

Efecto de la velocidad de jalado durante la evaluación de las propiedades en tracción de mezclas de HDPE/almidón termoplástico

Méndez-Hernández M. L.¹, Tena-Salcido C.¹, *Rodríguez-González F. J.¹
¹ Centro de Investigación en Química Aplicada., Blvd. Enrique Reyna No.140
Saltillo, Coah. 25100 México
* fcordz@ciqa.mx

1. Resumen

Se analizaron las propiedades reológicas, mecánicas y morfológicas de las mezclas HDPE/TPS. Se observa que los dominios de TPS dispersos en la matriz de PE con mayor viscosidad son elongados y de forma elíptica en comparación con lo observado cuando se utiliza PE de baja viscosidad en donde se aprecian distribución de tamaño de partículas esféricas y pequeñas. El TPS posee resistencia a la tensión y porcentaje de elongación más bajos comparados con los del PE. Al incrementar el porcentaje en peso de PE así como la velocidad de jalado durante la evaluación de las propiedades en tracción observamos que el esfuerzo a la ruptura aumenta y la elongación disminuye.

1. Introducción

Recientemente ha crecido el interés sobre la producción de almidón termoplástico (TPS), ya que el almidón es un recurso renovable, biodegradable y de muy bajo costo, además de ser una excelente opción como sustituto biodegradable en la disposición de desechos plásticos [Rodríguez, 2003a; Biresaw, 2000; Bikiaris, 1998]. Sin embargo estos materiales poseen pobres propiedades mecánicas y son susceptibles a la humedad, una opción para mejorar es mezclar el TPS con PE. En esta etapa se observó el efecto de la velocidad de jalado en las mezclas así como la influencia que ejerce la viscosidad del PE en las propiedades mecánicas y morfológicas de los materiales a base de almidón.

2. Condiciones experimentales

2.1 Materia prima.

Almidón de maíz, glicerina como plastificante, agua destilada y tres tipos HDPE, PE039 (0.39 g/10 min.), PE830 (8.3 g/10 min.) y PE1700 (17.0 g/10 min.).

2.2 Preparación de TPS y mezcla HDPE/TPS.

En este trabajo el almidón fue gelificado, plastificado y mezclado en fundido con PE en proceso de un solo paso. Ya que la cantidad máxima de PE que puede ser incorporada al proceso

es 70% de la mezcla, se prepararon concentrados con 70% HDPE y después se mezclaron con mas polietileno para obtener composiciones de HDPE/TPS de 80/20 y 90/10.

Para la elaboración del TPS se utilizó el extrusor doble husillo ZSK30 equipado con 5 zonas de calentamiento 90 a 110°C (z1 y z2) y 150°C (z3 a z5). El almidón se secó por 24h a 80°C y se alimentó en la z1 (1.4 Kg. /min.). La mezcla glicerina / agua (60:40) se puso en reactor de 1 L con agitación mecánica y temperatura 35°C. Se alimentó en la z1 con una bomba centrifuga (14 g/min.). La gelificación ocurre en las z2 a z4. El agua se extrajo (z4) por venteo, con una bomba de vacío. Para las mezclas el extrusor con 9 zonas con 90 a 110 °C (z1, z2, z3) y 180°C (z4 a z9). La velocidad de los tornillos para ambos procesos fue de 150 rpm. Para mezclar el PE fundido a (180°C) con el TPS en la z5, se utiliza el extrusor monohusillo killion KTS-100. El flujo de TPS se mantuvo constante modificando únicamente la velocidad de alimentación del PE.

2.3 Reometría capilar.

Para evaluar la viscosidad y el esfuerzo de corte aparente de las mezclas así como del TPS y PE, se empleó el reómetro capilar Instron 4467 utilizando el dado L/D 40 a 180°C, según la norma ASTM D 3835-93a.

2.4 Propiedades de tracción.

Se cortaron probetas tipo IV en dirección longitudinal y se acondicionaron a 0%HR. El análisis se hizo según la norma ASTM D-638 en el equipo Instron modelo 4301 equipado con una celda de 500 N y sistema de adquisición de datos. Con velocidades de jalado 15, 50, 100, 200 mm/min.

