

Efecto del dopaje en láminas delgadas de BiFeO₃ sobre sus propiedades ferroeléctricas

Y.A. Rivas*, R. Jiménez, I. Bretos, S. López-Fajardo, J. Ricote and M.L. Calzada*

Group of Electroactive Oxides for Smart Devices (EOSMAD) - <http://www.icmm.csic.es/eosmad/>

Instituto de Ciencia de Materiales de Madrid (ICMM-CSIC). C/ Sor Juana Inés de la Cruz, 3. 28049 Madrid (Spain)

* andrea.rivas@csic.es
icalzada@icmm.csic.es

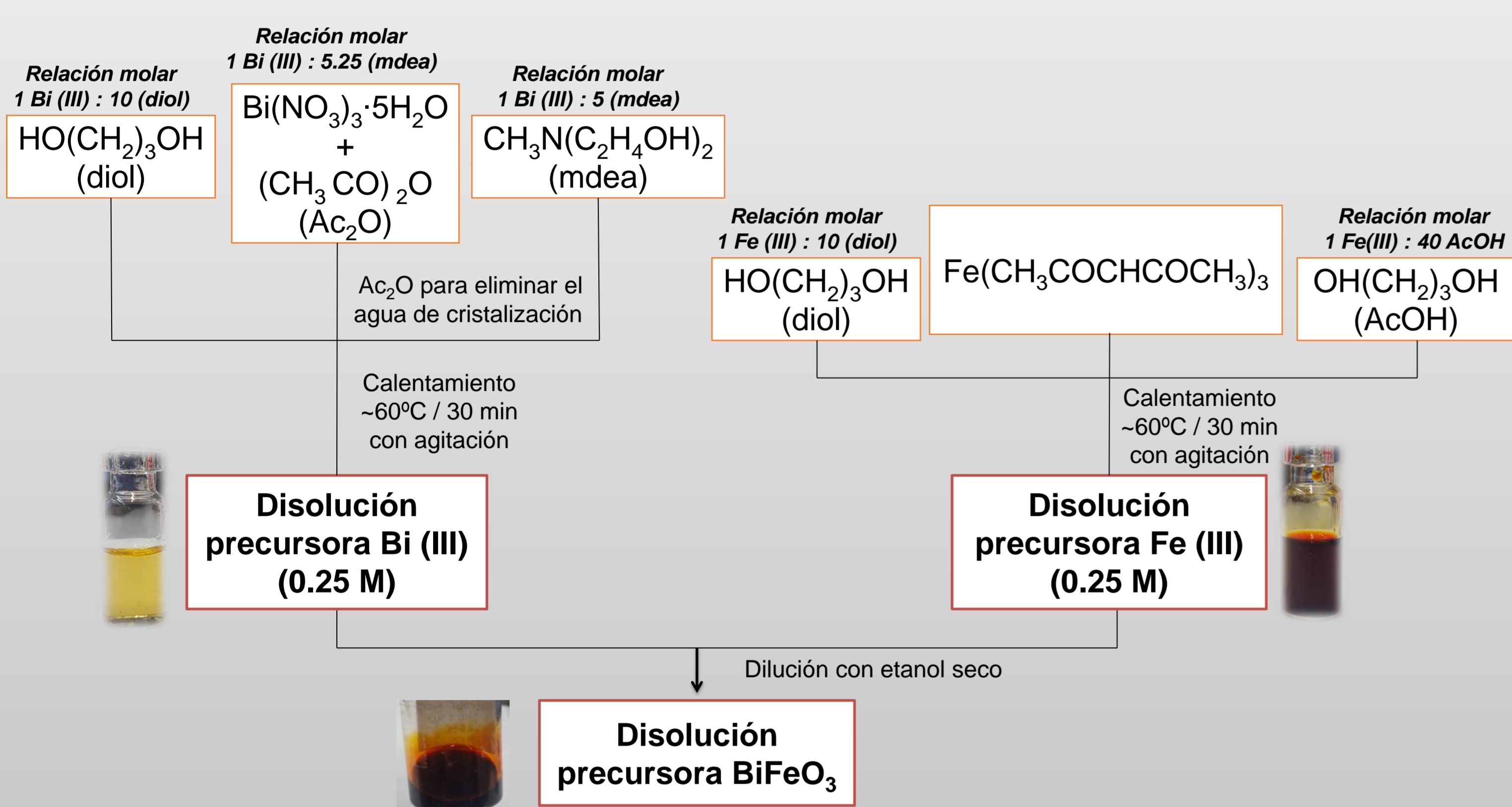
Las películas delgadas de la perovskita de BiFeO₃ ha despertado especial interés en la industria microelectrónica debido a que es un compuesto con baja toxicidad y libre de plomo; y por sus propiedades multiferroicas intrínsecas que presenta a temperatura ambiente. Esta perovskita tiene propiedades ferroeléctricas con una temperatura de Curie T_C~1103K y polarizaciones remanentes de P_R > 60 μC/cm², y propiedades ferromagnéticas con temperaturas de Néel T_N~643K. Además, presenta uno de los band-gaps más bajos (E_g ~2,8 eV) dentro de los óxidos ferroeléctricos.

