



Title: Estudios Espectroscópicos y Termogravimétricos de Materiales Homogéneos a Partir de PU/PMMA/SiO2

Authors: RAMÍREZ-SALAS, Virginia, ORDOÑEZ-PACHECO, Luis Daniel, ALARCÓN-RUIZ, Erika y MORENO-MARTÍNEZ, Beatriz Eugenia I

Editorial label ECORFAN: 607-8695

BECORFAN Control Number: 2020-05

BECORFAN Classification (2020): 111220-0005

Pages: 14

RNA: 03-2010-032610115700-14

ECORFAN-México, S.C.

143 – 50 Itzopan Street
La Florida, Ecatepec Municipality
Mexico State, 55120 Zipcode
Phone: +52 1 55 6159 2296
Skype: ecorfan-mexico.s.c.
E-mail: contacto@ecorfan.org
Facebook: ECORFAN-México S. C.

Twitter: @EcorfanC

www.ecorfan.org

Holdings

Mexico	Colombia	Guatemala
Bolivia	Cameroon	Democratic
Spain	El Salvador	Republic
Ecuador	Taiwan	of Congo
Peru	Paraguay	Nicaragua

CONTENIDO

1. Introducción
2. Metodología
3. Resultados
4. Conclusiones
5. Referencias

1.Introducción

Las primeras redes poliméricas se sintetizaron en el siglo XX (Kausar, 2019). Las Redes Poliméricas Interpenetradas se definen como Polímeros que comprenden dos o más redes que están al menos parcialmente entrelazadas (figura 1) a escala molecular sin uniones covalentes entre sí y no pueden separarse a menos que se rompan los enlaces químicos (Kumar y col. 2018).

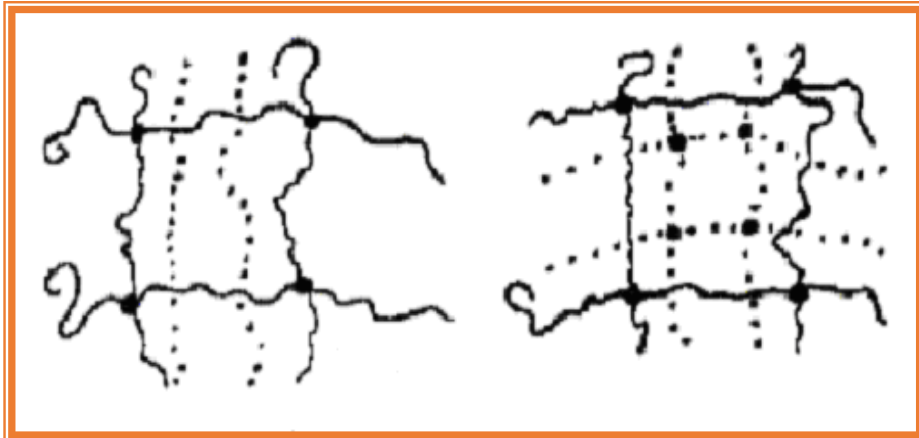


Figura 1. Redes interpenetradas: a) Semi-IPN, b) una IPN, Bonilla 2005.

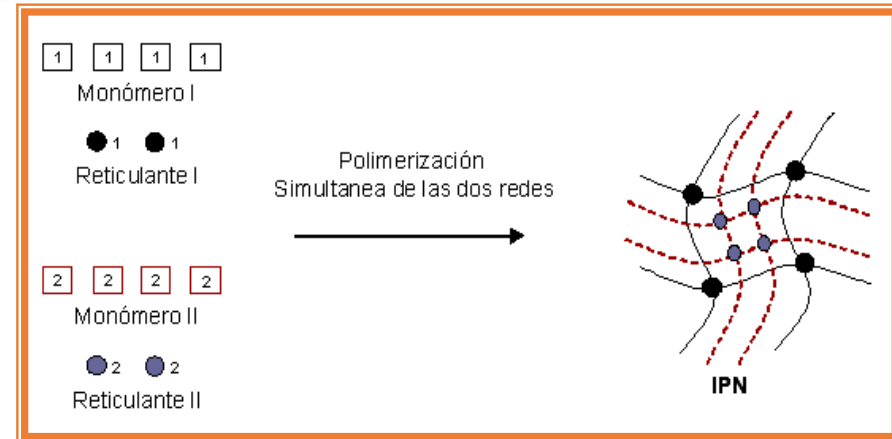


Figura 2. Esquematización del método *in situ* simultánea de una IPN, Bonilla 2005.

Comúnmente, las RPI's se preparan a partir de una mezcla de dos monómeros o polímeros que son miscibles (figura 2).

