

## RESUMEN

Los óxidos conductores transparentes son ampliamente estudiados para aplicaciones fotovoltaicas. El óxido de zinc (ZnO) posee un valor de transmitancia en el rango del 80-90% en la región visible y una brecha de energía prohibida 3.3 eV, crece con estructura hexagonal tipo wurtzita o cubica. En este trabajo se obtuvieron películas delgadas de ZnO por el método de depósito por baño químico (DBQ), depositadas a una temperatura constante y variando tiempos de depósitos de 15, 20 y 30 minutos. Se llevó a cabo la caracterización morfológica y estructural de las películas por Microscopía Electrónica de Barrido (MEB) y difracción de rayos X (DRX).

## INTRODUCCIÓN

En los últimos años se ha tenido un gran interés en el estudio de los óxidos conductores transparentes, debido a sus varias aplicaciones en la optoelectrónica y dispositivos fotovoltaicos. En el caso de la tecnología de celdas solares fotovoltaicas de película delgada se han realizados investigaciones en torno al óxido de zinc (ZnO) el cual es un material semiconductor tipo n, de la familia II-VI, con una brecha prohibida de 3.37 eV, presenta una longitud de onda de 364-400 nm en la región visible y tiene un porcentaje de transmitancia en un rango del 80-90% en la región visible, presenta una resistividad del orden de  $10^5 \Omega \cdot \text{cm}$  [1], son estas propiedades lo que lo hacen un material interesante para su aplicación en celdas solares.

