

Puntos de Carbono

Resumen

Los puntos de carbono de citramida se prepararon a partir de ácido cítrico y urea (esta última cuando se hidroliza en medio ácido, proporciona iones amonio) mediante un proceso hidrotermal, se busca caracterizar ópticamente el punto mediante técnicas espectroscópicas. En las gráficas obtenidas al interpretarlas se obtienen los grupos funcionales de la molécula y el espectro de absorción uv-vis (con el objetivo de determinar el bandgap, indicada por la pendiente de la recta). Con los resultados obtenidos, tentativamente, se tiene una preparación óptima para generar puntos cuánticos de citramida dadas las buenas señales obtenidas.

1. Antecedentes

Los puntos cuánticos son materiales semiconductores (cristales) de menor proporción -entre 2 y 10 nm- a los semiconductores comerciales, y esta peculiaridad permite que tengan una aplicación novedosa en distintas áreas. En este trabajo, nos enfocamos en la propiedad de luminiscencia de los puntos cuánticos. Ya que estos son de dimensión muy pequeña, generan energía en forma de luz visible al ser estimulados de igual manera, y es destacable, que entre menor sea la dimensión de los puntos cuánticos, mayor energía de emisión será producida, es decir ondas electromagnéticas de mayor frecuencia -menor longitud de onda-.

2. Estructura

Como ya se menciona los puntos cuánticos son nanopartículas cuyo tamaño oscila entre los 2 y 10 nm, su estructura básica se compone de un núcleo recubierto con un caparazón de material similar y configuración cristalina, lo que mejora las propiedades ópticas del punto cuántico y aísla el núcleo del entorno circundante. Además, pequeñas moléculas llamadas ligandos se unen al caparazón para aislar aún más el punto cuántico del entorno circundante y para ayudar en la fabricación y el procesamiento al mantener el punto suspendido en una solución química.

Utilizando urea y ácido cítrico se sintetizaron puntos cuánticos de carbono de los cuales de acuerdo a la literatura pueden presentar una absorción alrededor de 230 y 340 nm y fluorescencia azulada con 445 nm, o bandas de absorción que se encuentran alrededor de 250, 340 y 410 nm y una fuerte fluorescencia en la región verde, esto dependiendo de las características del ambiente durante la formación

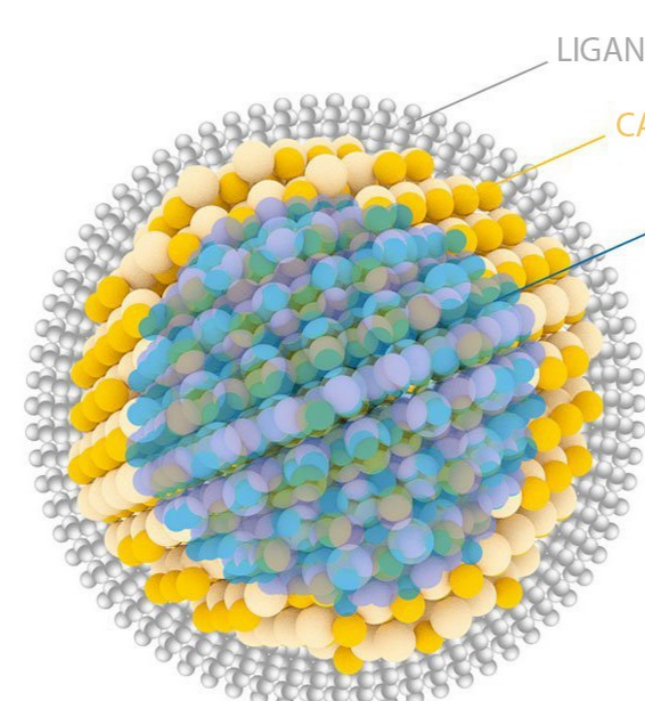


Figura 1: Estructura básica de puntos cuánticos.

