Suplemento de la Revista Latinoamericana de Metalurgia y Materiales 2009; **S1** (3): 1145-1151

ESTUDIO DEL EFECTO SOBRE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA ADICIÓN DE POLIAMIDA 6.6 AL POLIPROPILENO POSTERIOR A UN CICLO DE CALENTAMIENTO.

J. C. Otero[1]*

- ✓ Este artículo forma parte del "Volumen Suplemento" **S1** de *la Revista Latinoamericana de Metalurgia y Materiales* (*RLMM*). Los suplementos de la RLMM son números especiales de la revista dedicados a publicar memorias de congresos.
- ✓ Este suplemento constituye las memorias del congreso "*X Iberoamericano de Metalurgia y Materiales (X IBEROMET)*" celebrado en Cartagena, Colombia, del 13 al 17 de Octubre de 2008.
- ✓ La selección y arbitraje de los trabajos que aparecen en este suplemento fue responsabilidad del Comité Organizador del *X IBEROMET*, quien nombró una comisión *ad-hoc* para este fin (véase editorial de este suplemento).
- ✓ La *RLMM* no sometió estos artículos al proceso regular de arbitraje que utiliza la revista para los números regulares de la misma.
- ✓ Se recomendó el uso de las "Instrucciones para Autores" establecidas por la *RLMM* para la elaboración de los artículos. No obstante, la revisión principal del formato de los artículos que aparecen en este suplemento fue responsabilidad del Comité Organizador del *X IBEROMET*.

Suplemento de la Revista Latinoamericana de Metalurgia y Materiales 2009; **S1** (3): 1145-1151

ESTUDIO DEL EFECTO SOBRE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA ADICIÓN DE POLIAMIDA 6.6 AL POLIPROPILENO POSTERIOR A UN CICLO DE CALENTAMIENTO.

J. C. Otero[1]*

[1] Departamento de Sistemas de Producción, Universidad Autónoma de Occidente (UAO)

** E-mail: jcotero@uao.edu.co otejuco@hotmail.com*

Trabajos presentados en el X CONGRESO IBEROAMERICANO DE METALURGIA Y MATERIALES IBEROMET
Cartagena de Indias (Colombia), 13 al 17 de Octubre de 2008

Selección de trabajos a cargo de los organizadores del evento

Publicado On-Line el 29-Jul-2009
Disponible en: *www.polimeros.labb.usb.ve/RLMM/home.html*

Resumen

El resultado de la incorporación de la poliamida 6.6 (PA 6.6) al polipropileno injerto con etileno aleatoriamente con etileno o polipropileno random (rPP), logrados en una extrusora convencional, ofrece buenos resultados a pesar de los menores niveles de cizalladura logrados en estas maquinas frente a la extrusión en máquinas doble husillo, la mezcla PA 6.6/rPP resultante, toma parcialmente de la PA 6.6 las superiores propiedades mecánicas y del rPP su carácter hidrofobico y buena deformación a la ruptura, sin embargo, debido a que los polímeros son naturalmente inmiscibles, para hacer pleno provecho de esta conjunción de propiedades, se debe utilizar como compatibilizante el polipropileno injerto con anhídrido maleico (PP g MA), la efectividad resultante se demuestra con los ensayos de las propiedades mecánicas efectuados en cinco mezclas sin compatibilizante y cinco mezclas compatibilizadas con PP g MA, la resistencia a la tracción de las mezclas compatibilizadas son hasta un 50% mayores que las mezclas PA 6.6/rPP sin compatibilizante, de la misma manera, la deformación a la ruptura, se muestra significativamente mayor en las mezclas compatibilizadas, esta superioridad, de las mezclas compatibilizadas, continua aun con la aplicación un ciclo térmico de 121ºC durante una hora.

