

# Synthesis and Characterization of Te-Doped CdS Thin Films by Electrodeposition

Saint Berlín Cruz Cusacani, Efracio Mamani Flores, Elisban Sacari Sacari

Correo: sbcruz@unjbgu.edu.pe



**Resumen:** Las películas delgadas de sulfuro de cadmio (CdS) han despertado interés por sus aplicaciones en celdas fotovoltaicas, principalmente se emplean como capa de ventana debido a su band gap de 2.45 eV. Se sintetizó películas delgadas de CdS con los precursores de  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  (0.2 M),  $3\text{CdSO}_4$  (0.02 M) y EDTA (0.1 M), donde la deposición se llevó a cabo con un potencial constante de  $-1.2\text{ V}$  durante 40 minutos, en una celda electroquímica de 200 ml. Como resultado por análisis de DRX se obtuvieron películas delgadas de CdS con estructura hexagonal con dirección cristalográfica  $2\theta = 26.45^\circ$  (002),  $28.22^\circ$  (101) y  $43.74^\circ$  (110) siendo el plano (002) el más intenso. Se intentó realizar el dopamiento con Telurio; sin embargo, se tuvo complicaciones de tiempo y en la disolución de  $\text{TeO}_2$ .

## Introducción

Durante las últimas décadas, las películas delgadas de CdS, han despertado interés, debido a su amplia gama de aplicaciones en especial en el campo de las celdas solares, teniendo en cuenta su alta transmisión óptica y buena estabilidad térmica, se emplean como capa de ventana en la fabricación de celdas solares. Asimismo, su compatibilidad química y cristalográfica con el CdTe ha favorecido su incorporación en configuraciones CdS/CdTe reportándose eficiencias del 18.6%.

No obstante, a pesar de dichos avances, persisten limitaciones asociadas a la capa de ventana. Para mitigar este problema, se han incorporado tratamientos térmicos con  $\text{CdCl}_2$ ; sin embargo, se ha documentado que los tratamientos térmicos pueden inducir fenómenos de interdifusión en la interfaz CdS/CdTe, como consecuencia, se incrementan las pérdidas por absorción en la capa de ventana, afectando su transmitancia, demostrando que requiere un estudio detallado sobre las propiedades ópticas y estructurales de CdS con impurezas de Te.

Por este motivo, el siguiente proyecto tiene como objetivo dopar las películas delgadas de CdS con Te con diversas concentraciones.

