

J. A. Elizalde-Mata^{3*}, G. Rojas-George², A. Reyes-Rojas¹.

¹Centro de investigación en Materiales Avanzados (CIMAV), Avenida Miguel de Cervantes Saavedra 120, Complejo Industrial Chihuahua, 31136 Chihuahua, Chihuahua, México.

²Cátedra CONACYT asignado a CIMAV, Avenida Miguel de Cervantes Saavedra 120, Complejo Industrial Chihuahua, 31136 Chihuahua, Chihuahua, México.

³Centro de Desarrollo de Nanotecnología, Área de Electromecánica Industrial, Universidad Tecnológica de Tulancingo. Camino a Ahuehuetitla #301 Col. Las Presas, C.P. 43642, Tulancingo, Hidalgo, México.
*albert.nano27@gmail.com

Resumen: en el presente trabajo se buscaron las condiciones óptimas para el depósito de películas delgadas del compuesto $\text{Bi}_{0.85}\text{Pr}_{0.15}\text{Fe}_{0.97}\text{Mn}_{0.03}\text{O}_3$ sobre sustratos de FTO, empleando la técnica de centrifugado (*spin-coating*).

INTRODUCCIÓN

La ferrita de Bismuto (BiFeO_3) es un material de interés debido a sus propiedades multiferroicas, siendo un candidato para remplazar el tradicional PZT, ya que es un material libre de Pb, con diferentes aplicaciones que van desde la espintrónica hasta la tecnología fotovoltaica, de ahí nace el interés de desarrollar películas delgadas de este material y sus variantes. El BiFeO_3 posee una estructura tipo perovskita romboedral distorsionada con grupo espacial $R3c$ [1-3].

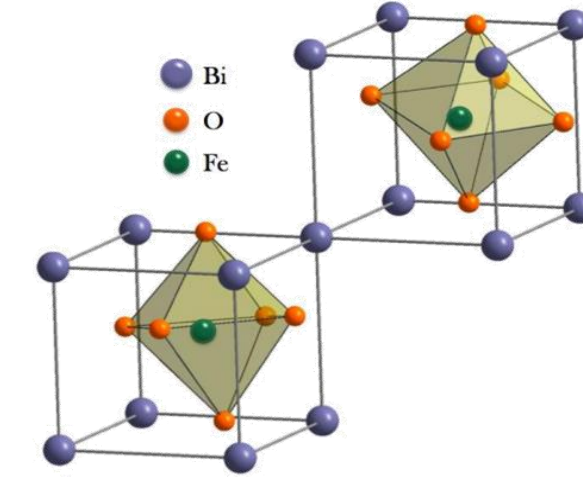


Figura 1. Celda unitaria de la Ferrita de Bismuto [2].

OBJETIVO

Obtener películas delgadas de $\text{Bi}_{0.85}\text{Pr}_{0.15}\text{Fe}_{0.97}\text{Mn}_{0.03}\text{O}_3$, sintetizado vía sol-gel, sobre sustratos de FTO

METODOLOGÍA

Síntesis Sol-Gel de $\text{Bi}_{0.85}\text{Pr}_{0.15}\text{Fe}_{0.97}\text{Mn}_{0.03}\text{O}_3$

