



DEGRADACIÓN DE POLI (ETILEN TEREFALATO) CON ETILEN CARBONATO E HIDRÓXIDO DE POTASIO

Karina Espinoza Garcia, Aurelio Ramírez Hernandez¹, Jorge Conde Acevedo¹, Leticia Guadalupe Navarro Moreno¹.

¹Universidad del Papaloapan Circuito Central #200, Colonia Parque Industrial, Tuxtepec, Oax., México C.P. 68301. rubi-aries@hotmail.com, chino_raha@hotmail.com, Jorgeconde@hotmail.com, Lgnavarrom@hotmail.com.

RESUMEN

Hoy en día, el consumo de plásticos en hogares y en las industrias a nivel mundial es muy elevado, pero también es elevado el desecho de estos plásticos en depósitos o vertederos ilegales como las calles o baldíos después de su uso. El reciclado químico de los plásticos es una opción para disminuir la contaminación ambiental provocada por estos polímeros como el llamado poli (etilen tereftalato) (PET). Hay una diversidad de métodos de reciclado químico para este plástico, sin embargo, la mayoría de estos requiere de condiciones drásticas de reacción o el uso de sustancias peligrosas para las personas y el medio ambiente. El presente estudio se basa en la obtención de un método de reciclado químico alternativo para la degradación del PET a partir de su reacción con etilen carbonato e hidróxido de potasio a una temperatura de 150°C, caracterizando los productos obtenidos por FT-IR, DSC y TGA, obteniéndose como resultado una interacción química entre el PET degradado y el etilen carbonato.

1. INTRODUCCIÓN

El poli (etilen tereftalato) (PET) es un termoplástico que ha jugado un rol muy importante los últimos 15 años en la vida de seres humanos. En el mundo se consumen aproximadamente 26 millones de toneladas de pet al año, de éstas, 20 millones son procesadas por la industria textil (fibras), 4 millones en cintas de audio y video (películas fotográficas) así como en transparencias, 2 millones en productos de empaque y moldeado (botellas y jarras) (1-2). Hoy en día, el pet tiene diferentes destinos después de su uso común, dos estos son, el reciclado físico y el reciclado químico. En las últimas décadas se han hecho investigaciones sobre la búsqueda de alternativas para reciclar al pet a través de mezclas físicas de PET usado con pet nuevo o con otro tipo de materiales con la finalidad de obtener nuevos materiales con propiedades similares o diferentes. Por ejemplo, en la producción de envases para líquidos, en la producción de cemento para la construcción, en mezclas de pet con policarbonato, poly (butylene terephthalate) (pbt) y polietileno para obtener nuevos materiales (3-7). Cabe mencionar que el pet también se recicla de forma física como una herramienta, utensilio y adorno para el hogar. Los métodos de reciclado físico son los más utilizados que los métodos químicos. Dentro del reciclado químico, hay una diversidad de métodos químicos para reciclar el plástico, de los cuales destacan la metanolisis y la hidrólisis (8-11). Sin embargo, uno de los inconvenientes en la mayoría de los métodos de reciclado químico o mezclado físico es el uso o producción de sustancias agresivas para el ser humano y para la naturaleza misma. Por lo cual, el objetivo de este artículo es obtener método químico alternativo para la degradación del pet a partir de una reacción de degradación con etilen carbonato e hidróxido de potasio.