La preparación de estas láminas mediante el depósito químico de disoluciones ("Chemical Solution Deposition", CSD) presenta un alto interés en la fabricación de estas películas, debido a su bajo coste y a que permite el depósito de grandes áreas con alta uniformidad y elevado control composicional.

Sin embargo, la preparación de láminas delgadas de la perovskita de BiFeO₃ pura es difícil debido a la tendencia de formación de fases secundarias no ferroeléctricas y defectos cargados, que dificultan su polarización eléctrica a temperatura ambiente. Una solución factible es dopar en posiciones A y/o B la estructura perovskita (ABO₃), por elementos en posición A, como Ca o La, y/o metales de transición en posición B, como Mn o Cr.

Este trabajo se centra en la preparación mediante CSD de láminas delgadas de la perovskita de BiFeO₃ dopada con diferentes elementos y su caracterización mediante difracción de rayos-X (DRX) y microscopía electrónica de barrido (SEM). Se presentan algunas de las propiedades ferroeléctricas de estas láminas obtenidas del estudio que actualmente se está llevando a cabo. Esta caracterización permitirá determinar su aplicación en sistemas multifuncionales autoalimentados.

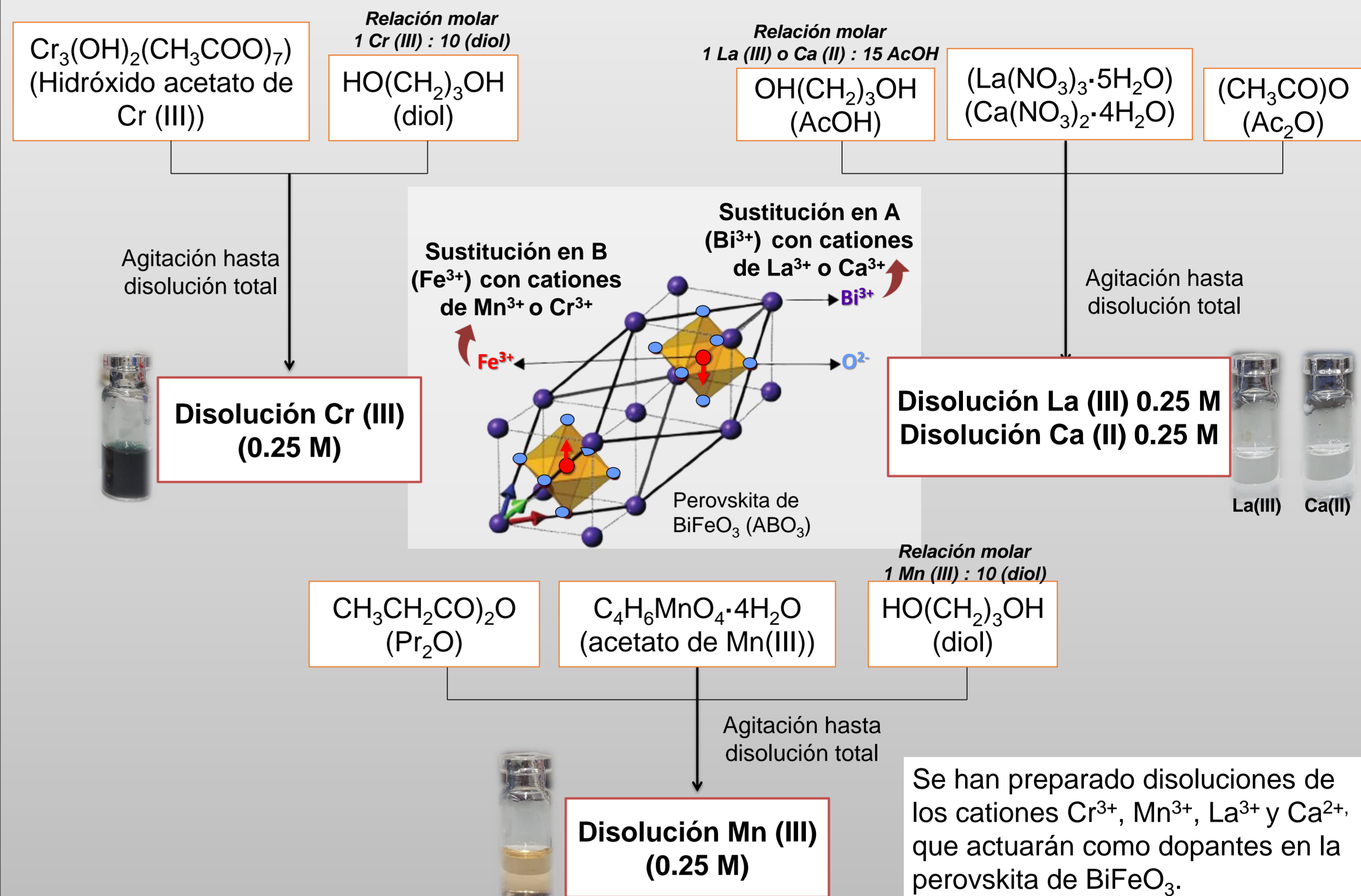
I. Síntesis sol-gel de disoluciones precursoras de BiFeO₃