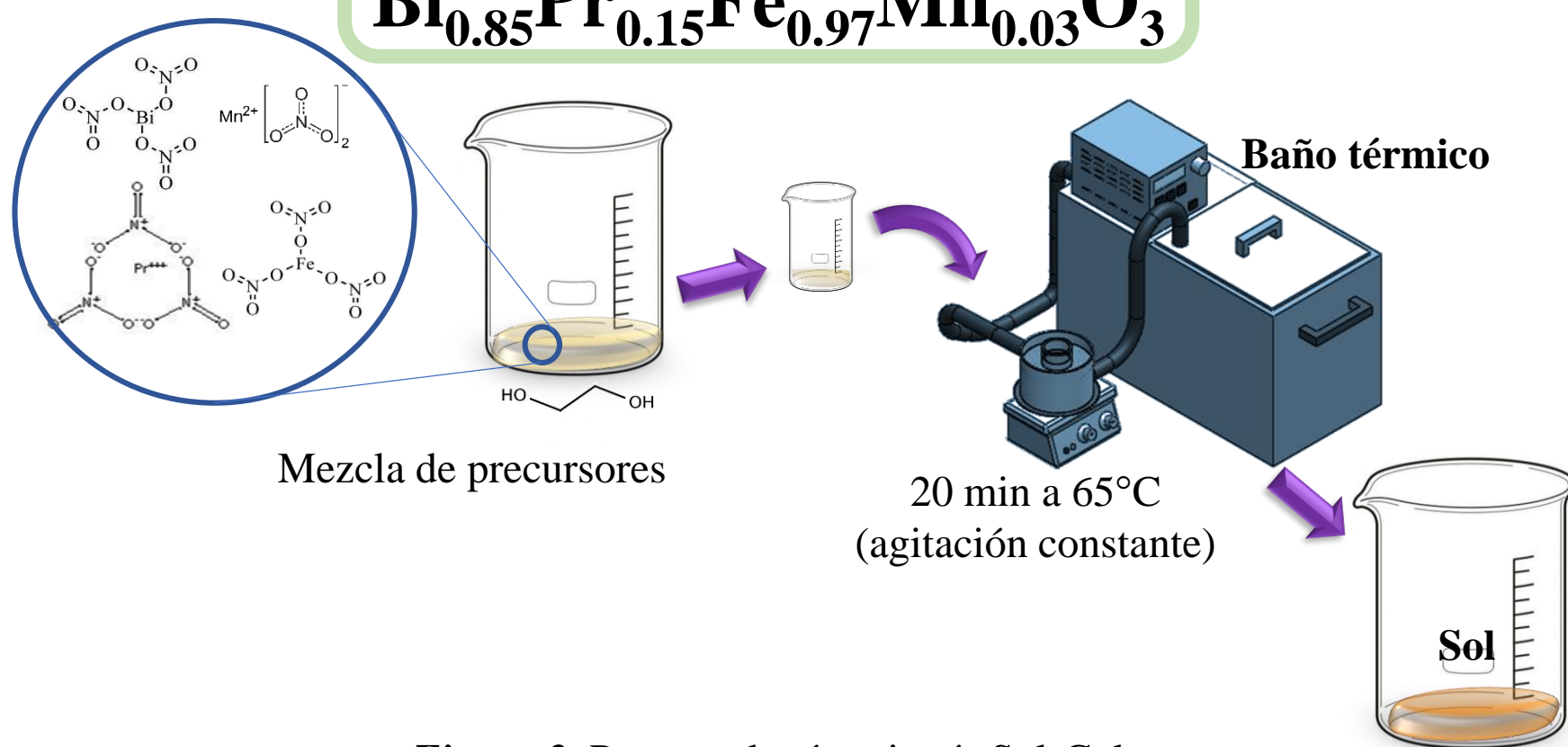


Figura 2. Proceso de síntesis vía Sol-Gel.

Tabla 1. Relación molar entre precursores y solvente.

Precursores				Solvente	Relación molar	Conc. Final de $\text{Bi}_{0.85}\text{Pr}_{0.15}\text{Fe}_{0.97}\text{Mn}_{0.03}\text{O}_3$ en $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}_2$
$\text{Mn}(\text{NO}_3)_2$	$\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$	$\text{Pr}(\text{NO}_3)_3$	$\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$	$\text{C}_2\text{H}_6\text{O}_2$	0.03:0.97:0.15:0.85:43	0.3 M

Depósito de películas de $\text{Bi}_{0.85}\text{Pr}_{0.15}\text{Fe}_{0.97}\text{Mn}_{0.03}\text{O}_3$