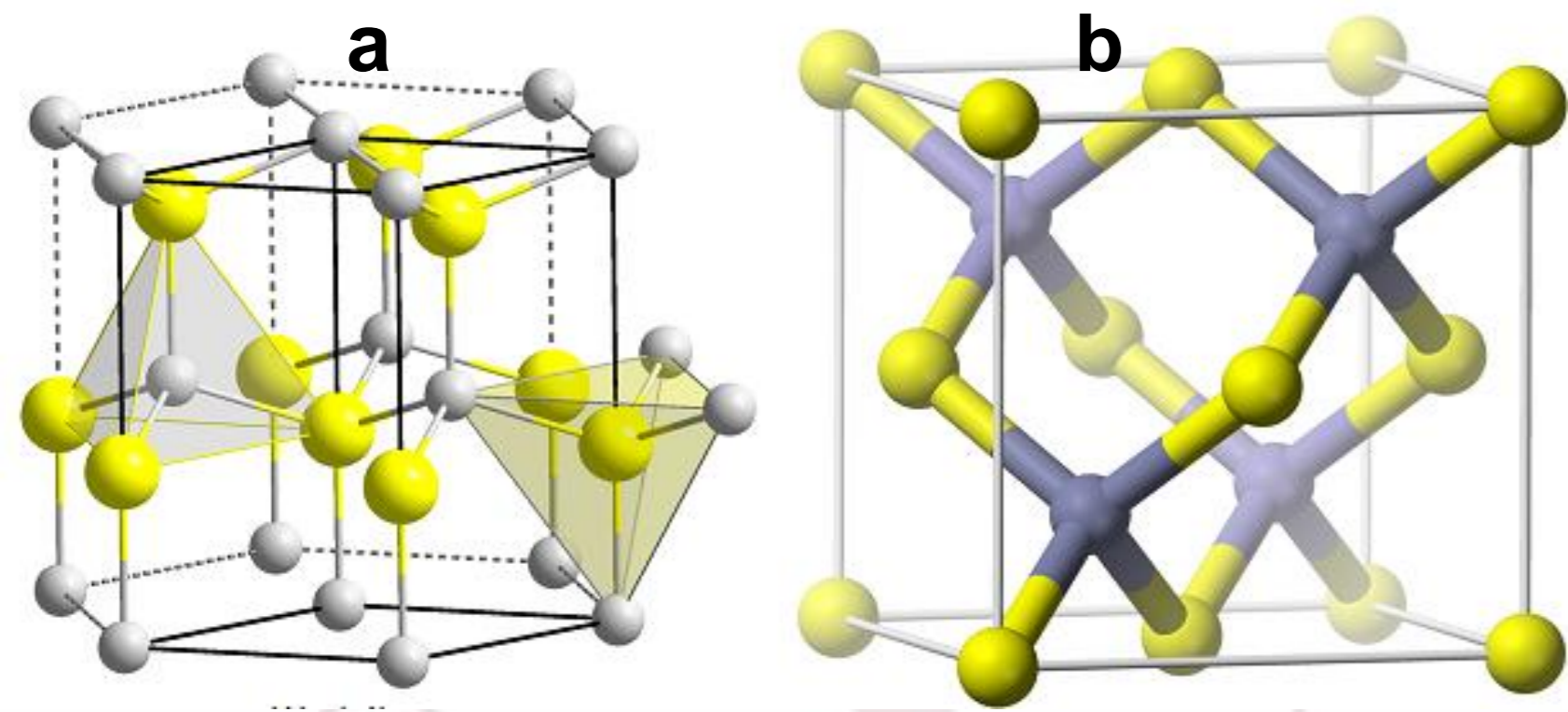


Figura 1. Estructura cristalina del ZnO a) fase hexagonal tipo wurtzita. b) cúbica tipo zinc blenda. (Esferas amarillas corresponden al Zinc y esferas grises al oxígeno).

Un uso importante es que el ZnO es ampliamente utilizado como capa intermedia en celdas solares CIGS (Cobre Indio Galio Selenio). Algunos experimentos actuales se centran en el efecto del espesor de ZnO en la potencia máxima de salida para las celdas [2].

