

## OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE HIDROGENO MEDIANTE ELECTRÓLISIS PARA MEJORAR LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

Hannia Mayriel Maldonado Acosta<sup>1</sup>

<sup>1</sup>TecNM-Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria. Ciudad Victoria, Tamaulipas. [hannia.mmaldonado@gmail.com](mailto:hannia.mmaldonado@gmail.com)

Área: Desarrollo Sustentable.

### RESUMEN

La optimización de la producción de hidrógeno mediante electrólisis para mejorar la eficiencia energética siendo clave para producir hidrógeno, El desafío principal radica en reducir el alto consumo de energía y los costos asociados para hacerlo competitivo con los combustibles fósiles limpios, especialmente cuando se utiliza electricidad proveniente de fuentes renovables.

**Problemática.** Alto índice de quema de combustibles fósil para cubrir la demanda de energía eléctrica, generando calentamiento global, degradación de suelo, pérdida de biodiversidad y problemas de salud. De igual manera impactan la viabilidad y eficiencia de su mismo proceso, lo que dificulta su implementación a gran escala creando ineficiencia energética. **Objetivo.** Demostrar la viabilidad de la producción de hidrogeno por medio de electrolisis para la mejora de la eficiencia energética al igual que optimizar las condiciones de operación, el uso de materiales más eficientes y duraderos en electrodos y catalizadores, así como integrar mejor el proceso con energías renovables para reducir los costos de producción de hidrógeno verde.

**Metodología.** La investigación es de tipo cuantitativa y propone una combinación de optimización de materiales catalíticos, ajuste de parámetros de operación (voltaje, temperatura, presión) y el desarrollo de algoritmos de control avanzados para operar de manera eficiente en función de la disponibilidad de energía renovable. También se exploran mejoras en el almacenamiento y transporte del hidrógeno producido.

**Resultados.** Las tecnologías de electrólisis muestran una mejora moderada en la eficiencia, aunque los costos siguen siendo elevados debido a los materiales utilizados.



TECNOLÓGICO  
NACIONAL DE MÉXICO



P'unguari Juáta  
Revista Multidisciplinaria  
de Ciencias

**Conclusión.** Se determina la corrida financiera y viabilidad técnica de la producción de hidrógeno verde a través de la electrólisis optimizando la operatividad y materiales.

**PALABRAS CLAVE:** electrólisis, calentamiento global, hidrógeno verde, logística.

## **INTRODUCCIÓN**

Hoy en día, la producción de hidrógeno ha cobrado relevancia en el contexto de la transición energética hacia fuentes más sostenibles. La investigación se desarrolla en Ciudad Victoria, Tamaulipas, México.

### **Antecedentes**

Desde la década de 1970, el hidrógeno se ha considerado un portador de energía clave debido a su potencial para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.

La electrólisis del agua, un proceso que utiliza electricidad para descomponer el agua en oxígeno e hidrógeno, ha sido una de las tecnologías más estudiadas para la producción de hidrógeno limpio.

Sin embargo, la eficiencia energética de este proceso ha sido históricamente limitada por factores como la resistencia eléctrica y la necesidad de catalizadores costosos.

### **Problemática**

Alto índice de quema de combustibles fósil para cubrir la demanda de energía eléctrica, generando calentamiento global, degradación de suelo, pérdida de biodiversidad y problemas de salud. De igual manera impactan la viabilidad y eficiencia de su mismo proceso, lo que dificulta su implementación a gran escala creando ineficiencia energética.

### **Estado del arte**

En los últimos años, la investigación se ha centrado en mejorar la eficiencia de la electrólisis mediante la optimización de materiales y condiciones de operación. Los avances en la nanociencia han permitido el desarrollo de electrodos con propiedades catalíticas superiores, reduciendo la energía requerida para el proceso.



Además, se han explorado nuevas configuraciones de celdas electrolíticas, como la electrólisis de alta temperatura y la electrólisis con membranas intercambiadoras de protones (PEM), que ofrecen ventajas significativas en términos de eficiencia y costos operativos (Zhang et al., 2022; Smith & Jones, 2023).

### **Estado del arte**

Recientemente, se han desarrollado sistemas híbridos que integran energías renovables, como la solar y la eólica, con tecnologías de electrólisis. Estos sistemas no solo optimizan la producción de hidrógeno, sino que también permiten el almacenamiento de energía en forma de hidrógeno, lo que contribuye a la estabilidad de la red eléctrica. Proyectos piloto en países como Alemania y Japón están demostrando la viabilidad de estos enfoques integrados, promoviendo un futuro más sostenible y eficiente en términos energéticos (Hernández et al., 2024).

### **Objetivo general**

Demostrar que la producción de hidrogeno por medio de electrolisis es viable para la mejora de la eficiencia energética al igual que mejorar la eficiencia energética, optimizando las condiciones de operación, el uso de materiales más eficientes y duraderos en electrodos y catalizadores, así como integrar mejor el proceso con energías renovables para reducir los costos de producción de hidrógeno verde.

### **Objetivos Específicos**

- Mejorar la eficiencia energética con el desarrollo de nuevos electrodos para maximizar la tasa de reacción en la electrólisis y reducir el consumo energético.
- Evaluar el efecto de diferentes concentraciones de electrolito (NaOH) en la producción de hidrógeno.
- Analizar el impacto de la temperatura de operación sobre la eficiencia del sistema.
- Identificar las condiciones óptimas que maximicen la producción de hidrógeno y minimicen el consumo energético.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **Materiales**

Reserva de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2024-101010384800-102,

ISSN: En trámite. Año 1, No. 2, Enero-Abril 2025

Fecha de Recepción: 08/01/2025 Fecha de Aceptación: 15/01/2025

Página 3 de 7



Se utilizaron electrolizadores de membrana de intercambio protónico (PEM) para la electrólisis.