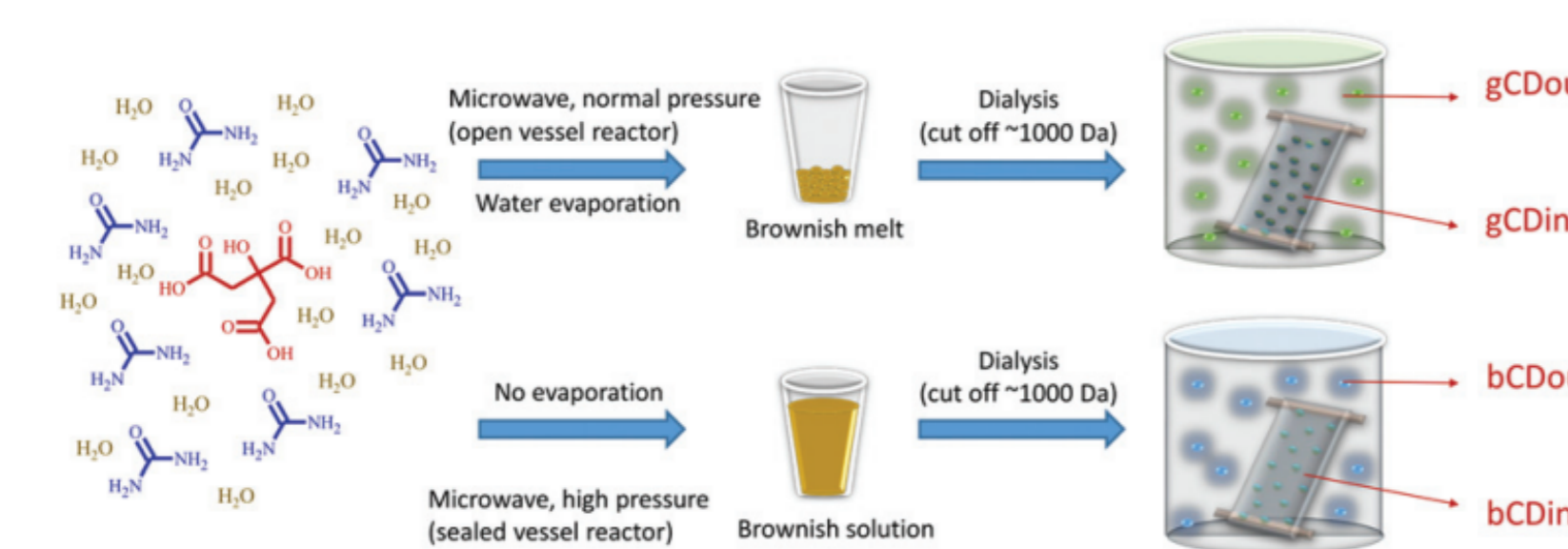


Figura 2: Síntesis de CD's por método de microondas e hidrotermal.

3. Materiales y métodos

Para la síntesis de puntos de carbono se colocó en un vaso de precipitados 10 mL de dimetil formamida (DMF) y 15 mL de etanol bajo agitación constante. Ya que la mezcla se homogenizó, se agregó 1 g de ácido cítrico y 2 g de urea. Después de que la mezcla se homogenizó bajo agitación,

la mezcla fue vertida en un reactor hidrotermal. El reactor hidrotermal consiste en un recipiente interno de teflón encapsulado por una carcasa de acero inoxidable. Este reactor se colocó en un horno por 6 horas a 160 °C.

Posteriormente se le adicionó a 5 mL del producto del reactor hidrotermal a 5 mL de solución 1 M de hidróxido de sodio (NaOH) y se mezcló. Posteriormente se repitió el procedimiento con una solución de hidróxido de potasio (KOH) 1 M.

Para realizar la espectroscopía UV-Vis se diluyeron el producto madre del reactor, los puntos de carbono adicionados con NaOH y KOH en soluciones 1:1000 a base agua, metanol, etanol, propanol y DMF para un total de 15 muestras a analizar en celdas de cuarzo.

El siguiente análisis fue la espectroscopía IR a partir del producto madre y los productos adicionados con hidróxidos. Posteriormente se realizaron análisis de emisión con un láser de 405 nm y una celda de cuarzo utilizando las mismas muestras diluidas de la espectroscopía UV-Vis.

