

Estudio de la performance de mezclas compatibilizadas obtenidas a partir de plásticos reciclados

Speraggi, M.⁽¹⁾; Rocci, P.⁽¹⁾; Mollo, M.⁽¹⁾

⁽¹⁾INTI-Plásticos

Introducción

Uno de los factores que dificultan el reuso de los polímeros que se desechan con la basura es el alto costo de separar las piezas y/o envases desechados de acuerdo a la materia prima (tipo de polímero) con que se encuentran hechos. Esta operación debe realizarse si la intención es reusar los materiales con características similares a las originales. La obtención de mezclas de polímeros con propiedades adecuadas, es uno de los métodos que pueden utilizarse en el reciclado de los residuos plásticos, para minimizar el problema ambiental generado por los mismos. El reuso en forma de mezclas ayudaría a eliminar el alto costo de la separación, ayudando a la economía del proceso, y por lo tanto a su factibilidad.

Cuando se realiza la mezcla de dos polímeros inmiscibles, una de las soluciones más versátiles para obtener mezclas heterogéneas con morfologías estables y buenas propiedades, es el uso de compatibilizadores (CP). Estos se localizan en la interfase entre ambos polímeros y actúan como un "surfactante polimérico", reduciendo la tensión interfacial y promoviendo la adhesión entre las fases.

El polietileno (PE) y el poliestireno (PS) son dos de los materiales plásticos que se encuentran dentro de los residuos sólidos urbanos, por lo que la mezcla de PE y PS se muestra como un conjunto interesante para su estudio.

El objetivo del trabajo es la preparación y estudio de la performance mecánica de mezclas compatibilizadas de polietileno (PE) y poliestireno (PS), obtenidas con material de reciclado (ya procesado), trabajando con diferentes fuentes de PE.

Metodología

Materiales

Se utilizó como fuente de PE, bolsas de supermercado (PEa), y etiquetas de botellas de jugo (PEb), y como fuente de PS, vasitos descartables (PSa). La caracterización térmica indicó que el PEa se trata de un polietileno de alta densidad (PEAD), mientras que el PEb se trata de polietileno de baja densidad (PEBD). Se utilizó como CP un copolímero en tribloque de

estireno – butadieno hidrogenado, Kraton G 1652.

Parte experimental

Las mezclas se prepararon utilizando un mezclador discontinuo Brabender Plasticorder. Las condiciones de procesamiento fueron 190 °C, 60 rpm y 8 minutos de mezclado. Se obtuvieron mezclas de PEa/PSa (Mezclas A) y de PEb/PSa (Mezclas B). Ambas series de mezclas se prepararon con una relación en peso de 88/12 PE/PS. Para la serie de Mezclas A se obtuvieron: sin CP (A0), con 1 ppc (partes por cien de mezcla) de CP (A1) y con 3 ppc de CP (A3). Para la serie de Mezclas B se obtuvieron: sin CP (B0) y con 1, 2 y 3 ppc de CP (B1, B2 y B3 respectivamente).

Se caracterizaron las materias primas y las mezclas mediante Espectrometría Infrarroja por Transformada de Fourier (FTIR), Calorimetría Diferencial de Barrido (DSC), Resonancia Magnética Nuclear (¹H-RMN), índice de fluencia y porcentaje de carga inorgánica.

Se realizó el estudio de la morfología, mediante Microscopía Electrónica de Barrido, SEM (microscopio SEM Philips 505). Se estudió el efecto del agregado del CP sobre las propiedades físico-mecánicas, determinándose las propiedades mecánicas a la tracción (equipo INSTRON 1125): tensión máxima, σ_b , elongación máxima, ϵ_b y módulo elástico, E.

Se trabajó con una proporción 88/12 PE/PS P/P (proporción similar a la encontrada en los residuos sólidos urbanos^[1]), ya que estudios realizados sobre mezclas de PE/PS indicaron que existe un valor límite de la cantidad de PS por encima del cual se alcanza el límite de percolación para el mismo. Por ejemplo, para mezclas 76/24 PE/PS P/P se observan cambios drásticos en las propiedades mecánicas del material^[2]. No se trabajó a mayor proporción de CP, ya que se estudió que en mezclas de PE/PS, por encima de 3 ppc de CP agregado, se provoca la saturación de la interfase, obteniéndose a esta proporción el tamaño mínimo de partícula^[2].

Resultados

Las micrografías obtenidas por SEM para ambas mezclas indican una morfología consistente en una fase de PS tipo esférica dispersa dentro de la matriz de PE (ver Fig 1).

Para las mezclas sin CP se observó en las partículas de PS una falta de adhesión con la matriz, evidenciada en el espacio existente entre los bordes de las partículas y la matriz de PE. Para las mezclas con 1 ppc de CP comienzan a evidenciarse la capacidad del CP de promover la adhesión entre matriz y fase dispersa. Se observan partículas de PS fracturadas que quedan adheridas a la matriz, consecuencia de una mejor adhesión entre las fases. Este efecto es aún más notorio para las mezclas con 3 ppc de CP.

