

Los doctores Angel Licea Claveríe y Arturo Zizumbo López, plantearon la oportunidad que los copolímeros en dibloques ofrecían para nanotecnología, obteniendo apoyo de la DGEST y del CONACYT para desarrollar copolímeros en dibloques como “Nanoplantillas”, proyecto en colaboración con el Prof. Roberto Alexander-Katz de la Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa (UAM-I).

Como es necesario tener los copolímeros en dibloque con índices de polidispersidad estrechas, es menester utilizar técnicas de polimerización viviente para su preparación.

Ante las posibilidades que ofrece la técnica RAFT para preparar todo tipo de copolímeros en dibloque, explotamos esa técnica al preparar copolímeros en dibloques sensibles a la temperatura con bloques hidrofílicos e hidrofóbicos, tanto vitrios como elastoméricos<sup>1</sup>.

El estudio de capas delgadas preparadas por “spin-coating” sobre superficies mostró que los dibloques no se ordenan de manera espontánea y que es importante darles tratamiento por tiempos prolongados para lograr acercarse a la estructura de equilibrio termodinámico con microseparación de fases (Figura 1). En la Figura 1 A se muestran estructuras de cilindros de PMMA empacados hexagonalmente en una matriz de PSt<sup>2</sup> y en el caso B se muestran lamelas desordenadas con dominios alternados de PHA y PNIPAAm<sup>3</sup>.

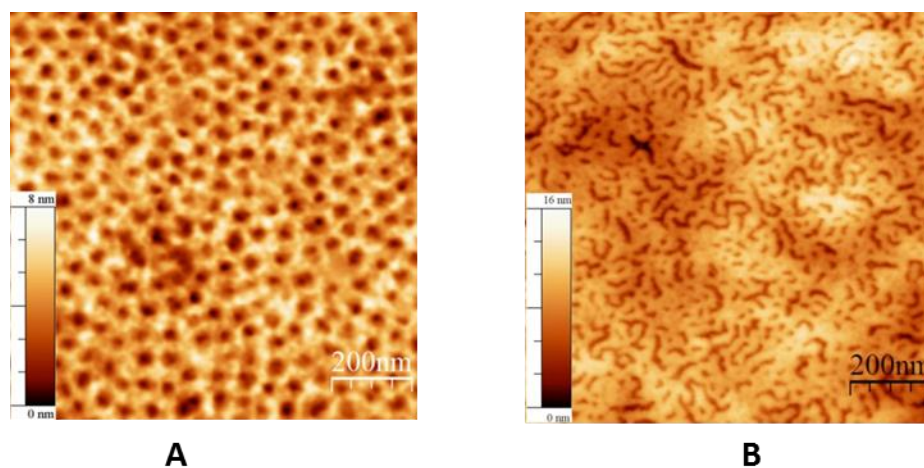


Figura 1: Imágenes de microscopía de fuerza atómica (AFM) mostrando dominios ordenados sobre superficies de vidrio limpio: A) PSt<sub>70%</sub>-*b*-PMMA<sub>30%</sub> ( $M_n=153,000$  g/mol) tratado con vapor de tolueno 100 h<sup>2</sup>; B) PHA<sub>65%</sub>-*b*-PNIPAAm<sub>35%</sub> ( $M_n=30,000$  g/mol) tratado con vapor de p-Dioxano 108 h<sup>3</sup>.

La mezcla de copolímeros en bloque con homopolímeros, permite pasar de una estructura a otra (Figura 2a)<sup>4</sup>. Por otro lado, utilizando polímeros sensibles a estímulos y combinándolos con nanopartículas de oro se forman estructuras más complejas como los “toroides” que confinan a las nanopartículas de oro en el centro (Figura 2b)<sup>5</sup>.