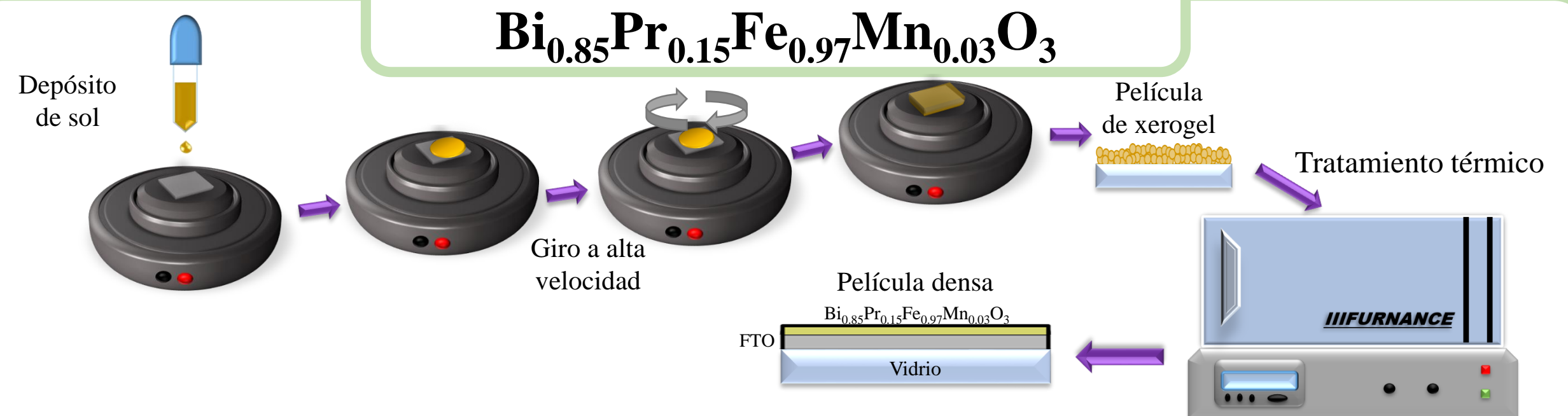


Figura 3. Depósito de películas mediante el método *spin-coating*.

Tabla 2. Condiciones de depósito.

Película	Condiciones de depósito
BFO(0.3M) 10C/FTO (10 capas)	Velocidad 3000 rpm Tiempo de giro 30s
BFO(0.3M) 20C/FTO (20 capas)	Vol. de sol dep. p/capa 0.5 ml

