

EVIDENCIA DE REACCIONES EN NYLON 6,12 DESPUES DE HABER SIDO IRRADIADO CON RAYOS GAMMA

**E.C. Menchaca-Campos⁽¹⁾, N. Silva⁽¹⁾, V.H. Lara⁽²⁾, P. Bosch⁽²⁾,
V.M. Castaño⁽³⁾, A. Álvarez-Castillo^{(4)*}**

(1) CIICAp, FCQeI, UAEM, (2) Depto. Química, UAM-I, (3) Instituto de Física, UNAM, A.P. 1-1010., C.P. 76000, Querétaro, Querétaro, MEXICO, (4) División de Estudios de Postgrado e Investigación y Dpto. de Ingeniería Química y Bioquímica, Instituto Tecnológico de Zacatepec. A. P. 45, 62780, Zacatepec, Morelos, MEXICO

RESUMEN

En el presente trabajo se presentan las evidencias experimentales que se encontraron en las fibras cristalinas de Nylon 6,12 que indican que ocurren reacciones remanentes que toman lugar después de haber irradiado estos polímeros con rayos gamma. Estas evidencias se confirmaron con la modificación de la temperatura de inicio de degradación obtenido mediante análisis térmico diferencial (DTA) y por rayos X. Se proporcionaran resultados adicionales de estas evidencias obtenidas mediante otras técnicas.

INTRODUCCION

Aun cuando las publicaciones sobre el Nylon 6,12 son pocas comparadas con las existentes para polímeros comerciales, como el polietileno, la degradación del Nylon 6,12 mediante radiación gamma ha generado varias publicaciones. Algunos autores han reportado el cambio en propiedades mecánicas¹, la temperatura de fusión y el grado de Cristalinidad², modificaciones superficiales³, así como también, re-polimerización a bajas dosis de radiación⁴. Actualmente, los actores no se ponen de acuerdo sobre el mecanismo de degradación de polímeros cuando son expuestos a radiaciones de alto energía, ya que algunos aseguran que se lleva a efecto en la parte amorfa⁵ mientras que otros en la cristalina⁶. Muy recientemente, se ha publicado una propuesta de un mecanismo de

degradación de Nylon 6,12 mediante radiación gamma mediante la generación de cationes utilizando el llamado efecto Compton⁷, formándose especies de bajo peso molecular, es decir de-polimerización. Pero muy poco se ha publicado respecto al efecto que tiene las fibras después de haber sido irradiadas y guardadas (efecto pos-radiación). Por lo que en el presente trabajo se analiza el efecto pos-radiación que tienen las fibras, a diferentes dosis de radiación, mediante rayos X y Análisis Térmico Diferencial (DTA).

DESARROLLO EXPERIMENTAL

Las fibras de Nylon 6,12 Cristalinas fueron irradiadas con rayos gamma a diferentes dosis (0, 15, 50, 100, 200 kGy). La dosis de radiación fue de 3.64 kGy/hr (0.364Mrad/hr) aplicada con la ayuda de una fuente de ⁶⁰Co en un Irradiador JS6500 de la compañía Canadian Limited Gamma. Posteriormente se evaluaron las propiedades térmicas por TGA y DTA, y se evaluaron los cambios estructurales mediante rayos X.

RESULTADOS

La Figura 1 muestra las temperaturas de inicio de la degradación obtenidas por TGA de las muestras recién irradiadas y su comparación con las temperaturas de degradación obtenidas por DTA y por TGA de las muestras con cinco años después de haber sido irradiadas. Como puede observarse, se obtienen temperaturas de degradación más altas (hasta 30 °C) en las muestras que tienen cinco años de haber sido irradiadas. Las temperaturas de degradación mas altas indican que esa mejor estabilidad térmica, puede deberse a que después de la irradiación se siguen observando reacciones (entrecruzamiento u oxidación), que pueden llevarse a cabo en la superficie o en el bulto. Cabe aclarar que la comprobación de estas reacciones subsecuentes a la radiación fue evaluado por medio de microscopía óptica en la comparación del cambio de color y fisuras en las superficies de las fibras pos-irradiadas con las fibras recién irradiadas⁸. Para aclarar mas si estas reacciones se llevan a cabo en la superficie o en el bulto, se llevaron a cabo mediciones de rayos X para ver si la micro estructura interna había cambiado. Por lo que la Figura 2, muestra el tamaño