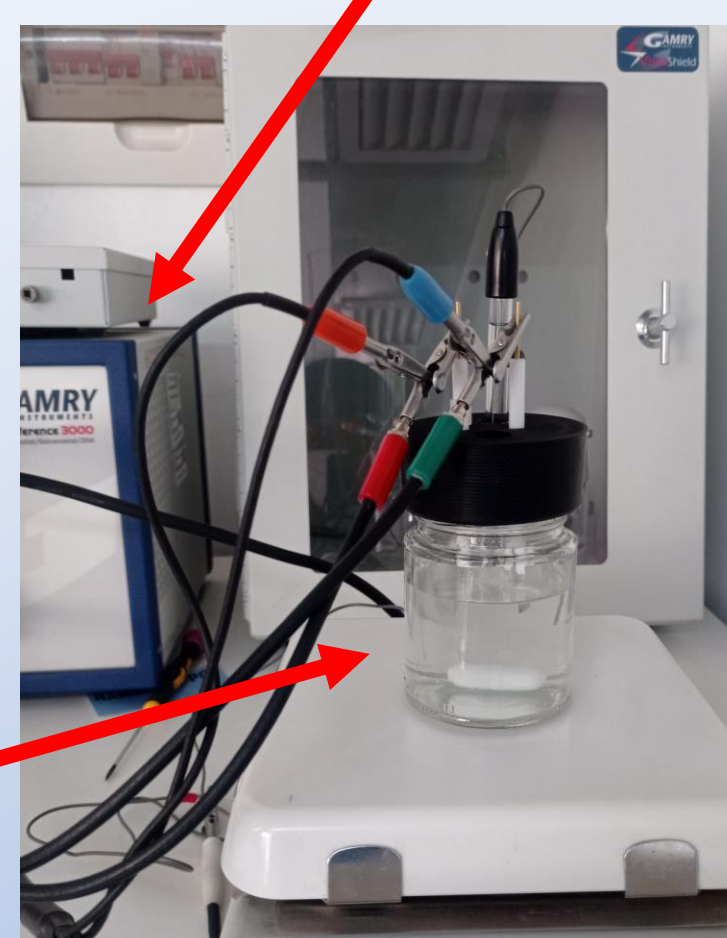
### Materiales

La deposición de películas delgadas de CdS se desarrolló mediante la técnica de electrodeposición sobre un sustrato de vidrio recubierto con ITO, con un área aproximada de  $1.8\text{ cm}^2$ . Se utilizó un electrodo auxiliar (Pt) como proceso de oxidación y un electrodo de referencia Ag/AgCl. Previamente, la limpieza del sustrato de ITO se realizó mediante un baño de ultrasonido con agua ultra pura y 2-propanol durante 20 minutos.

Los reactivos principales que se mezclaron en un envase de 200 ml son  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  (0.2 M),  $3\text{CdSO}_4$  (0.02 M) y EDTA (0.1 M). El valor de pH se ajustó a 3.30 con una temperatura de  $70^\circ\text{C}$ .

El tiempo de duración de la deposición de CdS es de aproximadamente 40 minutos con un potencial de  $-1.2\text{ V}$ .