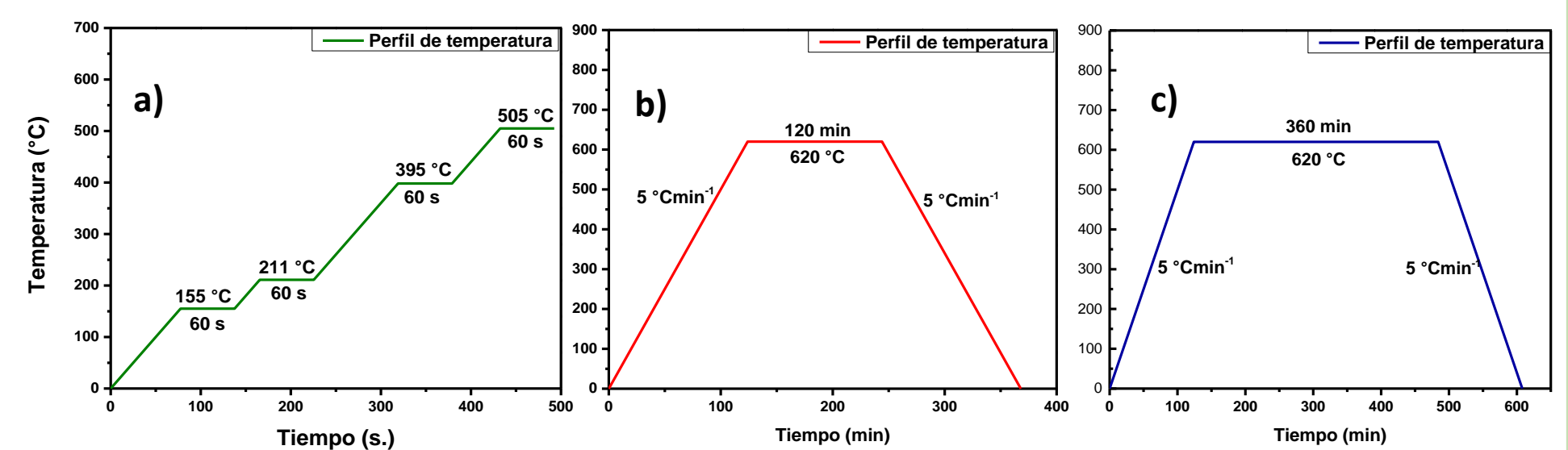


Figura 4. Tratamiento térmico de las películas: a) temperaturas y tiempos de secado, b) sinterización y c) tratamiento térmico final.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

