

## VITROCERÁMICOS DEL TIPO BIOACTIVO CON ALUMINIO INCORPORADO

Volzone, C.; Stábile, F.M.; Ortiga, J.

CETMIC Centro de Tecnología de Recursos Minerales y Cerámica.  
CCT La Plata CONICET-CIC. CC49.Camino Centenario y 506 (1897) M.B.  
Gonnet. Provincia de Buenos Aires. Argentina. [volzcris@netverk.com.ar](mailto:volzcris@netverk.com.ar)

### RESUMEN

*Los vitrocerámicos bioactivos son biomateriales utilizados en la reparación e implantes de tejidos óseos. En general son preparados a partir de biovidrios de composición específica adecuada para tal fin. La incorporación en pequeñas cantidades de aluminio en la formulación influye, entre ellas, en las propiedades estructurales. En este trabajo se analizaron dos vitrocerámicos obtenidos a partir de la formulación  $P_2O_5$ - $Na_2O$ - $CaO$ - $SiO_2$ , agregando aluminio (0,5% expresado como  $Al_2O_3$ ) proveniente de una alúmina reactiva y de un feldespato purificado. Los resultados estructurales indicaron diferencias entre ambos vitrocerámicos.*

Palabras claves: feldespato, vitrocerámicos, aluminio, difracción de rayos X.

### INTRODUCCIÓN

Hace ya más de 30 años de la implementación del uso de los biocerámicos en medicina para la reparación y/o reemplazo de tejidos corporales blandos o duros. En la actualidad aún es un tema vigente, en el cual se busca obtener materiales más versátiles, tratando de optimizar la relación biocompatibilidad-resistencia mecánica, e incursionando en el uso de materias primas de menor costo. Hench y colaboradores <sup>(1)</sup> demostraron que vidrios (que luego se denominaría Biovidrio) de composiciones basadas en la combinación de  $SiO_2$ - $Na_2O$ - $CaO$ - $P_2O_5$  formaban uniones con el hueso. La característica principal es

el desarrollo en su superficie de una capa biológicamente activa de hidroxiapatita la cual provee la interface de unión con el tejido.

Los vitrocerámicos bioactivos (materiales en los cuales nos enfocaremos en este trabajo) son biovidrios a los cuales se les ha aplicado un determinado tratamiento térmico para transformar en forma parcial la fase vítrea en una o más fases cristalinas. Este tipo de cerámicos son de particular interés, ya que la cristalización parcial les confiere mejores propiedades mecánicas.

La obtención de este tipo de biomateriales se realiza a partir de materias primas de alta pureza ya que no deben producir incompatibilidades con el tejido vivo. El uso de materias primas naturales podría considerarse un nuevo desafío en las investigaciones relacionadas a la preparación de biovidrios y/o vitrocerámicos. Una de las posibles materias primas en la preparación de los biovidrios es el feldespato, mineral muy utilizado en la industria del vidrio con diferentes aplicaciones. Para el uso en biovidrios debe tenerse en cuenta el grado de pureza, análisis químico, tamaño de partícula, etc. Con este mineral, ciertos elementos se incorporarían a la composición, tales como aluminio, potasio y en menor escala calcio, sodio (estos últimos indispensables en la formulaciones). Si bien pequeñas cantidades de  $Al_2O_3$  previene la unión al tejido, su inclusión en la fase cristalina, no altera la superficie de reacción <sup>(2)</sup>. Por otra parte, la presencia de aluminio y potasio en la formulación de los vitrocerámicos, es de interés para la formación de cristales de mica/leucita/etc. que acompañan a la matriz vítrea de los mismos, con posibles usos en el campo de los biomateriales <sup>(3,4)</sup>.

El objetivo de este trabajo fue evaluar las fases cristalinas formadas aplicando diferentes tratamientos térmicos a los biovidrios del tipo  $P_2O_5$ - $Na_2O$ - $CaO$ - $SiO_2$  incorporando 0.5 % de  $Al_2O_3$  a través de una alúmina reactiva y de un feldespato purificado.

## PARTE EXPERIMENTAL

Las materias primas utilizadas fueron: carbonato de sodio RA, carbonato de calcio RA, fosfato de amonio monobásico RA y alúmina obtenida a partir de gibsita calcinada a 700 °C, y además cuarzo y feldespato naturales provistos por Piedra Grande S.A.M.I.C.A.y.F. La cantidad de feldespato y alúmina incorporada se estableció en función de la cantidad de aluminio que se

incorporaría, en este caso 0,5 % expresado como  $\text{Al}_2\text{O}_3$ . Las muestras preparadas fueron identificadas como B4505fv (aluminio proveniente de feldespato) y B4505gv (aluminio proveniente de alúmina). Las cantidades de fósforo, calcio y silicio (expresados en forma de óxidos) calculados para su incorporación fueron constantes en ambas muestras.

