



---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE YUCATÁN  
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA

“ESTUDIO COMPARATIVO DE LA DEGRADACIÓN  
DE UN MATERIAL POLIMÉRICO BAJO  
CONDICIONES NATURALES Y ACELERADAS”

T E S I S

Presentada por

SANTIAGO JESÚS MANZANO ALONZO

en opción al Título de

QUÍMICO INDUSTRIAL

A s e s o r

Dr. ALEX VALADEZ GONZÁLEZ

Mérida, Yucatán, México

Octubre de 2000

BIBLIOTECA **CICY**

## INDICE

SINOPSIS.	V
INTRODUCCIÓN.	1
OBJETIVOS.	3

## CAPÍTULO I

### GENERALIDADES

1.1 DEGRADACIÓN.	4
1.1.1 Oxidación.	4
1.2 FOTODEGRADACIÓN.	5
1.2.1 Degradación de polietileno.	6
1.3 TIPOS DE ESTUDIO DE ENVEJECIMIENTO.	8
1.3.1 Envejecimiento natural.	8
1.3.2 Envejecimiento natural acelerado.	9

## CAPÍTULO II

### PARTE EXPERIMENTAL

2.1 MATERIALES.	10
2.1.1 Polietileno de alta densidad (HDPE).	10
2.1.2 Carbonato de calcio (CaCO <sub>3</sub> ).	10

2.1.3 Aditivos.	11
2.2 OBTENCIÓN DEL COMPUESTO.	11
2.3 ELABORACIÓN DE PROBETAS.	12
2.4 ESTUDIO DEL ENVEJECIMIENTO.	13
2.4.1 Condiciones y sitio del estudio de degradación.	13
2.4.2 Ensayos de envejecimiento natural.	14
2.4.3 Ensayos de envejecimiento natural acelerado.	14
2.4.3.1 Caja negra.	15
2.4.3.2 Panel rotatorio.	16
2.5 CARACTERIZACIÓN POR TÉCNICAS ANALÍTICAS.	17
2.5.1 Análisis por espectroscopía de infrarrojo con transformada de Fourier (FTIR).	17
2.5.2 Análisis por calorimetría diferencial de barrido (DSC).	18
2.5.3 Determinación del peso molecular por viscosimetría.	19

### CAPÍTULO III

#### RESULTADOS Y DISCUSIONES

3.1 VARIACIÓN DE LA TEMPERATURA-HUMEDAD DE LA CIUDAD DE MÉRIDA.	21
3.2 ANÁLISIS POR ESPECTROSCOPIA INFRARROJA.	22
3.3 ÍNDICE DE CARBONILOS.	24
3.4 ÍNDICE DE HIDROPERÓXIDOS.	25

3.5. COMPORTAMIENTO DEL PESO MOLECULAR.	27
3.6. CRISTALINIDAD.	28
3.7. PUNTO DE FUSIÓN.	29
<u>DISCUSIÓN.</u>	31
<u>CONCLUSIONES.</u>	32
<u>ANEXO.</u>	33
<u>BIBLIOGRAFÍA.</u>	35
<u>BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA.</u>	39

### LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 – Panel estacionario.	9
Figura 1.2.A – Panel de condensación solar.	9
Figura 1.2.B – Diagrama de condensación solar.	9
Figura 2.1.A – Caja negra.	15
Figura 2.1.B – Espectro de radiación solar.	15
Figura 2.2.A – Panel rotatorio.	16
Figura 2.2.B – División del espectro solar.	16
Figura 3.1 – Variación de la temperatura promedio anual diario.	22
Figura 3.2 – Espectros obtenidos del FTIR correspondientes al muestreo de las probetas pertenecientes al panel estacionario.	23
Figura 3.3 (A,B,C) – Comportamiento de los grupos éster , cetona y ácido carboxílico en función del tiempo de exposición para los	25

## SINOPSIS

En este trabajo se analizó la degradación del polietileno de alta densidad (HDPE) con carga mineral ( $\text{CaCO}_3$ ) en tres equipos: Panel estacionario (PE), caja negra (CN) y panel rotatorio (PR), utilizando los métodos de calorimetría con diferencial de barrido (DSC), infrarrojo con transformada de Fourier (FTIR) y viscosimetría. Los resultados indican que los mecanismos degradativos en los equipos empleados son similares y el parámetro que varía en ellos es la velocidad de degradación. Encontrándose la mayor degradación en la caja negra.