SEM

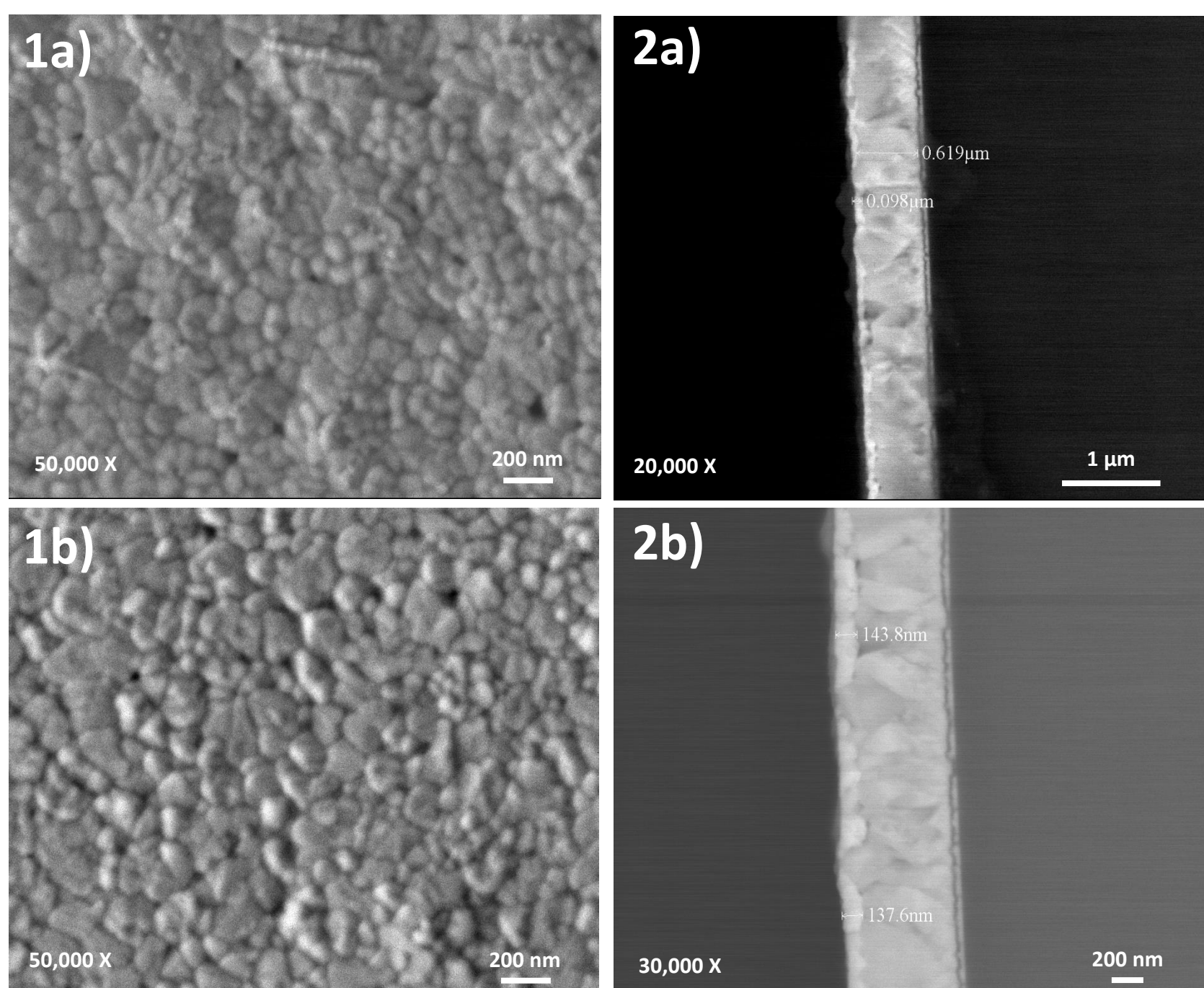


Figura 5. Micrografías de SEM de las películas con: 10 capas [1a) superficie; 2a) sección transversal], y 20 capas [1b) superficie; 2b) sección transversal].