4. Resultados

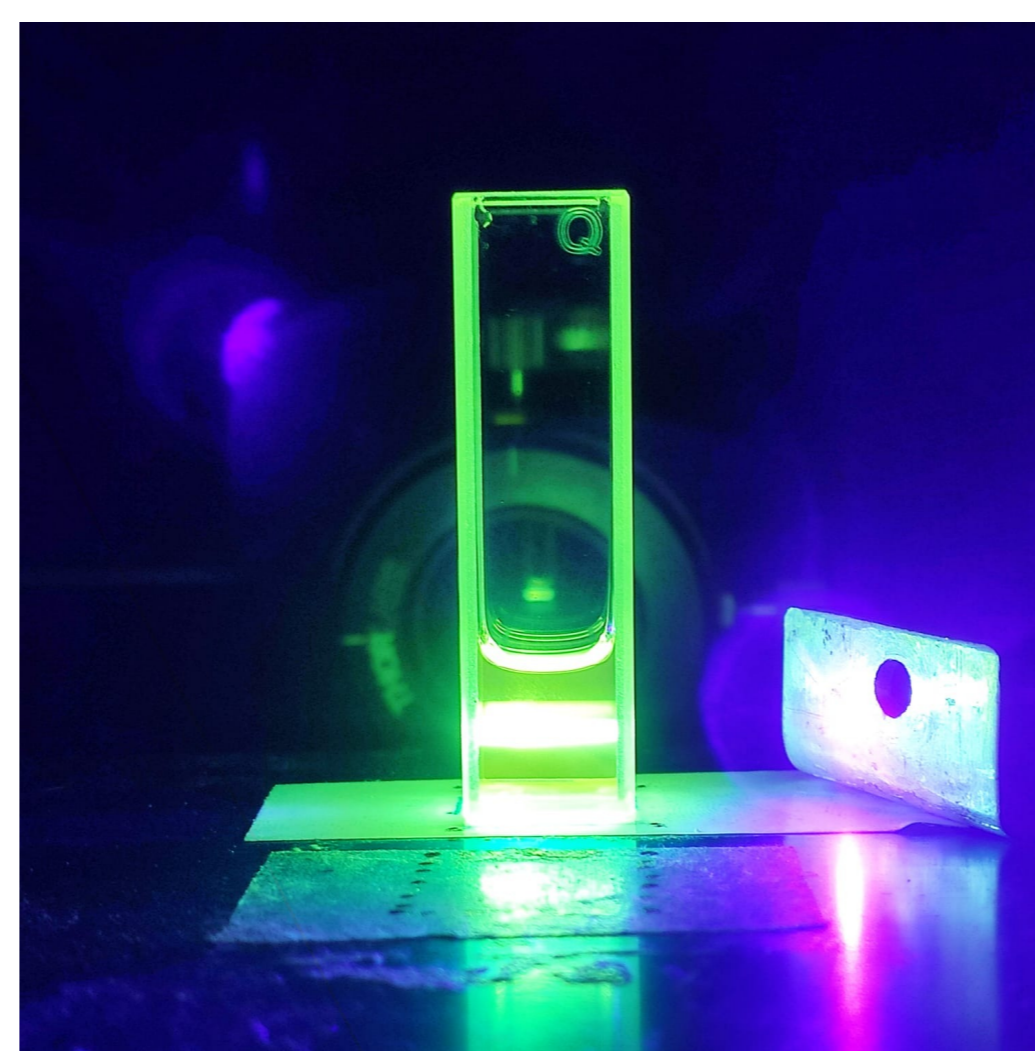


Figura 3: Pruebas de emisión para puntos de carbono en solución de metanol con láser de 405 nm