1. Introducción

1

- La primera síntesis de materiales minerales a partir de reacciones de polimerización mediante el uso de precursores moleculares de tipo alcóxido metálico fue realizada por Ebelmen en 1845, obteniendo con algunas gemas como el zafiro, rubí y esmeralda (Sanchez y col, 1996).

2

- Este método de elaboración de materiales, se conoce como el “*procedimiento sol-gel*”, suscitándose un fuerte interés de renovación tanto en la comunidad universitaria como en la industria (figura 1).

3

- Las redes se clasifican según el modo de Interpenetración: si ambos sistemas poliméricos están parcialmente, semi o totalmente reticulados.

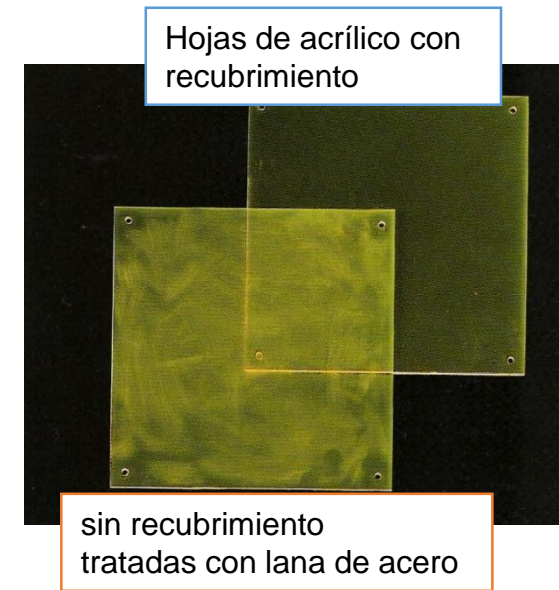


Figura 3. Aplicaciones industriales

1. Introducción

En este trabajo, se obtuvieron interesantes resultados con respecto a las redes híbridas.

La presencia de una red inorgánica puede ser considerada como una protección para la red orgánica, debido a que eleva la temperatura de descomposición térmica del polímero. Las temperaturas de transición térmica de los híbridos PU/ SiO₂ y PMMA/SiO₂ son similares a la del polímero puro.

Si se agrega un agente de entrecruzamiento (agentes acoplantes) la separación de fases es menor y por tanto su estabilidad térmica es mayor.

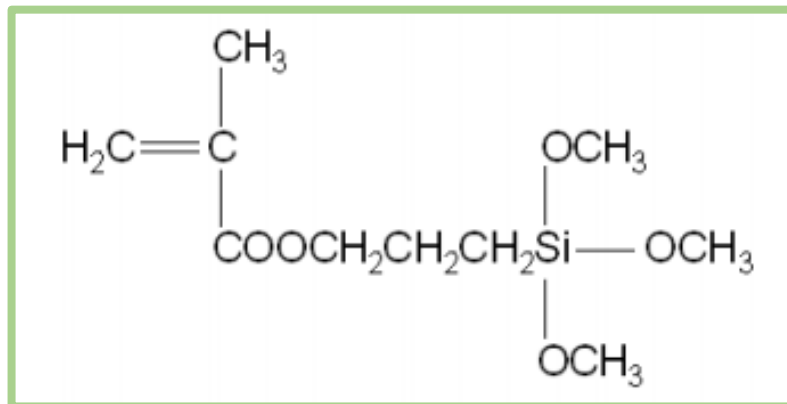


Figura 4. Estructura del TSM

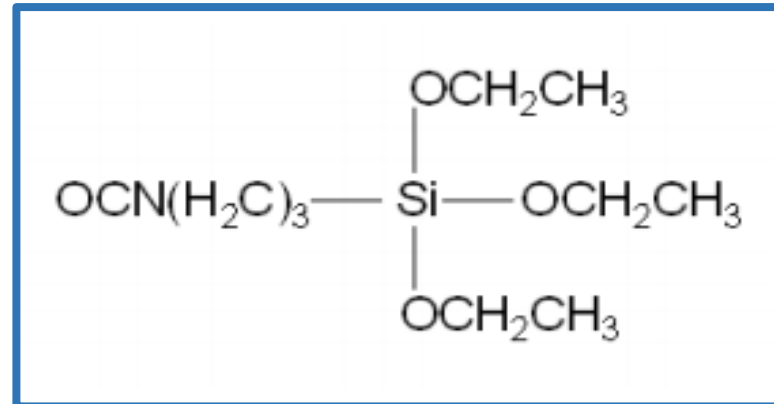
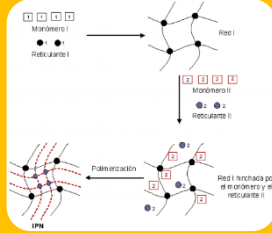


Figura 5. Estructura del IPTS

2. Metodología



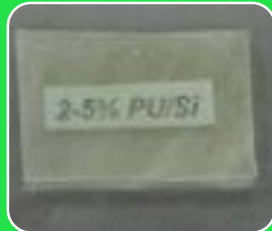
Red de PU/PMMA

-[NCO/OH] = 2.5 (cte.)