EDS

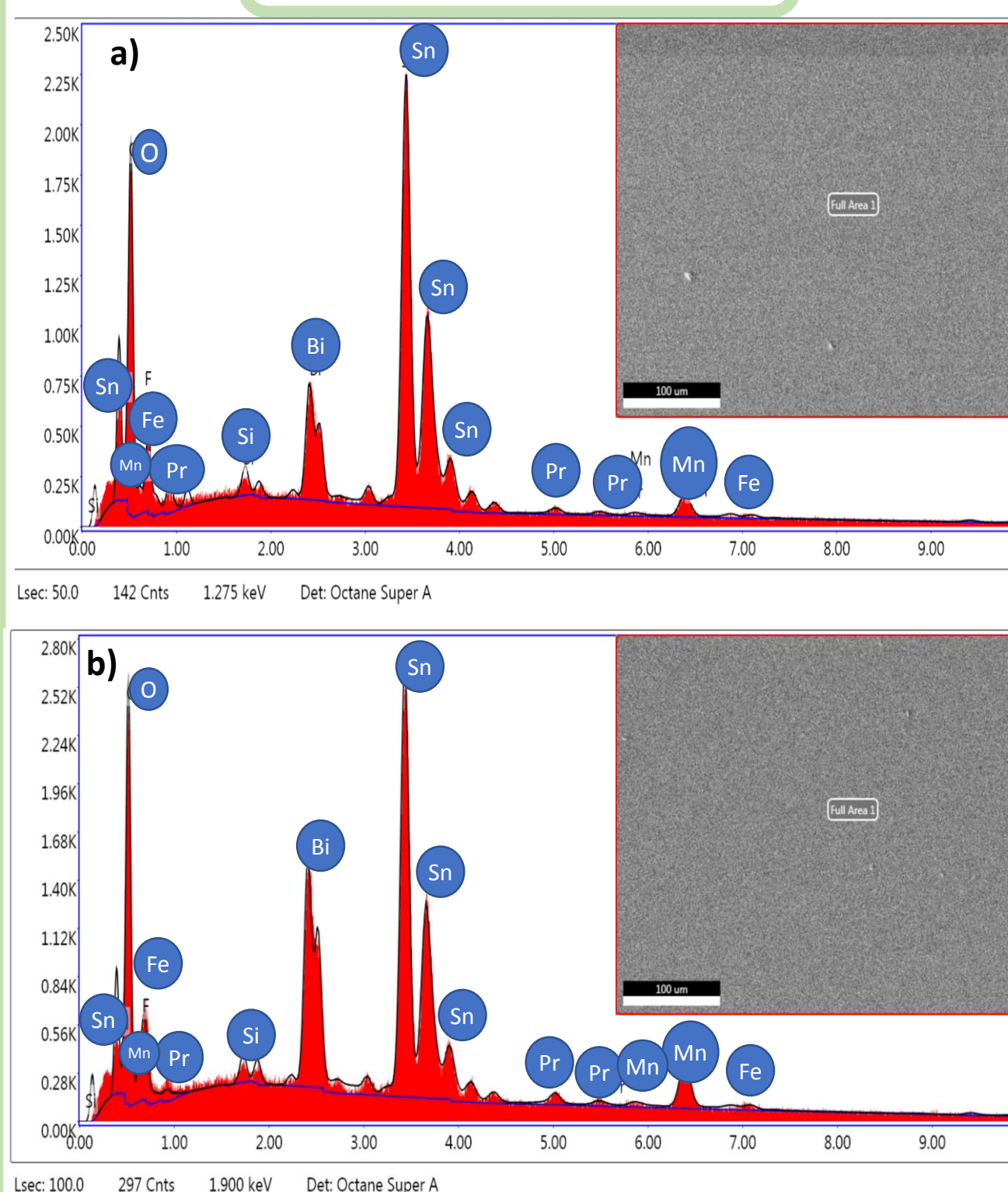


Figura 6. Espectro EDS de las películas de $\text{Bi}_{0.85}\text{Pr}_{0.15}\text{Fe}_{0.97}\text{Mn}_{0.03}\text{O}_3$ sobre sustrato de FTO: a) 10 capas y b) 20 capas.

TGA y DSC

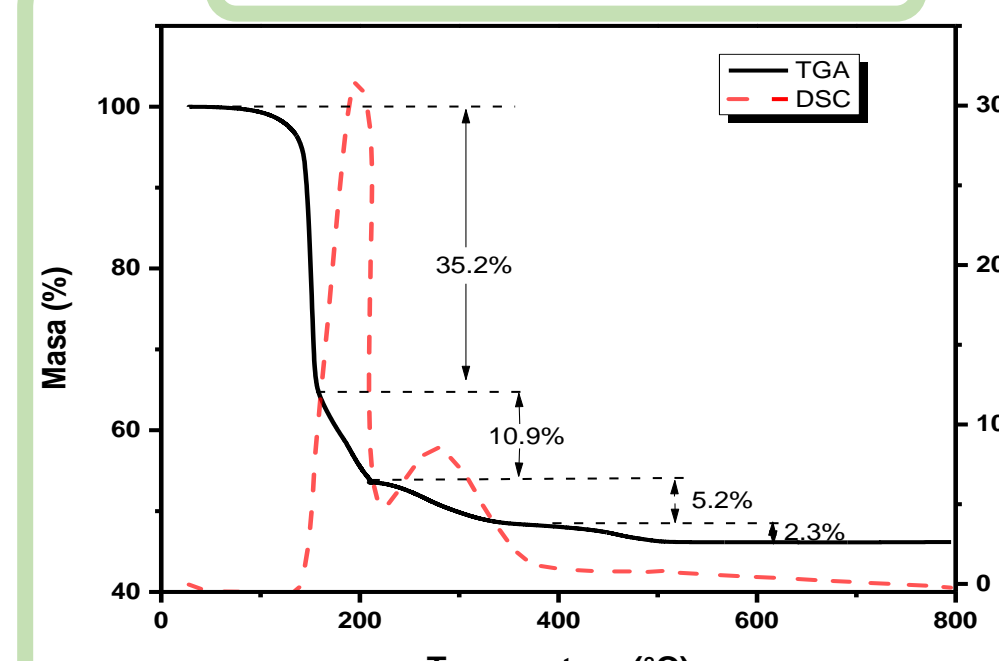


Figura 7. TGA y DSC del xerogel de $\text{Bi}_{0.85}\text{Pr}_{0.15}\text{Fe}_{0.97}\text{Mn}_{0.03}\text{O}_3$.

