

## PROPIEDADES TERMICAS DE POLIMEROS DE FASE CO-CONTINUA NANOESTRUCTURADOS POR MEZCLADO REACTIVO

Miguel E. Córdova<sup>1</sup>, Arnaldo T. Lorenzo<sup>1</sup>, Alejandro J. Müller<sup>1\*</sup>, Ludwik Leibler<sup>2</sup>

1: Grupo de Polímeros USB (GPUSB), Dpto. de Ciencia de los Materiales, Universidad Simón Bolívar, Apartado 89000, Caracas 1080-A, Venezuela

2: Laboratoire Matière Molle et Chemie (UMR 167, CNRS/ESPCI/ATOFINA), ESPCI 10, rue Vauquelin, 75 005 Paris, Francia.

\* E-mail: amuller@usb.ve

Trabajo presentado en el XIII COLOQUIO VENEZOLANO DE POLÍMEROS, 11 al 14 de Mayo de 2009 (Naiguatá, Venezuela). Selección de trabajos a cargo de los organizadores del evento.

Disponible en: [www.polimeros.labb.usb.ve/RLMM/home.html](http://www.polimeros.labb.usb.ve/RLMM/home.html)

### Abstract

A thermal characterization of polyethylene and polyamide 6 blends was performed. These polyblends were made by Pernot et al. [1] through a reactive extrusion procedure, where a maleic anhydride modified PE (PE-g-MAH) and PA6 containing reactive NH<sub>2</sub> end groups were melt mixed to obtain thermodynamic stable blends. They produced two different types of materials with different reactive ratio of the modification. Two (MA, 80/30 and MB, 70/20, with PA6 as the minor phase) presented confined spherical morphologies and the other a co-continuous phase (MC, 80/20). Through isothermal studies in a Differential Scanning Calorimetry it was found that the PA6 phase of MA and MB presented a superficial or homogenous nucleation process as a consequence of confinement while the PA6 in the other blend presented a heterogeneous nucleation because of the percolation of the phases.

**Keywords:** Polyblends, Co-continuous phase, superficial nucleation process.

**Palabras Claves:** Polimezclas, Co-continua, nucleacion superficial.

### 1. INTRODUCCION

Las polimezclas han tomado campo debido a su capacidad de darle a los materiales propiedades intermedias que los hacen más aptos para ciertas aplicaciones. En este trabajo se utilizaron polimezclas de PE-g-MAH /PA6. Estas mezclas son muy útiles ya que, debido al alto punto de fusión de la PA6, le permite una mejora en la resistencia térmica del PE a cambio de una disminución en la tenacidad del mismo[2]. Pernot et al. en un trabajo previo utilizaron cadenas de PA6 que poseían grupos terminales NH<sub>2</sub>. En una mezcla de PE-g-MAH/PA6 80/20 colocando relaciones de 1OH/1NH y realizando la mezcla a través de una extrusión reactiva se obtuvieron mezclas con un porcentaje de copolímero injerto. Pernot et al. encontraron que el mismo se ubica en las interfases de las mezclas estabilizando las fases termodinámicamente inmiscibles. Esto permite que al aumentar la temperatura y procesar el material por otros métodos la morfología de las fases no se pierda. Otro aspecto importante de estas mezclas es el hecho de que la relación 1OH/1NH crea una fase co-continua en la mezcla la cual permite que, aunque se pase la temperatura de fusión del PE, el

materia conserva estabilidad mecánica.

Además de esta mezcla, trabajaron con composiciones 80/20 y 70/30 PE-g-MAH /PA6 en las cuales se utilizaron relaciones de 1OH/2NH y produjeron mezclas segregadas que formaban nanofases esféricas de PA6. Este trabajo se enfocó en el estudio térmico de estas tres mezclas para observar el comportamiento de la cristalización de la fase minoritaria de las mismas (PA6) y correlacionarlo con la morfología.

