



DETERMINAR EL TRANSPORTE DE CARGA Y DENSIDAD DE POTENCIA EN FUNCIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE Er³⁺ EN EL ELECTROLITO DE UNA CELDA IT-SOFC H₂.

H.A.Martinez-Rodriguez^(1, 2), J.F.Jurado⁽²⁾, A. Reyes-Rojas⁽¹⁾

1 Centro de Investigación en Materiales Avanzados S.C. (CIMAV), Laboratorio Nacional de Nanotecnología, Miguel de Cervantes 120, Complejo Industrial Chihuahua, Cd. de Chihuahua, Chihuahua, México

2 Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales, Grupo de Propiedades térmicas, dieléctricas de compositos, Manizales, Caldas, Colombia

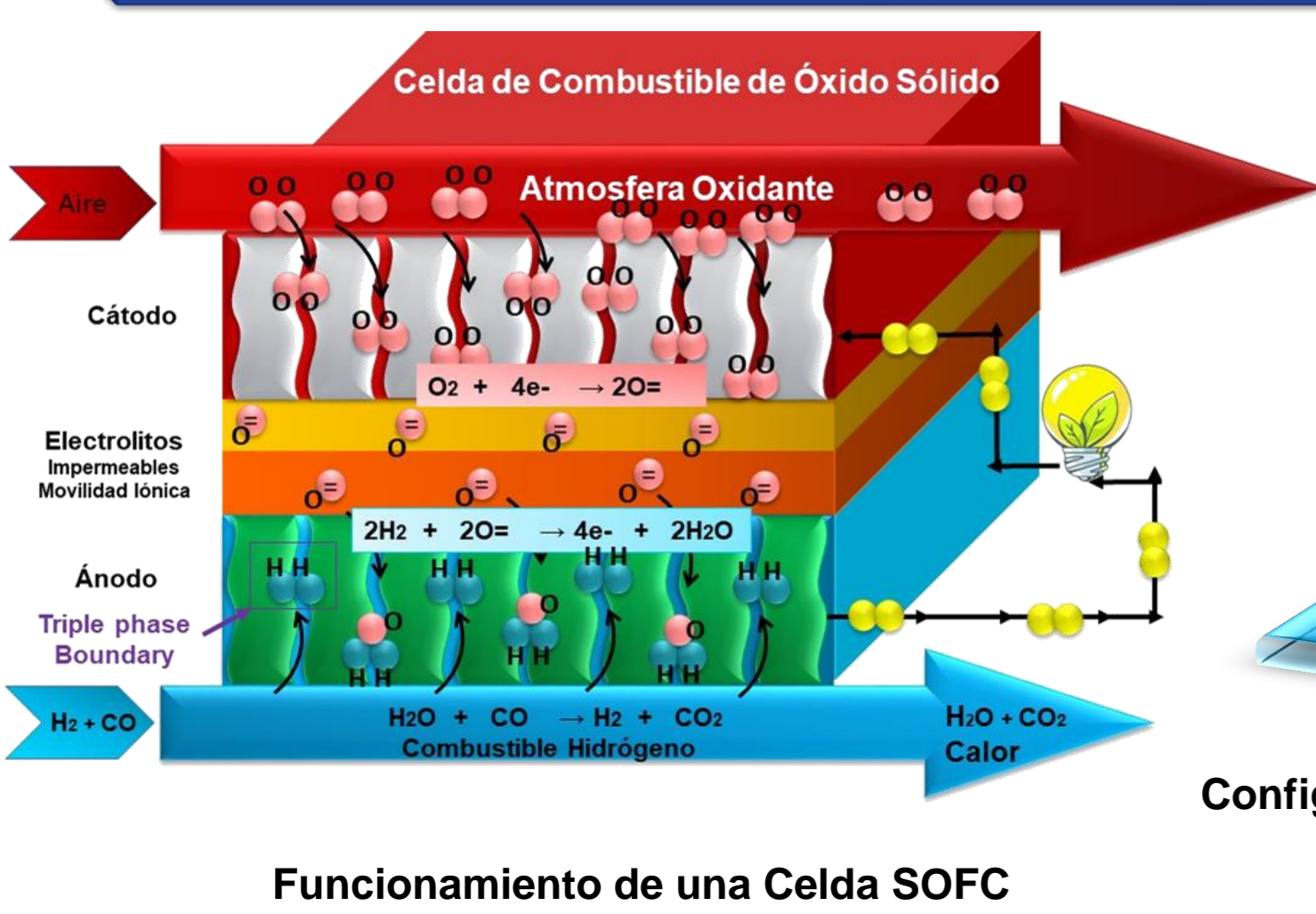
hamartinezr@unal.edu.co, jfjurado@unal.edu.co, armando.reyes@cimav.edu.mx



Resumen

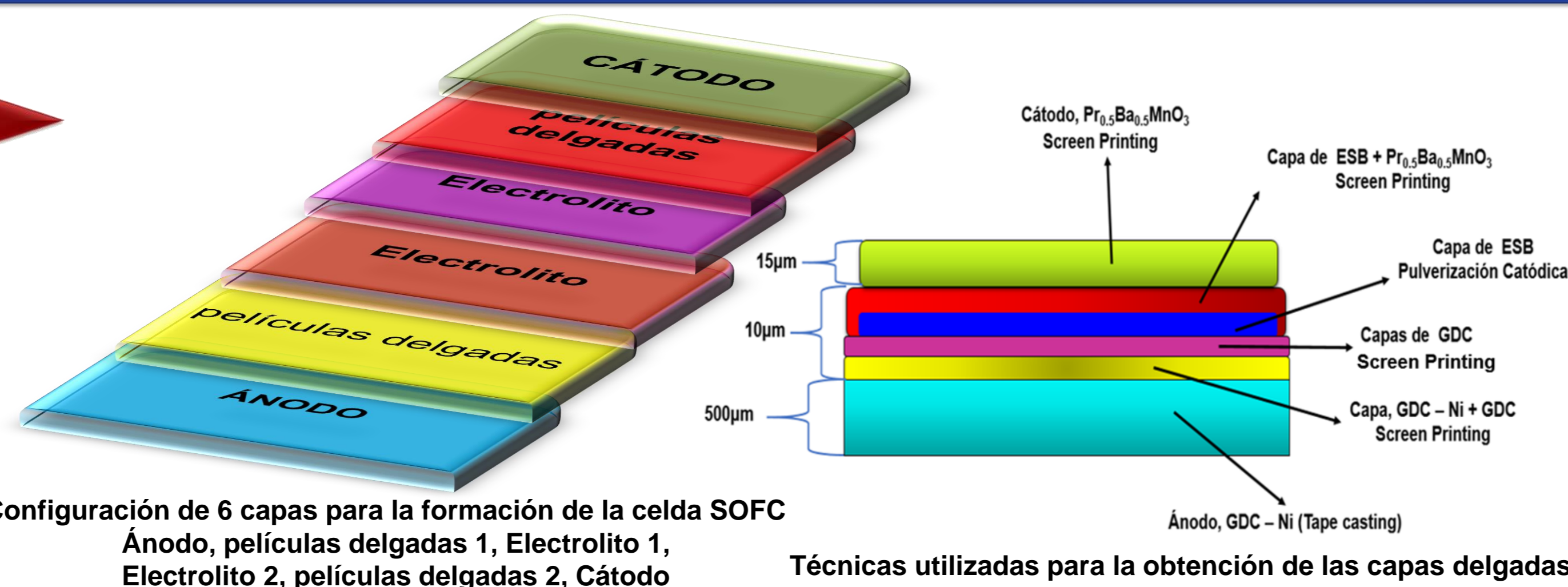
Este trabajo se enfoca en exhibir los avances relacionados con mi tesis de doctorado. Basado en la fabricación de un dispositivo de celda de combustible tipo SOFC. Entre los etapas importantes esta: Formación de nanopartículas mediante química suave, formación de ánodo mediante (Tape Casting), Formación de electrolitos, películas delgadas y cátodo mediante (Screen Printing). El cátodo de Pr_{0.5}Ba_{0.5}MnO₃ al aumentar la cantidad de Pr y cambiar la ruta de Etilenglicol por EDTA, permitirá la formación de una sola fase (cúbica), con lo cual será más estable y posteriormente en el momento de medir la celda SOFC disminuirá considerablemente los valores de resistencia permitiendo disminuir la temperatura de operación de la celda SOFC. En el proceso de fabricación de la celda de combustible SOFC que sigue actualmente en proceso experimental, ha permitido realizar dos investigaciones adicionales, permitiendo la formación de diferentes tipos de nano-partículas.