XRD

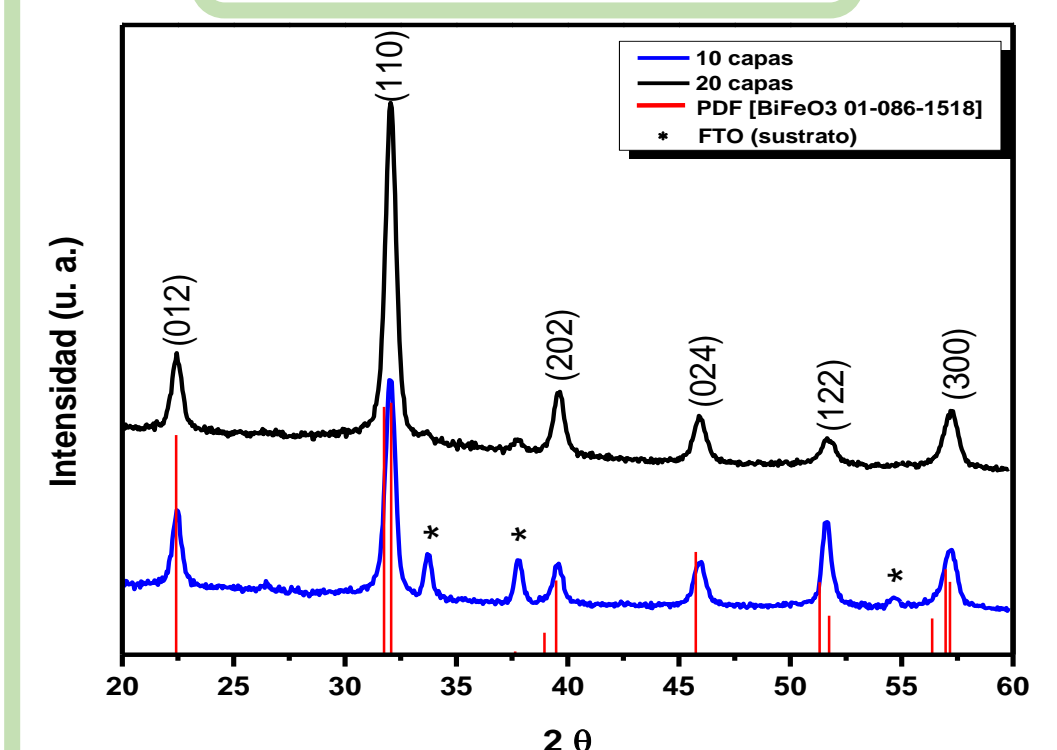


Figura 8. Difractograma de las películas de $\text{Bi}_{0.85}\text{Pr}_{0.15}\text{Fe}_{0.97}\text{Mn}_{0.03}\text{O}_3$.

CONCLUSIÓN

- Se identificaron las condiciones óptimas para el depósito de películas delgadas de $\text{Bi}_{0.85}\text{Pr}_{0.15}\text{Fe}_{0.97}\text{Mn}_{0.03}\text{O}_3$ mediante *spin-coating*: utilizando una solución al 0.3 M a 3000 rpm y 0.5 ml de solución por capa.
- Las imágenes de SEM mostraron que el crecimiento no es lineal; con 10 capas se obtiene un espesor de ~90 nm y con 20 capas de ~140 nm.
- Los EDS mostraron la composición elemental de las películas, confirmando la presencia de los componentes del compuesto.
- Los difractogramas confirmaron que las películas son de BFO sin la presencia de fases secundarias.

AGRADECIMIENTOS

A Wilber Antúnez Flores y Daniel Lardizábal Gutiérrez, técnicos del CIMAV, por la caracterización de SEM-EDS y TGA-DSC respectivamente.
Al proyecto 59 de la convocatoria 2017 de cátedras CONACYT "Acoplamiento magnetoeléctrico de nano-dispositivos monofásicos de películas ultra-delgadas".

REFERENCIAS

- Jia, D.-C., Xu, J.H., Ke, H., Wang, W., Zhou, Y. (2009), Structure and multiferroic properties of BiFeO_3 powders, Journal of the European Ceramic Society, 29 3099-3103
- G. Rojas. (2015). Nucleación y crecimiento de películas delgadas de BiFeO_3 dopadas con Ba^{2+} , Co^{2+} y Ni^{2+} : efecto ferroeléctrico y ferromagnético en función del grado de distorsión $R3c$ (Tesis de doctorado). Centro de Investigación en Materiales Avanzados (CIMAV), México.
- Michel, C., Moreau, J.M., Achenbach, G.D., Gerson, R., James, W.J., (1969). The atomic structure of BiFeO_3 , Solid State Commun., 7, 701-704.