* To whom all correspondence will be addressed, e-mail: nuabli@yahoo.com.mx

promedio del cristal en la dirección 100, calculado mediante datos obtenidos de rayos X. Es claro que el aumento del tamaño del cristal de las muestras pos-radiación nos indica que las reacciones se están llevando a cabo en el bulto, es decir en la totalidad de las fibras.

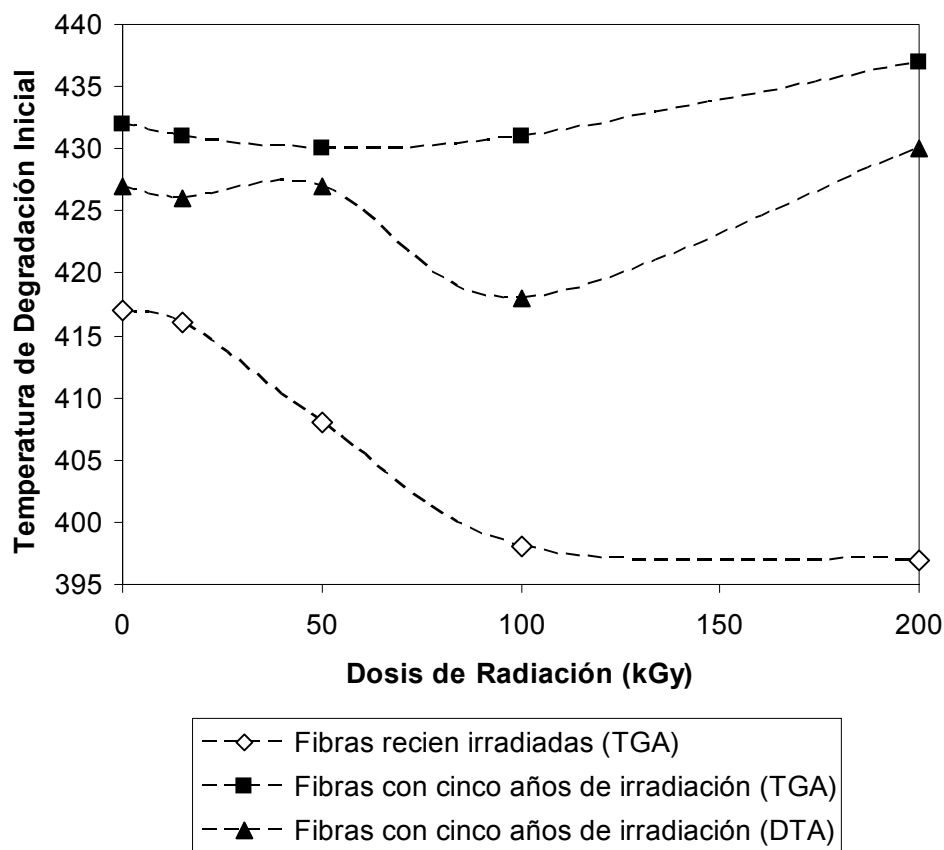


Figura 1. Temperaturas de Descomposición iniciales de las fibras cristalinas de nylon 6,12 para las fibras recién irradiadas obtenido por TGA (--◇--) y con cinco años después de haber sido irradiadas, obtenidas por TGA(--■--) y por DTA (--▲--)

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados presentados en esta contribución se concluye que las reacciones dentro del polímero continúan con el tiempo aún después de haber finalizado la radiación. Estas reacciones causan demasiados cambios en el bulto, desde cambios en las propiedades térmicas como estructurales. Estos cambios están probablemente relacionados con la generación de cationes en el polímero debido a la radiación gamma utilizando el muy conocido efecto Compton.

