

---

## ÍNDICE

Resumen	viii
Abstract	ix
Introducción	1
Objetivos	4
CAPITULO 1: Antecedentes	5
1.1 Tipos de Celdas de Combustible Biológicas	5
1.2 Antecedentes de las CCM	6
1.3 Celdas de Combustible Microbianas (CCM)	8
1.3.1 Definición	8
1.3.2 Componentes	8
1.3.2.1 Electrodos	9
1.3.2.2 Membrana intercambiadora de protones (PEM)	10
1.3.2.3 Biocatalizadores	11
1.3.2.4 Sustratos	13
1.3.3 Funcionamiento	13
1.3.4 Mecanismos de transferencia de electrones	14
1.3.4.1 Transferencia por contacto directo	15
1.3.4.2 Transferencia por mediadores	15
1.3.4.3 Transferencia por medio de los nanocables bacterianos o pilis	16
1.3.5 Factores que afectan la generación de energía en un CCM	17
1.3.5.1 Potencial de Hidrógeno (pH)	18
1.3.5.2 Velocidad de degradación del sustrato	18
1.3.5.3 Sobrepotencial	19
1.3.5.4 Pérdidas por activación	19
1.3.5.5 Pérdidas óhmicas	20
1.3.5.6 Pérdidas por transferencia de masa	20
1.3.6 Aplicaciones de las CCM	21
1.4 Celdas de Combustible Microbianas de Sedimento (CCMS)	22

---

1.4.1 Funcionamiento de las CCMS	27
1.4.2 Factores que afectan el desempeño de las CCMS	29
<b>CAPÍTULO 2: Materiales y Métodos</b>	<b>34</b>
2.1 Selección de los sitios de muestreo para los sedimentos marinos	35
2.1.1 Colecta de los sedimentos marinos y agua de mar	35
2.1.2 Caracterización de sedimentos marinos	36
2.2 Parámetros evaluados	37
2.2.1 Determinación de Sólidos Totales (ST) y Sólidos Volátiles (SV)	37
2.2.2 Determinación de la DQO en el agua de mar	39
2.2.3 Determinación de la DBO en el agua de mar	40
2.3 Diseño de experimento y evaluación de las CCMS	40
2.3.1 Variación en el área catódica	40
2.3.2 Variación en la distancia entre electrodos	41
2.3.3 Blanco con sedimentos y agua de mar estéril	42
2.3.4 Prueba estadística	42
<b>CAPÍTULO 3: Resultados y Discusiones</b>	<b>43</b>
3.1 Caracterización inicial de los sedimentos marinos y el agua de mar	43
3.2 Determinación de las densidades de potencia y corriente generadas en las CCMS a partir de los 5 diferentes sedimentos marinos	45
3.3 Remoción de carga orgánica en las CCMS	49
3.4 Selección de las dos muestras con mayor potencial para generar energía	51
3.5 Efecto del área del electrodo en las CCMS con los dos sedimentos marinos elegidos	52
3.5.1 Caracterización de los dos sedimentos marinos seleccionados	52
3.5.2 Densidades de potencia para diferentes áreas catódicas	53
3.5.3 Densidades de corriente para diferentes áreas catódicas	55
3.5.4 Caracterización de los sedimentos marinos después de 17 días de operación batch en las CCMS Telchac y Dzilam de Bravo	56
3.6 Efecto de la distancia entre electrodos en las CCMS con un sedimento marino (Telchac)	57
3.6.1 Densidades de corriente y potencia generadas en las CCMS para tres diferentes distancias entre los electrodos	57

---

---

3.6.2 Caracterización de los sedimentos marinos después de 17 días de operación en batch para CCMS a diferentes distancias entre electrodos	59
3.6.3 Densidades de corriente y potencia generadas por las celdas estériles	60
3.6.4 Presencia de microorganismos en la superficie de los electrodos de tela de carbón	60
Conclusiones	62
Perspectivas	63
Bibliografía	64