

Microestructura y Conductividad Eléctrica de Extrudidos de Mezclas Ternarias PP/LCP/PANI

Herrera-Casanova, W.S., Cupul-Manzano, C.V., Cruz-Estrada, R.H*.
Centro de Investigación Científica de Yucatán, Unidad de Materiales, Calle 43, No. 130, Colonia
Chuburná de Hidalgo, C. P. 97200, Mérida, Yucatán, México.
*E-mail: rhcruze@cicy.mx

1. Resumen.

Los componentes se caracterizaron mediante DSC, TGA y reometría capilar. Se procesaron mezclas LCP/PANIPOL y PP/LCP en un extrusor doble-husillo, utilizando diferentes contenidos de componentes y condiciones de procesamiento, obteniéndose filamentos con un capilar. Se extrudieron mezclas con los componentes en forma de pellets y otras en polvo. Los extrudidos se evaluaron visualmente, para elegir los de mejor apariencia y establecer preliminarmente las condiciones de procesamiento para la mezcla ternaria PP/LCP/PANIPOL. Se obtuvieron muestras que se analizaron mediante microscopía óptica. Se calcularon las conductividades de las mezclas ternarias, y binarias. Los resultados indican que los extrudidos de las mezclas PP/LCP procesadas en forma de pellets y aquellos de las mezclas LCP/PANIPOL en polvo, tuvieron la mejor apariencia. Se concluye que la disminución de la conductividad de las mezclas ternarias fue significativa en comparación con la del PANIPOL y que éste adquirió una microestructura filamentosa en algunas mezclas.

2. Introducción.

Se han realizado muchas mezclas binarias con Polianilina (PANI) y con diferentes matrices termoplásticas y elastoméricas, como por ejemplo poliestireno [1], polietileno [2], ABS [3] SBS [4], etc. Sin embargo las mezclas ternarias han sido pobremente referenciadas debido a la escasa información existente. El presente trabajo experimenta sobre la posibilidad de que en una mezcla ternaria el LCP empleado, debido a su natural tendencia a alinearse cuando es fundido, contribuya a la orientación de la PANI, en la matriz de PP.

3. Condiciones experimentales.

Como matriz para las mezclas ternarias se empleó un Polipropileno (PP) marca Indelpro Valtec HP423-M, originalmente en forma de pellets y se secó a 80° C durante 24 hrs. antes de su empleo. Como relleno conductor se utilizó un complejo de polianilina (PANI) marca Panipol

clave CXL300X35, originalmente en forma de pellets y se secó a 60°C durante 16 hrs. antes de su uso. También se empleó un polímero líquido cristalino (LCP) marca Vectra LKX1112, originalmente en forma de pellets y se secó a 90°C durante 24 hrs. antes de utilizarlo. Se elaboraron inicialmente mezclas binarias PP/LCP y LCP/Panipol en forma de pellets y también en polvo. Los porcentajes de LCP en PP fueron de 10, 20 y 30% en peso. El Panipol tuvo una concentración de 5, 20 y 50% en la matriz de LCP. Las velocidades de giro de los husillos fueron 5, 30 y 50 rpm. La línea de extrusión consistió de un extrusor doble husillo cónico corrotatorio entrelazado, con un dado capilar acoplado de 50 mm de longitud y 2 mm de diámetro. Las mezclas se realizaron a una temperatura de 200°C para todas las zonas del extrusor y el dado capilar. La mezcla ternaria se realizó con el mismo extrusor y bajo las mismas condiciones de procesamiento de las mezclas binarias. La proporción de los componentes fue de 70% de PP, 15% de Panipol y 15% de LCP. Los componentes se encontraban en forma de pellets, con excepción del Panipol, que se encontraba en forma de polvo. La caracterización de la microestructura de extrudidos se llevó a cabo con un microscopio óptico marca Leica DMLM. La conductividad eléctrica de las muestras en la dirección de su eje principal, se evaluó con base en la norma ASTM D257-91 con la ayuda de un electrómetro marca Keithley 6517A se obtuvieron las resistencias de cada una de las muestras analizadas y posteriormente se calculó la conductividad volumétrica.

