

## INFORME ACADÉMICO DEL PROYECTO

3408/2013M

“Aplicación de radiación gamma, como fuente alternativa ambientalmente amigable, sobre películas de aluminio-polietileno para lograr la separación de las mismas.”

### Resumen

Una de las tantas ventajas que ofrece la radiación gamma, es ser una tecnología ambientalmente amigable, basada en la desintegración de isótopos radiactivos con tiempos de vida de años. Con este tipo de energía ionizante se han podido modificar estructuralmente diferentes tipos de materiales, incluidos los polímeros y los metales. Modificaciones que han permitido tener un uso final tecnológico. En la presente investigación se trabajó con envases de Tetra Pak, los cuales constan de seis capas, constituidas por cuatro de polietileno, una de aluminio y una de papel (celulosa). Siendo 70% de celulosa, 25% de polietileno y 5% de aluminio. En la etapa inicial se separó la celulosa del polietileno-aluminio mediante el proceso de hidropulpado, al material polietileno-aluminio se le conoce como “polialuminio”: Posteriormente se lavó y seco el polialuminio. Este material junto con la celulosa reciclada fueron puestos en diferentes viales por separado, y etiquetados con las diferentes dosis de radiación a los cuales fueron sometidos. Se emplearon dosis entre 50 y 400 kGy.

De la literatura se conocen algunos efectos provocados por la radiación gamma en los tres materiales de estudio, celulosa, polietileno y aluminio; pero solo para los materiales vírgenes, no así para materiales de reciclaje como los obtenidos en la investigación. Después de irradiar la celulosa y el polialuminio se llevó a cabo la caracterización mediante microscopía electrónica de barrido, con la cual se observaron los cambios morfológicos producidos; y mediante espectroscopía infrarroja, para cuantificar los cambios en la estructura química (enlaces moleculares). En el caso del polialuminio se observaron cambios mínimos en la morfología; pero no hubo cambios en las bandas de los espectros. Esto indica que las dosis de radiación utilizadas no fueron suficientes para lograr cambios significativos. Sin embargo, en el caso de la celulosa, si se tuvieron cambios notables, inclusive a dosis bajas. Sobre la superficie de la celulosa se logró la desintegración parcial

de capas de la misma, esto permitió cambiar el grado de hidrofobicidad, haciendo que la celulosa pudiera absorber agua, lo cual es difícil de lograr mediante el uso de sustancias químicas. Aunado a estos resultados, se pudieron observar cambios en la estructura química de la celulosa mediante espectroscopía infrarroja, lo cual llevo a considerar a esta *celulosa modificada* para alguna aplicación específica. Se decidió utilizarla como sustituto parcial del cemento en la mezcla de concreto, el cual se elabora con agua, cemento, arena y grava, dado que esta celulosa modificada puede absorber agua, se añadió a la mezcla de agua y cemento, lográndose tener un concreto con mejoramiento en los valores de elasticidad y de resistencia mecánica. Valores que fueron mejorados todavía más en concretos con celulosa y que posteriormente fueron irradiados a diferentes dosis.

Los efectos de la radiación gamma en los materiales reciclados de envases de Tetra Pak, celulosa y polialuminio, fueron cuantificados en términos de su morfología y estructura química. Por una parte, se concluyo que se requieren dosis muy elevadas de radiación para lograr la separación total del aluminio y del polietileno. Sin embargo, en el caso de la celulosa reciclada se requieren dosis bajas para su modificación; lo que permitió darle un valor agregado al ser utilizada como material sustituto del cemento en mezclas de concreto; esto permitió por un lado contribuir al mejoramiento del medio ambiente con el reciclaje de la celulosa de Tetra Pak (70% de cada envase es celulosa) y por otro disminuir la cantidad de cemento en la mezclas de concreto, recordando que la producción de un tonelada de cemento genera una tonelada de CO<sub>2</sub>.

El análisis y la discusión de los resultados del proyecto, permitieron obtener los siguientes productos:

#### **I. Ponencia en congresos:**

*Gonzalo Martínez-Barrera*, Carlos E. Barrera Díaz, Erick Cuevas Yañez, Celulosa recuperada de envases de Tetra Pak de desecho y su uso en el concreto, 1er Congreso Internacional Desarrollo Sustentable: Enfoques, Aplicaciones y Perspectivas, UAEM, Toluca, noviembre 5 -7, 2014.

## **II. Artículos de Investigación:**

Barrera-Díaz C., Varela-Guerrero V., Cuevas-Yáñez E., *Martínez-Barrera G.*, Roa-Morales G., García-Morales M.A., Use of recycled aluminum - polyethylene composite films as anodic electrodes for electrocoagulation of wastewater. *Int. J. Electrochem. Sci.* 9 (2014) 1034-1043

Herrera-Sosa E.S., *Martínez-Barrera G.*, Barrera-Díaz C., Cruz-Zaragoza E., Waste tire particles and gamma radiation as modifiers of the mechanical properties of concrete, *Advances in Materials Science and Engineering*, vol. 2014, Article ID 327856, 7 pages, 2014.

## **III. Tesis**

Jesica Jazmín Nieves Flores, Ingeniero en Plásticos (Universidad Autónoma del Estado de México), Reciclaje mecánico y por radiación gamma de envases de Tetra Pak Brik Aseptic para la modificación de propiedades físicas y mecánicas y su reuso como sustituto de agregado fino en concreto, noviembre 2014.

## **IV. Capítulo de Libro**

*G. Martínez-Barrera*, O. Gencel, Structural modification of waste materials and its use in building materials, in “Photo Cured Materials”, (eds.: Atul Tiwari, Alexander Polykarpov), Cambridge UK: Royal Society of Chemistry, 347- 359 (2014).

Atentamente

*Dr. Gonzalo Martínez Barrera*