

EFFECTO DE LA ADICIÓN DE PARTÍCULAS DE CDS EN UNA MATRIZ DE PMMA

M. A. Pantoja Castro ^{1*}, H. González Rodríguez ¹, J. F. Pérez Robles ², H. V. Martínez ³, F. López Villarreal ⁴

1: División de Estudios de Posgrado en Ingeniería Química, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán, México.

2: Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN. Querétaro, Querétaro, México

3: Facultad de Ingeniería Mecánica, Grupo de Nuevos Materiales, Universidad Pontificia Bolivariana. Medellín, Colombia

4: Departamento de Ingeniería Química y Bioquímica, Instituto Tecnológico de Pachuca. Pachuca, México.

* Contacto: m_pantojaq@yahoo.com.mx

RESUMEN

Una vía que permite sacar provecho de las propiedades ópticas y eléctricas, entre otras, de nanopartículas de sulfuro de cadmio (CdS), consiste en su incorporación en matrices poliméricas, en donde la dispersión homogénea de estas juega un rol fundamental para generar una sinergia adecuada de propiedades, de tal forma que este nuevo material puede tener aplicación en el campo de los fotodetectores. En este trabajo se reporta una ruta de síntesis para materiales compuestos de PMMA/CdS en acetona, así como su análisis mediante microscopía óptica y de barrido, reflectancia UV-visible, espectroscopia Raman, difracción de rayos X y pruebas de fotorespuesta (curvas corriente voltaje, I-V).

Palabras Clave: CdS, curvas I-V, PMMA, Materiales compuestos

ABSTRACT

A route which allows taking advantage of the electrical and optical properties, among others, of nanoparticles of cadmium sulphide (CdS), consists of its incorporation in a polymer matrix, wherein the homogeneous dispersion of these particles plays a fundamental role for generating appropriate synergy properties. This condition allows to this new material have an important application in the field of the photodetectors. This paper reports a route for the synthesis of PMMA/CdS composites using acetone as solvent, sonochemistry and in situ polymerization. Films with homogenously particles of CdS in PMMA were studied by optical and scanning microscopy, UV-visible reflectance, X-ray diffraction and photoresponse analysis (I-V curves).

Keywords: CdS, I-V curve,s PMMA, Composed materials

1 INTRODUCCIÓN

Los materiales compuestos de polímeros con nanopartículas han atraído la atención por la cantidad de combinaciones que se pueden hacer resultando en nuevos compuestos con propiedades reforzadas [1-4]. El poli(metil metacrilato) presenta propiedades interesantes como

flexibilidad mecánica, estabilidad térmica y eléctrica, además de que es un material transparente y de bajo costo. Este polímero puede actuar como una matriz de partículas de sulfuro de cadmio (CdS), material que presenta excelentes propiedades catalíticas, ópticas y eléctricas (semiconductor) debido a su confinamiento cuántico [5-6]. Lo anterior está directamente relacionado a la relación volumen-superficie presentes en este tipo de nanopartículas, y que son aprovechadas al estar uniformemente distribuidas en una matriz. Lo anterior representa un reto, sin embargo el uso de agentes estabilizantes así como métodos químicos hace posible generar materiales compuestos homogéneamente [6-7].

En este trabajo se ha obtenido una solución estable de CdS en una mezcla de acetona-monómero de metil metacrilato usando ácido 3-mercaptopropionico como agente estabilizante y 2, 2' azobis isobutirilnitrilo como iniciador. Se obtuvieron materiales de PMMA-CdS con la siguiente relación en peso (90-10, 50-50 y 10-90). Los materiales obtenidos fueron caracterizados por microscopía óptica y de barrido, reflectancia UV-visible, difracción de rayos X y curvas de fotorespuesta (I-V).

2 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En las Figuras 1 y 2 se muestran las micrografías de microscopía óptica (MO) y de barrido (SEM) correspondientes a los materiales de PMMA, CdS y PMMA-CdS para la composición de 90-10 (I), 50-50 (II) y 10-90 (III) % peso (PMMA-CdS). En estas muestras se puede apreciar que el PMMA (Figura 2.a) puro presenta una superficie homogénea mientras que las partículas de CdS (Figura 2.b) no presentan una fase continua ya que a simple vista se ven grandes islotes y aglomerados.