Introducción



Funcionamiento de una Celda SOFC

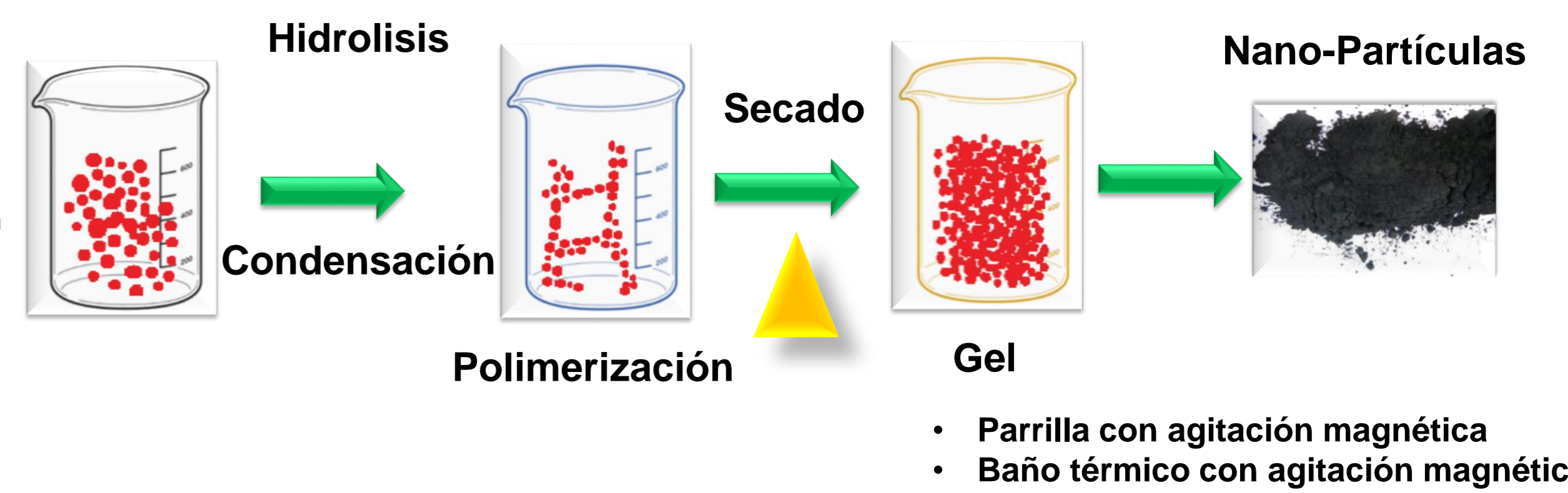
Desarrollo Experimental



Configuración de 6 capas para la formación de la celda SOFC
Ánodo, películas delgadas 1, Electrolito 1, Electrolito 2, películas delgadas 2, Cátodo

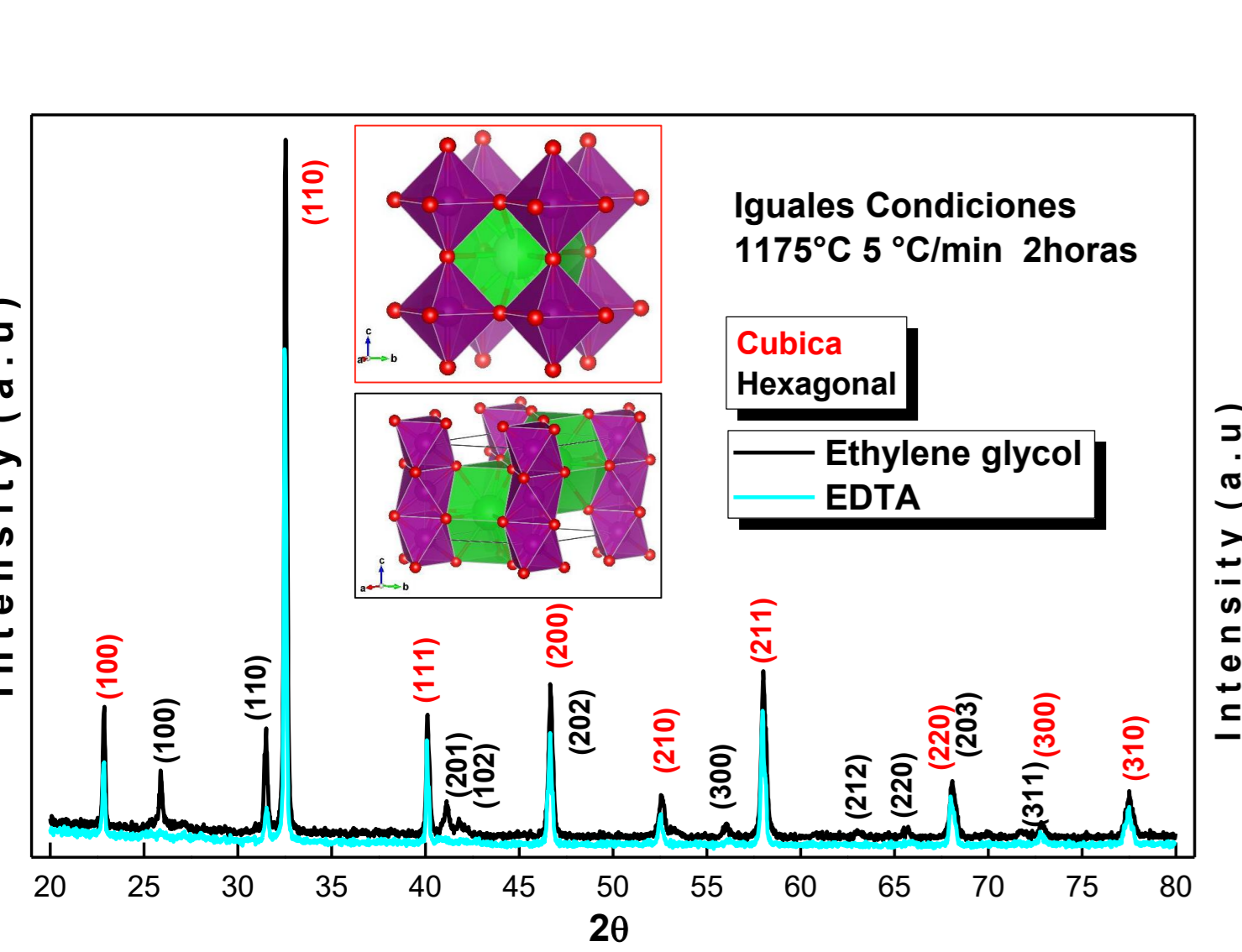
Técnicas utilizadas para la obtención de las capas delgadas