### 2. METODOLOGIA

Los materiales utilizados fueron:

**Tabla 1.** Datos de las mezclas preparadas

Mezcla	Composiciones en %			
	PE-g-MAH (Lotader 2201)	PE-g-MAH (Lotader 7500)	PA6 2.5K	PA6 (Domamid 24)
MA*	70	-	-	30
MB*	80	-	-	-
MC**	-	80	20	-

\* relación de grupos reactivos 1OH/2NH

\*\*relación de grupos reactivos 1OH/1NH

Se utilizó un DSC Perkin-Elmer PYRIS 1. La velocidad de calentamiento fue 20°C/min. Se evaluaron las cristalizaciones isotérmicas así como las corridas estándar de calentamiento y enfriamiento.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación se presentan ensayos de enfriamiento (figura 1) donde se observan las dos poliamidas homopolímeros, las cuales presentan diferencias en cuanto a la temperatura de cristalización por diferencias en sus pesos moleculares. Para las mezclas, la depresión de la  $T_c$  de la fase de PA6 en las mezclas MA y MB es mucho mayor que para MC, esto es un indicio de que está ocurriendo cristalización homogénea o superficial, los subenfriamientos grandes ( $\Delta T$ ) como los que presentan MA y MB ( $\Delta T=110^\circ\text{C}$ ) en comparación con el presentado por MC y la PA6 pura son característicos de este tipo de procesos y ocurren típicamente para dispersiones muy finas con nanodominios aislados. Como se puede observar en las micrografías de microscopía electrónica de transmisión del trabajo de Pernot et al., las fases en MA y MB están segregadas formando esferas aisladas de tamaños nanométricos, mientras que MC posee una fase co-continua. Esto implica que en el momento de ocurrir la cristalización en un punto, la misma se propaga por nucleación secundaria en todo el material percolado.

Se utilizó el método de cristalización por pasos para seguir la cinética de cristalización en las mezcla MA y MB ya que la mismas no cristalizaban isotérmicamente de forma continua. En estas cristalizaciones se observó un proceso de cristalización de primer orden obteniéndose índices de Avrami de aproximadamente 1. Este tipo de cinética es característico de sistemas confinados en donde la nucleación se inicia homogéneamente o superficialmente. (véase la ref. 3).

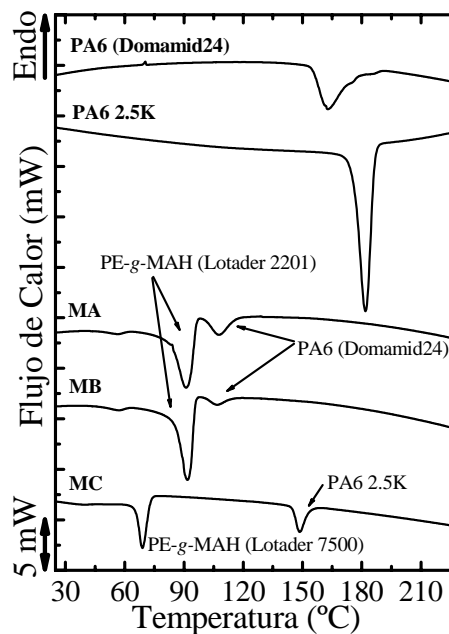


Figura 1. Curvas de DSC de enfriamiento a 20°C/min

### 4. CONCLUSIONES

El método de extrusión reactiva puede producir micromorfologías percoladas o confinadas. En el caso de las morfologías confinadas, los resultados obtenidos en este estudio han demostrado que todas las esferas de PA6 dispersas en la matriz de PE son capaces de nuclear superficial u homogéneamente. Esta peculiar situación se logra fácilmente en copolímeros en bloque pero muy difícilmente en mezclas de polímeros, de ahí la importancia de este resultado.

### 5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Pernot H, Baumert M, Court F, Leibler L, *Nature Materials* 2002; **1**:54.
- [2] Utracki LA *Polymer Alloys and Blends* New York: Hanser, 1989.
- [3] Müller AJ, Balsamo V, Arnal ML *Adv. Polym. Sci.* 2005; **190**:1.