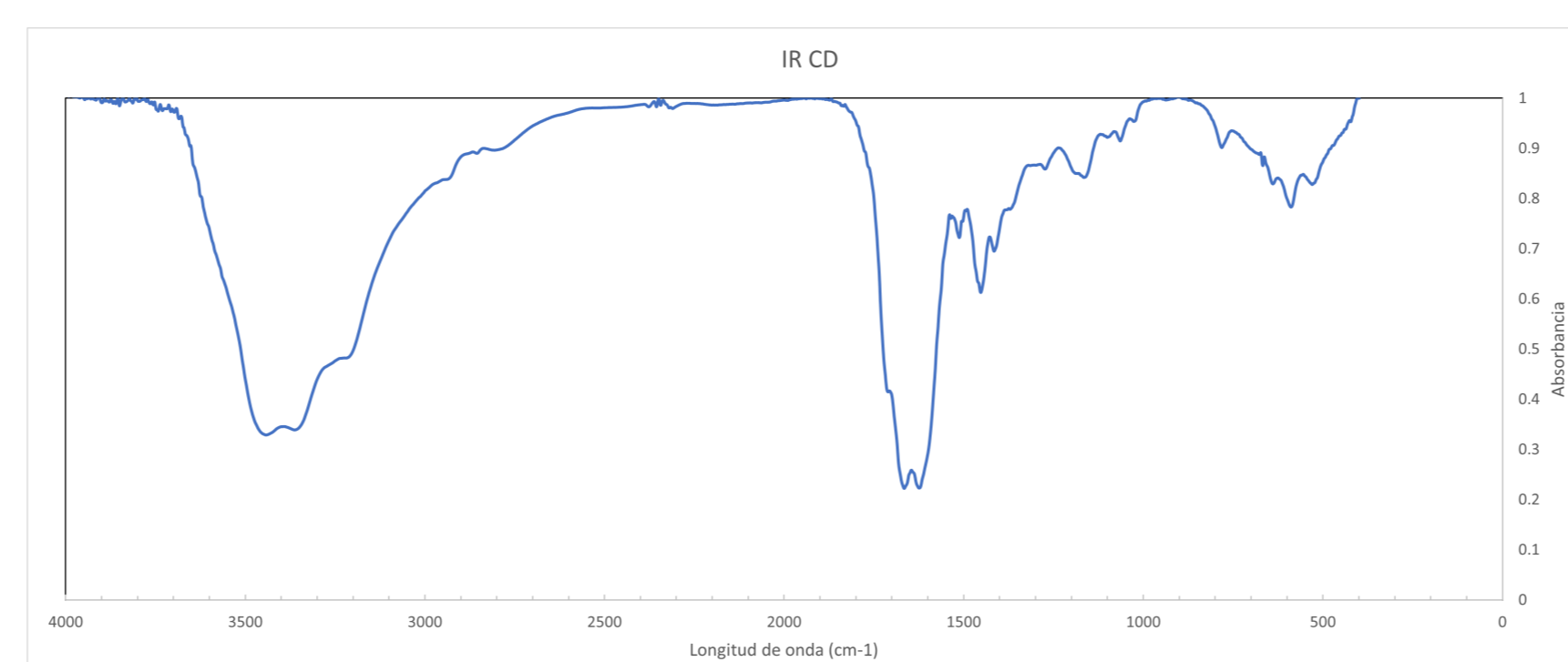


Figura 4: Espectro IR de Puntos de carbono por hidrotermal.

Los picos observados identifican los siguientes grupos funcionales de la muestra:

- 3500-3200 cm⁻¹ (fuerte) alcoholes (tensión)
- 3550-3200 cm⁻¹ (fuerte) aminas primarias o secundarias (tensión)
- 1720-1705 cm⁻¹ (fuerte) ácido carboxílico (tensión)
- 1680 cm⁻¹ (fuerte) amida terciaria o secundaria (tensión)
- 1440-1395 cm⁻¹ (medio) ácido carboxílico (flexión)
- 1420-1330 cm⁻¹ (medio) alcohol (flexión)
- 1250-1020 cm⁻¹ (medio) amina (tensión)