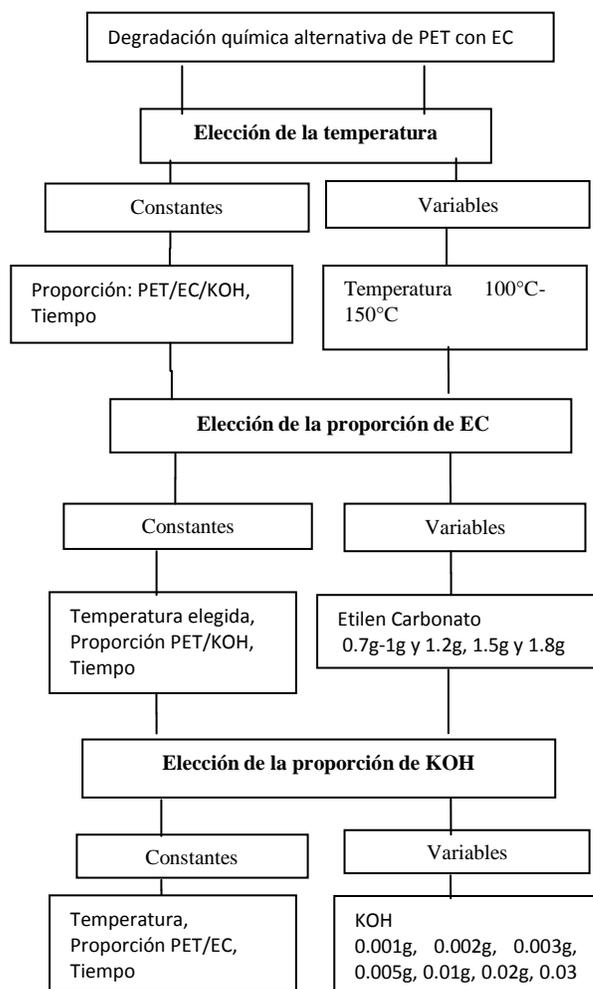
2. EXPERIMENTAL

2.1 Material

PET comercial, hidróxido de potasio (grado reactivo Sigma Aldrich), alcohol butílico (grado reactivo Química Meyer), ácido clorhídrico (grado reactivo Química Meyer), plancha de calentamiento marca RCT basic ika y equipo de Infrarrojo con Transformada de Fourier (FT-IR) modelo Spectrum 100 Perkin Elmer.

2.2 Degradación química

La degradación química del pet se llevará a cabo de acuerdo al diagrama 1. Para ello, en cada experimento se colocará en un vial de vidrio de 10 ml, PET/Etilen Carbonato/KOH en diferentes proporciones como se indica en el diagrama. El vial se colocará en una plancha de calentamiento durante un intervalo de tiempo de 0 a 24 horas con agitación constante. Todo esto para fijar las condiciones óptimas de degradación química del PET.



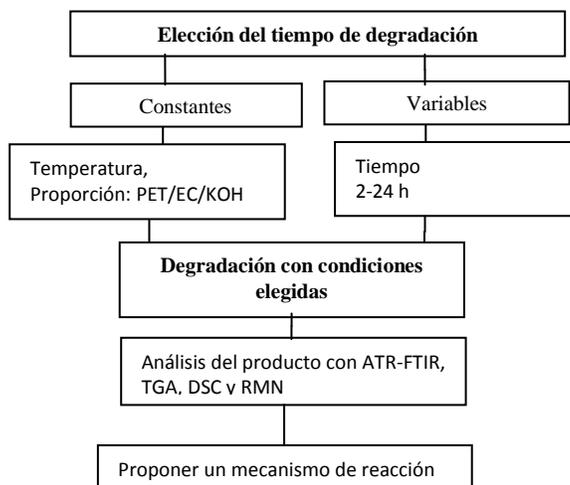


Diagrama 1. Degradación química del PET con EC

2.3 Análisis por FT-IR

El análisis de espectroscopia FT-IR se llevó a cabo usando el dispositivo de Reflectancia Total Atenuada (ATR) y un total de 16 barridos.

2.4 Análisis térmico.

Los análisis de calorimetría diferencial de barrido (DSC) y termo-gravimétrico (TGA) se llevarán a cabo simultáneamente para identificar la evolución de las transiciones térmicas, por ejemplo, la temperatura de descomposición y la temperatura de fusión, por mencionar algunas.

2.5 Resonancia Magnética Nuclear (RMN) de ^1H y ^{13}C .

Permitirá identificar y proponer la estructura del producto degradado.

2.6 Espectrometría de Masas.

Permitirá determinar la masa molar del producto degradado obtenido.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Degradación Química

Se llevó a cabo la degradación del PET a una diferentes temperaturas con etilen carbonato e hidróxido de potasio, la reacción experimento cambios de color durante los dos primeras horas, de transparente a blanco y con forme fue aumentando el tiempo, esta cambio a amarillo y finalmente a café oscuro. Todo el PET reacciona y se obtuvo como producto una sola fase, un líquido viscoso de color café oscuro. Para la seleccionar la temperatura óptima de degradación, se realizaron análisis de FT-IR y RMN los cuales se presentan en la siguiente sección.