Formación de Nano-Partículas

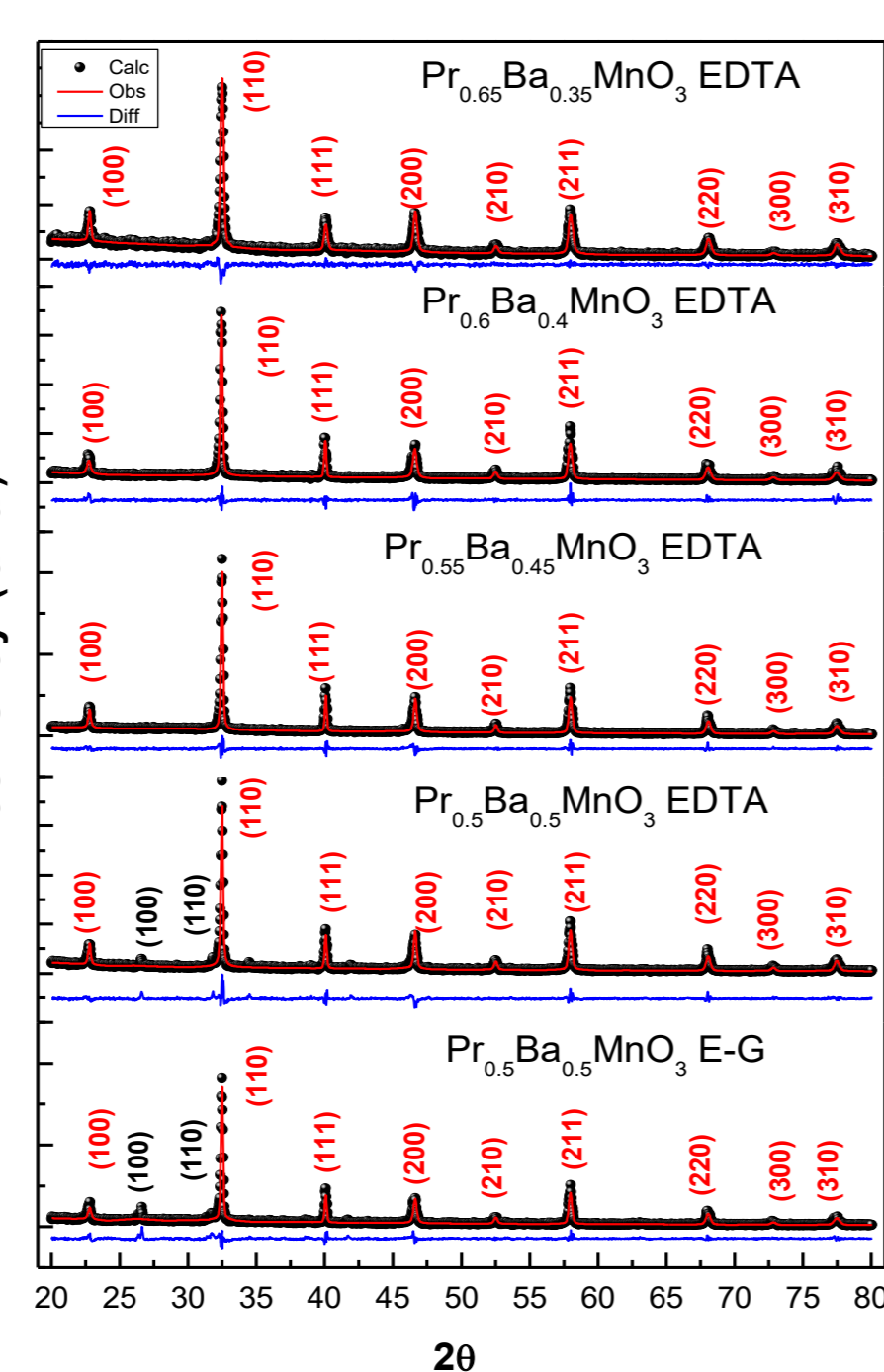


Método de obtención de Nano-Partículas:
Pr_{1-x}Ba_xMnO₃ / GDC / ESB / La_{1-x}Ca_xFe_{1-y}Ni_yO₃