-1.5% en peso de DBTL

-TRIM 3% en peso

-Relación PU/PMMA = 50/50



Red de PU/SiO₂:

• -[NCO/OH] = 2.5 (cte.)

• 1.5% en peso de DBTL

• TEOS y solución acuosa de HCl Relación molar [H₂O] / [Si] = 3

• y [HCl] / [Si] = 0.05



Red de PMMA/SiO₂:

-MMA y 3% en peso del TRIM

-0.5% en peso de iniciador (BPO)

-TEOS y solución acuosa de HCl Relación molar [H₂O] / [Si] = 3

y [HCl] / [Si] = 0.05

SISTEMAS BINARIOS

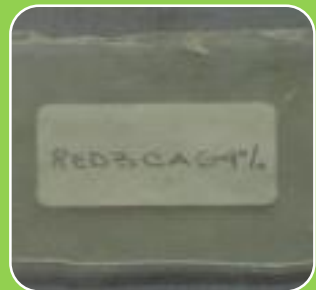
2. Metodología

Red de PU/PMMA /SiO₂ sin agentes acoplantes



- Triisocianato y polioliol $-[NCO/OH] = 2.5$ (cte.)
- 1.5% en peso de DBTL
- MMA
- TRIM 3% en peso
- Relación PU/PMMA = 50/50
- TEOS y solución acuosa de HCl Relación molar $[H_2O] / [Si] = 3$ y $[HCl] / [Si] = 0.05$

Red de PU/PMMA /SiO₂ con agentes acoplantes



- Triisocianato y polioliol $-[NCO/OH] = 2.5$ (cte.)
- 1.5% en peso de DBTL
- MMA
- TRIM 3% en peso
- Relación PU/PMMA = 50/50
- TEOS y solución acuosa de HCl Relación molar $[H_2O] / [Si] = 3$ y $[HCl] / [Si] = 0.05$
- 4% en peso total de la muestra de agentes de acoplamiento IPTS y TSMA

REDES HIBRIDAS
TERNARIAS

3. Resultados

Sección 1

% en peso		Aspecto de la muestra
PU	TEOS	
95	5	Translúcida, flexible
90	10	Translúcida, flexible
85	15	Translúcida, suave-gomosa
80	20	Translúcida, gomosa

Tabla 1. RPI's de PU/SiO₂ a diferentes concentraciones de TEOS. *Fuente propia*

% en peso		Aspecto de la muestra
PMMA	TEOS	
95	5	Translúcida, rígida
90	10	Translúcida, rígida
85	15	Opaca, semirrígida
80	20	Opaca-Blanca, frágil

Tabla 2. RPI's de PMMA/SiO₂ a diferentes concentraciones de TEOS. *Fuente propia*

Tabla 3. RPI's de PU/PMMA/SiO₂ a diferentes concentraciones de TEOS y agentes acoplantes (IPTS, TSMA), Ap. Aspecto, * Translúcida, semirrígida (Tr/Sr). *Fuente propia*

% en peso					Ap
PU	PMMA	TEOS	IPTS	TSMA	
45	45	10	-	-	* Tr/Sr
41	41	10	4	4	* Tr/Sr

4. Resultados

Espectroscopía infrarroja (FTIR)

Los resultados obtenidos a partir de los ensayos de FTIR, se describen a continuación:

Sección 2

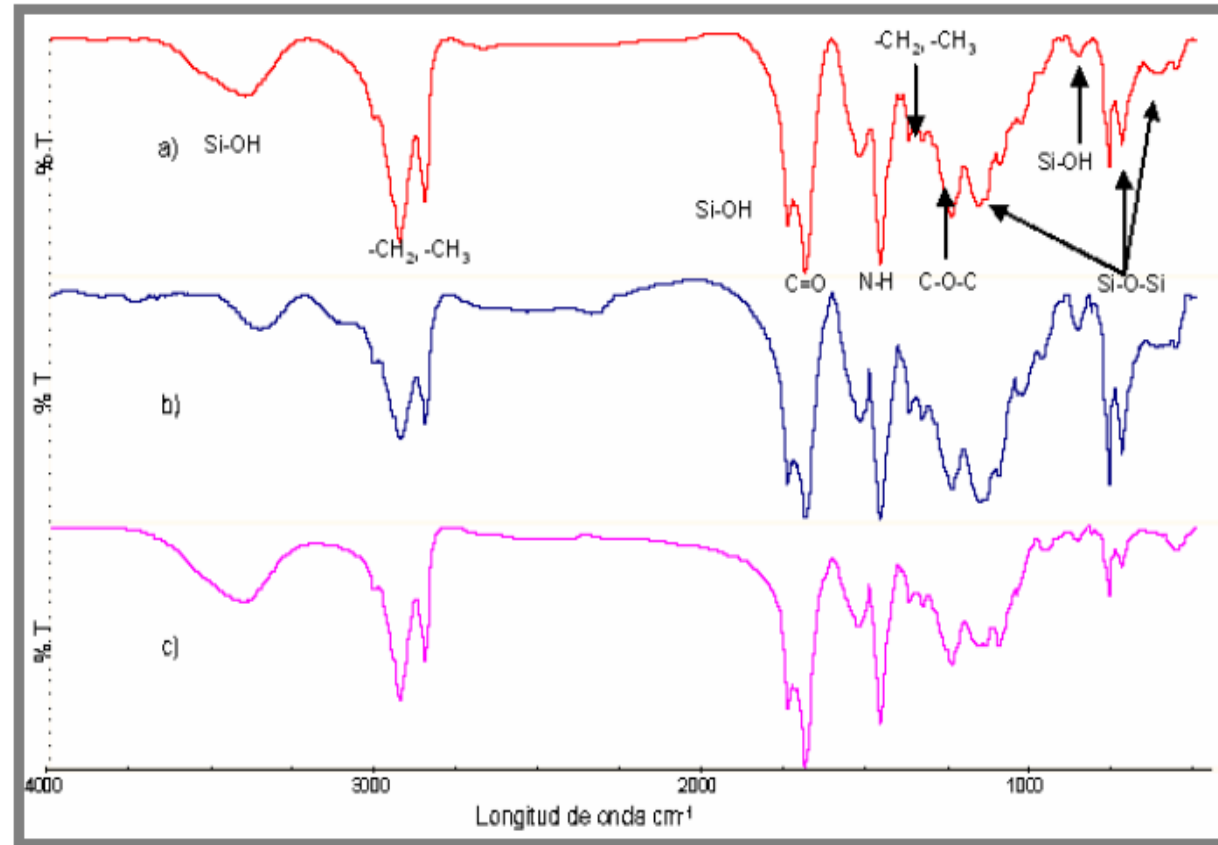


Figura 6. Espectro FTIR para RPI's binarias de PU/SiO₂: a) 95/5, b) 90/10 y c) 85/15% en peso.