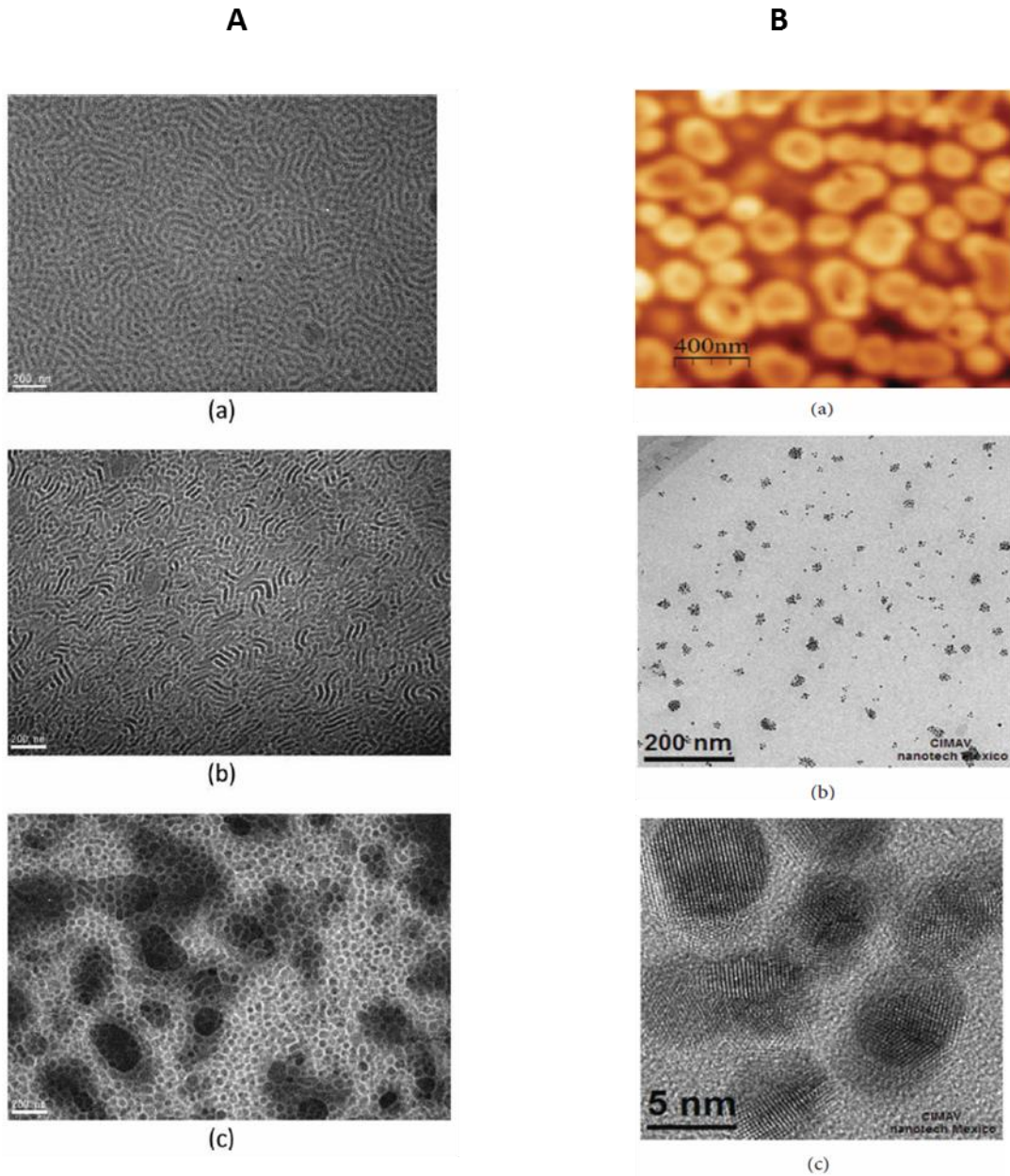


Figura 2: A) Imágenes de microscopía electrónica de transmisión (TEM) de mezclas de PNIPAAm-*b*-PS con PS adicional variando el contenido de PS adicional: a) 5w%, b)10w%, c)34w%.<sup>4</sup> B) Imágenes de mezclas de PS-*b*-PDEAEM con Nanopartículas de oro estabilizadas con PDEAEM (10w%), por a) AFM, b) TEM y c) TEM de alta resolución.<sup>5</sup>

#### BIBLIOGRAFIA

01. A. Vega-Rios, A. Licea-Claverie. Controlled Synthesis of Block Copolymers containing *N*-isopropylacrylamide by Reversible Addition-Fragmentation Chain-Transfer (RAFT) Polymerization. *J. Mex. Chem. Soc.* 55 (2011) 21-32.
02. P. Navarro-Vega, A. Vega-Rios, A. Licea-Claverie, A. Zizumbo-López. Síntesis de copolímeros en dibloque en base a poliestireno y estudio de nanoestructuras formadas en estado

- sólido. *Memorias del XXIII Congreso Nacional de la S.P.M.* Tijuana, México 11-14 Octubre (2010), pp. 59-63.
03. A. Vega-Rios, A. Zizumbo-López, A. Licea-Claverie, R. Alexander-Katz. Caracterización por AFM de capas delgadas de copolímeros en bloque de poli(N-isopropilacrilamida) y (met)acrilatos. *Memorias del XXIII Congreso Nacional de la S.P.M.* Tijuana, México 11-14 Octubre (2010), pp. 74-78.
04. M. Rosales-Guzmán, R. Alexander-Katz\*, P. Castillo-Ocampo, A. Vega-Ríos, A. Licea-Claverie. “Strain state of poly(N-isopropylacrylamide) in poly(styrene)-*b*-Poly(N-isopropylacrylamide) block copolymers and binary blends with poly(styrene)”. *Journal of Polymer Science B: Polymer Physics* 18 (2013) 1368-1376.
- 05.- P. Navarro-Vega, A. Zizumbo-López, A. Licea-Claverie\*, A. Vega-Rios, F. Paraguay-Delgado. “Equilibrium and Nonequilibrium Nanoscale Ordering of Polystyrene-*b*-poly(N,N'-diethylaminoethyl methacrylate), a Block Copolymer Carrying Tertiary Amine Functional Groups”. *Journal of Nanomaterials* 2014, (2014) ID725356 14p. DOI:10.1155/2014/725356.