Palabras Claves: *Mezclas poliamida 6.6/polipropileno, polipropileno injerto con anhídrido maleico, ciclo térmico, propiedades mecánicas*

Abstract

The result of the incorporation of polyamide 6.6 (PA 6.6) to graft polypropylene with ethylene randomly with ethylene and polypropylene random (rPP), made in a conventional extruder, gives good results despite the lower levels achieved in these machines shearing off the twin screw extruder, PA 6.6/rPP resulting blends, takes part of the PA 6.6 and higher mechanical properties of rPP hydrophobic and good character ultimate deformation however, because they are naturally immiscible polymers, to make full advantage of this combination of properties, should be used polypropylene graft with maleic anhydride (PP g MA), The resulting effect is demonstrated by testing the mechanical properties carried out in five mixtures without compatibilizante and five mixtures compatible with PP g MA the tensile strength of mixtures using PP g MA are 50% higher than mixtures that do not use it. In the same way, deformation to the breakdown, showing significantly higher in mixtures compatible, this superiority continued even with the implementation of a cycle thermal 121 ° C for one hour at all the mixtures.

Keywords*: Polyamide 6.6/polipropileno blends, polypropylene graft with maleic anhydride, thermal cycle, mechanical properties*

1. INTRODUCCION

Los estudio realizados, por diferente autores [2-12], sobre las mezclas de las poliamidas (Pas) y el polipropileno (PP) coinciden en que la influencia del compatibilizarte sobre las propiedades mecánicas de la mezcla resultante es preponderante.

La utilización de polímeros de estireno etilen butadieno estireno modificado con anhídrido maleico injerto como compatibilizante precursor al 5% en peso (SEBS g MA), muestran una mejoría hasta del 50% en la resistencia al impacto de las mezclas PA 6/PP, respecto de la PA 6 pura y hasta del 70% frente al polipropileno homopolímero (hPP), estos resultados dependen del orden de la mezcla de los tres componentes originales, la

resistencia a la tracción y la deformación exhibida en el punto de rotura y se encuentran entre los valores de los polímeros originales [5].

El efecto de la utilización de la utilización de una mezcla de SEBS no injerto al 10% en peso y SEBS g MA al 10% en peso, como compatibilizante de mezclas de diferentes mezclas de PA 6.6/PP, mostraron, en cambio, reducción de la resistencia máxima para la mezcla PA 6.6/PP: 25/75, un aumento para el esfuerzo de ruptura de la mezcla 50/50 y para la resistencia máxima y de ruptura para la mezcla 75/25 mientras que todas las mezclas son inferiores en resistencia a la tensión a la mezcla 100/0, mientras que la máxima resistencia al impacto Charpy fue ofrecida por la mezcla 100/0, reduciéndose progresivamente hasta en un 90% en la mezcla 0/100 [6], esto puede ser explicado, tal vez, por la preferencia del anhídrido maleico a interactuar con las PAs, un parámetro que se puede analizar para explicar el motivo de la variación de los resultados en las propiedades mecánicas, es el porcentaje de MA, injerto en el SEBS, debido a que este porcentaje puede modificar la cristalización de la mezcla de la PA 6/SEBS g MA [3,7, 10].

La utilización del anhídrido maleico injerto en copolímeros de caucho de etilen propileno (EPR g MA) al 5% en peso, como agente compatibilizante de la mezclas de PA 6/PP en proporciones 70/30, muestra mejoría en la resistencia a la tracción y el modulo de elasticidad, respecto de las mezclas sin compatibilizante, explicada por la mejoría significativa de la dispersión de la fase del PP y una disminución en el índice de fluidez del fundido (MFI) de la mezcla compatibilizadas, debida a la formación de copolímeros injertos como la PA 6 g EPR en la mezcla [8].

El análisis de la cristalización de la fase del hPP, del rPP y del copolímero de etileno injerto en bloques en PP, muestran que los ciclos térmicos de 120ºC tienen efecto sobre las propiedades mecánicas de los polímeros bajo análisis, aumentando su resistencia y rigidez y reduciendo su resistencia al impacto, el efecto es dramático en el hPP, y menos acentuado en el rPP y el copolímero injerto en bloques paulatinamente, este hecho se explica con la transformación de la estructura cristalina mesomórfica inicial, a la estructura α-PP mas frágil [9].

