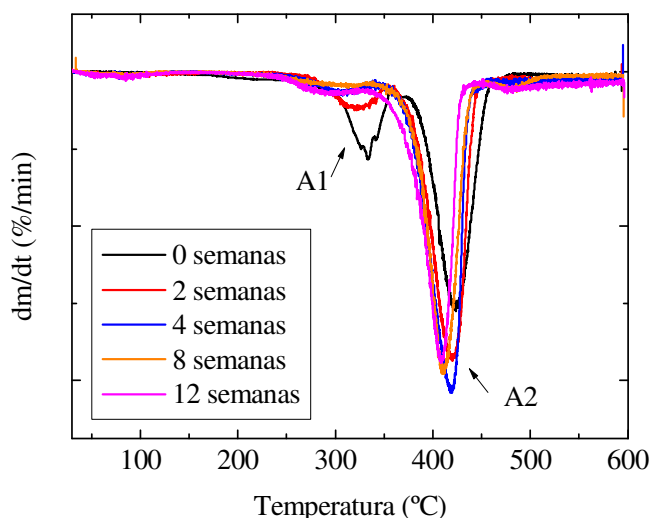
## 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En los ensayos de MEB, a tiempo cero, se pudo apreciar la formación de una fase continua de PCL y de una fase dispersa formada por las partículas esféricas de almidón termoplástico. Las propiedades mecánicas de las

mezclas PCL/Alm indican que la incorporación del almidón reduce en la mayoría de los casos los esfuerzos y deformaciones obtenidos en fluencia y ruptura <sup>[5,6,7]</sup>. Por otra parte, el material muestra un comportamiento dúctil inclusive para altas cantidades de almidón (30 % p/p). Además la incorporación del almidón termoplástico a la PCL en proporciones bajas (10 %), no varía de manera significativa las propiedades mecánicas del material, por lo que la mezcla PCL/Alm 90/10 puede ser considerada como un sustituto de menor costo para la PCL pura.

Los ensayos de TGA mostraron que para el homopolímero existe un solo proceso de degradación, correspondiente a la PCL, que comienza a una temperatura alrededor de 370 °C, mientras que para las mezclas se puede observar la presencia de dos procesos degradativos, el primero ocurre entre 270 °C y 350 °C aproximadamente y corresponde a la fase almidón (A1), como ya fue reportado por otros autores; el segundo proceso degradativo ocurre por encima de 370 °C y corresponde, como se mencionó anteriormente a la pirolisis de la fracción de PCL presente en las mezclas (A2)<sup>[8,9]</sup>. Los resultados presentados anteriormente permiten establecer que al agregar almidón termoplástico a la matriz de PCL, el material es térmicamente menos estable <sup>[8]</sup>, a que inicia su proceso de degradación a una temperatura menor.

En la figura 1 se puede apreciar cómo evolucionan las señales atribuidas al almidón termoplástico y a la policaprolactona en función del tiempo de degradación en compost. Se observa como el pico correspondiente a la degradación del almidón va desapareciendo a medida que aumenta el tiempo de degradación en compost, lo que permite concluir que el almidón es extraído selectivamente durante el proceso degradativo.



**Figura 1.** Termogravimetría derivada de la mezcla PCL/Alm tp 70/30 para diferentes tiempos de degradación.

#### 4. REFERENCIAS

- [1]. S. Sinha Ray, M. Bousmina, Prog. Mater. Sci., 2005; 50: 962-1079.
- [2]. L. Nair, C. Laurencin, Prog. Polym. Sci., 2007; 32: 762-798.
- [3]. D.S. Rosa, D.R. Lopes, M.R. Calil, Polym. Test., 2005; 24: 756-761.
- [4]. A.R. Rahmat, W. Aizan, W.A. Rahman, L.T. Sin, Mat. Sci. Eng. C, 2009; 29:2370-2377.
- [5]. O.S. Odusanya, D.M.A. Manan, U.S. Ishiaku, B.M.N. Azemi, J Appl. Polym Sci., 2003; 87:877-884.
- [6]. U.S. Ishiaku, K.W. Pang, W.S. Lee, Z.A.M. Ishak, Eur. Polym. J., 2002; 38: 393-401.
- [7]. M.F. Koenig, S.J. Huang, Polymer, 1995; 36: 1877-1882.
- [8]. J.F. Mano, D. Koniarova, R.L. Reis, J Mater. Sci.-Mater. M., 2003; 14: 127-135.
- [9]. V. Chiono, G. Vozzi, M. D'Acunto, S. Brinzi, C. Domenici, F. Vozzi, A. Ahluwalia, N. Barbani, P. Giusti, G. Ciardelli, Mater. Sci. Eng. C, 2009; 29: 2174-2187.