

## SÍNTESIS Y CARACTERIZACIÓN DE SOLUCIONES SÓLIDAS DEL TIPO $\text{Bi}_{1-x}\text{Y}_x[\text{Fe}(\text{CN})_6]\cdot 4\text{H}_2\text{O}$ , UTILIZADAS COMO PRECURSORES DE ÓXIDOS MIXTOS

Verónica Adriana Runco Leal, Carolina Navarro, María Inés Gómez

Química Inorgánica, Facultad de Bioquímica, Química y Farmacia, Universidad Nacional de Tucumán, Ayacucho 471, (T4000) San Miguel de Tucumán.

✉ [vrunco@live.com.ar](mailto:vrunco@live.com.ar)

### Introducción

Los hexacianoferratos y hexacianocobaltatos del tipo  $\text{A}[\text{Fe}(\text{CN})_6]\cdot n\text{H}_2\text{O}$  y  $\text{A}[\text{Co}(\text{CN})_6]\cdot n\text{H}_2\text{O}$  donde A= iones lantánidos (III), bismuto (III) e itrio (III), entre otros, fueron ampliamente estudiados ya que resultaron ser buenos precursores para obtener óxidos mixtos [1-7]. Se ha demostrado que a partir de la descomposición térmica de estos complejos, se sintetizan a baja temperatura, óxidos mixtos del tipo  $\text{AFeO}_3$  y  $\text{ACoO}_3$ . Los mismos son polvos cristalinos con estructura de perovskita, de alta pureza y elevada superficie, con tamaño de partícula uniforme del orden de la micra y con importantes aplicaciones en el campo de la catálisis [8, 9] y de los materiales multiferroicos [10-12]. Con el fin de mejorar y ampliar las propiedades de estos óxidos, en los últimos años se han diseñado nuevos materiales que resultan de reemplazar parcialmente los cationes metálicos por otros similares, obteniéndose óxidos del tipo,  $\text{A}_{1-x}\text{A}'_x\text{FeO}_3$  y  $\text{A}_{1-x}\text{A}'_x\text{CoO}_3$ .

Con el objeto de ampliar el grupo de óxidos mixtos obtenidos a partir de la descomposición térmica de complejos, en el presente trabajo se reporta la síntesis y caracterización de la serie de complejos  $\text{Bi}_{1-x}\text{Y}_x[\text{Fe}(\text{CN})_6]\cdot n\text{H}_2\text{O}$  ( $0 < x < 1$ ) que resulta de sustituir parcialmente el ión Bismuto (III) por itrio (III) y el análisis de sus productos de descomposición térmica.

### Resultados

La serie de complejos heteronucleares  $\text{Bi}_{1-x}\text{Y}_x[\text{Fe}(\text{CN})_6]\cdot 4\text{H}_2\text{O}$  ( $0 < x < 1$ ) se sintetizó a temperatura ambiente, mediante la mezcla de soluciones acuosas en cantidades equimolares de  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  y una mezcla en proporciones estequiométricas adecuadas de  $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3\cdot 5\text{H}_2\text{O}$  e  $\text{Y}(\text{NO}_3)_3\cdot 6\text{H}_2\text{O}$ . El producto obtenido resultó ser un precipitado que se separó por filtración, se lavó con agua y se mantuvo en desecador con sílica gel. Los complejos fueron identificados y caracterizados por espectroscopia infrarroja por transformada de Fourier (FTIR), análisis termogravimétrico (TGA), análisis térmico diferencial (DTA), difracción de rayos X de polvo (PXR) y microscopía electrónica de barrido (SEM).

Los perfiles de PXR fueron evaluados usando como modelo isoestructural la estructura cristalina del  $\text{Bi}[\text{Fe}(\text{CN})_6]\cdot 4\text{H}_2\text{O}$  (ortorrómbico, grupo espacial *Cmcm*).

Se evidenció una disminución gradual en los parámetros de celda, con el aumento del contenido de itrio, como consecuencia de la diferencia de radios iónicos entre el bismuto y el itrio.

