

# FORMACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE PELÍCULAS ORGÁNICAS CONDUCTORAS EMPLEANDO MICROSCOPIA DE FUERZA ATÓMICA

J. A. Balderas López<sup>1</sup>, M. Rivera<sup>1</sup> y M. E. Sánchez Vergara<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México, Departamento de Materia Condensada, Coyoacán, 04510, México, DF, México.

<sup>2</sup> Coordinación de Ingeniería Mecatrónica. Escuela de Ingeniería, Universidad Anáhuac del Norte. Avenida Lomas de la Anáhuac s/n, Col. Lomas Anáhuac, 52786, Huixquilucan, Estado de México. México.

Introducción: Los conductores eléctricos se encuentran íntimamente ligados a la historia y desarrollo del hombre a través del tiempo. Tradicionalmente, estos materiales habían sido elementos metálicos como el oro, el cobre, etc [1]. Actualmente, los esfuerzos para encontrar nuevos materiales con mejores propiedades de conductividad eléctrica, no solo se han enfocado a los materiales inorgánicos, sino que han abarcado derivados orgánicos, metal-orgánicos y organometálicos [2].

De manera particular, las películas orgánicas formadas por macrociclos metálicos como las porfirinas, ftalocianinas, etc., poseen propiedades eléctricas, magnéticas y ópticas novedosas que pueden llegar a ser similares, e incluso superiores, a aquellas de los materiales inorgánicos convencionales [3]. Estas características, las hacen interesantes no solo a nivel científico, sino además, tecnológico, por sus importantes aplicaciones en dispositivos electrónicos, ópticos y elementos conductores, entre otros.

Objetivos:

- Formar películas orgánicas conductoras empleando los métodos de absorción simple y procesos electroquímicos.
- Caracterizar las películas formadas por microscopia óptica, microscopia electrónica de barrido (SEM), microscopia de fuerza atómica (AFM) y microscopia de fuerza magnética (MFM).

Metodología: Se emplearon diferentes ftalocianinas cuyas composiciones fueron:  $\text{KPcCo}(\text{CN})_2$ ,  $[\text{PcCoCN}]_n$ , y  $[\text{PcCo}(\text{CN})\text{L}]$  (L= 1,8 dihidroxiantraquinona) en concentraciones de  $10^{-5}$  M. Para la formación de películas por absorción, se usaron como sustratos láminas delgadas de mica moscovita y grafito pirolítico altamente orientado (HOPG). Para cada uno de los compuestos, se colocaron los sustratos dentro de las soluciones durante diferentes tiempos de inmersión. Para obtener las películas por vía electroquímica, se construyó una celda electroquímica convencional de 3 electrodos, utilizando un electrodo de referencia de Ag, un contraelectrodo de Pt y como electrodo de trabajo láminas de HOPG. Se realizaron voltametrías de 40 ciclos de barrido de potencial de los compuestos puros y de los compuestos con otra solución que sirvió como electrolito soporte (tetrafluoroborato de tetrabutilamonio: TBABF). La caracterización de las películas formadas sobre los sustratos, y en general de la topografía de las mismas, se

realizó con microscopía óptica, de fuerza atómica (MFA), microscopía de electrónica de barrido (MEB) y espectroscopia de electrones dispersados (EDS) para establecer su composición química.

Resultados:

Las películas formadas por el método de absorción, resultaron delgadas, presentando pocos agregados sobre su superficie, y por consecuencia, con una superficie muy homogénea. Por voltametría de los compuestos puros, las películas formadas son ligeramente de mayor espesor, observándose agregados de mayores dimensiones, con una distribución no homogénea sobre la superficie. Finalmente, en las voltametrías con electrolito, la cantidad de material depositado aumentó considerablemente sobre el sustrato, obteniéndose una película más densa y de mayor espesor.