Se observa además para ambas series, que al agregar el CP disminuye el tamaño de la fase dispersa y la dispersión de tamaños, como efecto de la disminución en la tensión interfacial promovida por el agregado del CP.

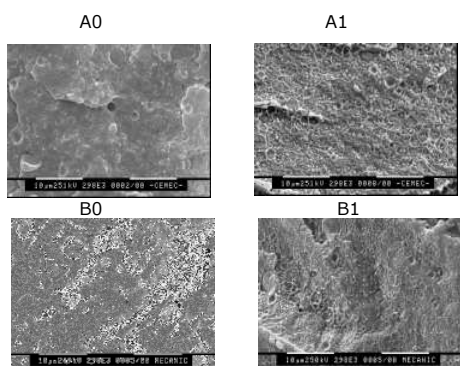


Fig. 1: Micrografías obtenidas por SEM de las Mezclas A0, A1, B0 y B1 (igual aumento)

En la Tabla I se muestran los resultados obtenidos para las propiedades mecánicas de las mezclas.

Tabla I. Propiedades mecánicas: σ_y , σ_b , ϵ_b , E.

MEZCLA A	Tensión máxima σ_b (Mpa)	Elong.máxima ϵ_b (%)	Módulo E (Mpa)
PEa	20,5	667	392
A0	20,0	7	444
A1	21,9	23	414
A3	20,0	69	391
MEZCLA B	Tensión máxima σ_b (Mpa)	Elong. máxima ϵ_b (%)	Módulo E (Mpa)
PEb	16,8	543	146
B0	13,7	522	151
B1	13,4	514	200
B2	12,9	428	155
B3	13,3	489	162
PSa	20,1	15	736

En los resultados obtenidos para las Mezclas A, se observa una caída abrupta en las propiedades, evidenciado en la elongación a la rotura, al realizar el mezclado sin el agregado de CP. Al incorporar el CP (de 1 a 3 ppc de CP) se observa una mejora en la elongación a la rotura. A bajos contenidos de CP, el agregado del mismo homogeneiza la

distribución de tensiones y de deformaciones en la fase continua como consecuencia de la mejora en la adhesión matriz – fase dispersa, ocasionando un pequeño aumento en la elongación a la rotura. Se observó, además un cambio en la forma de la curva tensión - deformación (σ vs ϵ) para las mezclas con 1 y 3 ppc de CP. Para la mezcla con 3 ppc de CP se observa una propagación del cuello formado en el punto de fluencia a lo largo de la probeta, presentando la curva una forma similar a la observada en el PE. Por otro lado, el agregado del CP mejora el comportamiento mecánico respecto a la mezcla sin CP, pero sigue siendo un valor muy bajo comparado con el valor correspondiente al PE.

Para las Mezclas B, se observa que tanto la mezcla sin CP como las mezclas con CP tienen propiedades similares, y las mismas mantienen propiedades similares a las del PEb, tanto en tensión máxima como en elongación máxima.

La diferencia en el comportamiento mecánico observado para las Mezclas A respecto a las Mezclas B, podría estar afectado por el tipo de PE con el que se trabaja. El PEa, un PEAD, es una molécula lineal, mientras que el PEb, PEBD, es altamente ramificado. Esta diferencia en estructura podría afectar el efecto del CP, ya que el mismo actúa localizándose en la interfase, y formando entrelazamientos con las cadenas de los polímeros constituyentes de la mezcla. Las ramificaciones podrían ayudar a formar mayor cantidad de entrelazamientos efectivos, en contraposición con el PEAD lineal. Sin embargo, se observa también diferencia en las mezclas sin CP.

Conclusiones

El agregado de CP a las mezclas disminuye la tensión interfacial, obteniéndose menor tamaño de fase dispersa, menor dispersión de tamaños, y mejora en la adhesión entre las fases.

Para las Mezclas A se observó una caída abrupta en la performance mecánica, aún con el agregado del CP. Por otro lado, para las mezclas B las propiedades mecánicas fueron similares a las del PEb, que es uno de los objetivos buscados al realizar el reciclado de este tipo de materiales, el de mantener la performance mecánica.

Los resultados obtenidos muestran que la performance mecánica de las mezclas compatibilizadas se ven afectadas por la fuente de materia prima que se utilice. Para los sistemas estudiados, la diferencia en los resultados obtenidos puede derivar de la diferencia en la estructura del PE utilizado.

Para verificar este resultado, se continuará este trabajo realizando mezclas con PEAD y PEBD virgen, a fin de evaluar si este comportamiento es debido a la diferencia en estructura molecular, o si es alguna variable dependiente del reuso de estos materiales.

Referencias

- [1] "Manual de Valorización de los Residuos Plásticos", COTEC, FIPMA – Plastivida Argentina, Buenos Aires (1998)
- [2] Mollo, M; "Prep., morf. y prop. mec. de mezclas de PE/PS con agente compatibilizador", Tesis Doctoral, Fac.Ing., UNMDP (2002).

Para mayor información contactarse con:

Mariana Mollo – mariana@inti.gov.ar