Los análisis de cristalización efectuados en mezclas de PA 6/PP, muestran que la velocidad de cristalización es mas alta en mezclas sin modificar y mas lenta en polímeros puros, en las mezclas modificadas es intermedia, utilizando como agente modificador o compatibilizante de la mezcla una PA 6 tratada en estado fundido con anhídrido trimetílico (TMA) y alquil glidicil eter (PA-TMA – C_8 glidicil éter) [10].

En el presente estudio se utilizara un PP g MA como compatibilizante de diferentes mezclas de PA 6.6/PP, con el propósito de observar su efecto sobre las propiedades mecánicas con y sin exposición a un ciclo de calentamiento de 121°C durante 1 hora.

2. PARTE EXPERIMENTAL

2.1 Materiales

Polipropileno *random* (01R25 PROPILCO), con de etileno injerto aleatoriamente, Poliamida 6.6 (Zytel 101 NC 010 Dupont) y El compatibilizante utilizado es un PP g MA (Exxelor VA 1801 Exxon Mobil Chemical).

2.2 preparación de las mezclas

Las mezclas fueron preparadas en una extrusora convencional de ϕ 45 mm, girando a 51.4 rev/min, con un tornillo de 29 L/D total, distribuidas en 8 L/D en la zona de alimentación, 11 L/D en compresión y 10 L/D en dosificación, las temperaturas de calentamiento utilizadas en del cilindro fueron 230, 250 y 270 ºC para las diferentes zonas y de 290 en la boquilla.

Las cinco primero mezclas preparadas no usan compatibilizante y las proporciones utilizadas en el experimento fueron PA 6.6/PP: 0/100, 30/70, 50/50, 70/30 y 100/0. En el segundo grupo de mezclas se utilizo el PP g MA como compatibilizante al 10% en peso del elemento a compatibilizar (PA 6.6), se denomino a este grupo de mezclas resultante PA 6.6/PP+10C, de las cuales se prepararon las siguientes: 0/100+10C, 30/70+10C, 50/50+10C, 70/30+10C y 100/0+10C para un total de 10 mezclas, de las cuales se sometieron a ensayos dos grupos, el primero constituido por las mezclas sin ciclo térmico y el segundo expuesto a un ciclo térmico de 121°C durante una hora.

Los gránulos de las diferentes mezclas a inyectar, se secaron en un horno tipo mufla convencional a 110ºC durante al menos 36 horas, la inyección de las probetas tipo hueso de perro según norma ASTM D-638 tipo 1 se llevo a cabo en una inyectora DEMAG 150-452NCIIIK, utilizando un molde de dos cavidades.

2.3 Análisis Efectuados

Los ensayos de tracción a las probetas tipo hueso de perro, se llevaron a cabo en una maquina universal INSTRON 3366, utilizando una velocidad de deformación de 50 mm/min a cinco probetas para cada mezcla y los valores reportados de las propiedades mecánicas son un promedio de estos valores.

Los ensayos de temperatura de deflexión Vicat, se llevaron a cabo en una un horno HERAEUS D63450, con un controlador de temperaturas JUMO.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Efecto de la Adición del PP g MA en el Comportamiento a Tensión de las Mezclas PA 6.6/PP

Los análisis de tensión efectuados a las probetas hueso de perro, según norma ASTM D-638 tipo 1, descritas en la tabla 1, muestran que la incorporación de PA 6.6 al PP sin la utilización de un compatibilizante, aumenta la resistencia máxima a la tracción (σ_{Max}), la resistencia a la Ruptura (σ_u), y el modulo de Young (E), mientras que los valores de la deformación a la ruptura (ε_u), respecto de los polímeros puros, disminuye significativamente, en especial respecto del PP, sin embargo, es observable que la deformación a la ruptura, aumenta con el aumento del contenido de PA 6.6 en las mezclas que no usan el PP g MA (30/70, 50/50 y 70/30). Estos resultados indican que a pesar de la inmiscibilidad

de los polímeros, la acción de la PA 6.6 sobre el PP

es proporcional al porcentaje de participación de PA 6.6 en la mezcla, dominando, por ende su comportamiento.