## MÉTODO

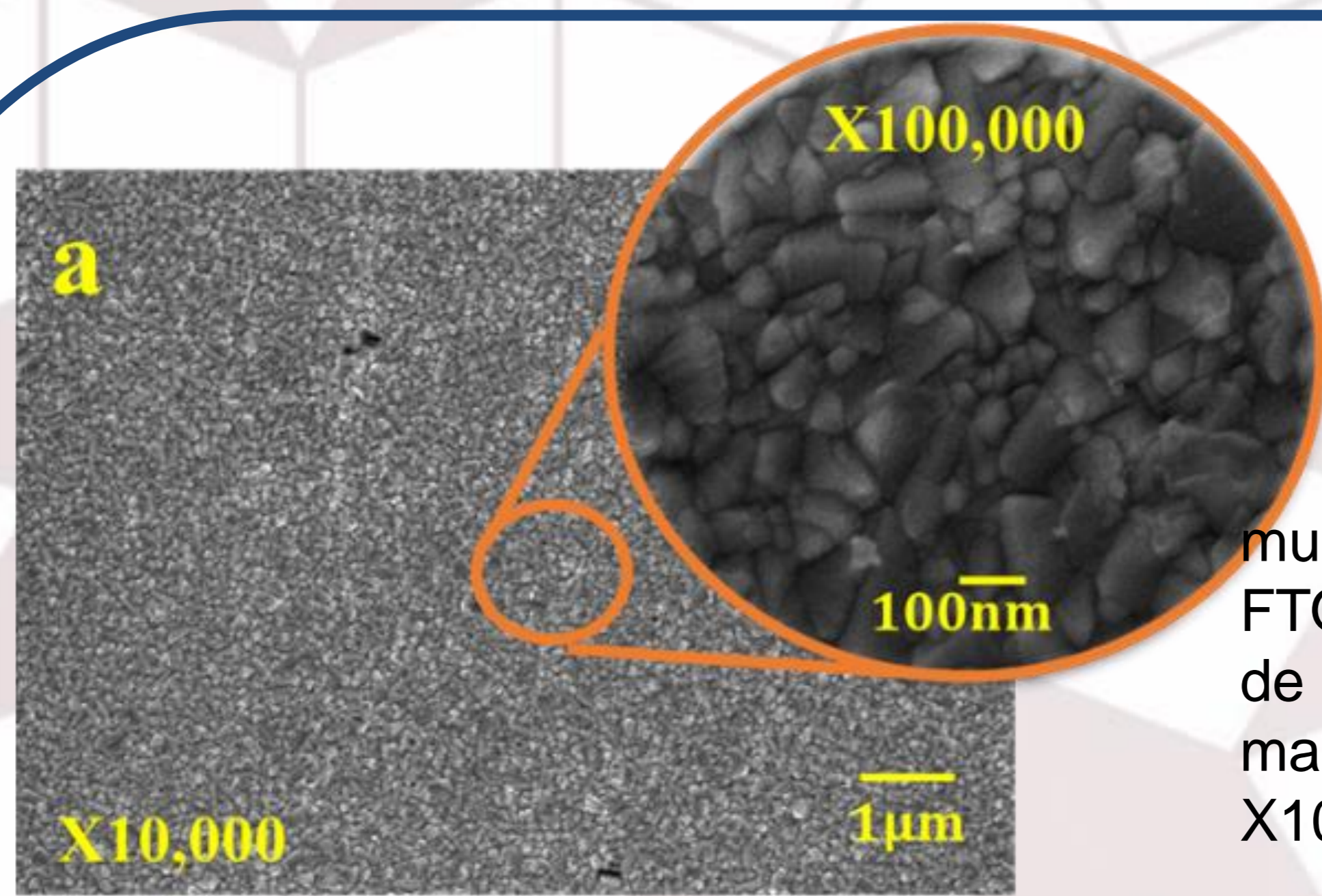
Se depositaron películas sobre sustratos de vidrio TEC-15 ( $\text{SnO}_2$ : F) por el método de depósito por baño químico (DBQ), se utilizaron como soluciones precursoras  $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{NH}_4\text{OH}$ ,  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  y  $\text{CH}_4\text{N}_2\text{S}$ .