Los porcentajes de los elementos expresados como óxidos se muestran en la Tabla 1. En la misma se incluye la composición de un biovidrio típico para visualizar la diferencia con respecto a las muestras preparadas en este trabajo, donde el agregado de aluminio se realizó a expensas de un porcentaje equivalente de sodio.

**Tabla 1** Composición de las muestras estudiadas (% en peso).

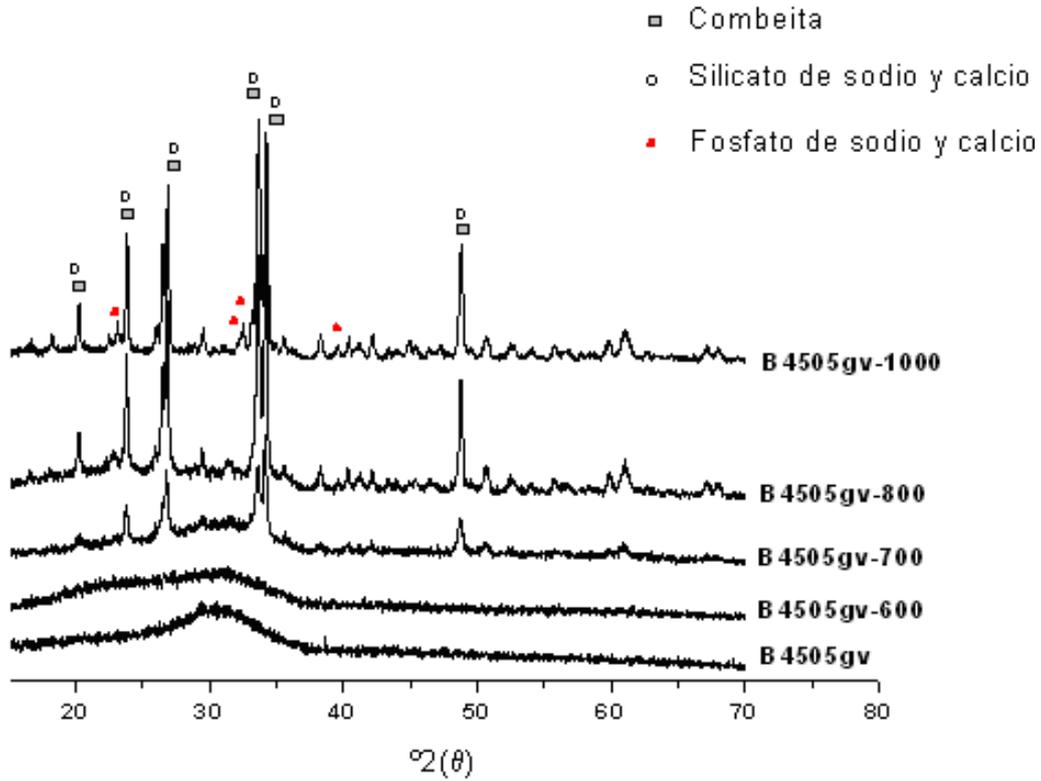
MUESTRA	% $\text{P}_2\text{O}_5$	%CaO	% $\text{Na}_2\text{O}$	% $\text{Si}_2\text{O}$	% $\text{Al}_2\text{O}_3$
B45	6	24,5	24,5	45	0
B4505gv	6	24,5	24,0	45	0,5
B4505fv	6	24,5	24,0	45	0,5

Los vidrios fueron obtenidos por tratamiento térmico a 1300 °C durante 1 hora con subsiguiente enfriamiento rápido. La descomposición de los carbonatos se logró tratando las mezclas previamente a 900 °C durante 1 hora. Diferentes porciones de los vidrios obtenidos fueron tratados térmicamente a 600, 700, 800 y 1000 °C durante 1 hora para evaluar el grado de cristalización. Las muestras tratadas fueron identificadas como: B4505gv-X o B4505fv-X donde X: temperatura