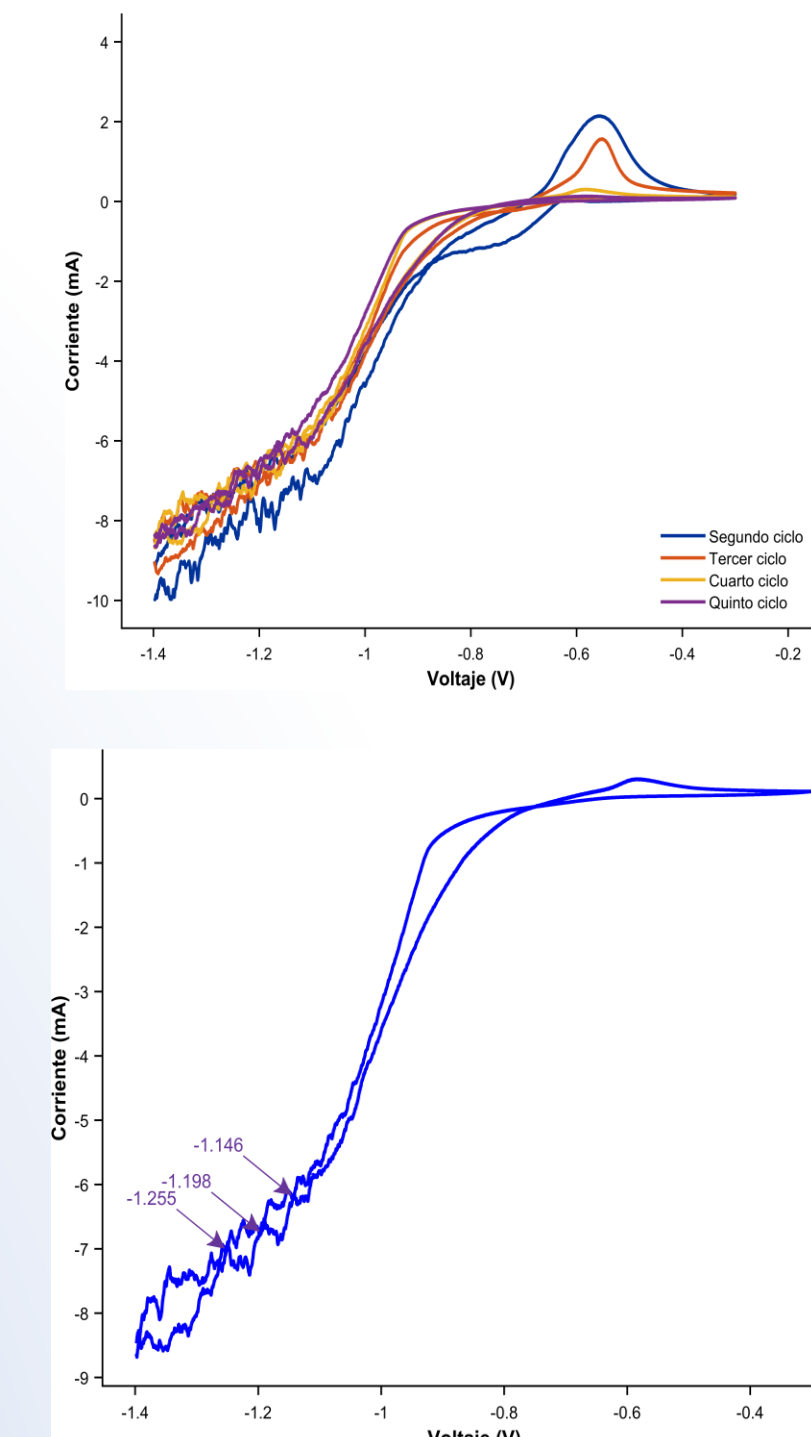
### Potenciostato GAMRY



### Voltametría Cíclica

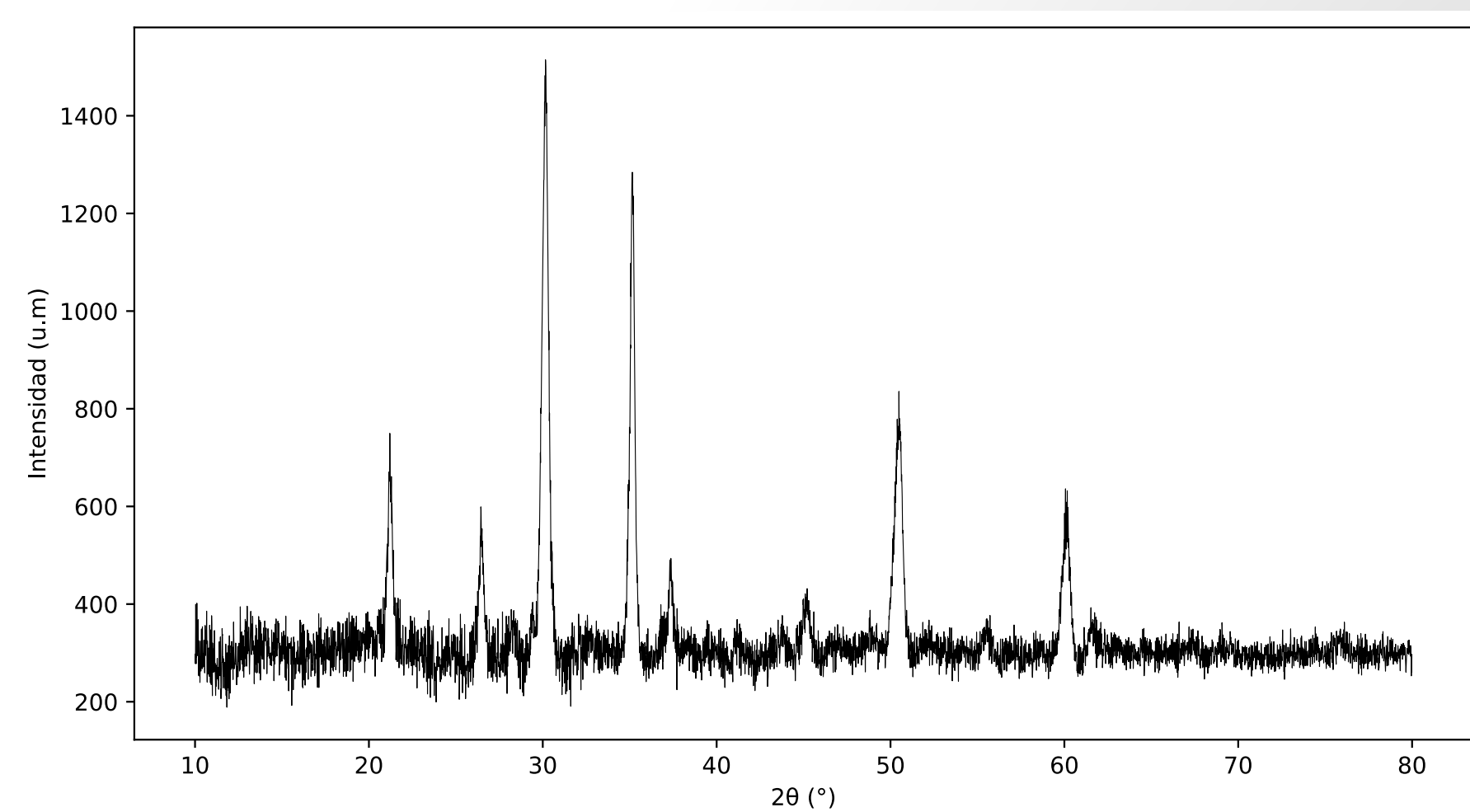
Se realizaron estudios de voltametría cíclica (CV) con el objetivo de determinar el comportamiento electroquímico de los precursores.