4. Resultados y discusión.

La evaluación visual de los extrudidos PP/LCP (componentes en forma de pellets) mostró que la apariencia de los extrudidos empeora cuando aumenta la velocidad de rotación de los husillos y el porcentaje de LCP. Al parecer, los mejores extrudidos se obtuvieron con una velocidad de 30 rpm. Al procesar las mezclas LCP/Panipol (pellets) se observó que la distribución de la mezcla no era la adecuada, porque al parecer los componentes se separaban desde la tolva de alimentación. Se decidió entonces moler los componentes para mejorar la distribución. Las mezclas LCP/Panipol con componentes molidos mostraron mejor apariencia y distribución que las anteriores, destacándose la mezcla con 50% de Panipol. La conductividad eléctrica de las mezclas LCP/Panipol se muestra en la Figura 1a. Se puede observar que las únicas mezclas que verdaderamente elevaron su conductividad, son las que se procesaron a 50 rpm, independientemente de la presentación física de los componentes. La mezcla a 30 rpm sin

moler elevó mucho su conductividad con el 20% de Panipol y después se mantuvo constante. Las demás mezclas permanecieron con su conductividad prácticamente constante a pesar del incremento en el contenido de Panipol. Se observa también que en general los extrudidos con 50% de Panipol presentan los mayores niveles de conductividad. Por lo tanto la mezcla ternaria consistió en una mezcla Panipol/LCP en proporción 50/50 (30%) y PP (70%). La Figura 1b muestra las conductividades de las mezclas PP/LCP. Prácticamente todas las mezclas aumentan su conductividad con el incremento del contenido de LCP, tendiendo a un valor constante. Las conductividades más elevadas fueron para las mezclas procesadas a 5 y 30 rpm, con los componentes sin moler, sin embargo, no existe mucha diferencia en las conductividades de las mezclas con 30% en contenido de LCP. La Figura 1c nos muestra las conductividades de los extrudidos de la mezcla ternaria PP/LCP/Panipol. El extrudido que presenta mayor conductividad es el obtenido a 5 rpm. Sin embargo, el que muestra una tendencia a incrementarse es el obtenido a 50 rpm. Por lo tanto, quizá se pueda mejorar la conductividad del extrudido de la mezcla ternaria obtenido a 50 rpm aumentando el contenido de Panipol.

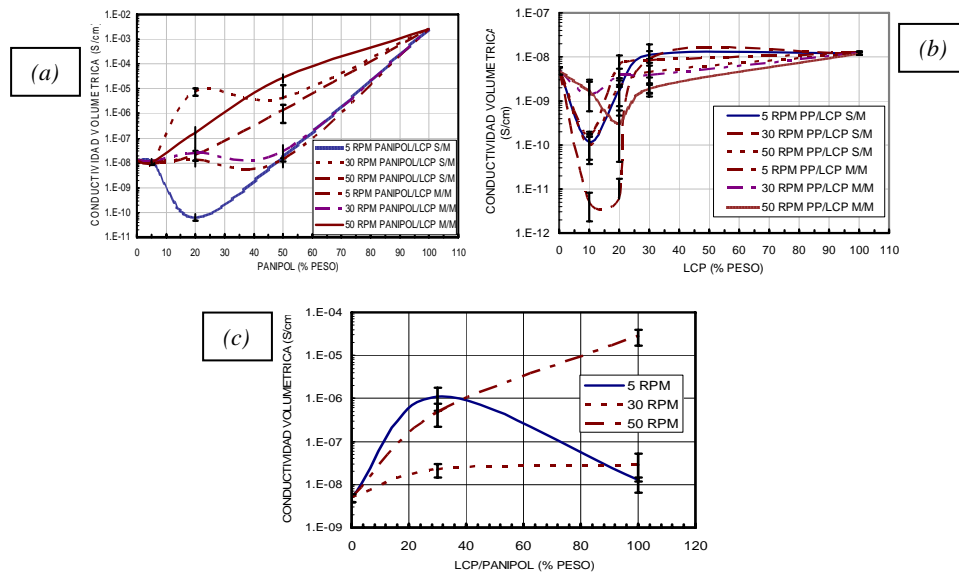


Figura 1. Conductividad de mezclas Panipol/LCP (a), PP/LCP (b) y de la mezcla ternaria (c).