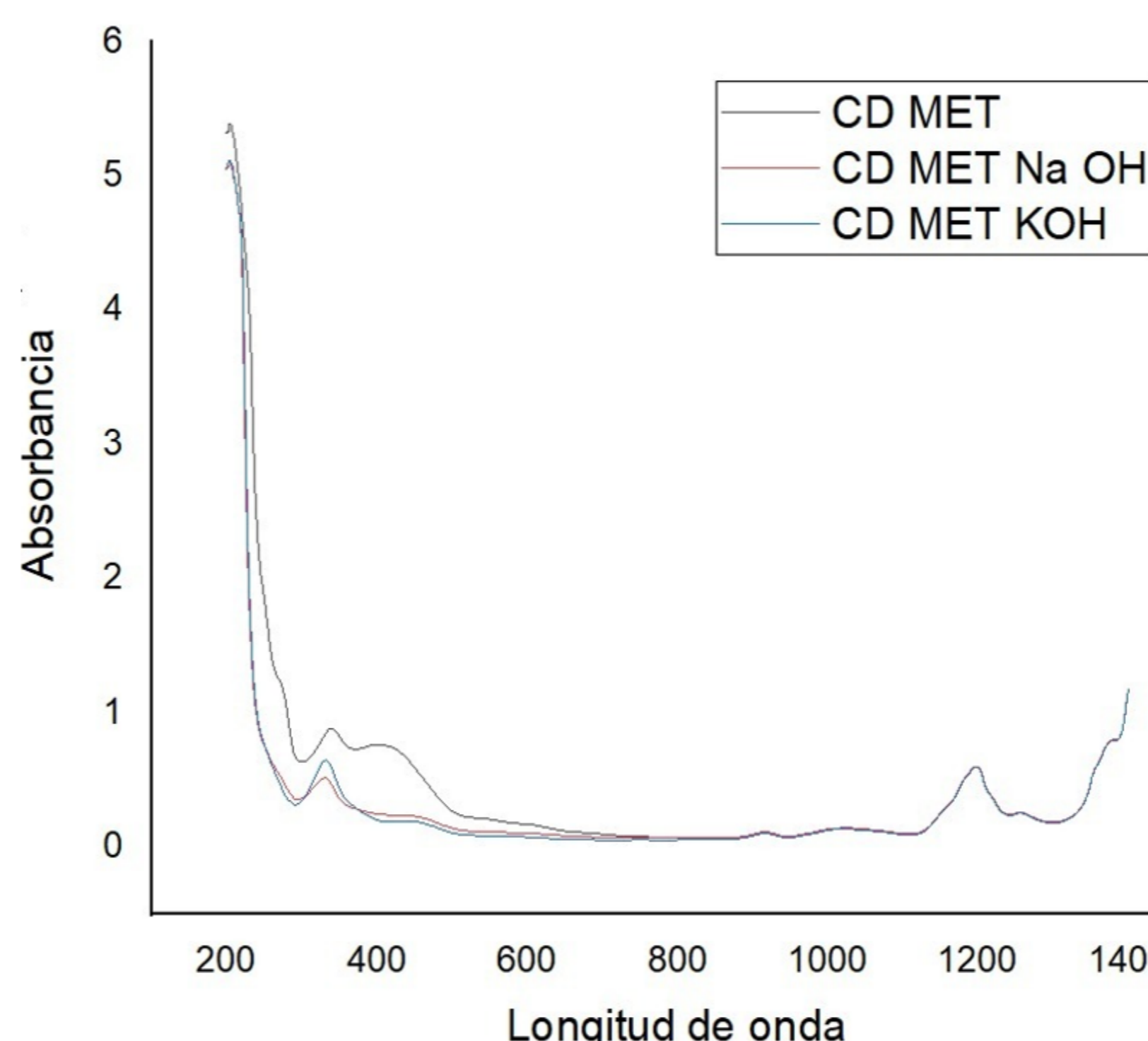


Figura 5: Espectro UV visible para puntos de carbono por hidrotermal.