Los resultados del análisis térmico indicaron que todos los complejos son tetrahidratos. El proceso de descomposición térmica finaliza en el rango de 500 a 700 °C según el valor de x. El producto obtenido es estable y de acuerdo a los cálculos de pérdida de masa podría corresponderse con el óxido mixto esperado. Estos residuos fueron analizados por las técnicas antes mencionadas, corroborando la formación de los óxidos  $\text{Bi}_{1-x}\text{Y}_x\text{FeO}_3$  con  $0 < x < 1$ .

## Conclusiones

La serie de soluciones sólidas  $\text{Bi}_{1-x}\text{Y}_x[\text{Fe}(\text{CN})_6]\cdot 4\text{H}_2\text{O}$  con  $0 < x < 1$  se sintetizó con éxito. Todos los complejos cristalizaron en el sistema cristalino ortorrómbico, grupo espacial *Cmcm*. La disminución gradual de los parámetros celda unidad indicó que la sustitución de  $\text{Bi}^{3+}$  por  $\text{Y}^{3+}$  se materializó adecuadamente.

Por descomposición térmica de los complejos en el intervalo de 500 a 700 °C se obtuvieron los óxidos mixtos tri-metálicos de  $\text{Bi}_{1-x}\text{Y}_x\text{FeO}_3$  con  $0 < x < 1$ . Se determinó que los mismos tienen estructura tipo perovskita con un tamaño promedio de las partículas de una micra. Además, con la sustitución de  $\text{Bi}^{3+}$  por  $\text{Y}^{3+}$  se logró reducir la fase  $\text{Bi}_2\text{O}_3$  que normalmente se forma como impureza en la síntesis de  $\text{BiFeO}_3$  por descomposición térmica del complejo  $\text{Bi}[\text{Fe}(\text{CN})_6]\cdot 4\text{H}_2\text{O}$ .

El método de descomposición térmica de complejos es adecuado para la preparación de óxidos finamente divididos, di- y trimetálicos con estructura tipo perovskita. Estas características hacen que estos materiales sean óptimos para muchas aplicaciones tecnológicas.

## Referencias

- 1- D. Mullica, H. Perkins, E. Sappenfield, Inorg. Chim. Acta 142, 1, 9 (1988).
- 2- D.M. Gil, M.C. Navarro, M.C. Lagarrigue, J. Guimpel, R.E. Carbonio, M.I. Gómez, J. Mol. Struct. 1003, 129 (2011).
- 3- M.C. Navarro, E.V. Pannunzio-Miner, S. Pagola, M.I. Gómez, R.E. Carbonio, J. Sol. Stat. Chem. 178, 847(2005).
- 4- M.C. Navarro, M.C. Lagarrigue, J.M. De Paoli, R.E. Carbonio, M.I. Gómez, J. Therm. Anal. Calorim. 102, 655 (2010).
- 5- D.M. Gil, M.C. Navarro, M.C. Lagarrigue, J. Guimpel, R.E. Carbonio, M.I. Gómez, J. Therm. Anal. Calorim. 103, 889 (2011).
- 6- L. Li, X. Wang, Y. Zhang, Mater. Res. Bull. 50, 18 (2014).
- 7- M.C. Navarro, G. Jorge, R.M. Negri, L.M. Saleh Medina, M.I. Gómez, J. Therm. Anal. Calorim. 122, 73(2015).
- 8- S. Yamaguchi, T. Okuwa, H. Wada, H. Yamaura, H. Yahiro, Res Chem Intermed 41, 9551 (2015).
- 9- S. Hosokawa, H. Jeon, M. Inoue, Res Chem Intermed 37, 291 (2011).
- 10- A. Priya, I. Banu, S. Anwar, J. Magn. Magn. Mater. 401, 333 (2016).
- 11- E. Jakubisova-Liskova, S. Visnovsky, H. Chang, M. Wuet, Appl. Phys. 117, 17 (2015).
- 12- A. F. Popkov, M. D. Davydova, K. A. Zvezdin, S. V. Solov'yov, and A. K. Zvezdin, Phys. Rev. B 93, 094435 (2016).