Caracterización XRD Cátodo

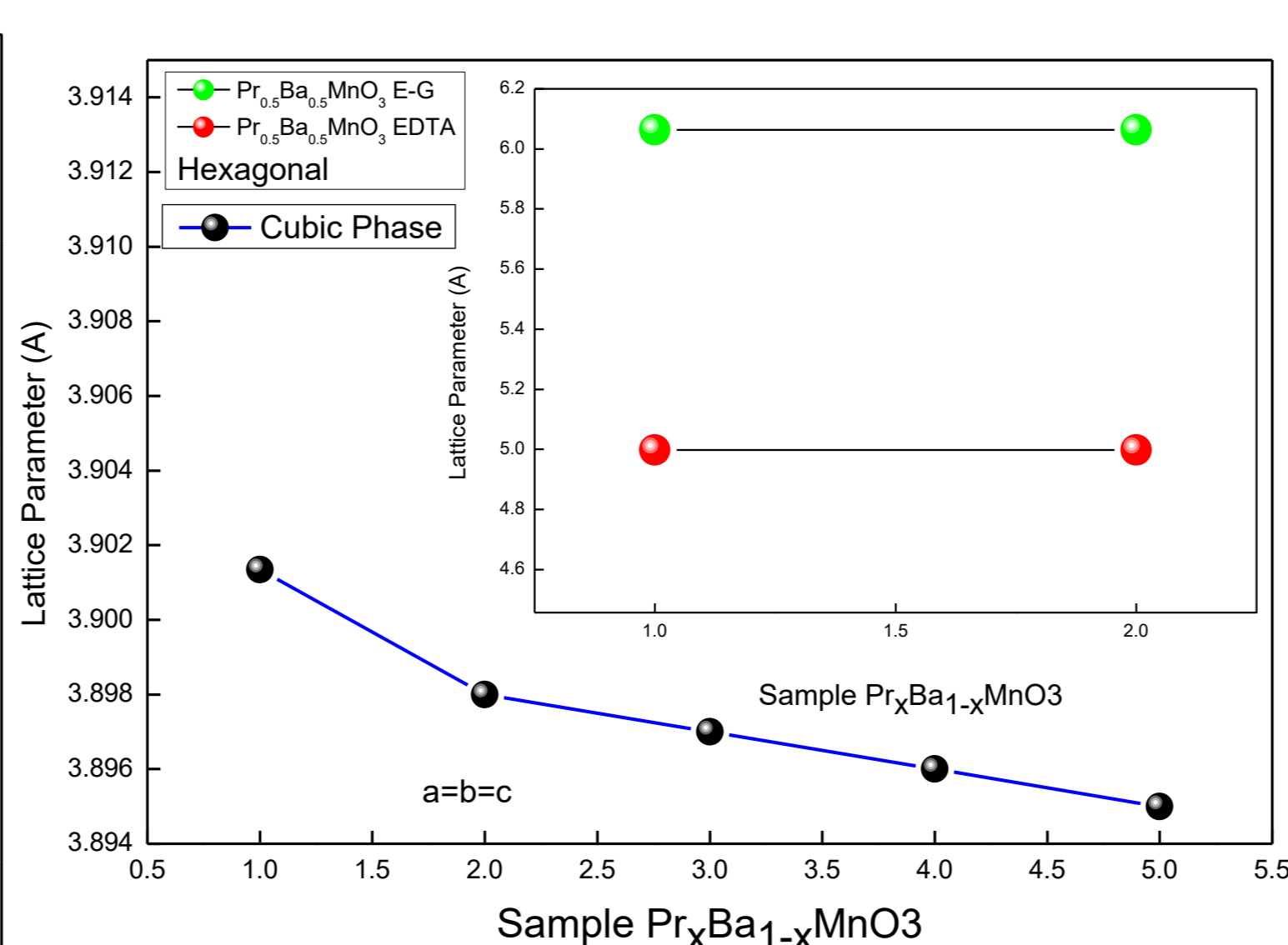


XRD para dos muestras: Pr_{1-x}Ba_xMnO₃ E-G y Pr_{1-x}Ba_xMnO₃ EDTA, se presencian dos fases Hexagonal y Cúbica

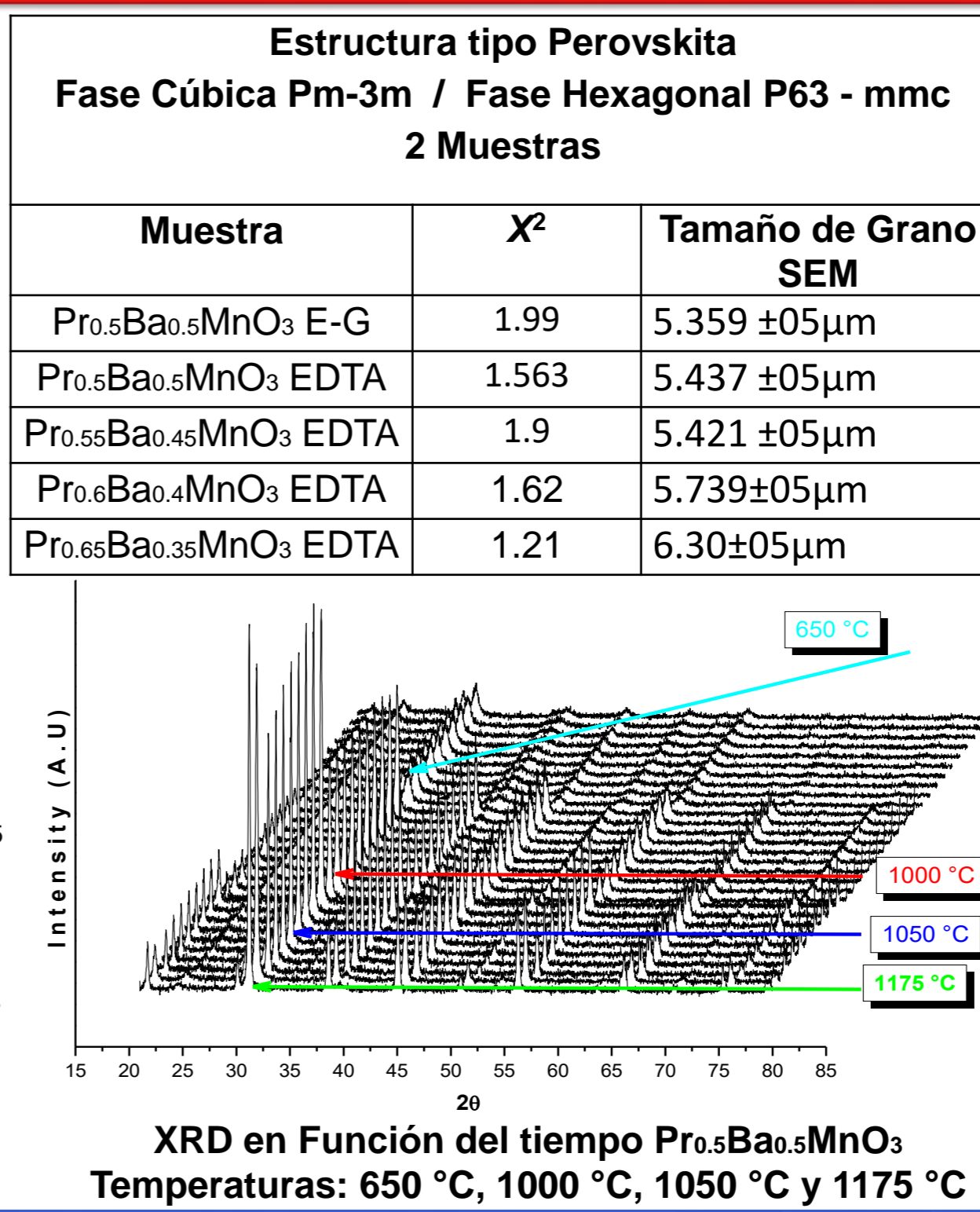


Ajuste Rietveld mediante el Software GSAS para las 5 muestras obtenidas de Pr_{1-x}Ba_xMnO₃