La misma tendencia se observa en las mezclas que han utilizado al PP g MA, sin embargo los valores individuales de las propiedades a tensión son mayores en las mezclas compatibilizadas que en las correspondientes mezclas en las que no se utilizo el

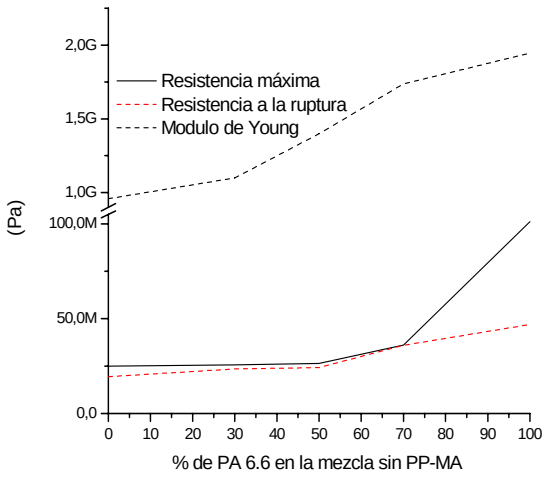


Figura 1. Evolución de las propiedades a tensión con el % adición de PA 6.6 al PP sin compatibilizante.

compatibilizante, esto indica que el PP g MA mejora las propiedades finales de la mezcla siempre que haya PA 6.6 y PP en ella, porque en los casos en que solamente adiciono PP g MA al PP y a la PA 6.6 (mezclas 0/100+10C y 100/0+10C), las propiedades a tensión son mas bajas que las de los polímeros puros. Este comportamiento se debe a que el PP g MA posiblemente reacciona químicamente con la PA 6.6 e interactúa físicamente con el PP [8], por lo tanto el aporte del PP g MA es mas evidente siempre que exista una mezcla.

La evolución del comportamiento de las mezclas compatibilizadas con PP g MA y las no compatibilizadas, respecto de la resistencia máxima a la tensión y resistencia a la ruptura, puede ofrecer información sobre el tipo de fractura, de acuerdo a lo observado en la figura 1 y en la figura 2, la diferencia existente en la grafica, entre los valores de las curvas de resistencia máxima y la resistencia a la ruptura, muestran que tanto se deforma la probeta antes de la ruptura, en los casos en que no hay diferencia, como en la mezcla 70/30 no compatibilizada (figura 3), el esfuerzo máximo es igual al esfuerzo de ruptura y por lo tanto la fractura se espera que sea frágil, de acuerdo con ello, las mezclas que utilizan PP g MA, exhibirán un comportamiento mas dúctil y absorberán mas energía antes de la fractura [9].

La acción del PP g MA sobre el comportamiento a tensión de las mezclas de PA 6.6/PP, puede ser explicada en términos de la morfología de la mezcla resultante, debido a que el efecto del compatibilizante mejora la dispersión de la fase del

PP, tornándola fina, promoviendo al adhesión interfacial [3, 8], este fenómeno es posible lograrlo inclusive a pesar de utilizar una extrusora mono husillo, aunque en estas máquinas se observan presencia de estrías en la morfología de las mezclas PA 6/PP, al final de del tornillo de la extrusora, símbolo de una dispersión pobre, predominan en la morfología de la mezcla las pequeñas gotas, no obstante la cantidad de estrías es mucho menor en las mezclas con relaciones de viscosidad pequeñas[11].

Tabla 1. Resultados de los ensayos a tensión de las mezclas PA 6,6/PP con y sin la utilización de compatibilizante**.**

MEZCLA	σ_{Max}	σ_u	E	ε_u
	M Pa	M Pa	M Pa	mm/mm
0/100	24,934	19,436	958	4,178
30/70	25,635	23,563	1100	0,045
50/50	26,442	24,258	1399	0,059
70/30	36,088	35,978	1738	0,152
100/0	101,198	46,974	1945	0,791
0/100+10C	24,83	18,574	940	4,094
30/70+10C	33,196	27,506	1352	0,184
50/50+10C	39,418	28,656	1521	0,597
70/30+10C	46,898	37,41	1780	0,547
100/0+10C	68,74	56,736	2421	0,219

La evolución de las propiedades a tensión con la adición de PA 6.6 al PP, describe también un comportamiento mas lineal, igual tendencia exhibe el modulo de Young y al igual que la resistencia en las mezclas que usan PP g MA, tal como se observa en las figura 2, frente a las mezclas que no lo usan.