El barrido de potencial se efectuó en el rango de  $-0.4\text{ V}$  a  $-1.4\text{ V}$ , observándose que a partir de potenciales de  $-1\text{ V}$  comienza la cristalización.



### EXPERIMENTAL

### Análisis de Difracción de Rayos X en CdS



El análisis de Difracción de Rayos X muestra la formación de CdS en su fase hexagonal (Greenockita), los picos más intensos se localizan en  $2\theta = 26.45^\circ$  (002),  $28.22^\circ$  (101) y  $43.74^\circ$  (110), siendo el plano (002) el de mayor intensidad relativa, lo que confirma la periodicidad interplanar.

La presencia de múltiples planos de difracción indica la naturaleza policristalina, mientras que el ensanchamiento de los picos observados confirma una buena cristalinidad.

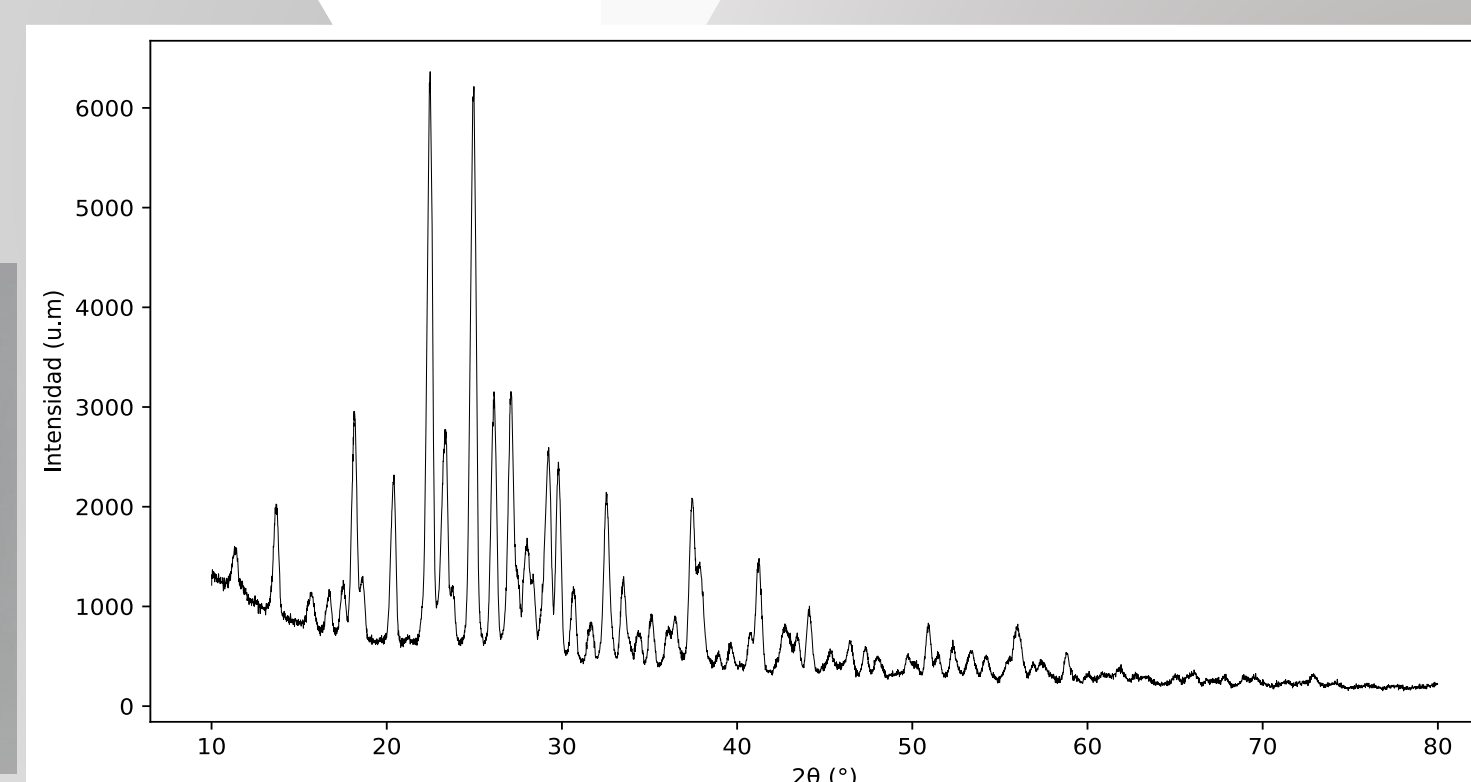


### RESULTADOS Y DISCUSIONES

### CdS-Te

### COCLUSIONES

### Análisis de Difracción de Rayos X en las precipitaciones



El patrón de Difracción de Rayos X de los precipitados formados a partir del proceso de electrodeposición, revela tres fases cristalinas como candidatos que son correspondientes a complejos orgánico-inorgánicos de cadmio, entre los cuales son:

- Complejo clatrato de bis(hexaaquacadmio(II)): puede ser el encargado de las precipitaciones blancas, bloqueando la superficie del electrodo, lo que reduce la corriente.
- Polímero de diacuacadmio(II): podría encargarse de la rapidez de las precipitaciones.
- Fase sulfurada compleja de cadmio: al momento de la reducción parcial del tiosulfato, puede generar especies sulfuradas reactivas, lo que podría generar pequeñas fases complejas.

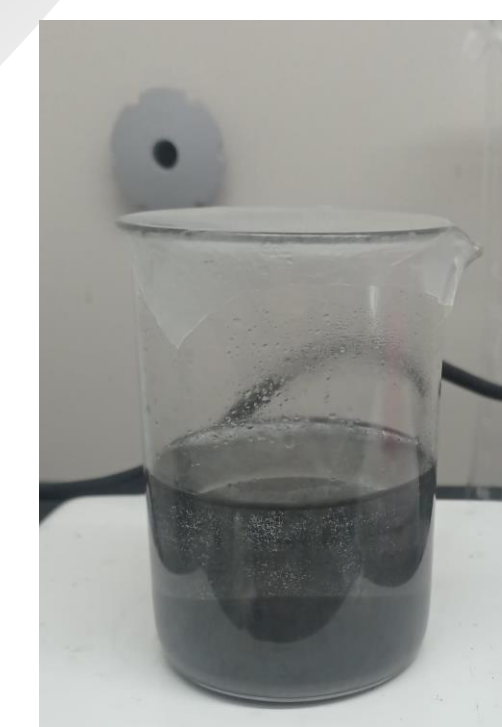
Los parámetros de electrodeposición, particularmente el potencial aplicado de  $-1.2\text{ V}$ , pH de 3.3 y la temperatura de  $70^\circ\text{C}$ , influyeron de manera directa en el crecimiento de las películas delgadas de CdS.

El análisis de DRX confirma la formación de CdS con estructura hexagonal.

A pesar de que el objetivo general del trabajo contempla el análisis de dopaje con Telurio, no se concretó debido a las precipitaciones generadas por el pH alcalino (el  $\text{TeO}_2$  se disolvió con KOH).



Partículas suspendidas en la celda.



Primer intento de dopaje fallido.