Ajuste Rietveld

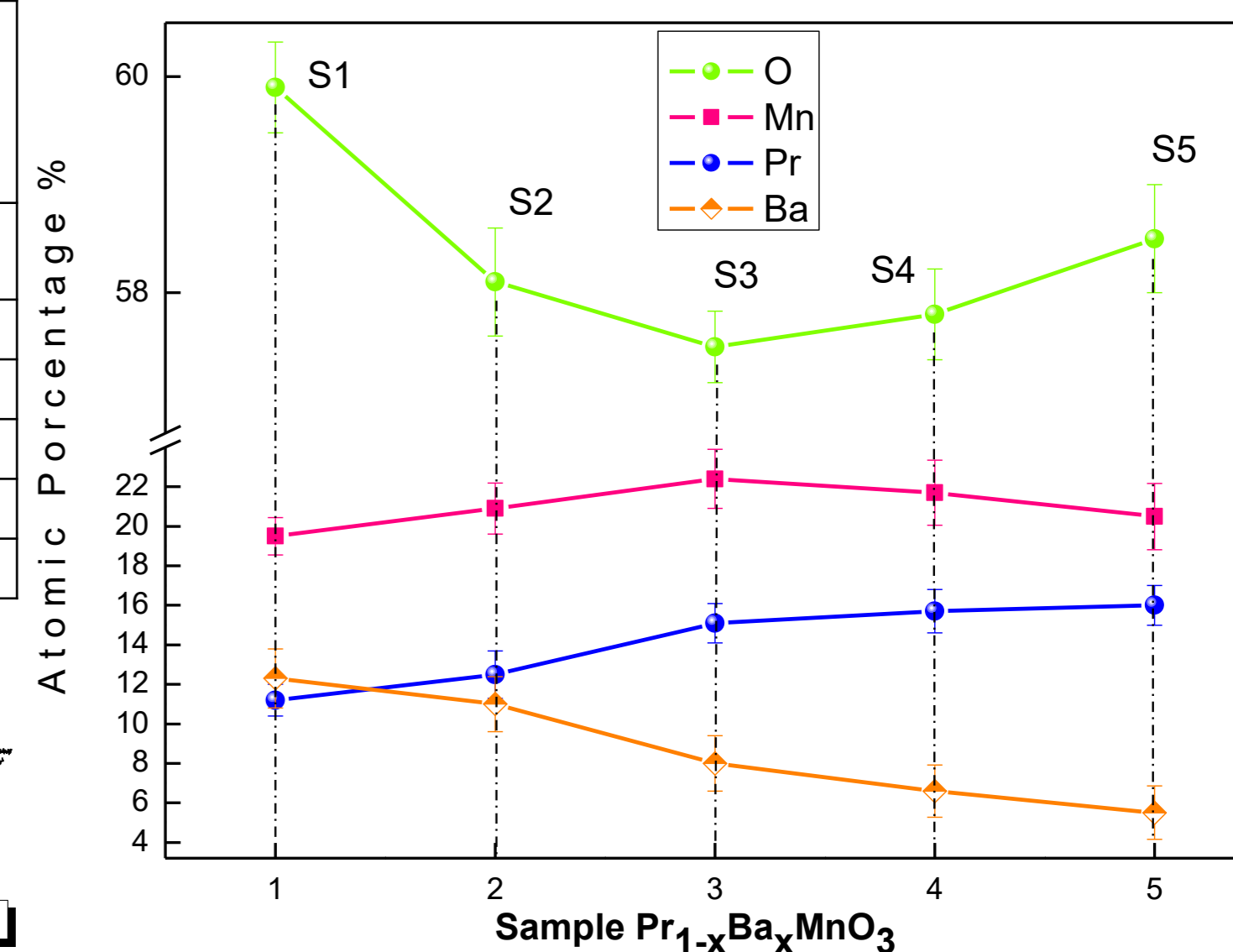


Parámetros de red de la fase cúbica para las cinco muestras Pr_{1-x}Ba_xMnO₃
Parámetros de red de la fase hexagonal para las dos primeras muestras



