

## “CRISTALIZACIÓN DE POLIETILENO ENTRECruzADO”

Elvia Patricia Sánchez Rodríguez, Martín R. Arellano Martínez y Alejandro González Álvarez\*.

Departamento de Ing. Química, Universidad de Guadalajara.

Blv. M. García Barragán No. 1451, Guadalajara, Jal. 44430, México.

Dirección electrónica: agonzalezalvarez@yahoo.com

### Introducción

La interacción de la radiación electromagnética con materiales poliméricos puede conducir a la formación de sitios de entrecruzamiento, los cuales, en el caso de polímeros vinílicos termoplásticos como el polietileno (PE), mejoran sus propiedades físicas y químicas.<sup>1</sup> Cuando el PE entrecruzado se somete a una compresión entre dos placas a temperaturas superiores a las de su punto de fusión, sufre una deformación equibiaxial, y el flujo elongacional inducido modifica la orientación molecular, encontrándose una estructura similar en todas las direcciones.<sup>2</sup>

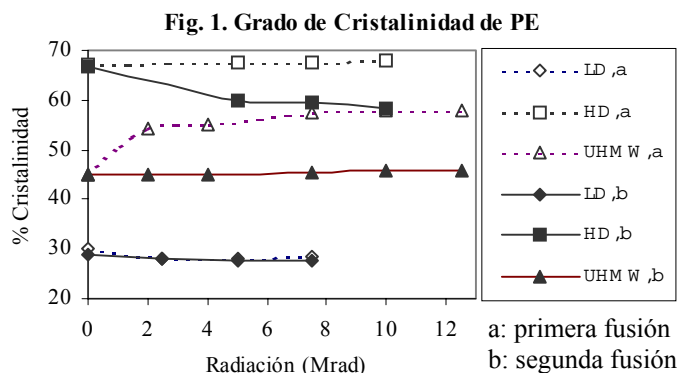
Con el desarrollo de este trabajo se pretende entender el proceso de cristalización de este material y determinar cómo cambia el grado de cristalinidad al aplicar una deformación equibiaxial en diferentes clases de polietilenos reticulados por radiación.

### Metodología

Se estudiaron muestras de polietileno comercial de diferentes tipos: de baja densidad (PEBD), de alta densidad (PEAD), y de peso molecular ultra alto (PEUHMW), sometidas a una dosis de radiación de 5 kGy/h utilizando como fuente Co<sup>60</sup>. Las dosis totales para PEBD fueron: 2.5, 5 y 7.5 Mrad; para PEAD: 5, 7.5 y 10 Mrad; y para PEUHMW: 2, 4, 7.5, 10 y 12.5 Mrad. Estas muestras se analizaron en un equipo de calorimetría diferencial de barrido DSC-7 Perkin Elmer, fueron sometidas a un calentamiento de 50 a 170 °C, seguido de un enfriamiento de 170 a 50 °C y otro calentamiento de 50 a 170 °C, todos a una velocidad de 10 °C/min. Se calculó el porcentaje de cristalinidad con la relación  $\%C = (h_f/h_f') \times 100$ , donde  $h_f' = 292$  J/g es el calor de fusión de un cristal ideal de PE.<sup>3</sup>

Se utilizó además espectroscopia infrarroja de transformada de Fourier (FTIR) con un accesorio de reflectancia total atenuada (ATR) para analizar los grupos químicos característicos del PE entrecruzado. Se aplicó una compresión a las muestras, utilizando un lubricante para producir flujo elongacional<sup>4-6</sup>, a una presión constante de 2.5 atm y a temperaturas de 190±5 °C.

## Resultados y Discusión



En la fig. 1 se muestra la cristalinidad calculada a partir de los datos obtenidos por DSC. Para las muestras de PEUHMW se ve un aumento en la cristalinidad con la radiación en la primera fusión, y para la segunda fusión permanece casi constante. En el caso de PEAD no hay cambios considerables en la

primera fusión, en cambio, en la segunda se ve una disminución en la cristalinidad con la radiación. Para las muestras de PEBD, la radiación casi no afecta la cristalinidad. Además se puede ver que el % de cristalinidad en la segunda fusión es menor que en la primera para las muestras de PEAD y de PEUHMW irradiadas, lo cual no se presenta en PEBD. Con esto, comparando los tres tipos de PE estudiados, se puede decir que en PEBD la radiación produce menos sitios de entrecruzamiento debido a su alto contenido de ramificaciones. Los resultados de espectroscopia infrarroja, muestran que al aumentar la radiación, disminuye la intensidad de los picos correspondientes al grupo  $-CH_2$  y aparecen nuevos picos que corresponden a los grupos isopropilo, vinilideno, vinilo y  $CH_3$ , lo que indica la presencia de redes entre las cadenas poliméricas de dobles enlaces. Los cambios son más importantes para PEUHMW y PEAD, y menos significativos para PEBD, lo cual corrobora lo obtenido mediante DSC. Estos resultados concuerdan con los encontrados en la bibliografía.<sup>7</sup>

Según las pruebas de compresión lubricada, la deformación decrece al incrementarse la radiación, esto se debe a que la viscosidad aumenta con la radiación y por lo tanto el flujo disminuye.

## Referencias

1. Mark, H. F., Bikales, N. M., Overberg, C. G., Menges, G. y Kroschwitz, J. I. "Cross-Linking with Radiation" en *Encyclopedia of Polymer Science and Engineering* 1986, Vol. 4, Wiley-Interscience. New York, 418.
2. Judge, J. T. y Stein, R. S. *J. App. Phys.* **1969**, 32, 2357-2363.
3. Shen, F., Mckellop, H. y Salovey, R., *J. Polym. Sci.: Part B: Polym Phys.* **1996**, 34, 1063-1077.
4. Lin, Y. G., Winter, H. H. y Lieser, G. *Liquid Crystals* **1988**, 3, 519-529.
5. Sajkiewicz, P. y Phillips, P. *J. Polym. Sci.: Part A: Polym. Chem.* **1995**, 33, 853-862.
6. Soskey, P. R., y Winter, H. H. *J. Rheol.* **1984**, 29, 493-517.
7. Johnson D. R., Wen, W. Y. y Dole, M. *J. Phys. Chem.* **1973**, 77, 2174-2179.