2.5 Morfología.

Las muestras fueron criogénicamente microtomadas en dirección transversal, con el ultramicrotomo Leica Ultracut UCT equipado con cuchillas de vidrio. Se extrajo el TPS con HCl 6N a 60°C por 48h con agitación magnética. Las muestras degradadas se lavaron varias veces con agua destilada y se secaron en una estufa de vacío a 60°C por 24h. Las muestras secas fueron recubiertas con níquel y observadas en un microscopio electrónico de barrido modelo SM-510 TOPCON.

3 Resultados y discusión

3.1 Viscosidad en corte aparente.

Existen diversos factores tales como la temperatura, condiciones de proceso y aditivos, que afectan las propiedades reológicas de los materiales elaborados a base de almidón (Pedroso y col, 2005; Lu. y col, 2005). El análisis de la reometría capilar se muestra en la figura 1.

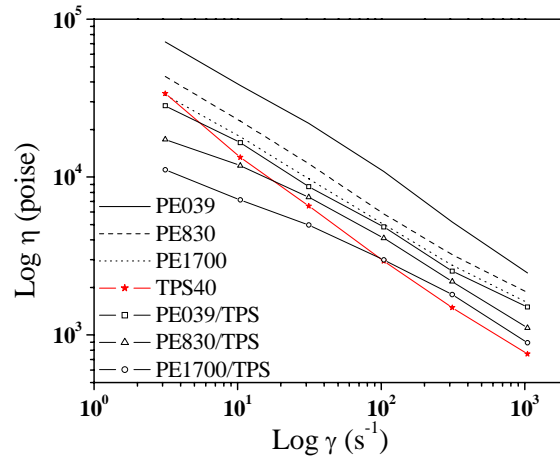


Figura 1. Mediciones de la η_{ap} en función de γ para PE039, PE830, PE1700, TPS y mezclas determinados por reometría capilar a 180°C.

Se aprecia que tanto la η_{ap} del PE como del TPS, exhiben un comportamiento de la ley de la potencia a intervalos de γ típicas del sistema de extrusión (10^1 a 10^3 s $^{-1}$) y sus valores varían de (10^5 a 10^3 Poise) dependiendo del tipo de PE, siendo el mas viscoso el PE039.

3.2 Morfología.

En la figura 2 observamos el efecto de la viscosidad del PE en las mezclas PE/TPS. Se aprecia que a pesar de la alta η_{ap} del PE039 existe coalescencia de partículas de la fase dispersa.

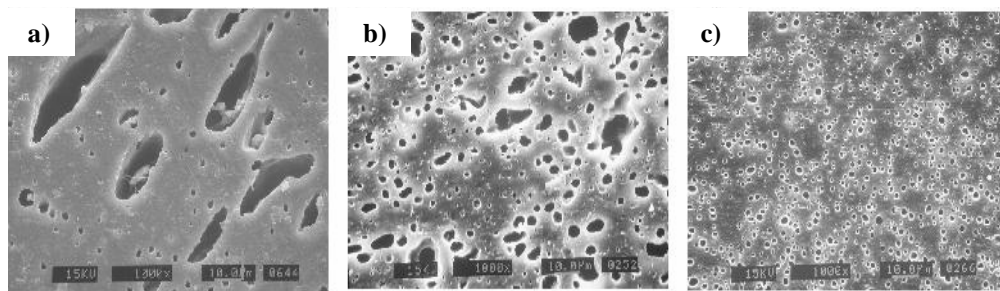


Figura 2. Influencia de la viscosidad del PE en la morfología de las mezclas PE/TPS40 (30wt% TPS)
(a) PE039, (b) PE830, (c) PE1700.

Contrario a lo observado en las mezclas preparadas con PE830 y PE1700, en donde se aprecia muy poca deformación para PE830 y disminuyendo aun mas en mezclas preparadas con PE1700. Esta

morfología se relaciona con las diferencias de viscosidades tanto del TPS como de los tres tipos de PE.