3.2 Efecto de un ciclo termico en el comportamiento a tensión de las mezclas pa 6.6/pp

Los ciclos térmicos modifican el comportamiento de los polímeros, incluyendo la respuesta bajo condiciones de carga de tensión, principalmente, debido al efecto de este proceso térmico sobre la

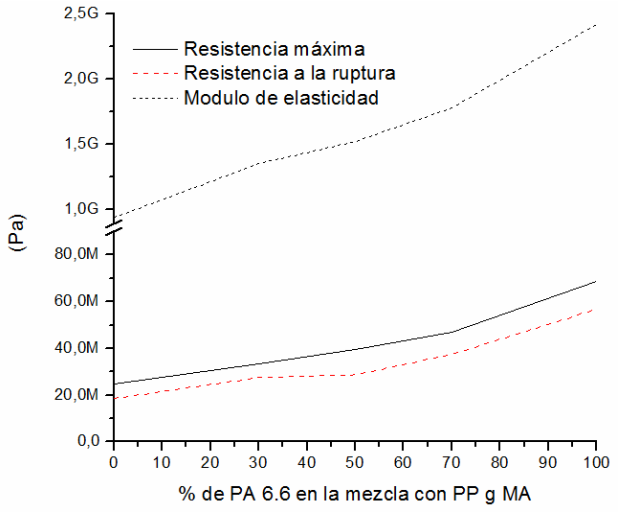


Figura 2. Evolución de las propiedades a tensión con el % adición de PA 6.6 al PP con la utilización de PP g MA como compatibilizante

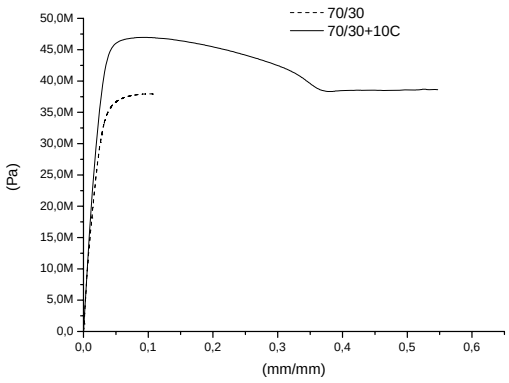


Figura 3. Comparación de la gráfica esfuerzo deformación unitaria, bajo carga de tensión de la mezcla PA 6.6/PP: 70/30 con y sin compatibilizante.

estructura cristalina del polímero, en el caso del hPP, se sabe que un ciclo térmico de 120 ºC aplicado durante 1 hora, aumenta la rigidez y reduce su resistencia al impacto, este comportamiento es atenuado con la utilización de copolímeros de etileno injertos aleatoriamente o en bloque [9], basado en ello es de esperarse que debido a la capacidad que tiene el PP g MA de reaccionar químicamente con la PA 6 [8] y de modificar la cristalización de las mezclas PA 6/PP [10], se espera que se reduzca la tendencia exhibida por los ciclos térmicos sobre las propiedades mecánicas del PP a

121 ºC puro, cuando se utilice en mezclas con la PA 6.6, siempre que se utilice como compatibilizante PP g MA.

Tabla Nº 2. Resultados de los ensayos a tensión de las mezclas PA 6,6/PP con y sin la utilización de compatibilizante despues de un ciclo térmico a 121 ºC durante 1 hora

MEZCLA	σ_{Max} M Pa	σ_u M Pa	E M Pa	ε_u mm/mm
0/100 R	24,93	19,7	839	1,201
30/70 R	25,02	22,058	1103	0,052
50/50 R	25,63	24,68	1308	0,072
70/30 R	34,77	31,42	1527	0,149
100/0 R	58,66	43,7	2000	0,78
0/100+10C R	25,35	18,32	883	1,285
30/70+10C R	33,89	29,53	1364	0,468
50/50+10C R	40,15	28,8	1504	0,387
70/30+10C R	108,62	56,86	1877	0,3429
100/0+10C R	91,336	59,486	2444	0,2071

El comportamiento de la PA 6.6 pura, después de un prolongado ciclo térmico, es mucho mas estable, que el del PP puro, se reportan ligeras variaciones de espesores lamelares de 2.4 a 3.2 nm y una estabilidad en las temperaturas de transición, mientras que la temperatura de fusión cambia significativamente, después de la exposición a estos ciclos, en un amplio espectro [12].