3.4 Análisis por FT-IR

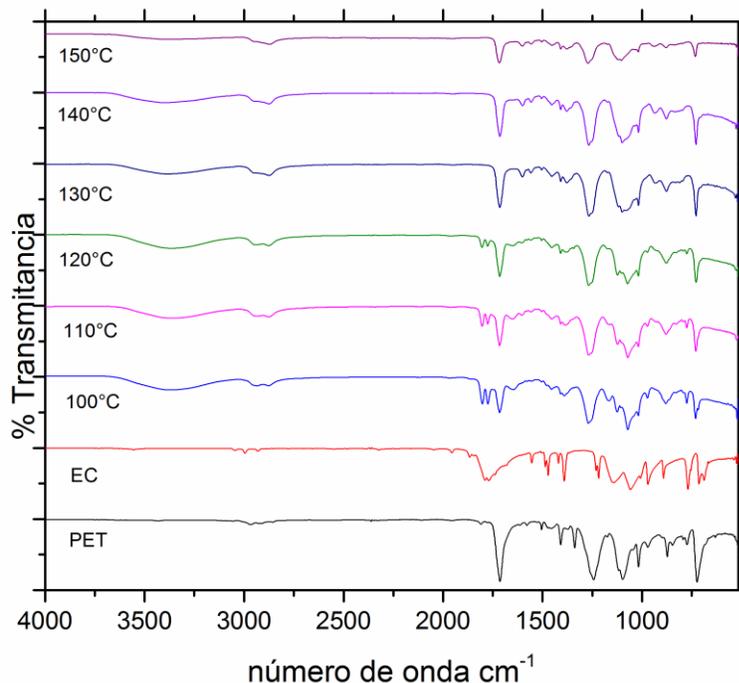


Figura 1. Espectro de FT-IR de las muestras analizadas

En la figura 1 se observa una señal de vibración de alargamiento del enlace (-OH) en 3400 cm^{-1} , la cual conforme aumenta la temperatura de degradación esta banda de absorción se hace más ancha. La señal de carbonilo del EC (1770 cm^{-1} y 1788 cm^{-1}) se observa en el intervalo de 100-120°C por lo cual se concluye que a partir de los 130 hay una interacción completa entre el PET y el EC, esto nos indica que inicia la degradación. La señal de carbonilos de PET (1714.6 cm^{-1}) se observa en todo el intervalo de temperatura estudiado, sin embargo su intensidad va disminuyendo al mismo tiempo que aumenta la temperatura de degradación, esto debido a la probable formación de productos secundarios. El mismo efecto se observa en las señales a 1243 cm^{-1} , 1116 cm^{-1} , 1097 cm^{-1} y 1016 cm^{-1} y 723 cm^{-1} , de las cuales las tres primeras corresponden al enlace C-O del grupo funcional éster y última a la deformación del enlace C-H del grupo metileno (CH_2).

3.5 Análisis por RMN

En la figura 2 se observan los espectros de RMN (^1H) de los productos de degradación a diferentes temperaturas, esto con el fin de observar a que temperatura se inicia la reacción de degradación del PET.

Como se puede observar en la figura la aparición de una señal la cual tiene un desplazamiento químico diferente a medida que aumenta la temperatura. De forma contraria ocurre con las señales que se encuentran en 3.93 ppm y 3.81 ppm, pues las intensidades van disminuyendo paulatinamente, mientras que la otra señal aumenta su intensidad respectivamente. Una señal más que va cambiando es la de los aromáticos (8.2 ppm), la cual va aumentando las señales e



intensidades, esto debido a los cambios del ambiente químico del producto debido a la variación de la temperatura. Al observar estas señales se tomó la decisión de que la temperatura mínima para que se inicie la degradación de PET es 130°C, pues es en donde se presentan los cambios en los espectros, los cuales ya no varían al aumentar la temperatura hasta 150°C.