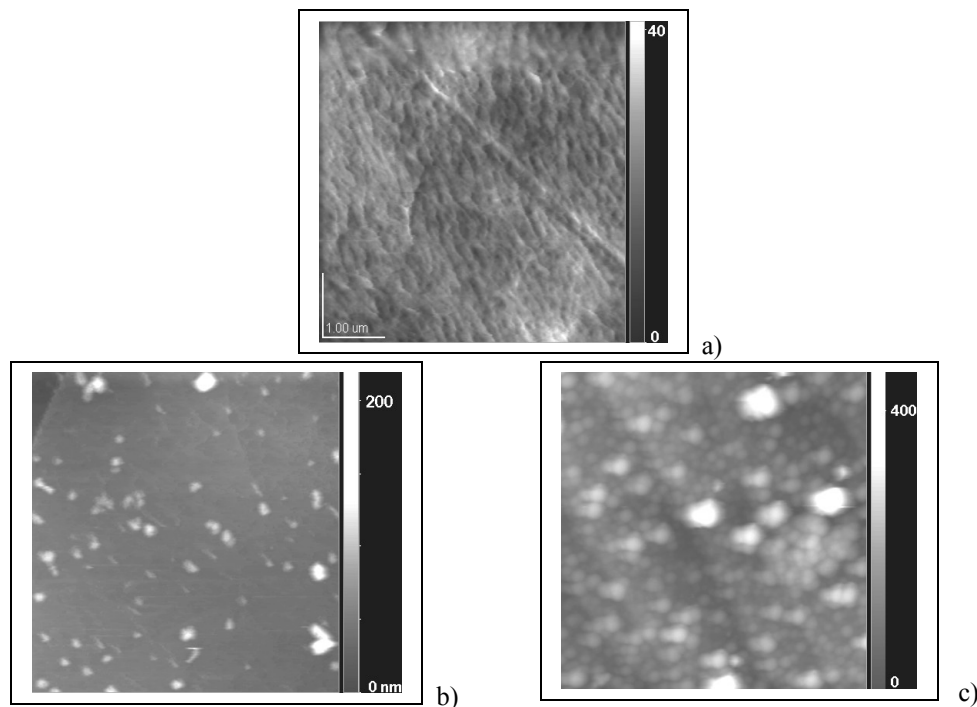


Fig. 1 Imágenes de MFA del sustrato de HOPG con el compuesto  $\text{KPCo(CN)}_2$ . Los depósitos fueron formados por: método de absorción (a), método electroquímico sin electrolito (b) y método electroquímico con electrolito (c). El tamaño de las imágenes es de  $5 \times 5 \mu\text{m}^2$ .

Adicionalmente, las superficies se caracterizaron por microscopía de fuerza magnética, para observar si las películas presentaban una orientación magnética preferencial. En estos estudios, se observó que a bajos recubrimientos, el material se encuentra aleatoriamente distribuido. A mayores recubrimientos, la película se vió más compacta y homogénea. De estas imágenes, también se observó que la cantidad de tonos de colores disminuye considerablemente al aumentar la densidad superficial. Esto se puede explicar en términos de que al aumentar el porcentaje de recubrimiento de la superficie, el momento magnético de las moléculas en la película se reorienta preferentemente en el plano de la misma.

Conclusiones: Por el método de absorción, los compuestos forman películas muy delgadas sobre la superficie de los sustratos. Los compuestos formaron películas mas planas y homogéneas sobre el sustrato hidrofílico (mica moscovita) que sobre el sustrato hidrofóbico (HOPG). Por el método electroquímico, los compuestos formaron depósitos considerablemente mayores que los obtenidos por absorción. Aunque se electrodepositó material empleando los compuestos puros, la presencia de un electrolito soporte mejoró la eficiencia en la formación de las películas, así como la cantidad de material depositado.

#### Bibliografía:

- [1] L N Kryzhanovskii 1988 *Sov. Phys. Usp.* **31** 456-458.
- [2] D. Jerome and H.J. Schulz, *Adv. Phys.* **51** (2002), 293.
- [3] T. Inabe and H. Yajima, *Chemical Reviews* **104** (2004) 5503.