El efecto del PP g MA en mezcla con el PP, se puede observar por medio de la comparación de las graficas esfuerzo deformación de este material sometido a un ciclo térmico sin la utilización del compatibilizante y con su utilización, tal como puede observarse en la figura 4, es obvio que la gran zona de deformación plástica exhibida en el material puro se reduce con el ciclo térmico y se reduce un poco menos con la adición del PP g MAH, tal vez debido a la habilidad del PP-g-MA de cristalizar con la matriz de PP[3, 4].Un ciclo térmico de 121ºC actuando durante 1 hora

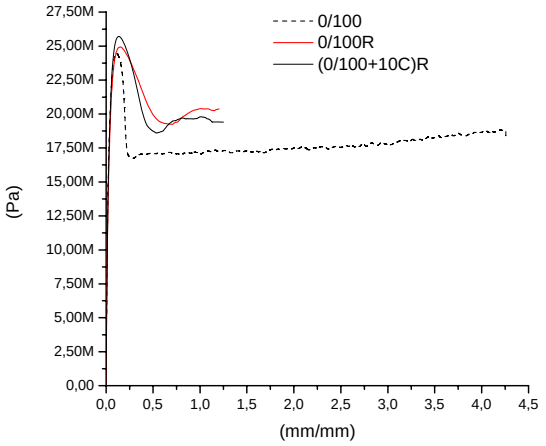


Figura 4. Comparación del comportamiento bajo carga de tensión de rPP sin cilo térmico (0/100), con ciclo térmico (0/100R) y del rPP en mezcla con PP g MA con ciclo térmico.

sobre las mezclas sin PA 6.6/PP, mejora ligera mente la deformación a la ruptura, respecto de las mismas mezclas sin ciclo térmico, debido entre otros factores, al dominio que sobre la mezcla tiene la presencia de la PA 6.6, tal como se observa en la tabla 3. Esta situación se ve modificada con la utilización de PP g MA como compatibilizante, el cual, no solamente cambia la morfología de la mezcla, favoreciendo la formación de pequeñas gotas y reduciendo el número de estrías de la fase dispersa, aun con la utilización de una maquina monohusillo. También modifica la cristalización del PP disperso después de un ciclo térmico a 121ºC aplicado durante una hora.

La evolución del comportamiento de las mezclas de PA 6.6/PP que utilizan como compatibilizante el PP g MA y se someten a un ciclo térmico de 121ºC por una hora, se evidencia, en la figura 5, donde se comparan las deformaciones sufridas en la ruptura de las 10 mezclas, observando, en términos

generales una mayor fluencia en las 3 mezclas que tienen los tres polímeros involucrados (30/70+10C,

Tabla 3. Variación % de la deformación a la ruptura con la aplicación de un ciclo térmico de 121°C durante una hora a mezclas PA 6.6/PP sin compatibilizar

MEZCLA	*ε_u (mm/mm) si ciclo térmico*	*ε_u (mm/mm) con ciclo térmico*	*Cambio % de ε_u*
0/100	4.178	1.201	*-248*
30/70	0.045	0.052	*+13.5*
50/50	0.059	0.072	*+18.0*
70/30	0.152	0.149	*-2.01*
100/0	0.791	0.780	*-1.41*

Tabla 4. Cambio % de la deformación a la ruptura (ε_u) con la utilización de PP g MA en mezclas PA 6.6/PP sometidas a un ciclo térmico de 121ºC durante 1 hora.