Se observa sin embargo que las conductividades alcanzadas por las mezclas ternarias son muy inferiores a la conductividad del Panipol puro (2.57×10^{-3} S/cm, Fig. 1a) y a las conductividades alcanzadas en las mezclas PP/Panipol, reportadas en otro estudio. Esto nos permite suponer que el LCP no está contribuyendo a formar las estructuras alargadas del Panipol en la matriz de PP. Al parecer, el LCP rompe la continuidad de las estructuras y esto causa que la

conductividad de las mezclas ternarias disminuya. La microestructura de la mezcla ternaria procesada a 30 rpm se puede ver en la Figura 2a. Se puede notar que el Panipol, de color oscuro, se encuentra en grumos pobremente distribuidos y que carecen de continuidad. Sin embargo, comparándolo con la Figura 2b, que presenta la mezcla ternaria procesada a 50 rpm, se observa que a esta velocidad aumenta la distribución y aparece cierta continuidad en las formaciones. No obstante, la continuidad de las formaciones estructurales es todavía pequeña, por lo que la conductividad esperada es mucho menor a la del Panipol puro. Es probable que aumentando la velocidad de los husillos y el contenido de Panipol, se logre una mejor conductividad.

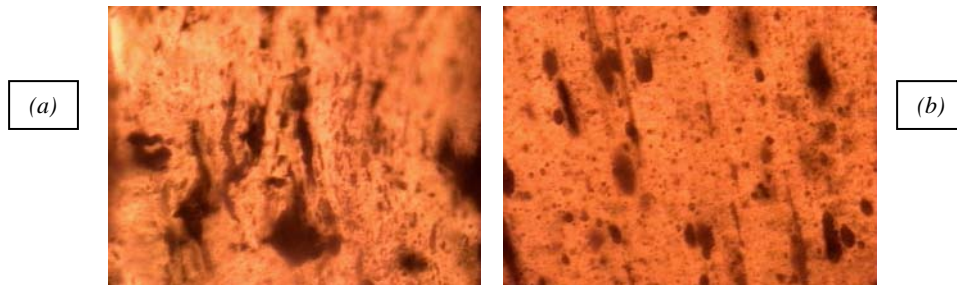


Figura 2. Imagen en microscopía óptica de la mezcla ternaria procesada a 30 rpm (a) y a 50 rpm (b).

5. Conclusiones.

Las mezclas binarias LCP/Panipol incrementaron su conductividad cuando se extrudieron a una velocidad de los husillos de 50 rpm, independientemente de la presentación física de los componentes. Todas las mezclas extrudidas PP/LCP incrementaron su conductividad con el contenido de LCP, tendiendo a un valor constante. El extrudido de la mezcla ternaria procesada a 50 rpm fue el único que tendió a incrementar su conductividad. Sin embargo, fue mucho menor que la conductividad del Panipol puro. La formación y distribución de estructuras alargadas de Panipol dentro de los extrudidos de la mezcla ternaria fue mejorando con el aumento de la velocidad de los husillos de extrusión.

6. Referencias.

1. L. Matellanes, J.C. Manchado, I. Aranberri y J.R. Dios, *Revista de Plásticos Modernos: Ciencia y Tecnología de Polímeros*, No. 590, 2005, pp 147-151.
2. M. Chipara, D. Hui, P.V. Nothinger, M.D. Chipara, K.T. Lau, J. Sankar and D. Panaitescu, *Composites part B* 34 (2003) 637-645.
3. S. Koul and R. Chandra, *Proceedings ANTEC 2004*, pp 3039-3044.

4. R.H. Cruz-Estrada, C.V. Cupul-Manzano, Journal of Material Science 40 (2005), pp 6571-6579.