

**Asesor:** Dr. Carlos Antonio Pineda Arellano

**Sinodales:** Dr. Claudio Frausto Reyes  
(Sinodal Interno, Secretario)

Dr. Martín Ortiz Morales  
(Sinodal Interno, Vocal)

Dr. Carlos Antonio Pineda Arellano  
(Asesor de Tesis, Presidente)

**Tesis: "GENERACIÓN DE HIDRÓGENO MEDIANTE FOTOELECTROCATÁLISIS CON FOTOÁNODOS DE CIRCONATO DE BARIO DOPADO CON TIERRAS RARAS"**

**Resumen:**

En la actualidad, para construir un futuro estable y fomentar una sana relación entre la humanidad y el medio ambiente, una transición energética de las fuentes fósiles y nucleares a otras fuentes renovables debe promoverse. Existen diversas alternativas energéticas, en las cuales el hidrógeno posee diversas ventajas respecto a las demás y una gran variedad de aplicaciones en diferentes áreas. Para considerar el hidrógeno una fuente energética viable, el método de síntesis debe ser amigable con el medio ambiente, procurando la menor o nula emisión de gases de efecto invernadero y contaminantes. Uno de los métodos más prometedores es el de fotocatalisis utilizando materiales semiconductores de óxidos metálicos como fotocatalizadores. El Circonato de Bario ( $\text{BaZrO}_3$ ), es un material de tipo perovskita que ha sido objeto de diversos estudios en los últimos años por sus diversas propiedades químicas, electrónicas y ópticas. Gracias a estas propiedades, se ha utilizado como fotocatalizador verde en la síntesis de hidrógeno a partir del agua. En este trabajo, se utilizó el  $\text{BaZrO}_3$  para la generación de hidrógeno a partir del agua utilizando el método de fotocatalisis asistido por un potencial de apoyo. Se empleó el método Solvothermal para la síntesis del material, debido a la baja temperatura utilizada para llevar a cabo las reacciones químicas y la flexibilidad de la técnica para dopar parcialmente las muestras con otros elementos. Se fabricaron 10 muestras de Circonato de bario, una sin dopar y otras dopadas con elementos del grupo de tierras raras (Yb, Eu, y Ce) con tres distintas concentraciones (0.2%, 0.5%, y 1% at.). El material sintetizado fue caracterizado para conocer su morfología, sus propiedades optoelectrónicas, su composición elemental, y sus características cristalográficas utilizando los métodos de difracción de rayos X (XRD), espectroscopia de UV-vis-IR, SEM, EDS, y obtener algunos parámetros como: Los elementos que componen cada una de las muestras, el tamaño de partícula, su estructura cristalina, los planos cristalográficos, el band-gap para poder elegir aquellos con las mejores características. Se fabricaron fotoánodos con los materiales elegidos (0.2% de Ce, 1% de Ce, y 0.5% de Eu), los cuales fueron sometidos a un análisis electroquímico para conocer algunos parámetros como: El potencial de asistencia requerido para mejorar la eficiencia del proceso de generación de hidrógeno, el comportamiento electroquímico del material, y su fotorespuesta utilizando los métodos de voltametría lineal y cronoamperometría, y llevar a cabo los experimentos de síntesis de hidrógeno. Los experimentos de síntesis de hidrógeno tuvieron una duración de 4 horas con un potencial de apoyo de 0.8 V. En estos experimentos se analizó la capacidad de cada fotoánodo para generar hidrógeno. También se analizó la estabilidad química de los materiales empleados y de la película depositada midiendo las variaciones de corriente cada 20 minutos durante todo el experimento. Se propuso el diseño y construcción de una celda fotoelectroquímica en donde se realizaron los experimentos de generación de hidrógeno y que permitió la incidencia de luz de una fuente luminosa al fotoánodo. En lugar de vidrio, se propuso la utilización de acrílico transparente que también es un material químicamente inerte a diversas

sustancias alcalinas/ácidas, con la diferencia de ser de menor costo, mayor manipulación, flexibilidad para construir las piezas, y mayor resistencia a impactos. En lugar de utilizar una ventana óptica de cuarzo, se propuso la utilización de una ventana óptica de Fused Silica. El Fused Silica es un material que, al igual que el cuarzo, tiene una alta transparencia en la región UV (alrededor del 90%), pero de menor costo y mayor resistencia a impactos que el cuarzo.