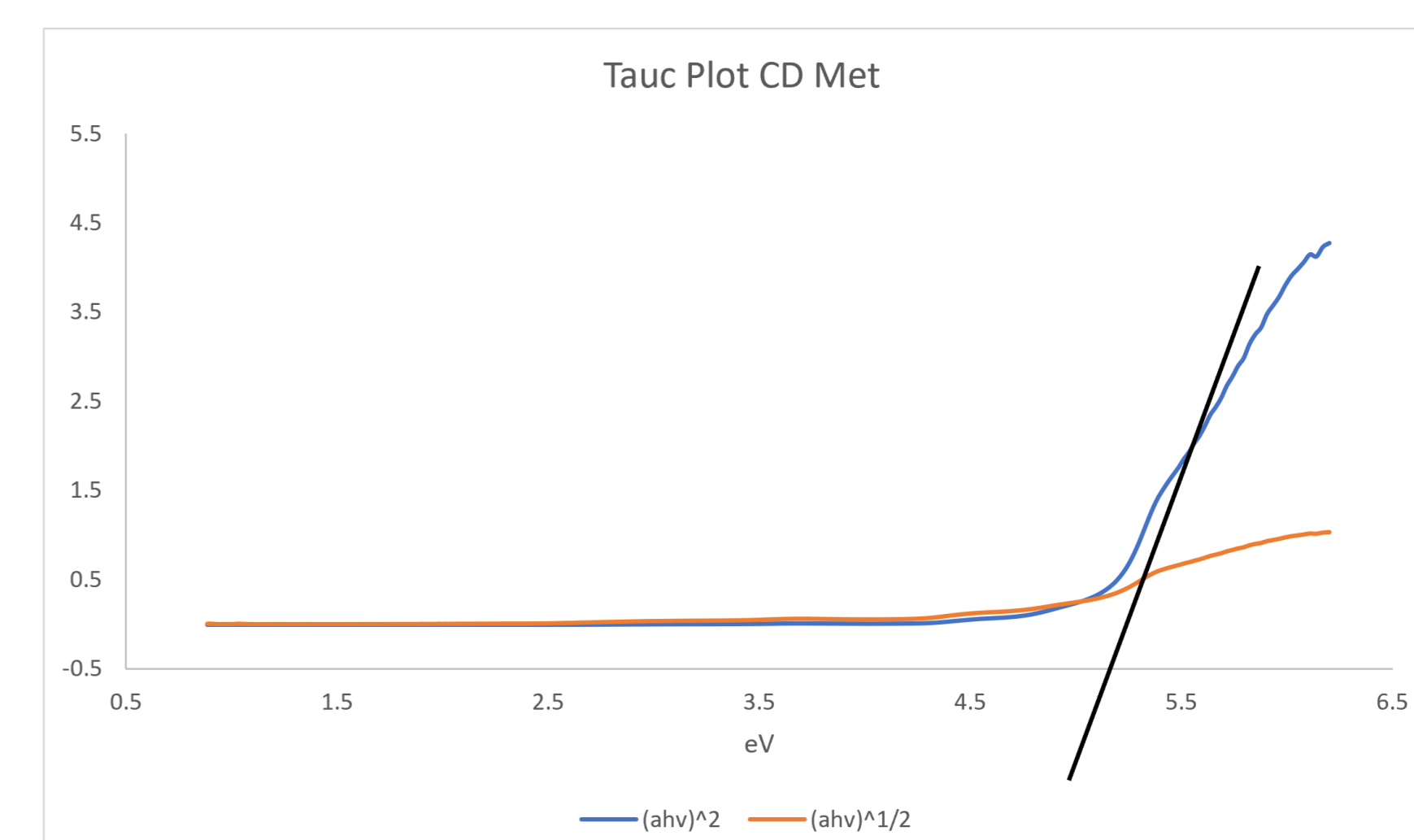


Figura 6: Banda prohibida obtenida por Tauc plot.

5. Aplicaciones

Tienen oportunidad en áreas de electrónica, biomedicina, bionanotecnología; en biomarcadores, bioimágenes, biosensores, diagnósticos médicos, transportadores de fármacos sensores, procesos de catálisis y celdas solares, esto por sus fascinantes propiedades ópticas, fotoluminiscentes, de alta fotoestabilidad, y de biocompatibilidad que permite su interacción con organismos y células, su pequeño tamaño, su baja toxicidad, y que es amigable con el medio ambiente.

Dado que en este trabajo se exponen unos puntos cuánticos con propiedades luminiscentes, estos llegan a tener su uso en el diseño de dispositivos electrónicos como LEDs, láseres, etc, además de un futuro prometedor en diversas áreas científicas

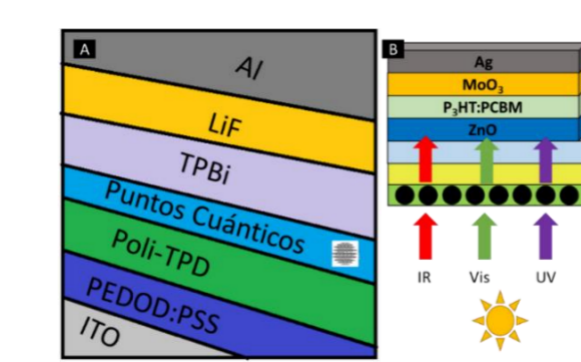


Figura 7: Acoplamiento de puntos cuánticos con otros compuestos para LED (A) y celdas solares (B).

6. Conclusiones

Al realizar la síntesis de los puntos cuánticos con metanol como solvente este le da propiedades debido a que tiene una fuerza de enlace relativamente grande lo que no permite que haya una hidrólisis o generación de agua por lo que obtenemos un medio ácido y gracias al ácido cítrico concentrado obtenemos una citroamida (Monomero). La absorción se atribuye al cambio de tamaño de la molécula y es proporcional a la banda prohibida por lo cual el band gap indica que los QD sintetizados se puede utilizar para la fabricación de dispositivos ópticos y fotónicos. Se concluyó también que dependiendo el solvente se obtienen ciertas propiedades distintas a la del metanol debido a las interacciones en las moléculas y sus propiedades fisicoquímicas donde estén los radicales hidroxilo (OH) o el ión para saber si se forma quelatos o solo un medio más básico.

Referencias

- [1] ALEJANDRO CLOCCHIATTI, MÁRCIO CATELAN. *Radiación y Materia en Astrofísica*. Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile: Ediciones Universidad Católica de Chile. 2017
- [2] MERCK. *IR spectrum table* Sigma Aldrich; Página web: <https://www.sigmaaldrich.com/MX/es/technical-documents/technical-article/analytical-chemistry/photometry-and-reflectometry/ir-spectrum-table>
- [3] ALBERTO REQUENA, JOSÉ ZÚÑIGA. *Espectroscopía*. Pearson educación. Universidad de Murcia. 2004.