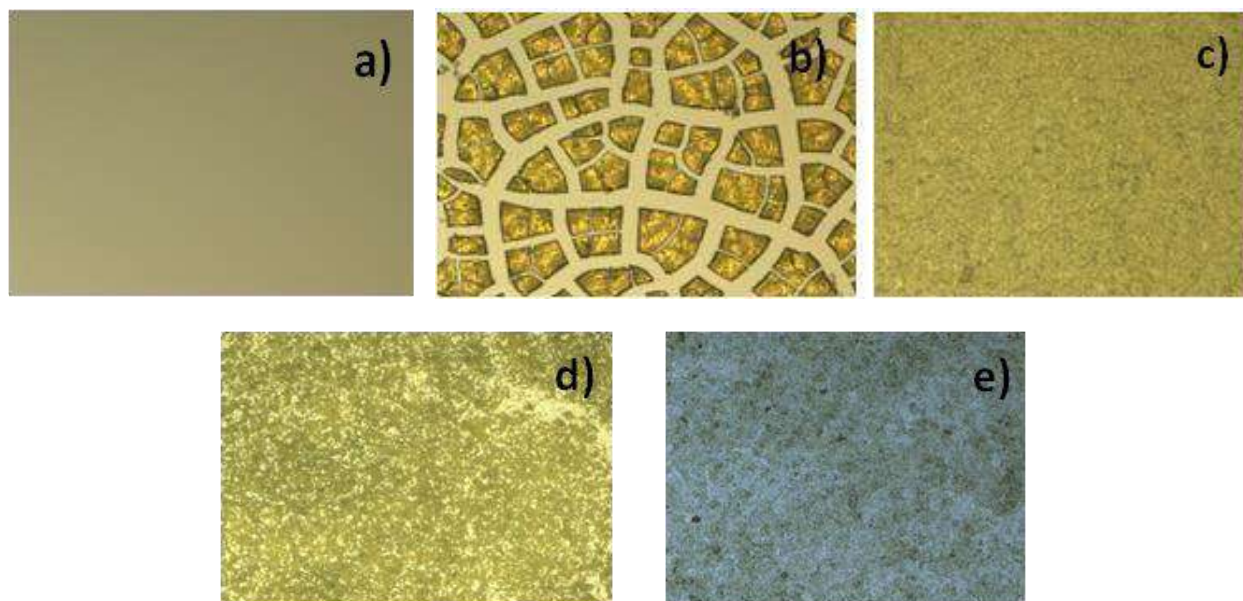


Figura 1. Microscopía óptica a 10x de PMMA (a), CdS (b), PMMA-CdS I (c), PMMA-CdS II (d), PMMA-CdS III (e)

En los materiales compuestos de PMMA-CdS se puede encontrar tanto en las micrografías de MO como de SEM que el PMMA actúa como un material de unión del CdS ya que se generan superficies continuas mientras que a bajas concentraciones de PMMA (10%) las partículas de CdS presentan segregaciones e islas del orden de los nanómetros tal como puede apreciarse en la micrografía de SEM (Figura 2.e). La heterogeneidad superficial de las películas afecta las propiedades eléctricas principalmente de estos materiales. El estudio de la rugosidad de las películas bajo TEM y AFM sigue bajo estudio.

