

CRECIMIENTO DE HIDROXIAPATITA SOBRE ACERO RECUBIERTO CON UN MATERIAL HIBRIDO PMMA-SIO₂

**E. Reyes-Cervantes¹, E. Rubio¹, S. Reyes-Escamilla², D. Mendoza-Anaya³
y V. Rodríguez-Lugo^{1*}**

¹Centro Universitario de Vinculación, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Ciudad Universitaria, C.P. 72570 Puebla, México.

²Facultad de Ingeniería Química, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Ciudad Universitaria, C.P. 72570 Puebla, México.

³Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares, Km 36.5 Carretera México – Toluca, Ocoyoacac. Edo. De México. C.P. 52045, México.

efrainrubio@yahoo.com

INTRODUCCIÓN

La hidroxiapatita ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$) tiene gran importancia en el campo biomédico como materia prima para la preparación de implantes artificiales de hueso. La hidroxiapatita se puede sintetizar por varios métodos tales como reacciones de estado sólido, ruta química por vía húmeda, método hidrotermal, etc. Sin embargo, la mayoría de esos métodos convencionales preparan formas irregulares de polvos. Un método llamado biomimético, el cual imita a la naturaleza se está desarrollando. En este método, moléculas orgánicas se autoensamblan y organizan como nanoestructuras y son usadas como templete para formar cristales inorgánicos tales como la hidroxiapatita, con una orientación específica. Entonces, la morfología, el tamaño y la orientación del cristal son controlados.[1]

Los biomateriales, tanto naturales como sintéticos, poseen características en masa y superficie que definen su biocompatibilidad y bioestabilidad, las cuales deben conocerse a los efectos de predecir el comportamiento del dispositivo durante el periodo de aplicación clínica.[2] En el presente trabajo se llevó a cabo el crecimiento de Hidroxiapatita HAp sobre acero 316L recubierto con un híbrido, el crecimiento se logró mediante inmersión en fluido fisiológico simulado (FFS) controlando el pH y la temperatura, los cuales se mantuvieron constantes a 7.4, y a 36 °C respectivamente, la concentración se efectuó con 1.5 FFS la cual se cambio diario para simular la renovación del plasma en el organismo, la caracterización se efectuó con SEM, DRX, FTIR y EDS, se observó que se logró hacer crecer cristales de HAp con un recubrimiento homogéneo del acero 316L tratado con el híbrido, además se determinó que las estructuras poseen morfología semiesférica con un promedio de $6\mu\text{m}$, se demostró que los grupos funcionales de las muestras contienen grupos característicos del templete y de la HAp, se observó que la formación de los cristales corresponden a la fase cristalina de HAp y el EDS muestra que la relación calcio-fósforo fue cercana al ideal de 1.67

OBJETIVO

Sintetizar por método biomimético y caracterizar por SEM, EDS, DRX y FTIR el biomaterial HAp sobre acero 316L, el cual está recubierto con un material híbrido Polimetil Metacrilato-SiO₂.

METODOLOGÍA

La obtención del recubrimiento híbrido se llevó a cabo en dos etapas. La primera etapa consistió en la preparación de una solución híbrida (MMA-SiO₂-CaO), para ello se mezcló tetraetil ortosilicato, metóxido de calcio, 3-(Trimetoxisilano propil metacrilato) como agente de acoplamiento, etanol, agua destilada y HCl como catalizador, en esta mezcla se llevan reacciones de hidrólisis y condensación para formar redes de sílice y el posterior acoplamiento del silano. La solución se mantiene en agitación constante por 24 horas. Posteriormente se incorpora 10 ml de metilmetacrilato (MMA) con peróxido de benzoilo (BPO) y se mantiene en agitación por una hora. Obteniendo de esta forma una solución transparente y homogénea. La segunda etapa consiste en recubrir el acero con el material híbrido, en donde 15 placas de acero 316 con dimensiones de 2 x 1 X 0.3 cm se lavaron con acetona para eliminar la presencia de grasa. Posteriormente las placas de acero se recubrieron con la solución híbrida por inmersión con ayuda de un equipo Dip-coating. Posteriormente el recubrimiento se mantuvo a temperatura ambiente por 1 hora con el propósito de eliminar el solvente, finalmente el curado del recubrimiento se lleva a cabo a 70 °C por 24 hrs.