4. Resultados

Sección 2

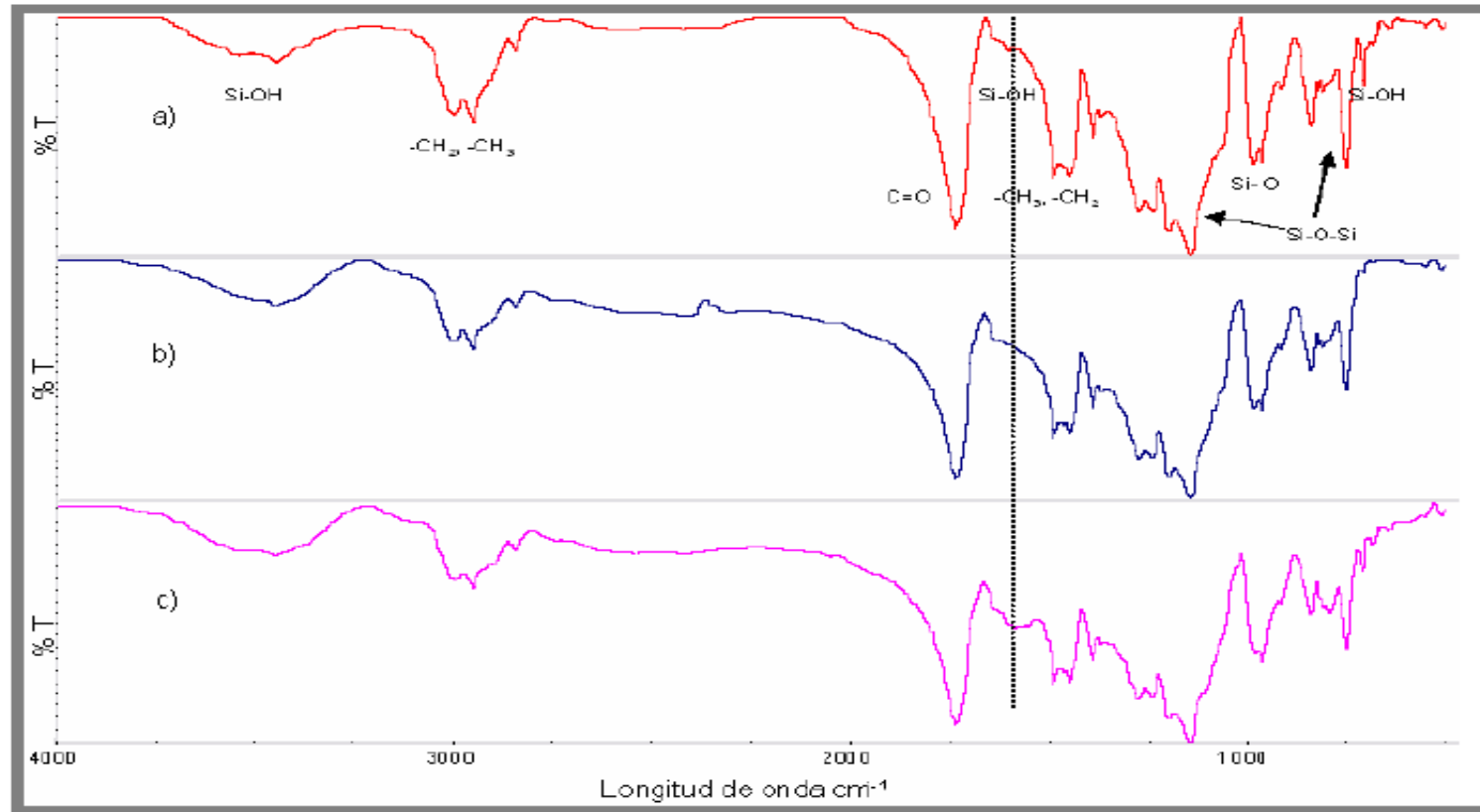


Figura 7. Espectro FTIR para la red de PMMA/SiO₂: a) 95/5, b) 90/10 y c) 85/15% en peso.