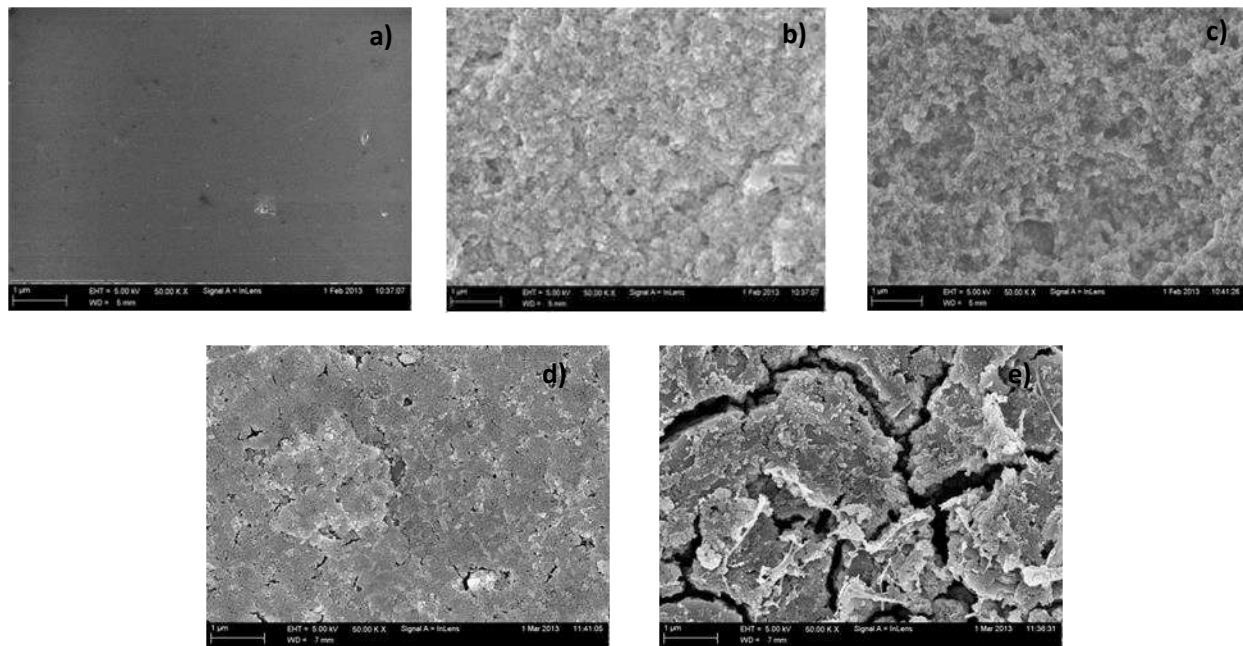


Figura 2. Microscopía electrónica de barrido a 50 000x de PMMA (a), CdS (b), PMMA-CdS I (c), PMMA-CdS II (d) y PMMA-CdS III (e)

En la Figura 3 se presenta el patrón de difracción de Rayos X de las muestras analizadas, no se presentan el difractograma del PMMA ya que se trata de un material amorfo que no da señales importantes en comparación con el difractograma de un material cristalino como es el caso del CdS que muestra los principales picos característicos localizados a 26.45, 43.85 y 51.9° correspondientes a los planos 111, 220, 311 de la fase cúbica. Estos mismos picos se siguen presentando en las mismas posiciones en los composites de PMMA-CdS I, PMMA-CdS II y PMMA-CdS III aún cuando el CdS se encuentra a bajas concentraciones (10% peso) tal como sucede en la muestra PMMA-CdS I.

A partir del ancho medio del pico del XRD, se determinó que el CdS presenta un tamaño de grano de 82.5 nanómetros mientras que en las muestras de PMMA-CdS éste se obtiene alrededor de 95 nanómetros.