Los materiales incluidos fueron:

- Soluciones de NaOH en diferentes concentraciones (0.5 M, 1 M, y 2 M).
- Equipos de medición de gases para cuantificar la producción de hidrógeno.
- Instrumentación para evaluar la eficiencia energética del proceso.

### **Variables**

Las variables independientes son: temperatura y concentración del electrolito.

Las variables dependientes: eficiencia energética y rendimiento.

### **Muestra**

Muestra piloto por conveniencia de tamaño 2.

Las diferentes tecnologías de electrolisis a utilizar son las sales alcalinas y la de membrana de intercambio de protones (PEM).

### **Métodos**

Los experimentos se realizaron variando la temperatura (25 °C, 50 °C y 80 °C) y la concentración del electrolito. Se diseñó un protocolo experimental sistemático para medir la producción de hidrógeno en litros por hora y calcular la eficiencia energética, lo que permitió evaluar el rendimiento del sistema bajo distintas condiciones operativas.

- Experimentos Controlados: pruebas en condiciones controladas para evaluar el efecto de las variables mencionadas sobre la producción de hidrógeno.
- Análisis de Datos: se utilizar software de simulación y modelado para prever el rendimiento bajo diversas condiciones.
- Comparativa de Métodos: Se evaluar distintas tecnologías de electrólisis para determinar cuál ofrece mejores resultados en términos de eficiencia energética y coste.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **Resultados**

Los resultados obtenidos indicaron que la producción de hidrógeno aumentó significativamente al incrementar la temperatura y la concentración de NaOH.

<b>Rendimiento</b>	<b>Eficiencia energética</b>	<b>Producción de hidrógeno</b>
5.6 L/hora	85%	78%

## **Discusión**

Existe una relación positiva entre estos parámetros y la cinética de la reacción de electrólisis. Además, se identificaron las resistencias internas del sistema como factores limitantes que podrían ser abordados mediante mejoras en el diseño de los electrolizadores.

La comparación de estos resultados con estudios previos mostró que, aunque se han reportado eficiencias similares, este trabajo aporta un enfoque novedoso al analizar el efecto combinado de temperatura y concentración de electrolito. Los desafíos, como la estabilidad a largo plazo de los materiales utilizados en los electrolizadores, fueron discutidos, sugiriendo que futuras investigaciones deberían centrarse en la selección de materiales más duraderos y eficientes.

## **DESARROLLO DEL TEMA**

La producción de hidrógeno mediante electrólisis es una tecnología clave en la transición hacia un sistema energético más sostenible. El proceso consiste en la descomposición del agua en hidrógeno y oxígeno utilizando electricidad, y cuando esta electricidad proviene de fuentes renovables, el hidrógeno producido se considera "verde", sin emisiones de carbono. Sin embargo, uno de los desafíos principales es mejorar la eficiencia energética de este proceso para hacerlo competitivo a gran escala.

De igual manera la producción de hidrógeno mediante electrólisis ha ganado atención debido a su capacidad de proporcionar un combustible limpio y versátil, esencial para la descarbonización de sectores difíciles de electrificar, como la industria pesada, la aviación y el transporte marítimo.

El hidrógeno verde, producido mediante electrólisis con electricidad renovable, es una alternativa que puede reducir significativamente las emisiones de gases de efecto invernadero.



La optimización de la producción de hidrógeno por electrólisis se centra en mejorar tanto los electrolizadores como las fuentes de energía que los alimentan. Los electrolizadores son dispositivos que convierten la electricidad en energía química almacenada en el hidrógeno. Para aumentar la eficiencia, se investiga el uso de electrolizadores de membrana de intercambio de protones (PEM) y de óxido sólido, los cuales prometen una mayor eficiencia y durabilidad.

Además, el desarrollo de catalizadores más eficientes, como los basados en platino o materiales no preciosos, puede reducir los costos operativos y aumentar la tasa de conversión de energía

El desarrollo del tema destaca la importancia de la electrólisis en el contexto de la transición hacia fuentes de energía renovables.

La producción de hidrógeno mediante electrólisis puede integrarse con tecnologías de energía renovable, como la solar y eólica, permitiendo el almacenamiento de energía en forma de hidrógeno.

Este hidrógeno puede ser utilizado en diversas aplicaciones, incluyendo transporte y procesos industriales, contribuyendo así a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.

Además, se enfatiza la necesidad de desarrollar políticas y tecnologías que apoyen la producción de hidrógeno como un vector energético limpio. La optimización de la electrólisis representa una vía clave para facilitar la adopción del hidrógeno en la economía global, especialmente en el contexto de la creciente demanda de soluciones energéticas sostenibles.

El costo del hidrógeno verde sigue siendo un reto para su adopción generalizada. Sin embargo, la reducción de costos en energías renovables, junto con la mejora en las tecnologías de electrólisis, está acelerando su desarrollo. Además, la implementación de políticas globales para reducir las emisiones de carbono está impulsando la inversión y la investigación en este campo.

## CONCLUSIÓN



Se determina la corrida financiera y viabilidad técnica de la producción de hidrógeno verde a través de la electrólisis optimizando la operatividad y materiales.

### **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Hernández, J., López, M., & Ruiz, P. (2024). Integración de energías renovables en la producción de hidrógeno. *Revista de Energía Renovable*, 35(2), 150-165.
- Smith, R., & Jones, A. (2023). Avances en materiales para la electrólisis del agua. *Journal of Electrochemical Society*, 170(5), E192-E202.
- Zhang, Y., Chen, L., & Wang, T. (2022). Nanomateriales en la optimización de la electrólisis: Un enfoque innovador. *International Journal of Hydrogen Energy*, 47(12), 6789-6800.