4. Resultados

Sección 2

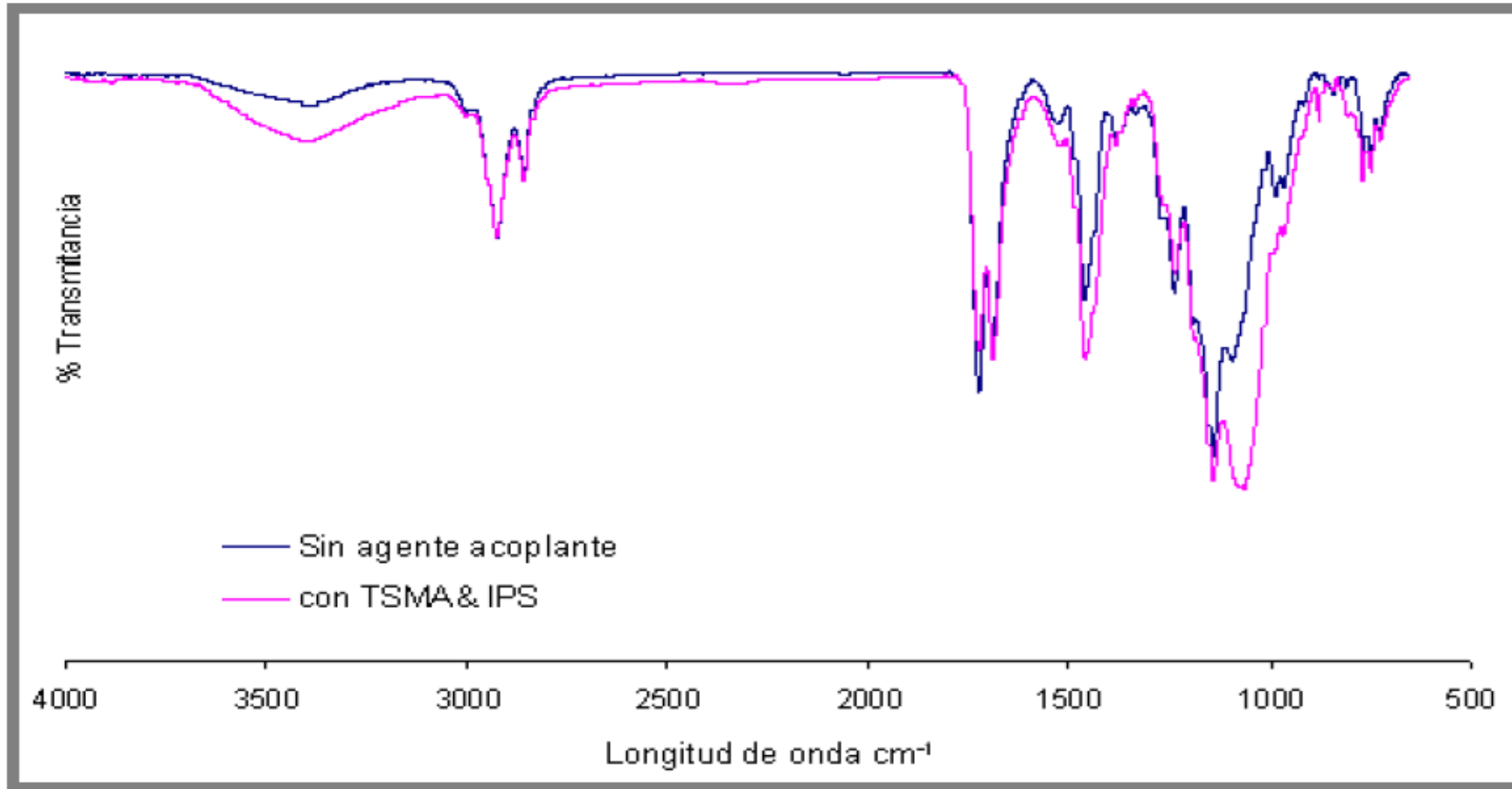


Figura 8. Espectro FTIR para el sistema PU/PMMA/SiO₂ en TSMA e IPS.

4. Resultados

Análisis Termogravimétrico (TGA)

En la termogravimetría (TGA), para un polímero entrecruzado, un incremento de la temperatura causa que el movimiento molecular sea cada vez mayor hasta que las moléculas del polímero se degradan. Este proceso ocurre por etapas, cuando una sustancia es calentada a diferentes temperaturas sufre una serie de transformaciones, las cuales son atribuidas a los cambios en la masa de dicha sustancia. Las muestras caracterizadas corresponden a los sistemas híbridos binarios y ternarios con y sin agentes acoplantes.