MEZCLA	*ε_u (mm/mm) sin PP g MA*	*ε_u (mm/mm) con PP g MA*	*Cambio % de ε_u*
0/100	1,201	1,285	*+6.54*
30/70	0,052	0,468	*+88.88*
50/50	0,072	0,387	*+81.39*
70/30	0,149	0,3429	*+56.54*
100/0	0,78	0,2071	*-73.44*

50/50+10C y 70/30+10C), mientras que aquellas 3 que tienen mezclas binarias (30/70, 50/50 y 70/30) o de las 2 que tienen el polímero puro con el compatibilizante (0/100+10C Y 100/0+10C) tienen menores deformaciones a la ruptura que los dos polímeros puros (0/100 y 100/0).

El aumento de la rigidez observable en la figura 6, donde se grafica la evolución del módulo de Young, muestra el aumento de este parámetro, en los dos grupos principales (materiales sin PP g MA y con el), este fenómeno es atribuible al aumento del porcentaje de la PA 6.6 en las mezclas sometidas a un ciclo térmico de 121ºC durante 1 hora, observando en detalle se puede apreciar que el modulo de Young es ligeramente mayor en las mezclas que utilizan PP g MA como compatibilizante, debido, tal vez a su influencia sobre la cristalización del PP y de la PA 6.6 [4, 6-10, 12].

Figura 5. Deformación sufrida en la ruptura por las probetas de las diferentes mezclas PA 6.6/PP bajo carga de tensión después de un ciclo térmico a 121 °C aplicado durante 1 hora.

El comportamiento de la PA 6.6 puro expuesto a un ciclo térmico de 121 ºC aplicado durante una hora (100/0R), en comparación al material sin recocer (100/0), muestra una reducción a la deformación de ruptura, aumenta la rigidez del polímero y aumenta la resistencia máxima del mismo, ligeramente para los tres casos, esto demuestra la estabilidad de la estructura cristalina del material [12]. En contra posición, la variación de estas tres propiedades, de la PA 6.6 en mezcla con PP g MA, sometido al ciclo térmico descrito, es mucho mas dramática, aumentando considerablemente el módulo de elasticidad y la resistencia máxima, mientras que la reducción del esfuerzo de ruptura es significativa, esta situación puede ser explicada por la posible modificación de la estructura química de la PA 6.6 que reacciona con el PP g MA , constituyendo de esta forma una molécula mas compleja con una posible cristalización diferente.

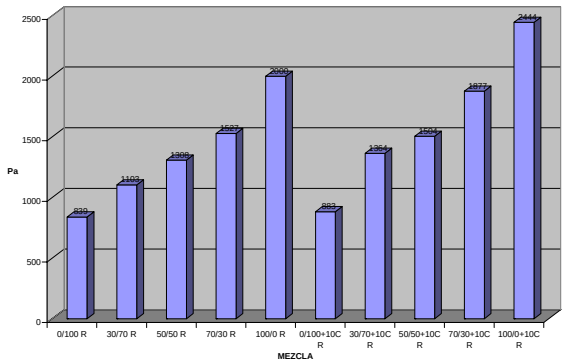


Figura 6. Evolución del modulo de Young en las mezclas PA 6.6/PP sometido a un ciclo térmico de 121°C durante 1 hora con y sin compatibilizante.

La reacción del PP g MA con la PA 6.6, capaz de formar un copolímero injerto o en bloques, en análisis DSC realizados por Sacchi, A. et al, mostraron que también es capaz de modificar su cristalización alterando la temperatura de cristalización (T_K) y en apariencia reduciéndola a valores mas bajas de lo esperado o capaz de ser

registrada en el equipo utilizado, en apariencia es posible también que se genere una cristalización fraccionada en varios pasos, esto puede ocurrir en campos donde la PA 6.6 se encuentre dispersa en una matriz de PP, el aumento del numero de estos campos puede incrementar los posibles centros de nucleación, lo cual puede no ser benéfico para activar la cristalización[3]