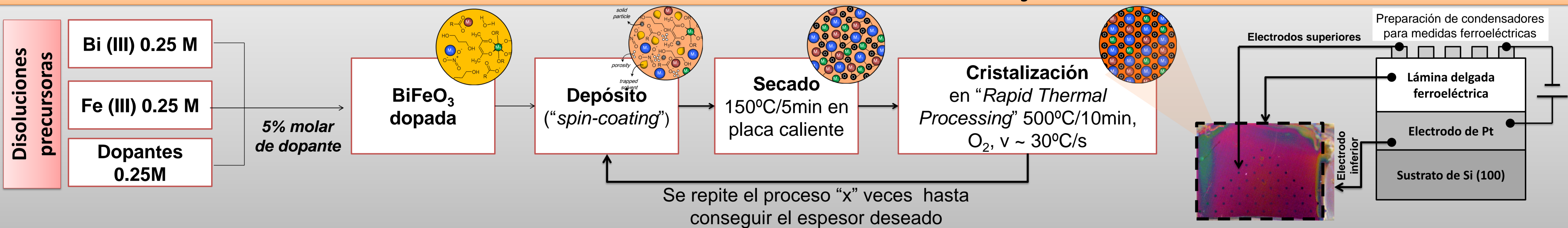
La síntesis de la disolución de BiFeO₃ se realizó mediante sol-gel [1-3].

- Gutiérrez-Lázaro, J. Am. Ceram. Soc., 2013, 96(10), 3061,
- Perez-Mezcua et al., J. Mater. Chem. C., 2014, 41(2), 8750
- A. Gómez-López, Trabajo Fin de Máster (TFM), Facultad de Ciencias, Univ. Autónoma de Madrid, Junio 2021.

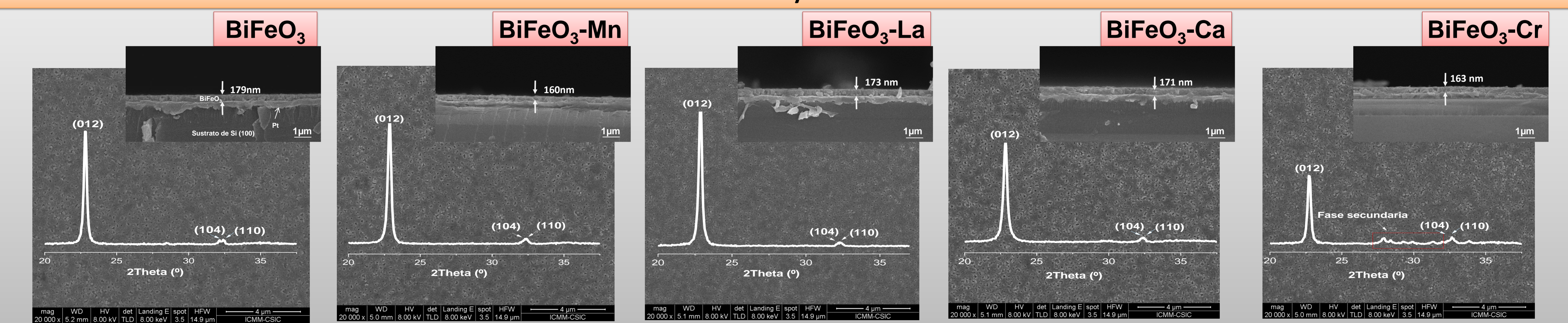
II. Síntesis de las disoluciones de dopantes



