

Obtención de esferas de alumina-hidroxiapatita-plata

Development of alumina-hydroxyapatite-silver spheres

Pamela Nair Silva-Holguin¹, José Hafid Roque-Ruiz¹, Jesús Alberto Garibay-Alvarado¹, Jonatan Torres-Perez¹, Nahum Andrés Medellín-Castillo². Simón Yobanny Reyes-López^{1*}

¹Instituto de Ciencias Biomédicas, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Envolvente del PRONAF y Estocolmo s/n, Ciudad Juárez, Chihuahua, México, C. P. 32310.

²Centro de Investigación y Estudios de Posgrado, Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Av. Dr. Manuel Nava No. 8, San Luis Potosí, SLP, C. P. 78210, México.

*corresponding author: simon.reyes@uacj.mx

Keywords: Adsorption, electrospinning, Sol-gel.

Palabras Clave: Adsorción, esferas, Sol-gel.

Introducción:

Recientemente se ha incrementado el interés en el uso de materiales cerámicos con propiedades bactericidas y en procesos de adsorción. Sin embargo, son utilizados principalmente en forma de partícula, lo cual conlleva ciertas desventajas, como la formación de aglomerados, pérdida de área superficial y de sitios activos disponibles. Los materiales para desarrollar deben ser estables y funcionales, por lo tanto, existe gran interés en obtener un material que posea un equilibrio entre los factores estéticos, biológicos, mecánicos y funcionales, que pueda ser usado como material para el control de infecciones. Por lo cual, en la presente investigación se presenta la obtención de esferas de alumina recubiertas con hidroxiapatita y dopadas con nanopartículas de plata con efecto antibacteriano. La susceptibilidad antimicrobiana fue comprobada con los métodos de difusión en agar y turbidimetría en bacterias Gram-negativas (*Escherichia coli*, *Klebsiella oxytoca* y *Pseudomonas aeruginosa*) y Gram-positivas (*Streptococcus mutans*, *Staphylococcus aureus* y *Bacillus subtilis*). Todas las bacterias utilizadas fueron susceptibles a las esferas de Alúmina-HA-NpsAg y con mayor susceptibilidad para *E. coli*, *P. aeruginosa* y *S. aureus*.

Metodología

Síntesis de nanopartículas de plata NpsAg: La obtención de las nanopartículas de plata fue a partir de reducción química, en la que se utilizó nitrato de plata como precursor metálico, ácido gálico como agente reductor e hidróxido de sodio como agente estabilizador. Se realizó una solución de nitrato de plata 10 mM, a la cual se le agrego el agente reductor e inmediatamente después se agregó por goteo hidróxido de sodio (1 M) hasta un pH de 11. Obtención de esferas de alumina-HA-NpsAg: Se realizó una mezcla de alumina, agua desionizada, alginato de sodio y PVA (a 55, 30, 10 y 5 %). La mezcla se dejó caer gota a gota sobre la solución de cloruro de bario. Las esferas se dejaron añejar en el cloruro de bario durante 24 h, transcurrido el tiempo, se colocaron en el horno a 100 °C durante 24 h, posterior a 800 °C durante 2 h con una rampa de 5 °C / min, por último,

se sinterizaron a una temperatura de 1200 °C durante 2 h con una rampa de 5 °C / min. Para recubrir las esferas de alúmina con HA, las esferas de alúmina se sumergieron en la solución sol-gel de hidroxiapatita para formar la cubierta y se dejaron secar a 100 °C durante 24 h, posterior se metieron a la mufla a 970 °C durante 3 h con una rampa de 5 °C / min para eliminar el material orgánico y cristalizar la HA, este proceso se repitió por triplicado para una mayor deposición de HA. Dopaje: Se utilizó la solución de nanopartículas de plata 10 mM, donde se sumergieron las esferas de alúmina-HA durante 72h. Trascurrido el tiempo, las esferas se retiraron de la solución de NpsAg y se colocaron en el horno a 100 °C durante 24 h, posterior se pasaron a la mufla a 200 °C durante 3 h con una rampa de 5 °C / min para eliminar la humedad. Caracterización: Las esferas de hidroxiapatita-alúmina y de hidroxiapatita-alúmina-Ag sintetizadas fueron caracterizadas por Espectroscopia ultravioleta-visible (UV-Vis), Espectrometría infrarroja por Transformadas de Fourier (FTIR), Espectrometría RAMAN, Microscopia Electrónica de barrido (SEM), Dispersión dinámica de luz (DLS), Análisis de energía dispersada por rayos X (EDS) y Difracción de rayos X (DRX).