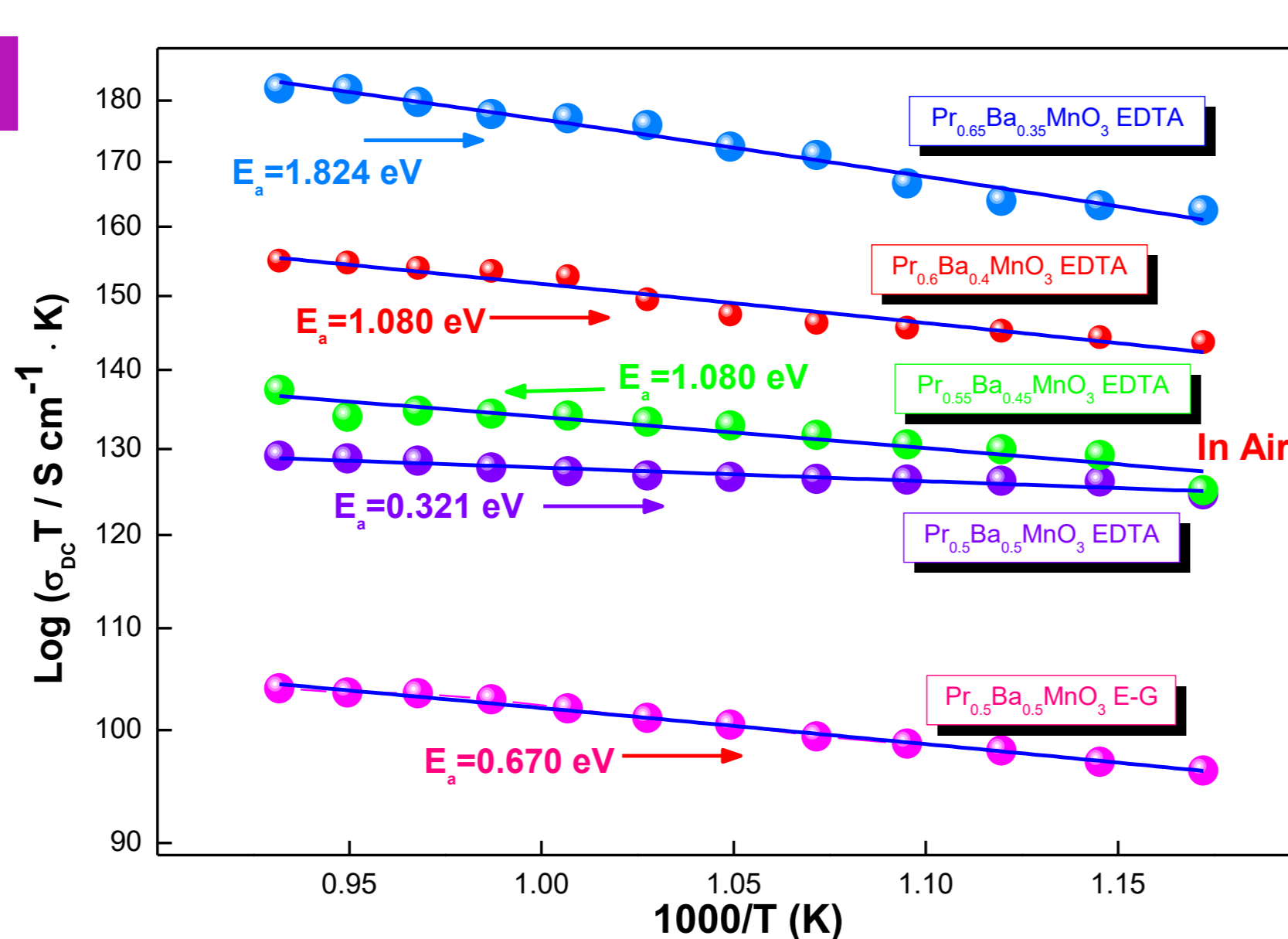
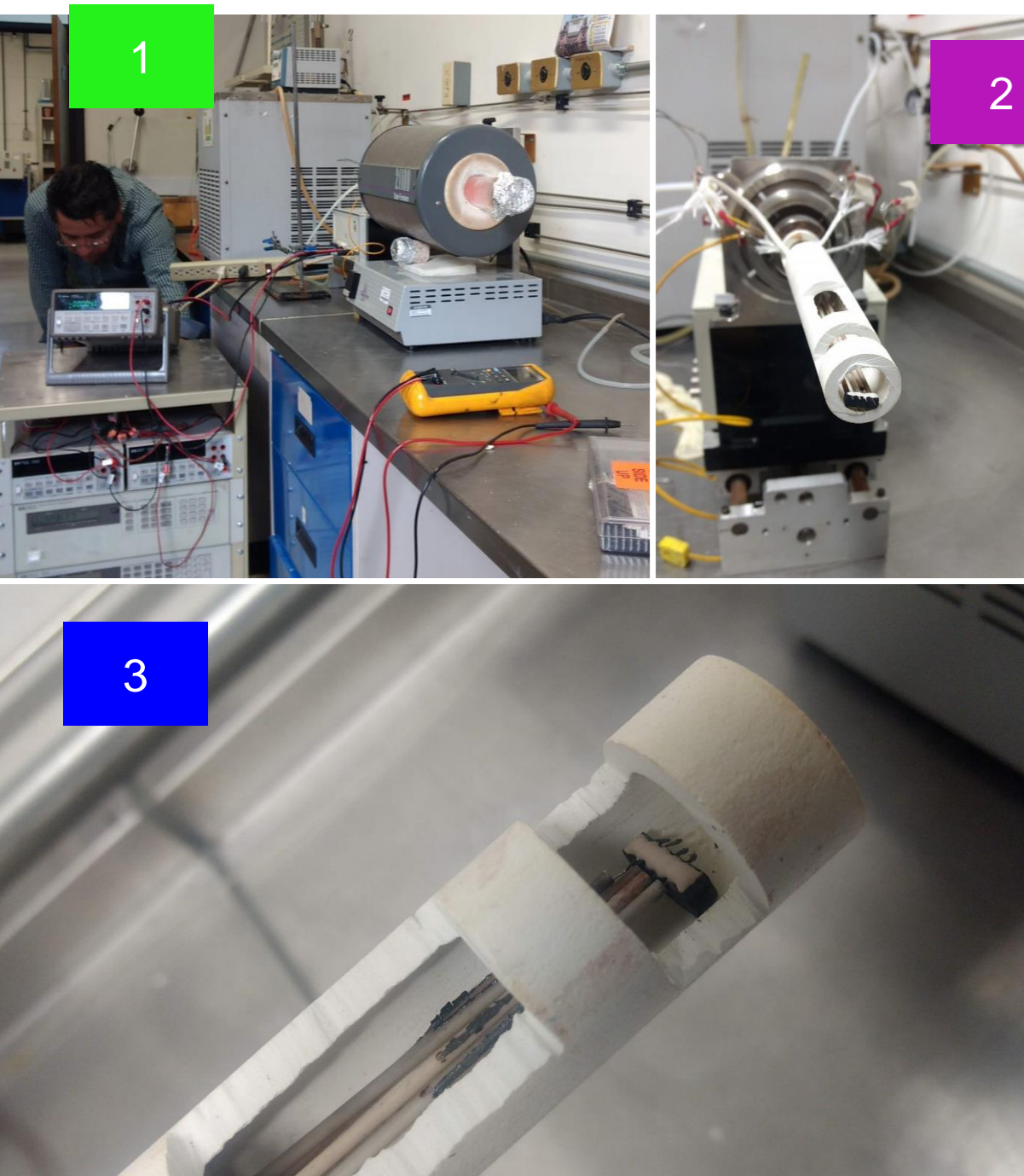
XRD en Función del tiempo Pr_{0.5}Ba_{0.5}MnO₃
Temperaturas: 650 °C, 1000 °C, 1050 °C y 1175 °C

Análisis EDS



EDS para cinco muestras de Pr_{0.5}Ba_{0.5}MnO₃ E-G, Pr_{0.55}Ba_{0.45}MnO₃ EDTA, Pr_{0.55}Ba_{0.45}MnO₃ EDTA, Pr_{0.6}Ba_{0.4}MnO₃ EDTA, Pr_{0.65}Ba_{0.35}MnO₃ EDTA, porcentaje atómico de los elementos Pr, Ba, Mn, O

