



## Análisis de la funcionalización de películas de carburo de silicio amorfo hidrogenado (*a*-SiC:H) por espectroscopia Raman y AFM

Ana Laura Pérez Coyotl<sup>1</sup>, José Luis Herrera Celis<sup>2</sup>, Claudia Reyes Betanzo<sup>2</sup>, Orlando Zaca Moran<sup>1</sup>, Marlon Rojas López<sup>1</sup>, Raúl Delgado Macuil<sup>1</sup> y Abdú Orduña Díaz<sup>1</sup>. <sup>1</sup>Centro de Investigación en Biotecnología Aplicada del IPN, Ex-Hacienda San Juan Molino Carretera Estatal Tecuexcomac Tepetitla. Km 1.5, 90700, Tlaxcala- México. <sup>2</sup>Instituto Nacional de Astrofísica, óptica y Electrónica, Luis Enrique Erro #1, Santa María Tonantzintla, 72840, Puebla- México. lauygui0508@gmail.com

*Palabras clave:* Películas delgadas, Funcionalización, Raman.

**Introducción.** La presencia de bacterias patógenas en los alimentos y bebidas es una gran preocupación para la industria de alimentos debido a su impacto crítico en la salud pública y la economía, por lo que se requieren nuevos dispositivos para el análisis microbiológico y así reducir largos tiempos de análisis y de esta manera disminuir los gastos en los análisis microbiológicos, y asegurar que los alimentos sean inocuos para el consumo de los seres humano [1]. El objetivo de este trabajo es analizar la estructura funcionalizada de la película de carburo de silicio amorfo hidrogenado, misma que se propone como elemento transductor en los biosensores para la detección de microorganismos patógenos.

**Metodología.** Las películas de *a*-SiC:H fueron obtenidas por el método de PECVD. Para la generación de grupos hidroxilo (OH+) sobre las películas, se trataron por 30 min en una solución de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> y H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> en relación (3:1) (V/V) [2]. Posteriormente, para el proceso de funcionalización se preparó una solución al 5% de agua desionizada en etanol (V/V) se disolvió 2% de APTES (3-aminopropil trietoxisilano) (V/V) [3]. Se sumergieron las películas en la solución durante 1 hora y se secaron en el horno (Boekel Scientific modelo 107905) a 120°C por 30 minutos. Los procesos fueron analizadas por espectroscopia Raman (DXR Smart Raman Thermo scientific) y por microscopia de fuerza atómica (AFM).

**Resultados.** Se obtuvieron los espectros Raman del silicio cristalino (c-Si), de las películas de *a*-SiC:H y de las diferentes etapas de funcionalización. En la figura 1 se observa el enlace característico de c-Si en 520cm<sup>-1</sup> y un corrimiento hacia los 518cm<sup>-1</sup>, lo que indicaría un aumento en la concentración de compuestos orgánicos sobre la película, el espectro de la etapa de funcionalización muestran un aumento en la intensidad de las bandas debido a la formación de nuevos compuestos sobre la superficie y una posible deformación de la red *a*-SiC:H. En la figura 2 se muestran imágenes de AFM de la morfología y graficas del cálculo de la rugosidad de la superficie de la película, (a) después de la generación de grupos OH sobre la película (b) después del proceso de funcionalización respectivamente. El espesor de la película es de 435nm.

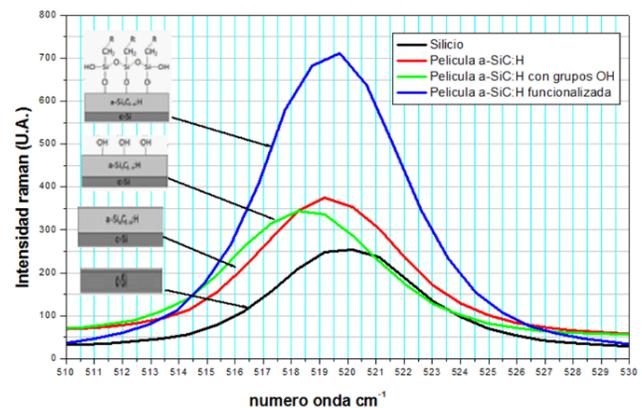


Fig. 1. Espectro Raman de las etapas de funcionalización de la película de *a*-SiC:H

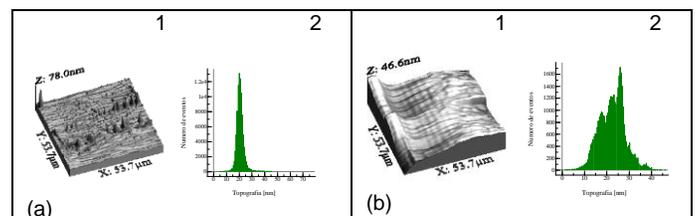


Fig. 2. Microscopia de AFM, (a) Generación de grupos OH (1), cálculo de la rugosidad (2) y (b) película funcionalizada (1), y cálculo de la rugosidad (2).

**Conclusiones.** En los espectros Raman se observa corrimientos del pico característico de c-Si después de las etapas de funcionalización debido a la posible formación de enlaces covalentes si-o-si y grupos funcionales amino (NH<sub>2</sub>) en la superficie, debido a que en las imágenes de microscopia se observa una superficie con mayor rugosidad antes de la funcionalización y una disminución de ésta después del proceso de funcionalización debido a los grupos funcionales presente en la superficie.

### Bibliografía.

1. Yamada K, Kim C-T, Kim J-H, Chung J-H, Lee HG, et al. (2014) Single Walled Carbon Nanotube-Based Junction Biosensor for Detection of *Escherichia coli*. PLoS ONE 9(9): e105767. doi:10.1371/journal.pone.0105767
2. Stanley D. Chandross Surface passivation for single-molecule protein studies J. Vis. Exp. (86), e50549, doi:10.3791/50549 (2014).
3. Hermanson Greg T. , 2013, Bioconjugate Techniques, Chapter 13 Silane Coupling Agents 535-548, Third Edition.