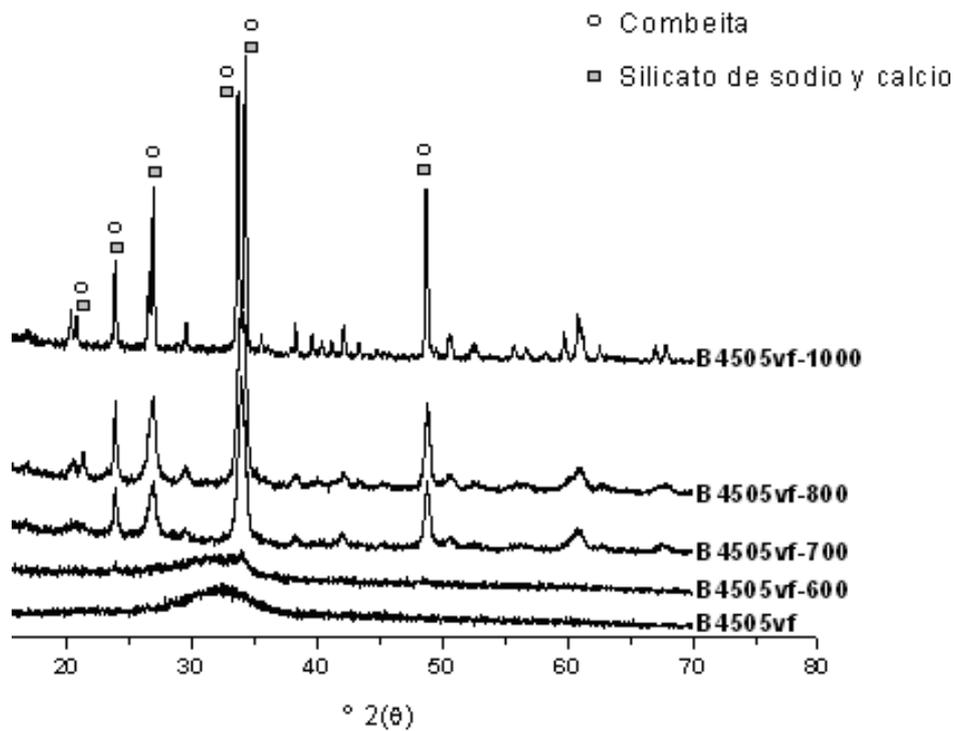
Los sólidos fueron caracterizados por difracción de rayos X (DRX) en un equipo Philips 3010 usando radiación  $\text{Cu K}\alpha$  ( $\lambda=1.5405 \text{ \AA}$ ) a 40 kV y 20 mA y filtro de Ni.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Figura 1 y 2 se observan los difractogramas de los vidrios obtenidos y los mismos con posterior tratamiento a las temperaturas antes mencionadas.



**Figura 1** Difractograma de vidrio y vitrocerámicos con adición de aluminio a través de alúmina proveniente de gibsita



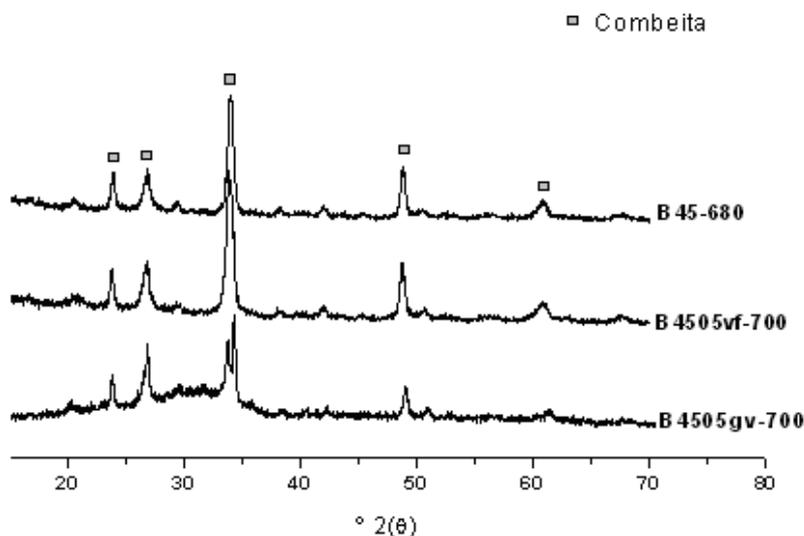
**Figura 1** Difractograma de vidrio y vitrocerámicos con adición de aluminio a través de feldespato

Los difractogramas de las muestras B4505gv y B4505fv confirman la formación de vidrio por el difractograma típico que presenta una fase amorfa. Los tratamientos térmicos realizados sobre los mismos hacen a la aparición de picos marcados, lo que revela la formación de fases cristalinas.

A medida que se aumenta la temperatura las fases se hacen mas definidas. A 600 °C ambas muestras continúan con un alto grado de amorfización. Sin embargo el tratamiento a 700 °C denota una mayor formación de fases cristalinas en la muestra preparada con feldespato respecto a la obtenida por alúmina, cuya fase amorfa aun sigue presente en menor grado luego del tratamiento a 800°C (Figuras 1 y 2).