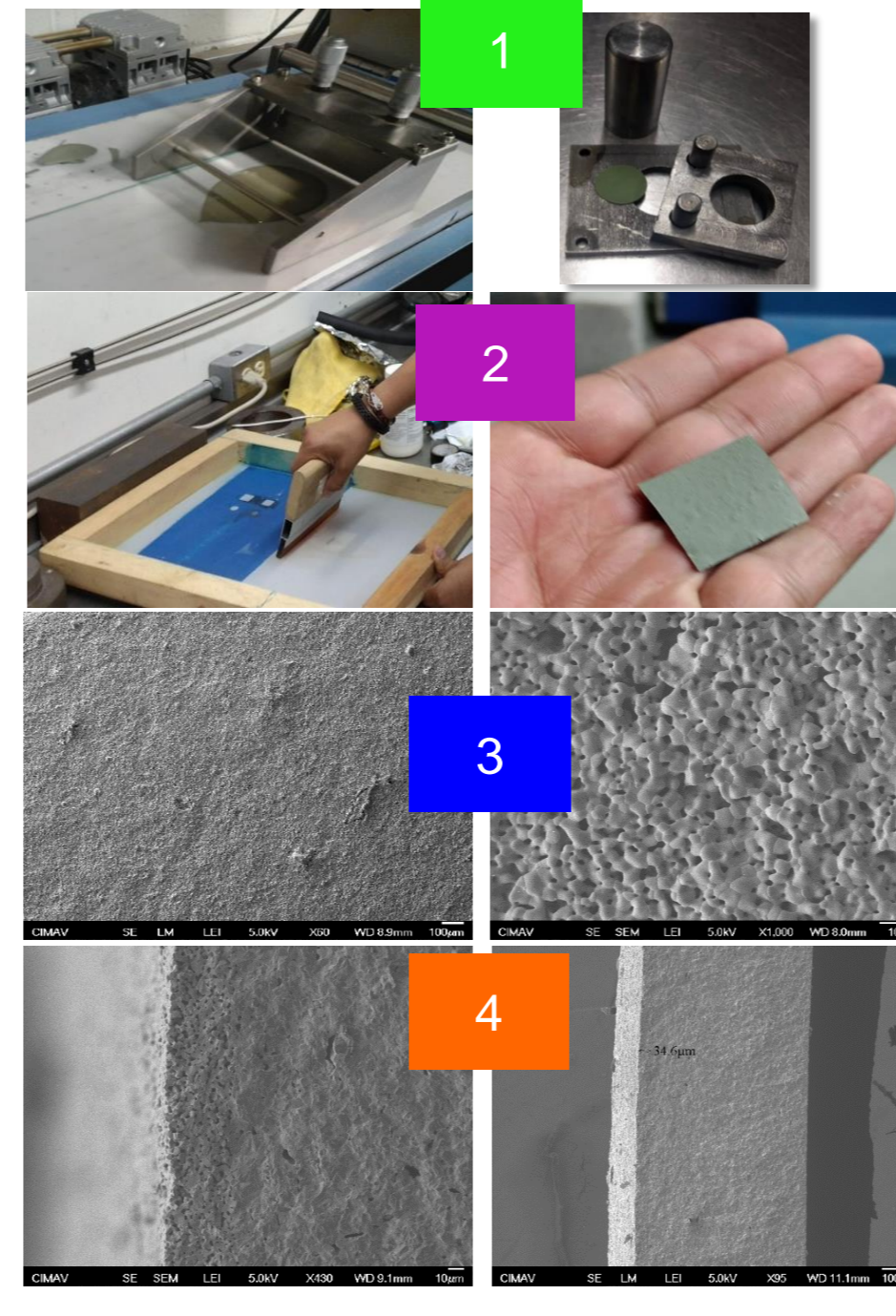
Conductividad Mediante Cuatro Puntas



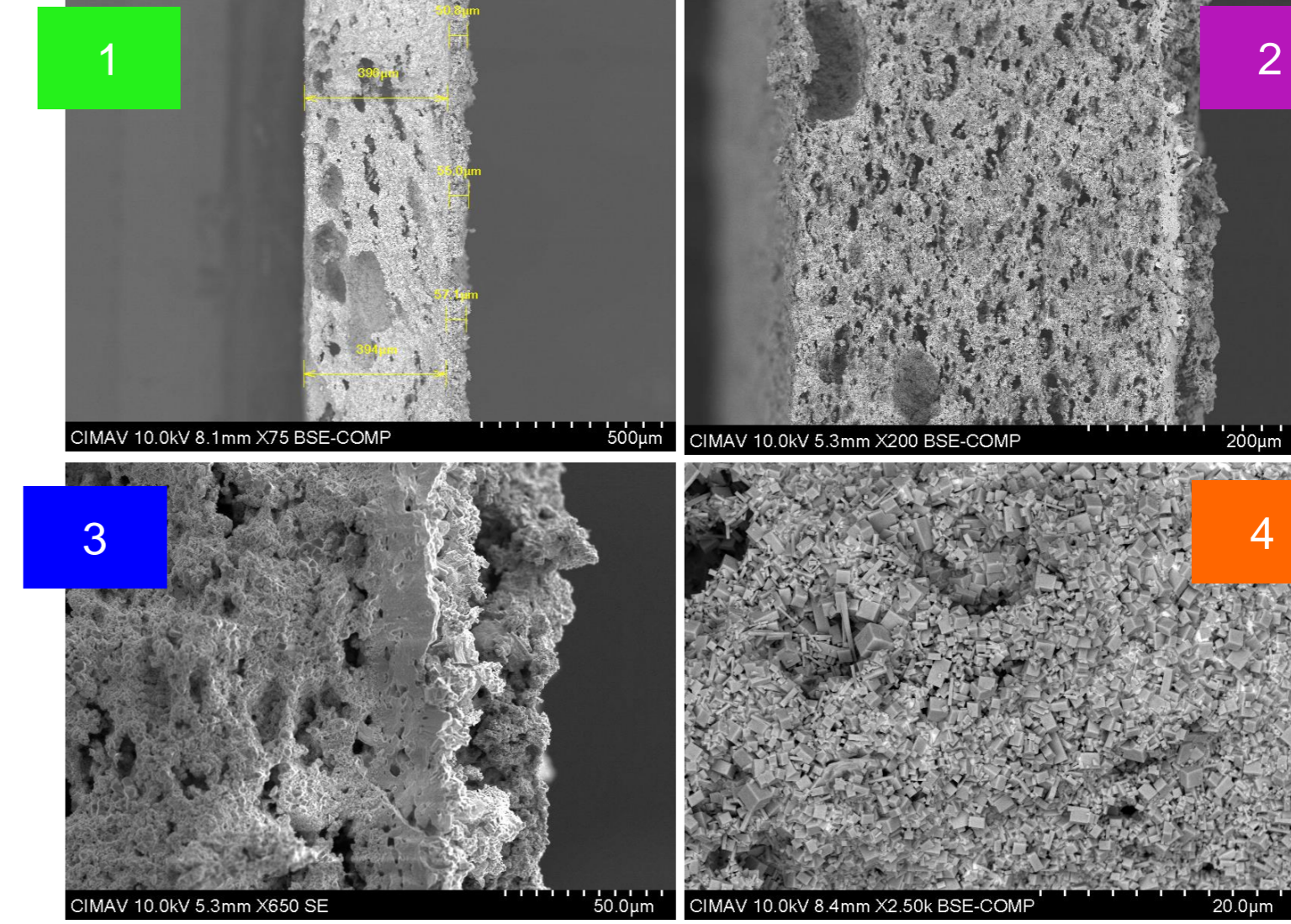
Ajuste Arrhenius en función de temperatura para las cinco muestras de Pr_{1-x}Ba_xMnO₃. Los valores de conductividad presentan excelentes valores superiores a 100 S/cm. Se asocia la E_a energía de activación que representa la movilidad de los portadores de carga (iones - electrones)

Caracterización eléctrica utilizando el método de cuatro puntas en función de temperatura, desde 580 °C hasta 800 °C para las cinco muestras de Pr_{1-x}Ba_xMnO₃