Para obtener la hidroxiapatita se utilizó una estrategia biomimética, que consiste en preparar un fluido Fisiológico semejante al plasma del cuerpo humano, esta solución salina se denomina Fluido Fisiológico Simulado (FFS) y se mantiene a una temperatura de 37°C y un pH de 7.4, condiciones semejantes a las del cuerpo humano. Para preparar el FFS se mezcla cloruro de sodio (NaCl), cloruro de calcio (CaCl₂), fosfato de potasio dibásico (K₂HPO₄) e hidroximetil aminometano (TRIS) (C₄H₁₁NO₃) en 250 ml de agua deionizada a una temperatura de 37°C en las cantidades indicadas en la tabla 1, finalmente la solución se ajusta a un pH de 7.4 con ácido clorhídrico.

Tabla 1. Reactivos para preparar el FFS

PLASMA	
CONCENTRACION 1.5 M	
CANTIDAD A PREPARAR 250ml	
CaCl ₂	0.0624 gr.
NaCl	3.1338 gr.
K ₂ HPO ₄	0.0587 gr.
TRIS	1.5137 gr.

Una vez preparado el FFS, en 15 tubos de cultivo se colocaron las placas de acero en cada uno de los tubos de cultivo se incorporó 30 ml del FFS y se colocaron en termo baño a una temperatura de 37 °C y se mantuvo el acero recubierto en contacto con el FFS por un tiempo de treinta días, sin embargo el FFS fue reemplazado diariamente. Finalmente se retiraron muestras a 10, 20 y 30 días para realizar su caracterización por microscopía electrónica de barrido, espectroscopía infrarroja y difracción de rayos X.

RESULTADOS

Se hicieron análisis por DRX, en los cuales se observó la presencia de la fase cristalina de la HAp, el análisis por FTIR, demostró la presencia de grupos fosfato característicos de la HAp, así como las bandas correspondientes al PMMA. En la figura 1 se observan parte de los análisis por EDS, que muestran los elementos presentes en la muestra así como su porcentaje y las micrografías obtenidas por SEM, en las cuales se pueden apreciar formas granulares, éstas poseen estructuras con forma de pétalos o crestas, dichas formas granulares tienen un diámetro que va de los 3 a 6 μm , las crestas miden en aproximadamente 0.87 a 2.63 μm .

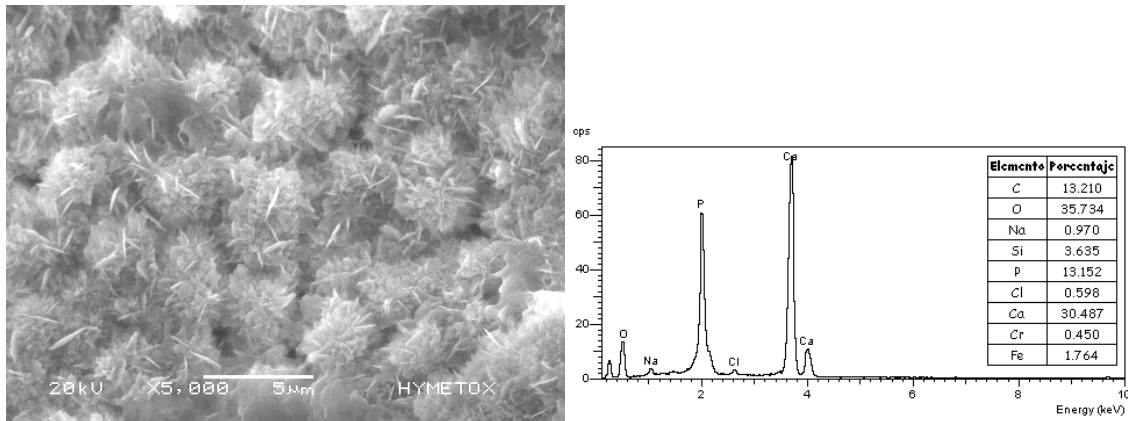


Figura 1. Micrografía y EDS que muestran la morfología y composición respectivamente, del material sintetizado.

CONCLUSIONES

Los métodos analíticos utilizados confirman el crecimiento del biomaterial hidroxiapatita, utilizando el método biomimético, lo que es conveniente por los bajos costos de síntesis del material; también se demostró que el recubrimiento híbrido PMMA-SiO₂ acelera la nucleación y crecimiento de HAp sobre el acero 316L, la relación Ca/P obtenida en el estudio es de 1.59.

REFERENCIAS

1. Jenaro Leocadio Varela Caselis, Crecimiento de Hidroxiapatita Sobre Plantillas Orgánicas, tesis de: Maestría en Ing. Química, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Octubre 2005
2. Gustavo A. Abraham y Teresita R. Cuadrado, Métodos de Caracterización de Biomateriales *Instituto de Investigaciones en Ciencia y Tecnología de Materiales (INTEMA) (UNMdPCONICET), J. B. Justo 4302, B7608FDQ Mar del Plata, Argentina.*