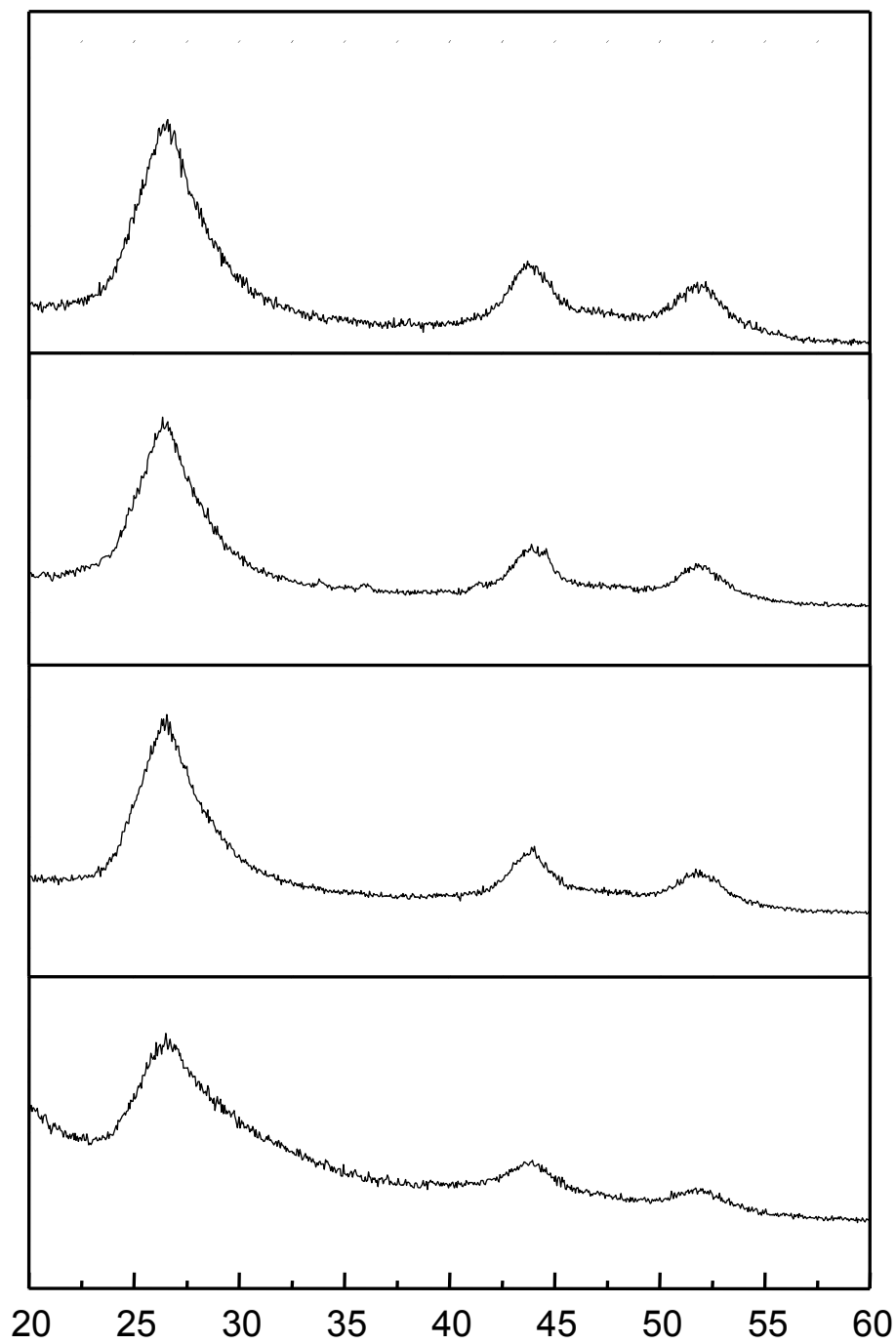


Figura 3. Patrón de difracción de rayos X de CdS, PMMA-CdS I, PMMA-CdS II y PMMA-CdS III

A través de UV-vis se determinó el ancho de banda prohibido y en todas las muestras este aparece alrededor de 2.42 eV, el cual es el valor característico del CdS como material semiconductor.

Las pruebas eléctricas (curvas I-V) mostradas en la Figura 4 de estos materiales indican que con bajas concentraciones de CdS (10 % peso) en el PMMA es posible obtener una buena fotorespuesta, mientras que con altas concentraciones de CdS en el PMMA (90-10) está disminuye debido a la irregularidad de la película.

