



SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA  
DIRECCIÓN GENERAL DE EDUCACIÓN SUPERIOR  
TECNOLÓGICA  
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE MÉRIDA



---

---

**“DESARROLLO DE UN NEGRO DE HUMO MODIFICADO  
PARA ELABORAR COMPUESTOS POLIMÉRICOS  
ELECTROCONDUCTIVOS PARA PLATOS BIPOLARES”**

**OPCIÓN I**

(TESIS PROFESIONAL)

PARA OPTAR AL TÍTULO DE:  
**INGENIERA QUÍMICA**

PRESENTA:  
**ANDREA AURORA PENICHE NOH**

MÉRIDA, YUCATÁN, MÉXICO  
2007

BIBLIOTECA **CICY**

# ÍNDICE

<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO 1 ANTECEDENTES</b>	<b>4</b>
1.1 Celdas de Combustible.	7
1.1.1 Celdas de combustible de membrana de intercambio protónico, (PEM).	8
1.2 Negro de Humo (NH).	9
1.3 Plato Bipolar.	11
1.4 Resistividad Eléctrica.	12
<b>CAPÍTULO 2 PARTE EXPERIMENTAL</b>	<b>14</b>
2.1 Materiales.	15
2.2 Primera prueba: muestras realizadas con tinta de plata y nitrato de plata.	15
2.2.1 Elaboración de muestras de NH con tinta de plata.	15
2.2.1.1 Elaboración de muestras de tinta de plata con agua destilada.	16
2.2.1.2 Elaboración de muestras de tinta de plata con ácido nítrico.	16
2.2.1.3 Elaboración de muestras de tinta de plata con cloroformo.	17
2.2.2 Elaboración de muestras de NH con nitrato de plata.	17
2.2.2.1 Elaboración de muestras con agua destilada.	18

2.2.2.2	Elaboración de muestras con ácido nítrico.	18
2.3	Segunda prueba: Muestras de NH con nitrato de plata en placa de calentamiento y ultrasonido.	18
2.3.1	Elaboración de muestras con nitrato de plata.	18
2.4	Tercera prueba: Elaboración de muestras con tubo de cobre.	20
2.5	Método de secado.	21
2.6	Tratamiento de muestras.	22
2.7	Medición de muestras.	23
2.7.1	Medición en multímetro.	23
2.7.2	Medición en electrómetro.	24
2.7.2.1	Diseño de accesorio "empastillador" para medir resistencia eléctrica del NH con presión en electrómetro.	24
2.8	Observación de muestras en microscopio óptico.	25
<b>CAPÍTULO 3 RESULTADOS</b>		27
3.1	Primera prueba.	29
3.1.1	Muestras de tinta de plata y nitrato de plata.	29
3.2	Segunda prueba.	32
3.3	Tercera prueba (muestras de negro de humo con tubo de cobre).	42

3.4 Microscopio óptico.	44
<b>CAPÍTULO 4 DISCUSIONES</b>	51
Conclusiones.	63
Referencias Bibliográficas.	66

## INTRODUCCIÓN

Las celdas de combustible conocidas por similitud con las baterías; hoy en día se han convertido en una alternativa para sustituir las principales fuentes generadoras de energía como el carbón, petróleo, y gas natural (hidrocarburos), donde su agotamiento va por la senda irreversible.

La energía se ha convertido en una necesidad básica para la sociedad moderna. Es difícil imaginar la industria, el transporte, la agricultura, el hogar y otras actividades sin la producción de energía.

Esta investigación está enfocada en la elaboración de un aditivo conductor para utilizarlo en futuras aplicaciones como relleno conductor para la elaboración de compuestos poliméricos para platos bipolares de celdas de combustible tipo PEM. Estas son sistemas que producen energía y de gran importancia en todo el mundo. Además se busca utilizar el relleno conductor con plásticos reciclados, como el polietilén tereftalato (PET) y el polipropileno (PP), que hoy en día son un problema, para poderlos reciclar de manera efectiva.

En la actualidad existen platos bipolares elaborados con rellenos conductivos como el grafito, negro de humo (NH), nanotubos de carbono, fibras de carbono, metales, etc., sin embargo, su alto costo no ha permitido un uso masivo de ellos en las celdas de combustible PEM de los cuales el más barato es el negro de humo.

Dados estos problemas, esta investigación busca contribuir con la tecnología de desarrollo de hidrógeno desarrollando un relleno que sea más conductor que el propio negro de humo, de forma que al emplearlo en compuestos poliméricos