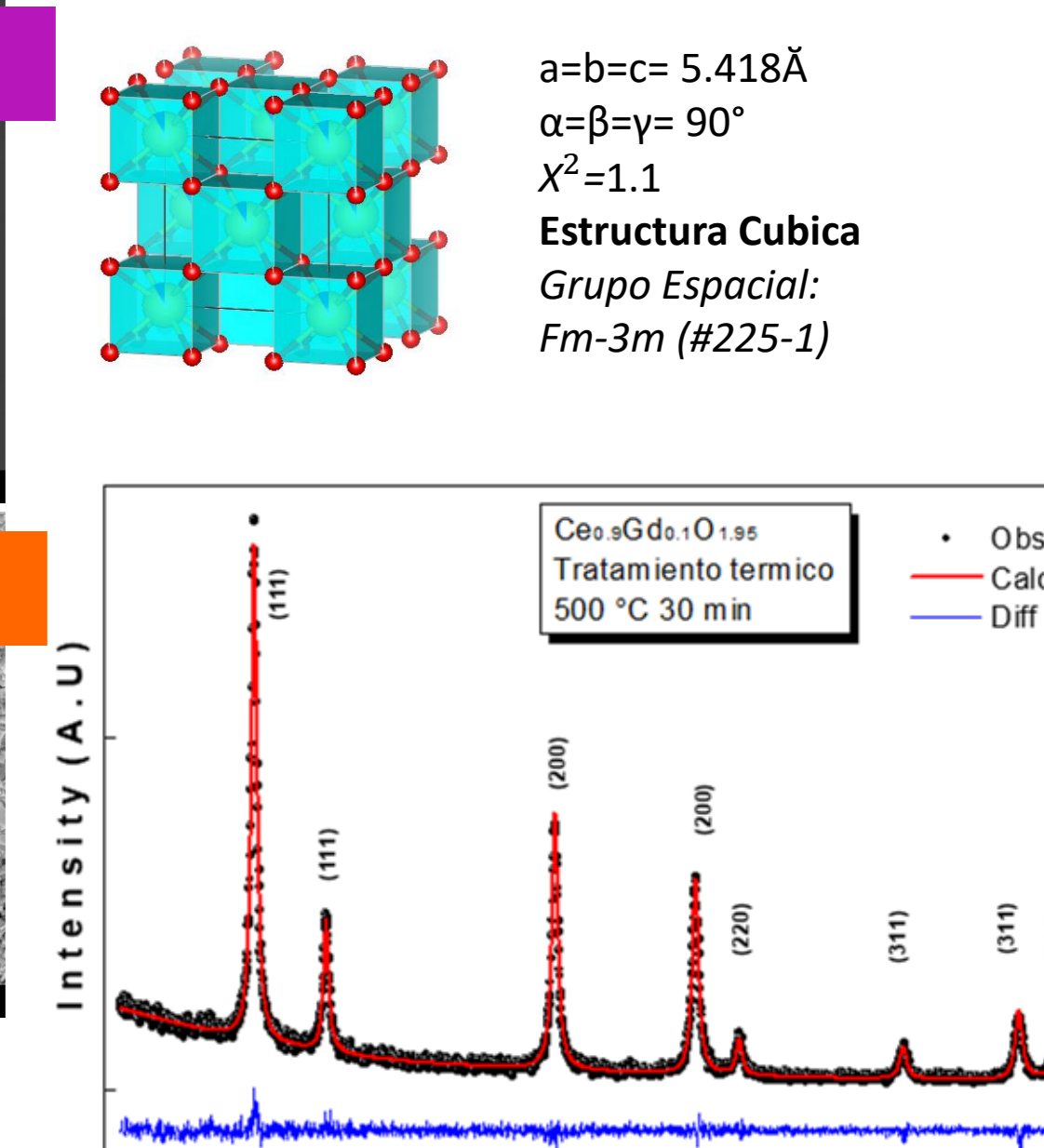
Técnicas de obtención de electrodos



1) Técnica Tape casting para Ni-GDC / Fabricación de Ánodo
2) Técnica Screen Printing para: películas delgadas / Electrolito / Cátodo
3) Micrografías Superficiales Electrolito GDC después de un tratamiento térmico a 1500 °C durante 4 horas.
4) Micrografías en región transversal Electrolito GDC con el fin de observar el espesor de la deposición.



Medidas SEM transversal para 3 regiones de las capas hechas por Tape casting y Screen Printing
1. Micrografía del espesor de la celda SOFC inicial
2. La micrografía 2 3 muestran el espesor de los electrolitos y su densificación.
3. La micrografía 4 muestra la parte superficial del cátodo depositado por Screen printing.



a=b=c= 5.418Å
α=β=γ= 90°
X²=1.1
Estructura Cúbica
Grupo Espacial: Fm-3m (#225-1)
Nano-partículas de GDC obtenido a 500 °C durante 30 minutos, el cual posteriormente se utilizara para hacer las capas delgadas mediante screen printing.

Conclusiones

- De las 5 muestras obtenidas se puede concluir que:
1. Al eliminar la fase hexagonal mediante la utilización de EDTA mejora significativamente las propiedades, estructurales, eléctricas y térmicas.
2. El aumento de Pr hasta 65% permite que la conductividad aumente hasta un valor de 185 S cm⁻¹, respecto a lo reportado en la literatura 98 S cm⁻¹.
3. La estabilidad térmica de estas muestras de Pr_{1-x}Ba_xMnO₃, infieren que son materiales con alta aplicación como cátodos para celdas SOFC.
• La técnica de Tape Casting ha permitido obtener ánodos con alta porosidad.
• El agregar una capa intermedia como medio para ajustar los TEC ayuda a controlar la densidad de las capas.
• El método de Screen Printing, permite tener control del espesor de las capas de las deposiciones de capa intermedia, electrolitos y cátodo, con el fin de fabricar completamente el dispositivo de celda de combustible SOFC
• Los tratamientos térmicos que se realizan para cada una de las capas de la celda de SOFC están controladas, lo que fomenta el crecimiento del grano indispensable para la movilidad de los portadores de carga de la reacción electroquímica

Artículos Publicados

- Jahn-Teller distortion effects on the transport properties of La_{0.7}Ca_{0.3}Mn_{1-x}Fe_xO₃ perovskite NPs, H.A.Martinez-Rodriguez, Kalu Onyekachi, A.Concha-Balderrama, G.Herrera-Pérez, J.A.Matutes-Aquino, J.F.Jurado, M.H.Bocanegra-Bernal, V.-H.Ramos-Sánchez, J.A.Duarte-Moller, A.Reyes-Rojas, Mater. Res. Express 6 (2019) 095060.
2. Electronic configuration and magnetic properties of La_{0.7}Ca_{0.3}Mn_{1-x}Fe_xO₃ perovskite NPs: The effect of a lower Fe³⁺ concentration, H.A.Martinez-Rodriguez, KaluOnyekachi, A.Concha-Balderrama, G.Herrera-Pérez, J.A.Matutes-Aquino, J.F.Jurado, M.H.Bocanegra-Bernal, V.-H.Ramos-Sánchez, J.A.Duarte-Moller, A.Reyes-Rojas, Journal of Alloys and Compounds Available online 15 October 2019, 152668.
3. Artículo en proceso: Enhanced of charge transport of Pr_{1-x}Ba_xMnO₃ electroceramics by electronic structure modulation: The effect of hexagonal structure concentration