En la tabla 1 se observan las muestras obtenidas con las variaciones del tiempo de depósito y si se les dio tratamiento térmico en aire en una mufla a 400 °C.

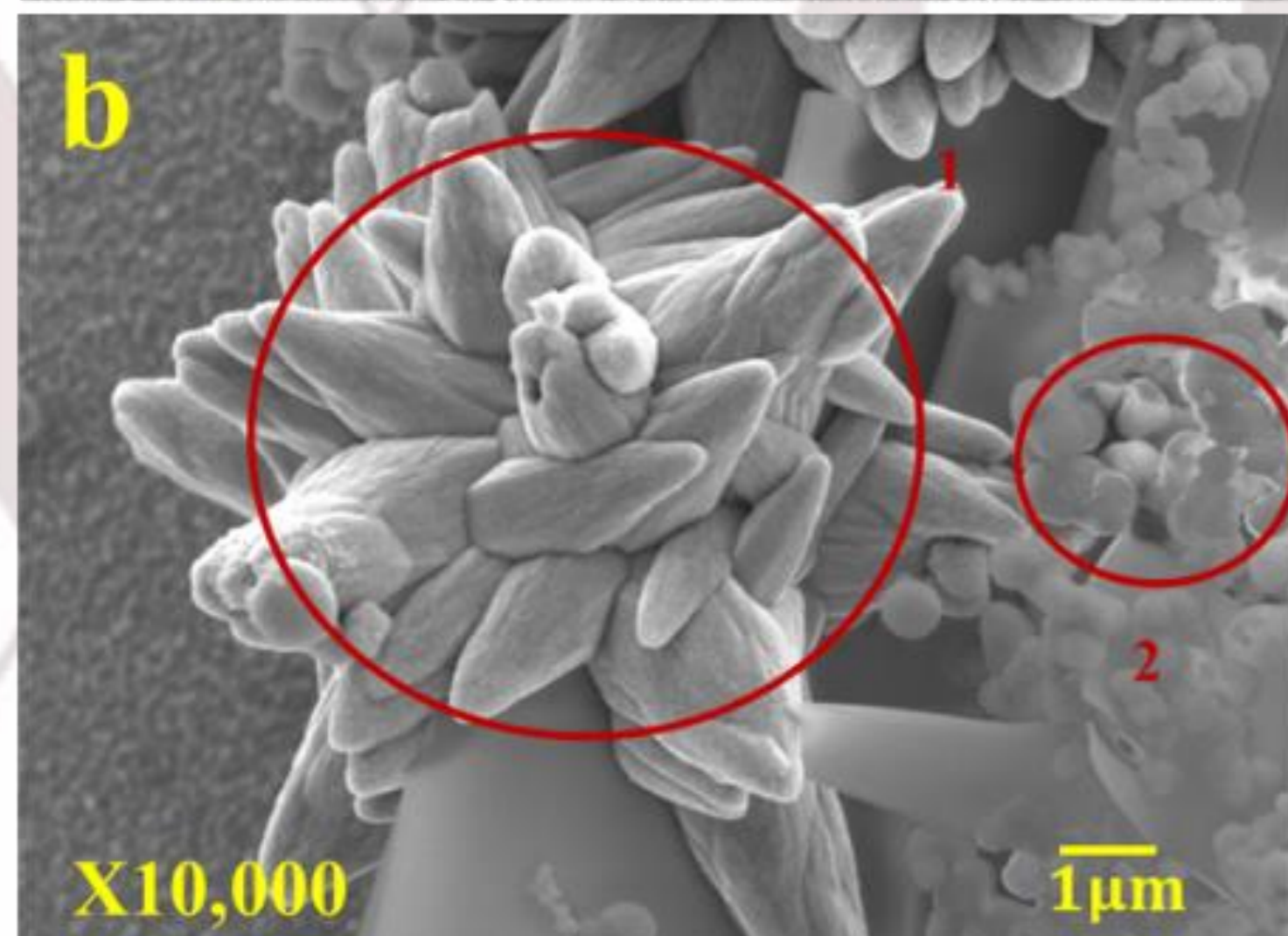
Tabla 1. Muestras de ZnO obtenidas

Nombre de la muestra	Tiempo de depósito (min)	Tratamiento térmico
ZnO-30-sinTT	30	NO
ZnO-30	30	SI
ZnO-20	20	SI
ZnO-15	15	SI