Sección 2

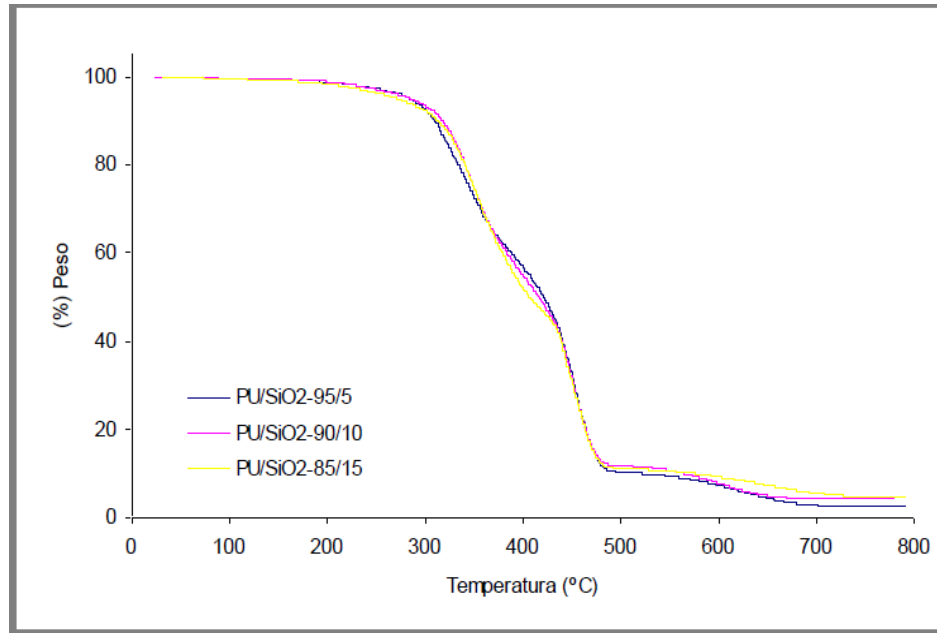


Figura 9. Termograma de las redes binarias de PU/SiO₂

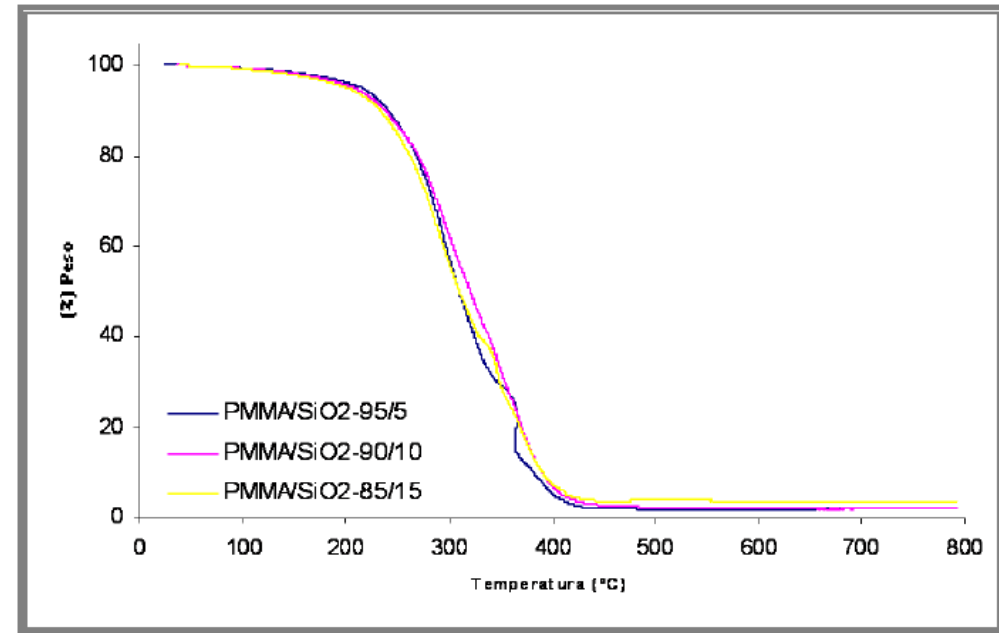


Figura 10. Termograma de una red PMMA/SiO₂

4. Resultados

La **figura 11** corresponde a un termograma de PU/PMMA/SiO₂, en este es posible apreciar la red ternaria cuya concentración final corresponde a un 45/45/10 y 41/41/10-4% con IPTS y MSMA.

Sección 2

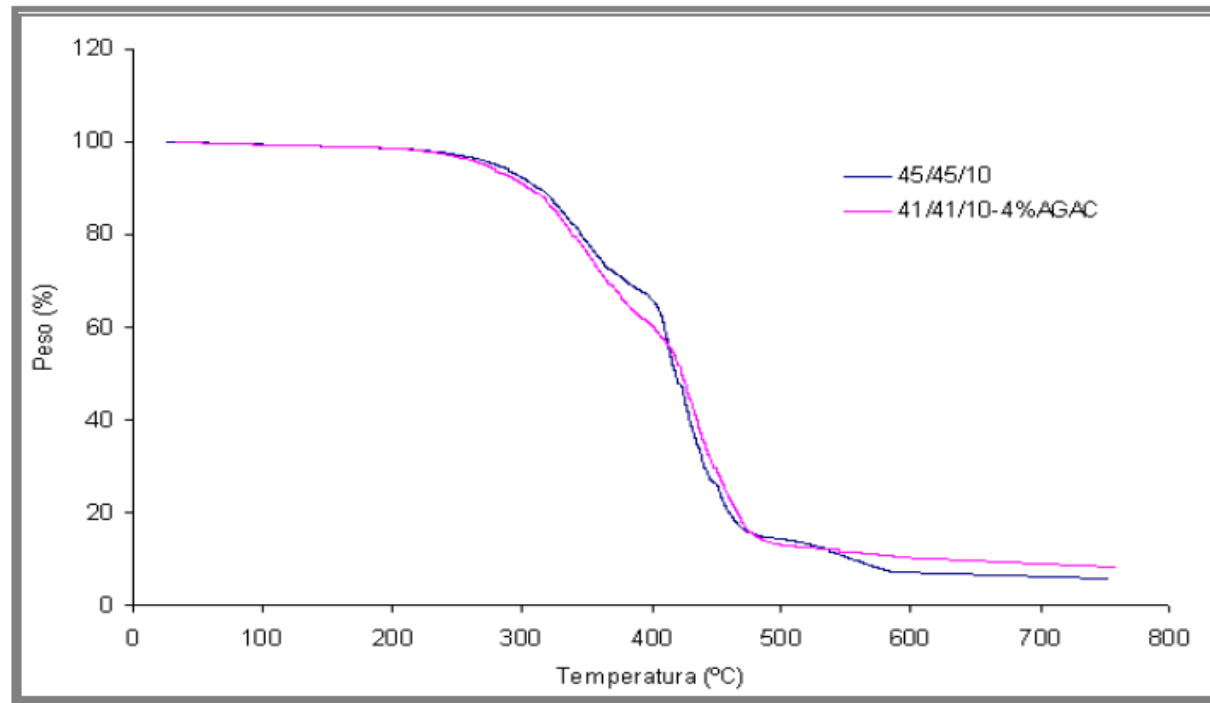


Figura 11. TGA de las redes ternarias de PU/PMMA/SiO₂

5. Conclusiones

En los estudios de FTIR se observaron los grupos representativos de cada sistema, en donde la aparición de diversas bandas atribuidas al silanol (Si-OH) indican que se obtuvo una conversión parcial de sílica.