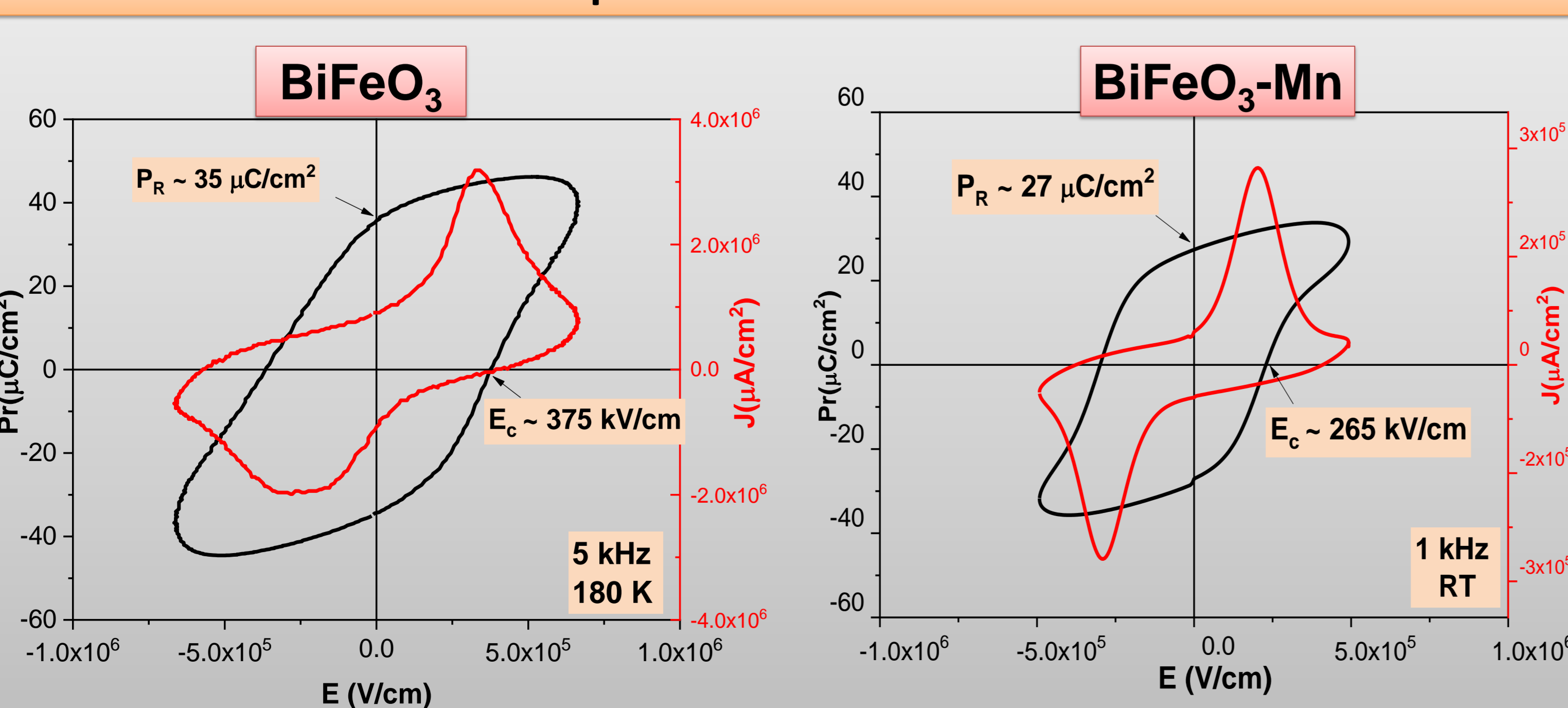
III. Preparación mediante CSD de láminas delgadas BiFeO₃ dopadas



IV. DRX y SEM



V. Propiedades ferroeléctricas



VI. Conclusiones

Las láminas obtenidas presentan una alta uniformidad con un tamaño de grano promedio de ~140nm, y un espesor entre 160-180 nm. En todas se observa un crecimiento columnar y la formación de la perovskita de BiFeO₃, con una fuerte orientación preferente en la dirección <012>. En el caso del Cr, el DRX muestra la formación de fases secundarias. En la película de BiFeO₃ sin dopar, sólo se ha obtenido respuesta ferroeléctrica polarizando a temperaturas bajas (180 K) y altas frecuencias (5 kHz). Sin embargo, la lámina de BiFeO₃-Mn se ha podido medir a temperatura ambiente y frecuencias bajas (1kHz), obteniéndose valores de polarización remanente de P_R~27 μC/cm² y campos coercitivos de E_C~ 265 kV/cm, adecuados para su uso en dispositivos microelectrónicos (memorias, sensores, ...). Actualmente se está comprobando que estas láminas de BiFeO₃ dopadas, presentan respuesta fotovoltaica. Esto unido a su carácter ferroeléctrico (fotoferroeléctricos) nos permitirá proponer a estos materiales como candidatos adecuados para su uso en dispositivos multifuncionales autoalimentados.