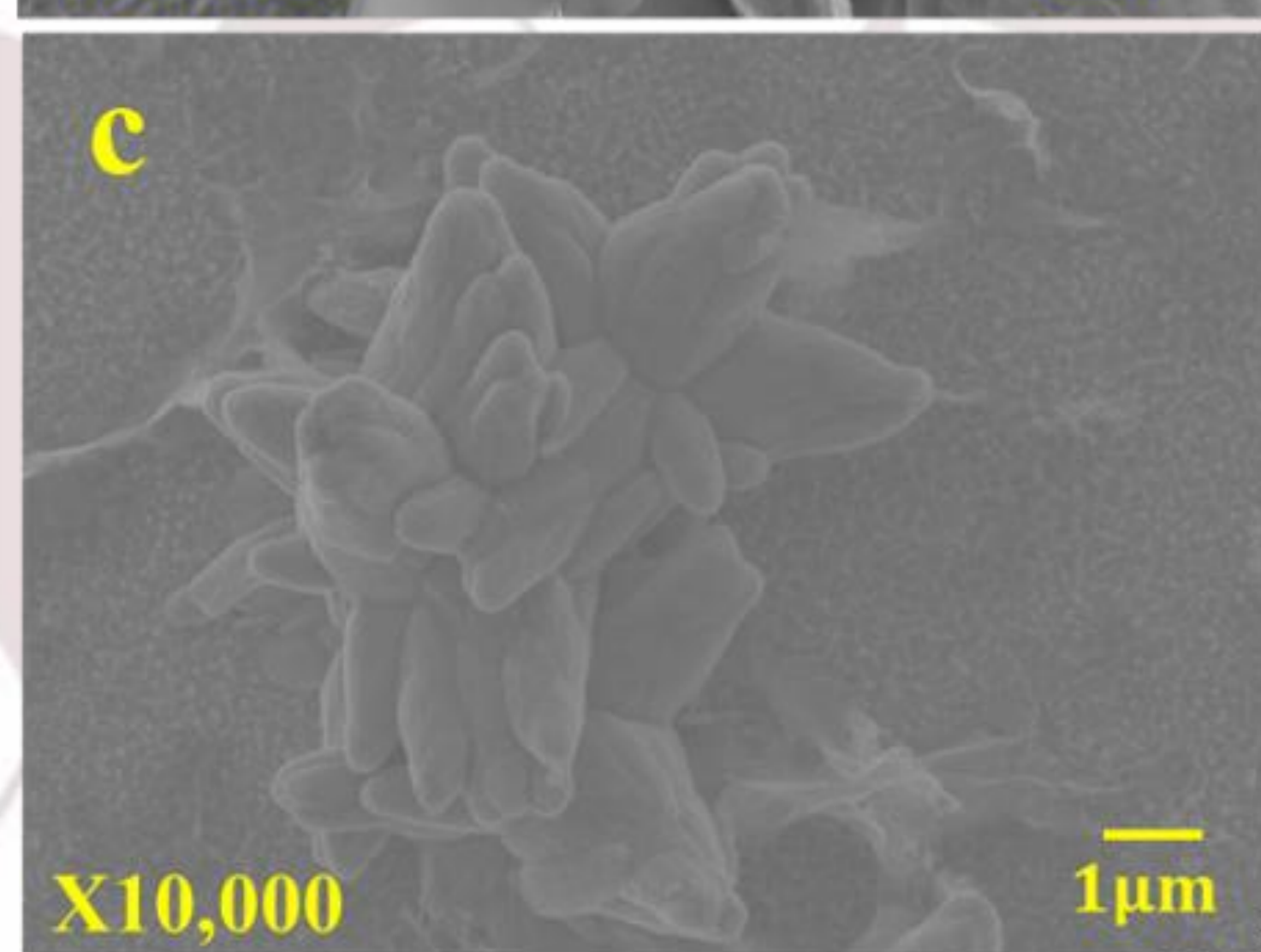
## RESULTADOS



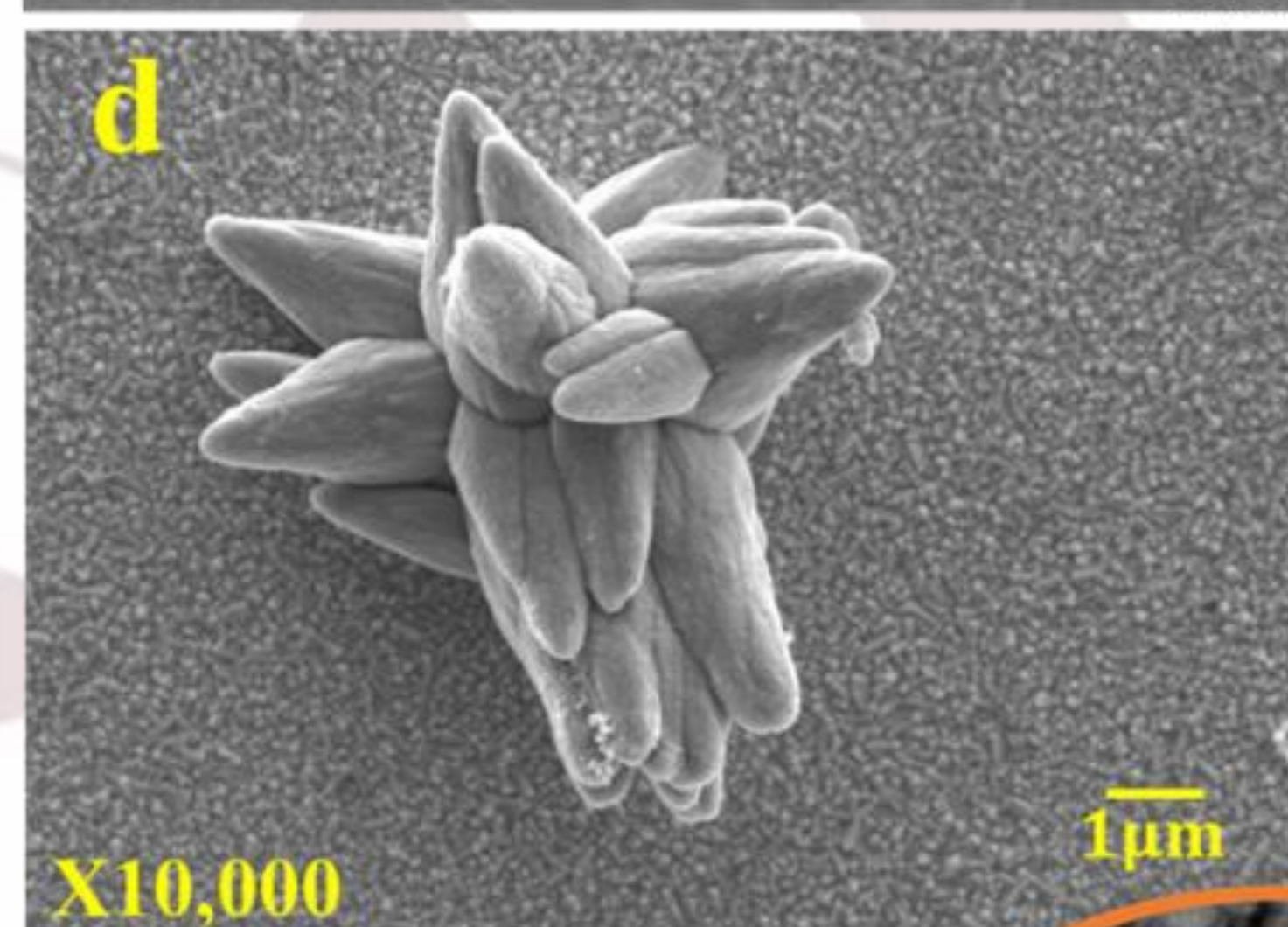
En La Figura 2a) se muestra la imagen SEM del FTO con una magnificación de X10,000 y otra magnificación mayor de X100,000