La IPN sintetizada sin agentes acoplantes presentó su estabilidad térmica muy cercana a los 800 °C con un peso residual del 7%, el cual se atribuye únicamente a la red de SiO₂ puesto que se considera que toda la parte orgánica se descompuso alrededor de los 500 °C.

Sin embargo el uso de agentes de acoplamiento incrementó dicha estabilidad manifestando un peso residual mayor en el contenido de SiO₂ del 10.58%, esto se debe a que dichos agentes contienen dentro de su estructura química

Las pruebas realizadas a las RPI's ternarias, revelaron que al incorporar las tres redes en un solo sistema, repercuten en cuatro puntos importantes:

- 1) formación de productos secundarios
- 2) la estabilidad térmica de los materiales,
- 3) homogeneidad de los sistemas y
- 4) propiedades mecánicas.

6. Referencias bibliográficas

- ❖ Babonneau, F., Sanchez C., (1996) “Stratégies de Synthèse des Matériaux Hybrides”, ed. Masson, Paris, 33-55.
- ❖ Bonilla, M., G. A., (2005), “Réseaux Hybrides Interpénétrés”, Instituto Charles Sadron, Estrasburgo, Francia, 5-15, 77- 89, 115-150.
- ❖ Dave, V. J., Patel, H. S., (2013), “Synthesis and Characterization of interpenetrating Polymer Networks from Transesterified Castor Oil Based Polyurethane and Polystyrene”, 1-7.
- ❖ Ghosh, T., Karak, N., (2018) “Tough Interpenetrating Polymer Network Of Silicone Containing polyurethane and polystyrene with Self-healing, shape memory and self-cleaning attributes” Royal Society of Chemistry.
- ❖ Hahn, W., (1985) “Polyurethane Handbook”, 2ed., Hanser, Munich, 11-16, 33-37, 55-56, 65- 69.
- ❖ Kausar, A., 2019 “Interpenetrating polymer network and nanocomposite IPN of polyurethane/epoxy: a review on fundamentals and advancements” Polymer-Plastics Technology and Materials.
- ❖ Kumar, Mihir Purkait, Kumar Manish, Sinha Mondal Piyal, Singh Randeep, “Stimuli responsive Polymeric Membranes: Interpenetrating Polymer Networks 2019 Volume 25, Pages 67-113.
- ❖ Liang, J., Deng J., (2017), “Chiral Interpenetrating Polymer Network Constructed by Helical Substituted Polyacetylenes and Used for Glucose Adsorption”, 1-7.
- ❖ Mazo, P. C., Restrepo, G., Estenoz, D., (2006) “Síntesis y caracterización de espumas de Poliuretano utilizando aceites vegetales: XIV Congreso colombiano de química”.
- ❖ Pretsch, E., Cler, T., Seibl, J., Simon, (1996,) “Tablas para la elucidación estructural de compuestos orgánicos por métodos espectroscópicos”, Alambra Longman, España, I.5 - I.250.
- ❖ Sanchez C., (1996) “Les Matériaux Hybrides: Définition et Classification“. Ed. Masson, Paris, 17-19, 27-31.



ECORFAN®

© ECORFAN-Mexico, S.C.

No part of this document covered by the Federal Copyright Law may be reproduced, transmitted or used in any form or medium, whether graphic, electronic or mechanical, including but not limited to the following: Citations in articles and comments Bibliographical, compilation of radio or electronic journalistic data. For the effects of articles 13, 162,163 fraction I, 164 fraction I, 168, 169,209 fraction III and other relative of the Federal Law of Copyright. Violations: Be forced to prosecute under Mexican copyright law. The use of general descriptive names, registered names, trademarks, in this publication do not imply, uniformly in the absence of a specific statement, that such names are exempt from the relevant protector in laws and regulations of Mexico and therefore free for General use of the international scientific community. BECORFAN is part of the media of ECORFAN-Mexico, S.C., E: 94-443.F: 008- (www.ecorfan.org/ booklets)