Resultados

Las esferas de alúmina se obtuvieron por el método de encapsulación iónica utilizando como agente encapsulante el alginato de sodio y como soporte de la mezcla PVA. Se realizó una mezcla de α -alúmina, agua desionizada, alginato de sodio y PVA. Con esta mezcla se obtuvieron esferas de 4.08 ± 0.31 mm por 3.25 ± 0.30 mm de ancho y alto con una esfericidad de 0.80 ± 0.07 . En la figura 2 se muestra una esfera de alúmina antes y después de proceso de sinterizado y en la figura 1 se muestran las esferas de alúmina sinterizadas.

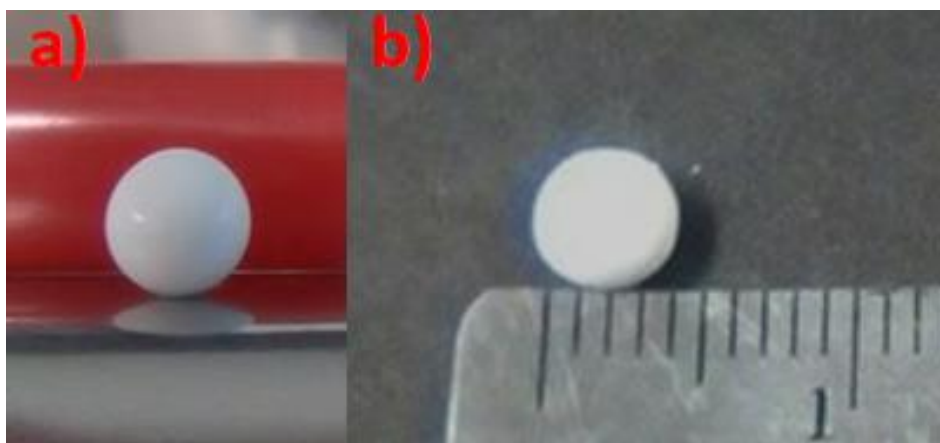


Figura 1. Esferas de alúmina, a) esferas en verde, b) esferas sinterizadas.

En la figura 2 se presenta el mapeo de las esferas de alúmina-hidroxiapatita. En esta figura se observa la distribución elemental en la muestra de los elementos calcio, fósforo, aluminio, oxígeno y carbono. El calcio y el fósforo se encuentran en la periferia de la esfera, lo cual indica que es la parte del recubrimiento, mientras que el aluminio y el oxígeno se encuentran en el núcleo de la esfera formada por la alúmina. En el mapeo se observa una buena delimitación de la distribución de calcio, fósforo y aluminio.

Bibliografía

- Reyes-López, S. Y., Acuña, R. S., López-Juárez, R., & Rodríguez, J. S. (2013). Analysis of the phase transformation of aluminum formate $\text{Al}(\text{O}_2\text{CH})_3$ to α -alumina by Raman and infrared spectroscopy. *Journal of Ceramic Processing Research*, 14(5), 627-631.
- Roque-Ruiz, J. H., Castillo-Ramírez, D., de Jesús Ruíz-Baltazar, Á., Espinosa-Cristóbal, L. F., & Reyes-López, S. Y. (2018). Preparation of silver-doped alumina spherical beads with antimicrobial properties. *Journal of Nanomaterials*, 2018.
- Vargas-Martínez, N., Ruíz-Baltazar, Á. D. J., Medellín-Castillo, N. A., & Reyes-López, S. Y. (2018). Synthesis of α -alumina nano-onions by thermal decomposition of aluminum formate. *Journal of Nanomaterials*, 2018.
- Roque-Ruiz, J. H., Castillo-Ramírez, D., de Jesús Ruíz-Baltazar, Á., Espinosa-Cristóbal, L. F., & Reyes-López, S. Y. (2018). Preparation of silver-doped alumina spherical beads with antimicrobial properties. *Journal of Nanomaterials*, 2018.