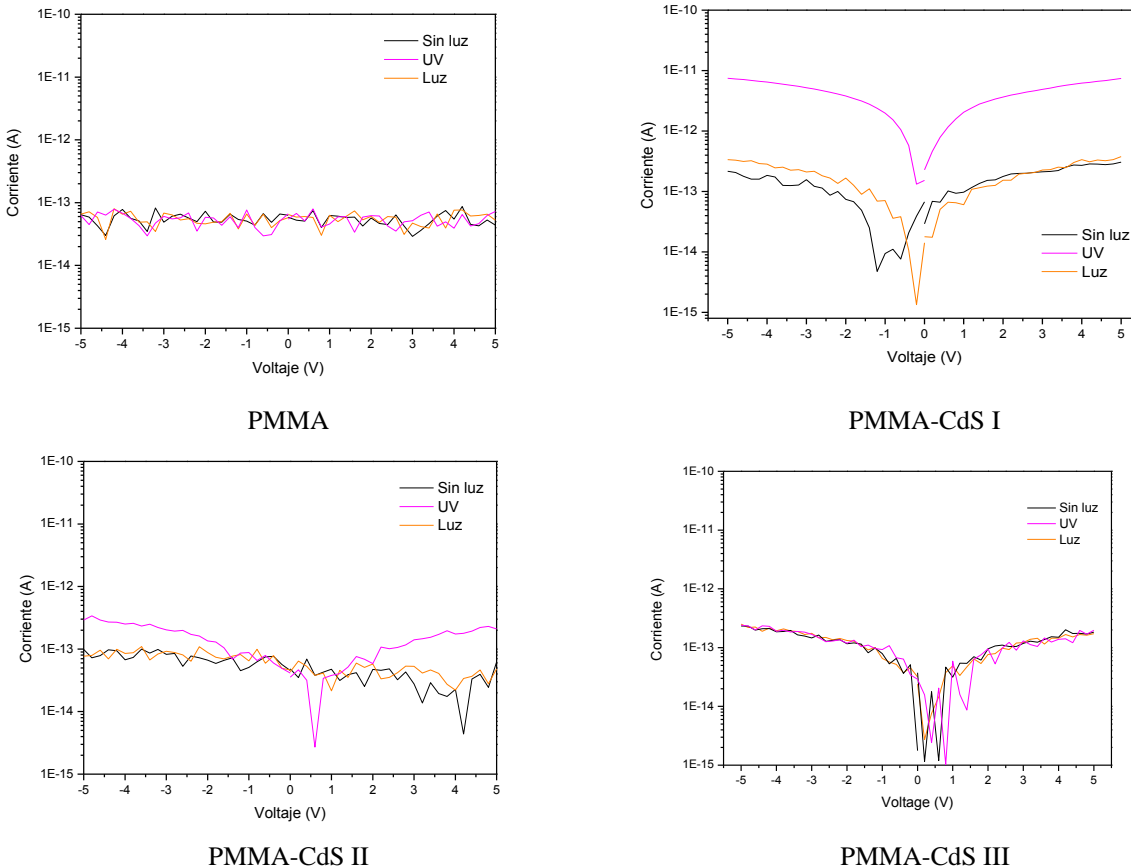


Figura 4. Curvas I-V de PMMA y PMMA-CdS I, PMMA-CdS II y PMMA-CdS III

3 CONCLUSIONES

Se sintetizaron materiales de PMMA-CdS con diferentes concentraciones de CdS (10, 50 y 90% en peso), se obtuvieron soluciones estables de CdS en PMMA. Estos materiales presentan una alta transmitancia así como una buena fotorespuesta, la cual es mayor a la que presenta el PMMA sin partículas de CdS, lo anterior es producto de una buena dispersión de las partículas de CdS en el polímero. El PMMA actúa como una excelente matriz de CdS ya que a bajas concentraciones de CdS (10 % en peso) se presenta una superficie homogénea además de que la película exhibe mejor fotorespuesta comparada con la película que contiene una mayor cantidad de CdS (90 % en peso).

4 AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al proyecto 20.3 de la Coordinación Científica de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

5 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Gross, S., Camozzo, D., Di Noto, V., Armelao, L., Tondello, E. "PMMA: A key macromolecular component for dielectric low-k hybrid inorganic-organic polymer films", *European polymer journal*, 43, 673-696, 2007.
2. García, B., Ocampo, M. A., Luna-Bárceñas, G., García, R., Mejia, I., Melgarejo, Rodríguez, F., Fernández Loyola, C. H. OR., Catalán Sánchez, K., Ramírez Flores, N., García Vásquez, S. R., Ortiz Estrada, C., Garcia Gaitan, B., Zavala, R., "Structural and electrical characterization of isotactic PMMA thin films deposited by spin coating", *Macromolecular Symposia*, 1, 342-347, 283-284, 2009.
3. Huang, Y.L., Ma, C.C.M., Yuen, S.M., Chuang, C.Y., Kuan, H.C., Chiang, C. L., Sheng, Y.W., "Effect of maleic anhydride modified MWNT on the morphology and dynamic mechanical properties of its PMMA composites". *Materials Chemistry Physics* 129, 1214-1220, 2011.
4. Park, J. E., Park, S. G., Koukitu, A., Hatozaki, O., Oyama, N., "Effect of adding Pd nanoparticles to dimercaptan-polyaniline cathodes for lithium polymer battery". *Synthetic Metals*, 140, 3, 27, 121-126, 2004.
5. Khanna, P.K., Singh, N. "Light emitting CdS quantum dots in PMMA: synthesis and optical studies", *Luminescence*, 127, 474-482, 2007.
6. Karan, S., Majumder, M., Mallik, B. "Controlled surface trap photoluminescence from CdS QDs impregnated in poly (methyl methacrylate)", *Photochemical & photobiological sciences*, 11, 1220-1232, 2012.
7. Biryukov, A. A., Izaak, T. I., Gotovtsev, E. Yu., Lapin, I. N., Potekaev, A. I., Svetlichnyi, V. A. "Optical properties of CdS/MMA dispersions and CdS/PMMA nanocomposites prepared by one-step, size-controlled synthesis", *Russian Physics*, 53, 8, 849-856, 2011.