

## Reforzamiento de aleación Ag-Sn con Nanopartículas de plata

L. Ortega Arroyo<sup>1</sup>, E. San Martín-Martínez<sup>1</sup> y F.H. Barceló Santana<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada del Instituto Politécnico Nacional, Legaria 694. Colonia Irrigación, 11500 México D. F.

<sup>2</sup>División de Estudios de Posgrado e Investigación, Facultad de Odontología, UNAM. Circuito Institutos, s/n, Ciudad Universitaria, CP 04510, México D.F.

### Resumen

Se ha encontrado que al agregar material refinado en aleaciones se refuerzan las propiedades mecánicas que por si mismas las aleaciones no tienen. Por ello se evaluó el efecto de adicionar nanopartículas de plata en la aleación plata-estaño. Los efectos causados por la adición de las nanopartículas de plata, serán evaluados usando la metodología de superficie de respuesta (MSR). Las pruebas a las cuales se someterán las muestras para ser evaluadas serán: dureza (Vickers), microestructura usando Microscopia Electronica de Transmisión (TEM) y Difracción de rayos X (DRX).

### Introducción

Cuando McLean y Hugles reforzaron una cerámica feldespática con cristales dispersos de alúmina de alta resistencia, las cerámicas tradicionales empezaron a mejorar su principal falla mecánica: su **resistencia a la fractura**. Este era el motivo por el cual la cerámica necesitaba de una estructura metálica para soporte en las coronas metalocerámicas. Antiguamente estas prótesis eran en base oro en la actualidad se utilizan metales nobles y semi-nobles [1]. Hoy en día la aleación Ag-Sn solo se usa para enseñanza en laboratorios dentales ya que no cumple con las propiedades mecánicas adecuadas para su uso. En la industria esta aleación es ampliamente usada para aplicaciones donde se requieren de materiales que muestren buenas propiedades eléctricas [2]. El objetivo de la presente investigación es reforzar las propiedades mecánicas del material a través de la adición de nanomateriales y sea apta para uso en odontología.

### Procedimiento Experimental

Las nanopartículas de plata fueron preparadas usando el método de Ortega et al, (2008). Las aleaciones se prepararon a través del método de cera pérdida conforme un diseño experimental central compuesto de 13 corridas. Las corridas del diseño experimental se realizarán de manera aleatoria. Las probetas se dimensionaron utilizando la Norma AISI/ADA No 5-1988 e ISO 1562.

Las pruebas de dureza se realizaran montando una pieza en resina y se pulieron con acabado espejo usando una técnica de metalografía adecuada para visualizar la microestructura.

### Resultados y Análisis

Se realizaron las primeras pruebas en base al procedimiento experimental mencionado. Se logro fabricar una aleación Ag<sub>93</sub>Sn<sub>7</sub> sin Nanopartículas y otra con 5%<sub>w</sub> de Nanopartículas de plata. A través de TEM se obtuvo lo mostrado en la Figura 2.

En la figura 2. a) se observan 2 fases destacadas por las zonas más oscuras y más claras, están muy posiblemente sean mas ricas en estaño mientras que en fig.2 b) se observan especie de precipitados con for-



Figura 2. Aleación de Ag93-Sn7 a) sin Nanopartículas y b) con Nanopartículas de plata.

mas esféricas. Por DRX se observa (Figura 3) que la muestra que no tiene Nanopartículas presenta una estructura hexagonal mientras que la muestra con Nanopartículas de Ag tiene un pico adicional a 43.74° y el plano (002) se ve mas intenso. Con ello se observa que existe una modificación en la microestructura y un crecimiento preferencial en este plano. A través de software se encontró que el pico adicional y la intensificación del plano (002) corresponden a la existencia de otra fase que es cúbica. A través de la prueba de dureza Vickers se obtuvo la dureza del material sin Nanopartículas de plata, con un valor de 96 HVN mientras que la que tiene NPs presento una dureza de 130 HVN considerada ya como aleación Tipo III dura según la clasificación de aleaciones.

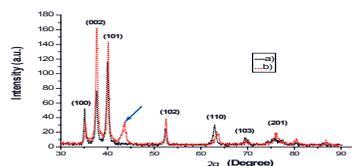


Figura 3. Aleación de Ag<sub>93</sub>-Sn, a) sin Nanopartículas y b) con Nanopartículas de plata.

### Conclusiones

Se observo que existe una modificación en las propiedades de este material a través de los resultados obtenidos por TEM, DRX y dureza. Se sugiere seguir evaluando el efecto de la adición de las NPs a esta aleación probando diferentes proporciones de NPs y Ag-Sn.

### Agradecimientos

Agradecemos al Programa Institucional de Formación de Investigadores (PIFI), a la Secretaria de Investigación y Posgrado (SIP) del Instituto Politécnico Nacional (IPN) y a CONACYT por su apoyo a este trabajo.

### Referencias

- [1] Marco Antonio Bottino. Nuevas tendencias 2 prótesis. (Editorial artes Médicas Latinoamérica, Brasil, 2008).
- [2] C.P. Wu, D.Q. Yi, C.H. Xu, J. Li, B. Wang and F. Zheng. Corrosion Science 50 3508 (2008).
- [3] Poovathinthodiyil Raveendran, Jie Fu y Scott L. Wallen. J. Am. Chem. Soc. 125:13940 (2003).