3.3 Propiedades de tracción.

En estas gráficas se observan las curvas de esfuerzo-deformación de las mezclas de HDPE/TPS. El esfuerzo a la ruptura y la deformación disminuyen conforme aumenta la concentración de TPS. Y aumentan conforme se incrementa la velocidad de jalado de 15 a 200mm/min.

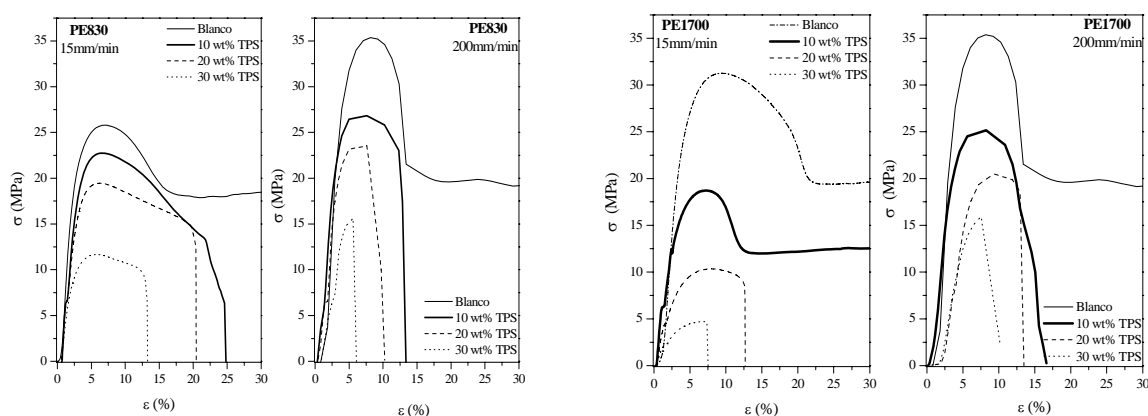


Figura 3. Curvas esfuerzo – deformación de mezclas PE830/ TPS (30 wt%, 20 wt%, 10 wt%) evaluadas a 200mm·min.⁻¹ y 0 %HR.

Por otra parte, las mezclas con PE830 y con PE1700 mostraron morfología casi-esférica y todos los casos fractura frágil.

4 Conclusiones

Se aprecia que a pesar de la alta η_{ap} del PE039 existe coalescencia de partículas de la fase dispersa presentando una morfología elíptica y elongada. Las mezclas con PE1700 exhiben buena dispersión. La morfología y las propiedades de tracción de las mezclas de HDPE/TPS depende de la viscosidad del HDPE y del contenido de glicerina en el TPS.

Al incrementar el porcentaje en peso de PE así como la velocidad de jalado durante la evaluación de las propiedades en tracción observamos que el esfuerzo a la ruptura aumenta y la elongación disminuye.

5 Referencias

1. Rodriguez-Gonzalez F. J., Virgilio N., Ramsay B. A., Favis B. D., (2003a), *Influence of melt drawing on the morphology of one and two-step processed LDPE / thermoplastic starch blends.*, Adv. Polym. Technol., 22(4): 297-305.
2. Biresaw G., and Carriere C. J., (2000), Polymer Preprints 41: (1) 64 – 65.
3. Bikiaris D., Prinos J., Koutsopoulos K., Vouroutzis N., Pavilidou E., Francis N. Y Panayiotou C., (1998), Polymer Degradation and Stability 59:287 – 291, Elsevier Science Limited.
4. Pedroso A. G., Rosa D. S., (2005), Mechanical, thermal and morphological characterization of recycled LDPE/corn starch blends. Carbohydr. Polym. 59: 1-9
5. Lu, Y., Tighzert, L., Dole, P., Erre, D. (2005) Preparation and properties of starch thermoplastics modified with waterborne polyurethane from renewable resources. Polymer. 46: 9863-9870.