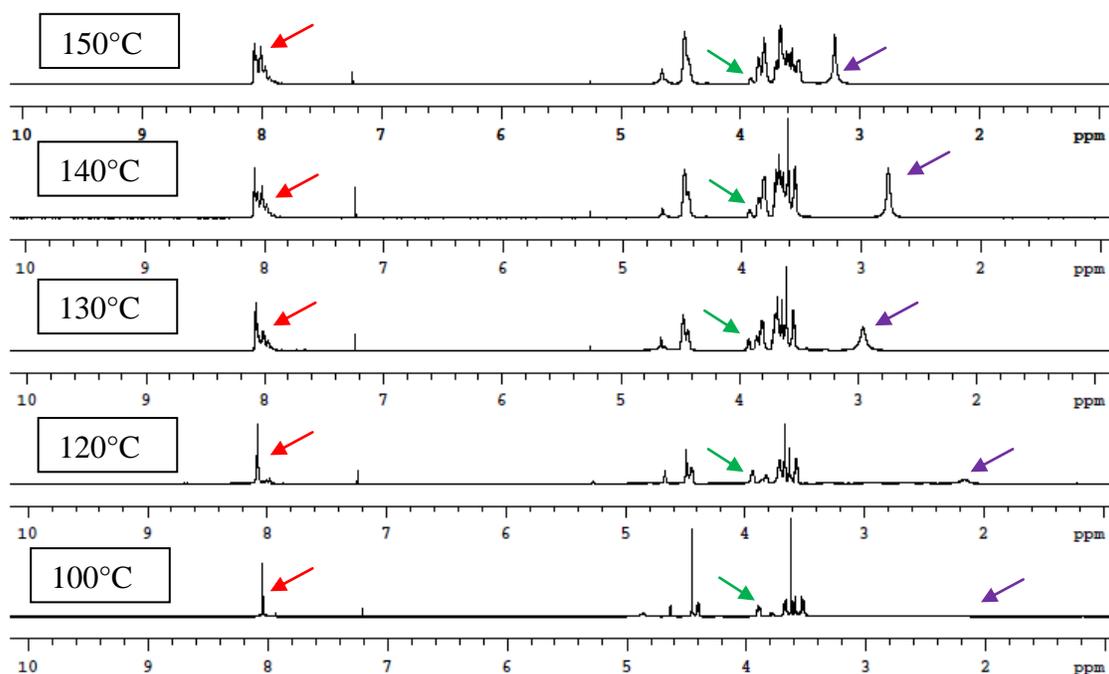


Figura 2. Espectros de RMN ^1H del producto degradado a 100,120-150°C

CONCLUSIONES PRELIMINARES

Se llevó a cabo la degradación del PET con etilen carbonato e hidróxido de potasio a diferentes temperaturas de 100°C a 150°C por un tiempo de 24 horas, de las cuales se seleccionó la temperatura de 130°C como la mínima para la degradación del PET de acuerdo a los resultados hasta el momento por FT-IR y ^1H RMN.

Aun se sigue trabajando para determinar el resto de las condiciones, así como los análisis térmicos, RMN y espectrometría de masas.

BIBLIOGRAFÍA

1. Saeid, H. S.; Taheri, S.; Zadhoush, A.; Mehrabani-Zeinabad, A. Hydrolytic degradation of poly (ethylene terephthalate). *J. Appl. Polym. Sci.* 2005. 103: 2304-2309.
2. Genta, M; Iwaya, T.; Sasaki, M.; Goto, M.; Hirose, T. Depolymerization mechanism of poly (ethylene terephthalate) in supercritical methanol. *Ind. Eng. Chem. Res.* 2005. 44: 3894-3900.
3. Wu J, Xue P y Mai Y-W, "Effect of Blending on the Morphology and Impact Toughness of Poly (Ethylene Terephthalate)/Polycarbonate Blends", *Polym. Eng. Sci.*, 2000; 40(3): 786-97.
4. Guo Ying Zhang, Jing Wen Ma, Bian Xiao Cui, Xiao Lie Luo, De Zhu Ma, Compatibilizing Effect of Transesterification Copolymers on Bisphenol-A Polycarbonate/Poly(ethylene terephthalate) Blends. *Macromolecular Chemistry and Physics*, 202(5): 604-6013. 2001.