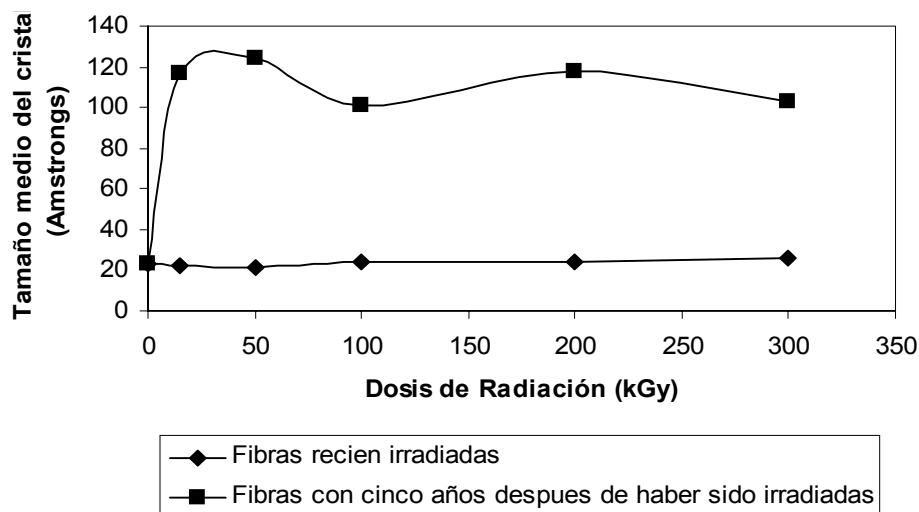


Figura 2. Tamaño del cristal, en la dirección 100, de las fibras cristalinas de nylon 6,12 recién irradiadas comparadas con las que tienen cinco años de haber sido irradiadas

BIBLIOGRAFIA

1. M. Olivares, H. López-Valdivia, G. Vázquez-Polo, H. Carrasco, A. Alvarez-Castillo, E. Oliva, M. Castaño, "Studies on the effect of gamma radiation on the mechanical properties of nylon 6,12 fibres". *Polymer Bulletin*, **36**, 629-636 (1996), indice de impacto 0.941
2. C. Menchaca, A. Alvarez-Castillo, H. López-Valdivia, H. Carrasco, V.H. Lara, P. Bosch, V.M. Castaño "Structural analysis of crystalline nylon 6,12 exposed to gamma radiation", *International Journal of Polymeric Materials* **48 (No 2)**, 135-143 (2000).
3. C. Menchaca, A. Alvarez-Castillo, H. López-Valdivia, H. Carrasco, V.H. Lara, P. Bosch, V.M. Castaño "Radiation.- induced morphological changes in polyamide fibres", *International Journal of Polymeric Materials*, **51(No. 9)**, 769-781 (2002)
4. C. Menchaca, A. Alvarez-Castillo, T. López-Lara, J.B. Hernández-Zaragoza, V.M. Castaño, "Modification of crystalline nylon 6,12 fibers by low-dose gamma irradiation", aceptado en *Materials Research Innovations*
5. G. Ungar *J. Matt. Sci.*, **16**, 2635-2656 (1992)
6. Li, B., Zhang, L. *Polymer Degradation and Stability*, **55** (1997) 17-20
7. G. Menchaca, A. Alvarez-Castillo, G. Martínez-Barrera, H. López-Valdivia, H. Carrasco, V.M. Castaño, "Mechanisms for the Modification of Nylon 6,12 by Gamma Radiation", *Journal of Materials and Product Technology*, **19(6)**, 521-529 (2003)
8. E.C. Menchaca-Campos, N.Silva, V.H. Lara, P. Bosch, V.M. Castaño, R. Salgado-Delgado¹, A. Álvarez-Castillo⁽⁴⁾, Post-Radiation Effect In Gamma-Irradiated Nylon 6,12, enviado a *Polymer Bulletin*