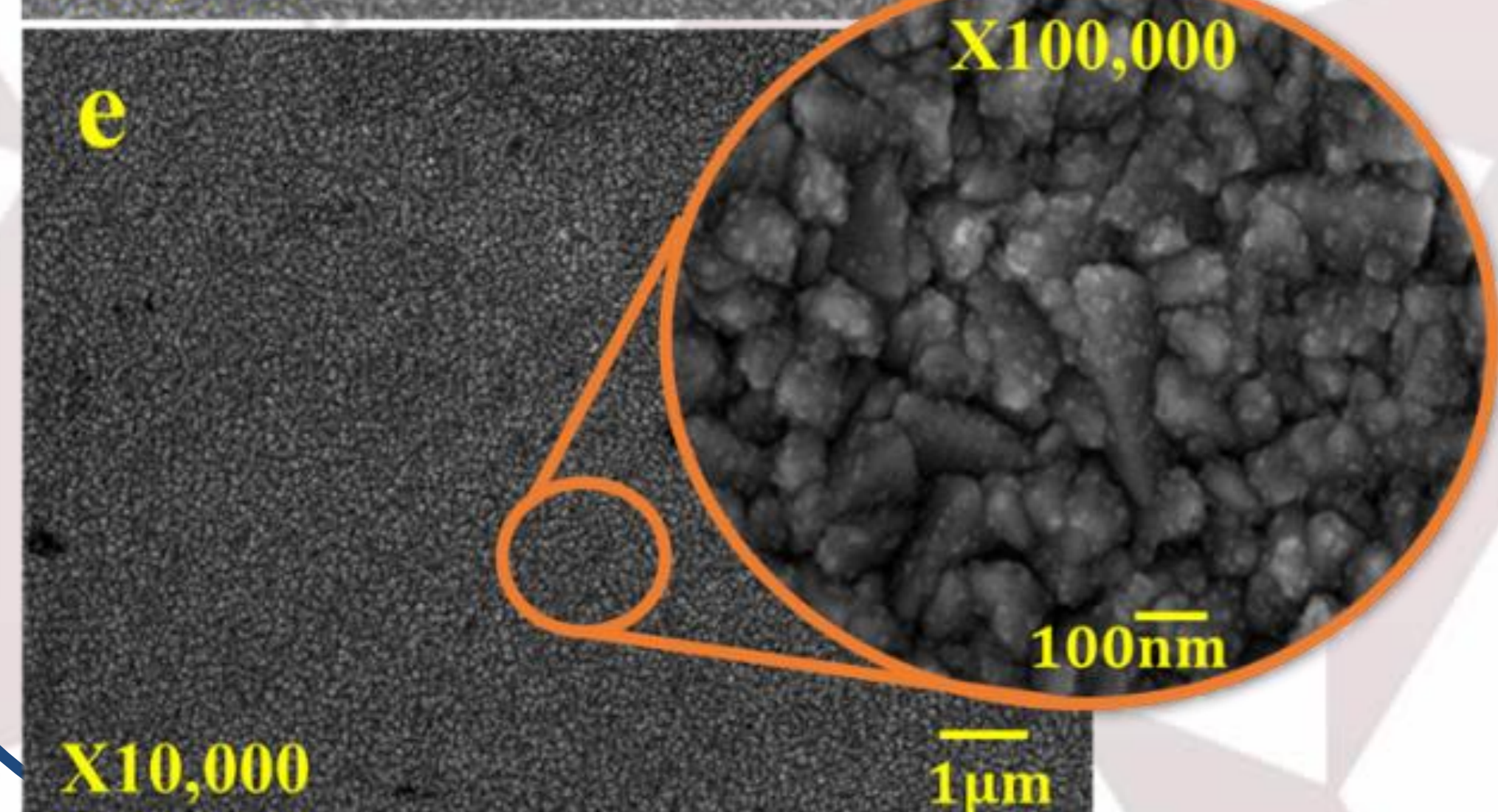
b) Imagen SEM de la película delgada de ZnO-30-sinTT con magnificación de X10,000, donde se identifican diferentes formaciones en la matriz de la película, el número 1 señala una formación tipo estrella, mientras que el número 2 señala algunos conglomerados circulares.



c) Imagen SEM de la película ZnO-30, se observan algunas formaciones de tipo coliflor y algunos conglomerados, así como un recubrimiento sobre el FTO.



d) Película delgada de ZnO-20 película no uniforme con formaciones de tipo estrella aisladas en la matriz de la película.



e) Imagen SEM para la muestra de ZnO-15, se muestra también una magnificación mayor de X100,000; en donde se ven cómo los granos de  $\text{SnO}_2$ :F son apenas cubiertos por la película de ZnO.