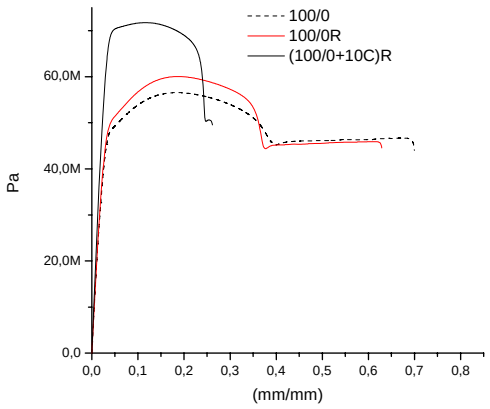


Figura 7. Comparación del comportamiento bajo carga de tensión de PA 6.6 sin ciclo térmico (100/0), con ciclo térmico (100/0R) y PA 6.6 mezclado con PP g MA con ciclo térmico ((100/0)+10C)R).

4. CONCLUSIONES

La adición de la PA 6.6 al rPP, aumenta la resistencia a tensión respecto de las propiedades del rPP puro, reduciendo significativamente la deformación a la ruptura de las mezclas resultantes, con la adición de PP g MA como agente compatibilizante a las diferentes mezclas de PA 6.6/PP, aumentan aun mas la resistencia a la tensión y el modulo de Young, mejorando también la deformación a la ruptura. Esta situación confirma que la acción del PP g MA como agente compatibilizante es positiva, aun después de un ciclo térmico aplicado a las mezclas.

5. AGRADECIMENTOS

Al ingeniero Enrique Mogollón de la empresa PROPILCO colaboraron con el desarrollo de este proyecto, al igual que el personal del laboratorio de materiales de la UAO.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

[1] Hull, D. *Materiales Compuestos*. Barcelona, España: Editorial Reverte S.A., 1987 ISBN. 84-291-4839-6

[2] DOMININGHAUS H. *Plastics for Engineers*. Munich, Alemania: Hanser Publisher, 1993. ISBN 1-5699-0011-6

[3] Sacchi, A. et al. *Morphology of Isotactic Polypropylene-Polyamide 66 Blends and their Mechanical Properties*. European Polyner Journal. PP 1705-1713. 2004.

[4] Balow, M., J. Handbook of Polypropylene and Polypropylene Composites. Capitulo 1: Global trends polypropylene. Editado por Harutun G. Karian. Whtimore Lake. Michigan. Estados Unidos de Norteamérica. 2003. ISBN 0-8247-4064-5. P 52-54.

[5] Ohlsson. B. et al. Efect of the Mixing Procedure on the Morphology and Properties of Compatibilized Polypropylene / Polyemide Blends. Journal of Applied Polymer Science. 1997. P 4715-4721.

[6] Yunfu, S., Lauke, B, Li, R., Mai, Y. Effects of PA6,6/PP Ratio on the Mechanical Properties of Short Glass Fiber Reinforced and Rubber Toughened Polyamide6,6 / Polypropylene Blends. Journal of Materials Processing Technology. Elseiver. 2005.

[7] Marco, C., Gómez M.A., Ellis G., Campoy I., Ruiz V. y Fraga L. M. Cristalización y Morfología de Mezclas de Poliamida 6/SEBS Funcionarizados. *Revista Iberoamericana de Polímeros*. Volumen **8**(3). 2007

[8] Chow, W. S. et al. Efect of Maleic Anhydride Grafted Ethylene Propylene Ruber on the Mechanical, Rheological and Morphological Properties of Organoclay Reinforced Polyamide 6/Polypropylene Nanocomposites.

[9] FERRER, D. Aplicación del Método del Trabajo Esencial de Fractura el Estudio de films de Polipropileno y de Copolímeros de Propileno-Etileno en Bloques. Tesis doctoral de la Universidad Politécnica de Cataluña. Barcelona. España. 2001.

[10] Piglowski, J. Crystallization in Modified Blends of Polyamide and Polypropylene. *Journal of Applied Polymer Science.* 1999. p 6814-6824.

[11] Hunag, H. X. Detecting Blend Morphology Development During Melt Blendin a Long Extruder. *Journal of Applied Polymer Science*. 2007.

[12] Lee, S., S. Melt Crystallized Polyamide 6.6 and its Copolymers, Part I. Melting point – Lamellar Thickness Relations in the Homopolymer. *European Polymer Journal.* P 1933-1951. 2007.