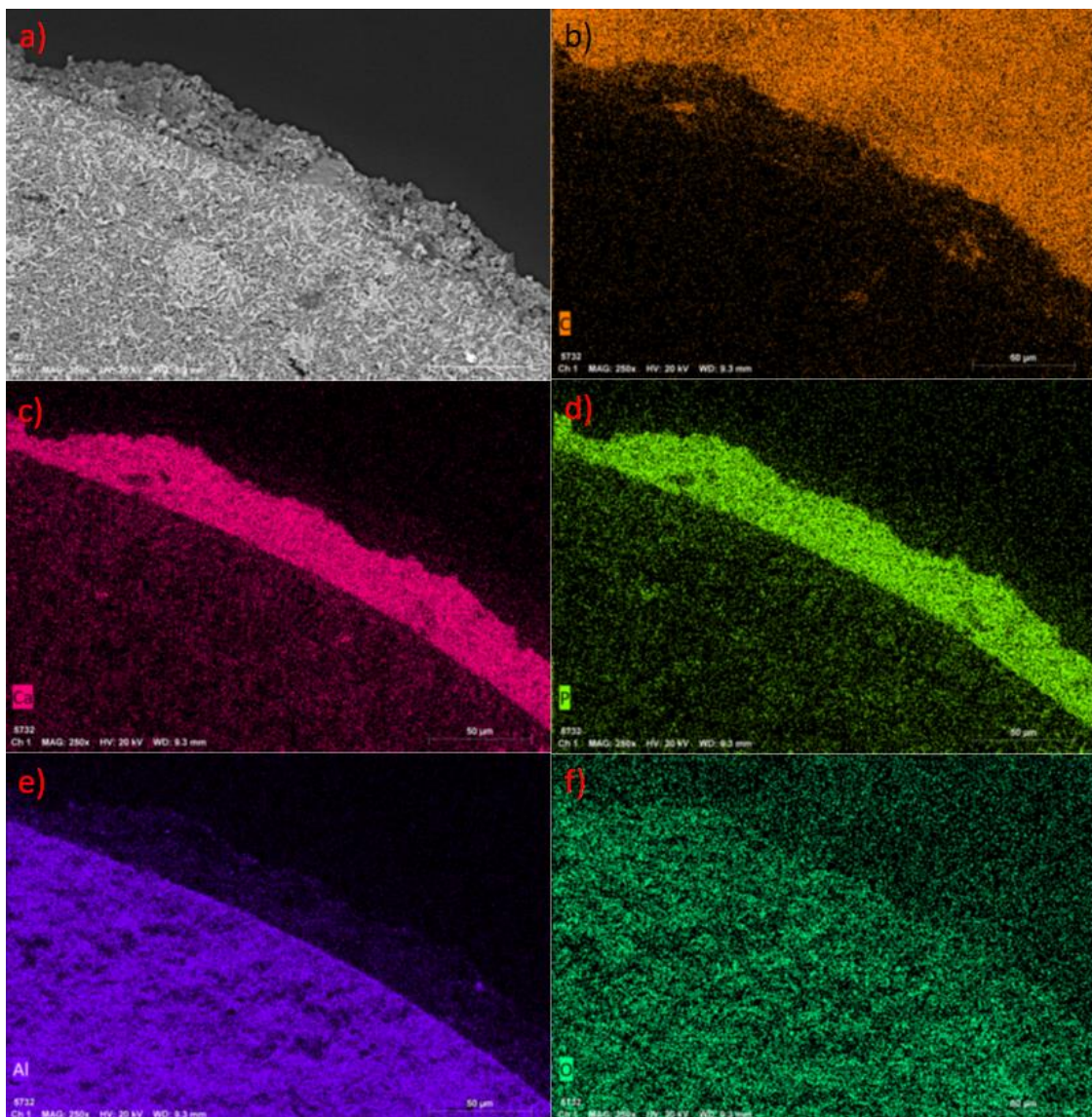


Figura 2. Análisis composicional de alúmina-HA por MEB, a) micrografía SE, b) carbono, c) calcio, d) fósforo, e) aluminio y f) oxígeno.