A 1000 °C, las fases se denotan con mas claridad, las cuales fueron identificadas como combeita ( $\text{Na}_{15.78}\text{Ca}_3(\text{Si}_6\text{O}_{12})$ ) y silicato de sodio y calcio ( $\text{Na}_4\text{Ca}_4(\text{Si}_6\text{O}_{18})$ ) en ambas muestras. Además se encontró fosfato de sodio y calcio ( $\text{NaCaPO}_4$ ) solo en la muestra obtenida con agregado de alúmina (Figura 1).

La Figura 4 muestra el difractograma de un vitrocerámico obtenido en un trabajo previo<sup>(5)</sup> a 680°C a partir de un biovidrio comercial, sin contenido de aluminio, para un análisis comparativo de los vitrocerámicos obtenidos a temperatura similar en este trabajo. Si bien no se encontraron fases cristalinas conteniendo aluminio, probablemente presentes en fase amorfa, su presencia origina cambios estructurales dependiendo en mayor o menor grado del arreglo en la red cristalina del mineral (alúmina o feldespato).



**Figura 4** Difractograma de Biovidrio® parcialmente cristalizado y vitrocerámicos con adición de aluminio a través de gibsita, obtenidos a temperaturas similares

Experiencias recientes sobre obtención de vitrocerámicos tratados a 1000°C con mayor contenido de aluminio proveniente de los mismo minerales utilizados en este trabajo, han demostrado además, la formación de un aluminosilicato de calcio; fosfato de aluminio y cuarzo en la preparada con feldespato, y solo aluminato de sodio y calcio en la preparada con alúmina.

## CONCLUSIÓN

La presencia de aluminio, aun en bajo porcentaje (0,5%Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), en la composición de una formulación típica de biovidrio conlleva a una diferente cristalización de las fases sin que el aluminio este presente en alguna de ellas. La inclusión de aluminio proveniente de una arreglo cristalino diferente (alúmina, feldespato) ocasiona para un mismo tratamiento térmico hasta los 800 °C un diferente grado de cristalización.

Los vitrocerámicos obtenidos con adición de aluminio a través de alúmina mostraron la formación de fosfato de sodio y calcio (NaCaPO<sub>4</sub>), fase que se encuentra ausente en la mezcla preparada con feldespato.

Futuros trabajos se elaboraran para analizar en profundidad la influencia en las fases cristalinas en vitrocerámicos por agregados de mayores porcentajes de aluminio.

## REFERENCIAS

1. HENCH, L.L.; PASCHALL, H.A. Direct Chemical Bond of Bioactive Glass-Ceramic Materials to Bone and Muscle. ***Journal of Biomedical Materials Research***; v7, n.3, p.25-42, 1973.
2. HENCH, L.L., Bioceramic: from concept to clinic, ***J.Am.Ceram.Soc.***, v.74, p.1487-1510, 1991.
3. BARRIOS DE ARENAS, I.; SCHATNER, C.; VASQUEZ, M., Bioactivity and mechanical properties of Na<sub>2</sub>O-CaO-SiO<sub>2</sub>-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> modified glasses. ***Ceramics International***, v.32, p.515–520, 2006.
4. LIU, Y.; SHENG, X.; DAN, X.; XIANG, Q., Preparation of mica/apatite glass-ceramics biomaterials, ***Materials Science and Engineering***, 26, p.1390 – 1394, 2006.

5. VISSAC, A.; VOLZONE, C.; CHEVALLIER J., Obtención de vitrocerámicos a partir de Biovidrio® comercial, **11 Congreso Binacional de Metalurgia y Materiales. SAM/CONAMET**, Rosario, Argentina, 18-21 de octubre de 2011

## **BIOACTIVE TYPE GLASS-CERAMICS WITHIN INCORPORATED ALUMINIUM**

### **ABSTRACT**

*Bioactive glass-ceramics are used as biomaterials for the reparation of bone tissue. They are prepared, generally, by bioglass of specific composition for each particular use. The aluminium addition in the formulation at very small quantities influences on the structural properties. Two glass-ceramics obtained by  $P_2O_5$ - $Na_2O$ - $CaO$ - $SiO_2$  formulation within aluminium (0.5 % in  $Al_2O_3$  base) added through a reactive alumina and purified feldspar were analyzed. The results showed structural differences between both glass-ceramics.*

Keywords: feldspar, glass-ceramics, aluminium, x-ray diffraction