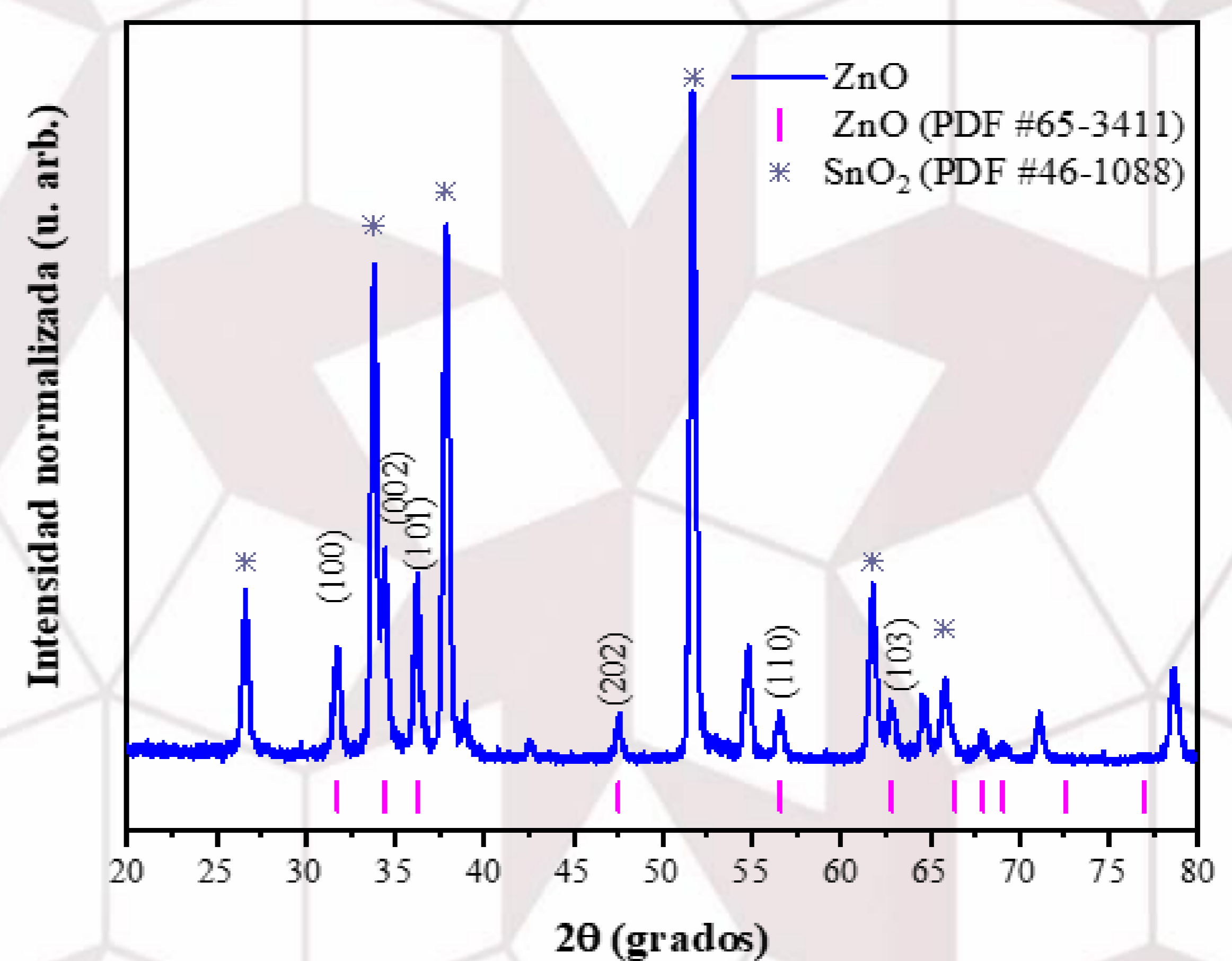


Figura 3. Difractograma de Rayos X de la muestra ZnO-30

Tabla 2. Análisis elemental EDS

Nombre de la muestra	% Atómico	
	O	Zn
ZnO-30	47	53
ZnO-20	91	9
ZnO-15	98	2

## CONCLUSIONES

- Se obtuvieron películas de ZnO en su fase hexagonal tipo wurtzita, con espesores alrededor de 10 nm a 80 nm. El tratamiento térmico en aire a la película ZnO-30 a 400°C durante 30 minutos disminuye la formación de conglomerados en la película, por otro lado, se observó que con 15 minutos de depósito para las películas de ZnO se empiezan a cubrir los granos del FTO.
- Finalmente, de los resultados obtenidos, se observa que se puede manipular el espesor de las películas de ZnO con el tiempo de depósito y en el caso particular de 15 minutos se tiene una nanoestructura de ZnO.

## REFERENCIAS

- [1] Mia, Md. Nasrul, et al. "Influence of Mg content on tailoring optical bandgap of Mg-doped ZnO thin film prepared by sol-gel method". Results in Physics. 2017.
- [2] F. Bittau, et al. "Analysis and optimisation of the glass/TCO/MZO stack for thin film CdTe solar cells" 2017. Recuperado de: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0927024818303817?via%3DiHub>

Figura 2. Imágenes SEM a) FTO, b) ZnO-30-sinTT, c) ZnO-30, d) ZnO-20, ZnO-15