



**SECRETARIA DE EDUCACION PUBLICA  
DIRECCION GENERAL DE INSTITUTOS TECNOLOGICOS  
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE MERIDA**

**ITM**

**“ESTUDIOS DE LA MISCIBILIDAD DE LOS SISTEMAS  
POLIMERICOS: POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD (HDPE)  
-POLIESTIRENO (PS) Y POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD  
(HDPE) -POLIESTIRENO (PS) -ACRILONITRIL BUTADIENO  
ESTIRENO (ABS)”.**

**OPCION I  
(TESIS PROFESIONAL)**

**QUE PARA OPTAR AL TITULO DE  
INGENIERO QUIMICO**

**BIBLIOTECA CIC  
PRESENTA**

**JOSE DE LOS ANGELES RODRIGUEZ LAVIADA**

**MERIDA, YUCATAN, MEXICO.**

**1994.**

# ÍNDICE

Introducción.	1
Objetivos.	3
<b>CAPÍTULO 1 ASPECTOS TEÓRICOS.</b>	<b>4</b>
1.1.- Introducción.	4
1.2.- Clasificación de los polímeros.	4
1.2.1.- Polímeros semicristalinos.	4
1.2.2.- Polímeros amorfos.	6
1.3.- Polietileno.	8
1.3.1.- Estructura, propiedades y aplicaciones del polietileno.	8
1.3.2.- Polietileno de Alta Densidad (HDPE).	9
1.3.2.1.- Química y Propiedades.	9
1.3.2.2.- Procesamiento.	10
1.3.2.3.- Aplicaciones.	10
1.4.- Poliestireno (PS).	11
1.4.1.- Estructura, propiedades y aplicaciones del poliestireno.	11
1.4.1.1.- Química y Propiedades.	12
1.4.1.2.- Manufactura.	13
1.4.1.3.- Procesamiento.	13
1.4.1.4.- Aplicaciones.	14
1.5.- Acrilonitrilo-Butadieno-Estireno (ABS).	15
1.5.1.- Estructura, Propiedades y Aplicaciones del ABS.	15
1.5.1.1.- Química y Propiedades.	16
1.5.1.2.- Aplicaciones.	17

<b>CAPÍTULO 2 MEZCLA DE POLÍMEROS.</b>	<b>18</b>
2.1.- Introducción.	18
2.2.- Métodos de mezclado.	19
2.3.- Preparación de las mezclas.	20
2.4.- Morfología de la mezcla.	20
2.5.- Comportamiento de una fase en equilibrio.	21
2.6.- El problema de la incompatibilidad.	22
2.7.- Termodinámica del mezclado.	24
2.8.- Propiedades de la mezcla.	25
2.8.1.- Mezclas miscibles.	26
2.8.2.- Mezclas inmiscibles.	26
<b>CAPÍTULO 3 EXPERIMENTAL.</b>	<b>28</b>
3.1.- Material y Equipo.	28
3.1.1.- Material.	28
3.1.2.- Equipo.	28
3.2.- Procedimiento de elaboración de mezclas.	29
3.2.1.- Preparación de muestras y mezclas.	29
3.2.2.- Elaboración de placas.	30
3.3.- Análisis Térmico.	30
3.3.1.- Métodos de Análisis Térmico.	30
3.3.2.- Calorimetría Diferencial de Barrido (DSC).	31
3.3.2.1.- Procedimiento para pruebas de DSC.	33
3.3.2.2.- Encapsulamiento de las muestras para DSC.	33
3.3.2.3.- Tratamiento de los datos obtenidos del DSC.	34
3.3.3.- Análisis Termogravimétrico (TGA).	34

3.3.3.1.- Procedimiento para análisis Termogravimétrico.	35
3.3.3.2.- Aplicaciones de la Termogravimetría.	35
3.4.- Análisis Mecánico.	36
3.4.1.- Introducción.	36
3.4.2.- Prueba de Tensión.	36
3.4.2.1.- Procedimiento para pruebas en la INSTRON.	38
3.5.- Análisis Reológico.	38
3.5.1.- Índice de fluidez.	38
3.5.1.1.- Introducción.	38
3.5.1.2.- Diseño de la prueba.	39
3.5.1.3.- Factores que afectan los resultados de la prueba.	40
A).- Tiempo de precalentado.	
B).- Humedad.	
C).- Apisonado.	
D).- Volumen de la muestra.	
3.5.1.4.- Procedimiento de la prueba.	41
3.5.1.5.- Interpretación de los resultados.	41
 CAPÍTULO 4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.	43
4.1.- Caracterización de los materiales.	43
4.1.1.- Caracterización del HDPE.	43
4.1.1.1.- Análisis Termogravimétrico (TGA).	43
4.1.1.2.- Calorimetría Diferencial de Barrido (DSC).	44
4.1.1.3.- Índice de fluidez.	44
4.1.2.- Caracterización del Poliestireno (PS).	45
4.1.2.1.- Análisis Termogravimétrico (TGA).	45

4.1.2.2.- Calorimetría Diferencial de Barrido (DSC).	46
4.1.2.3.- Índice de fluidez.	46
4.1.3.- Caracterización del Acrilonitrilo Butadieno Estireno (ABS).	47
4.1.3.1.- Análisis Termogravimétrico.	47
4.1.3.2.- Calorimetría Diferencial de Barrido (DSC).	48
4.1.3.3.- Índice de fluidez.	49
4.2.- Caracterización de las mezclas.	50
4.2.1.- Caracterización mecánica.	50
4.2.1.1.- Módulo elástico.	50
4.2.1.2.- Deformación a la ruptura.	50
4.2.1.3.- Esfuerzo a la ruptura.	51
4.2.2.- Caracterización térmica.	55
4.2.2.1.- Entalpía de fusión.	55
4.2.2.2.- Temperatura de fusión.	56
4.2.3.- Caracterización reológica.	57
4.2.3.1.- Índice de fluidez.	57
CONCLUSIONES	64
BIBLIOGRAFÍA	65

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el interés por los polímeros ha tenido fuertes incrementos, ya que partes o accesorios metálicos o de otros materiales han empezado a ser remplazados por materiales hechos de polímeros, los cuales son utilizados en condiciones severas. Estos factores, conducen a un control de calidad de éstos, así como a una caracterización y mejora de sus propiedades, para darles una aplicación adecuada y buscar nuevas aplicaciones para ellos.<sup>4</sup>

Existe un gran número de técnicas de laboratorio para los fines antes mencionados, pero sin duda, este campo se ha beneficiado con la aplicación de un conjunto de técnicas analíticas que conforman el llamado análisis térmico.<sup>4</sup>

El análisis del comportamiento térmico es la prueba más trascendente en la vida de un material. Un esquema de evaluación del comportamiento térmico de un polímero proporciona información respecto a la respuesta del material a los cambios de temperatura, ya que define parámetros útiles, tales como la Temperatura de Transición Vítreo, que es la temperatura a la cual un polímero amorfo cambia de estado y la Temperatura de Fusión que es a la cual un polímero semicristalino cambia de estado, así como también la Entalpía de Fusión, que se define como la cantidad de energía que absorbe un sistema semicristalino para poder destruir los cristales de un polímero semicristalino, en función de la temperatura o tiempo a una velocidad de calentamiento determinada.<sup>4,22</sup>

Como la selección de un material para una aplicación estructural específica depende de sus propiedades mecánicas, es importante familiarizarse con algunas de las pruebas patrón empleadas para medir estas propiedades y entender el significado de la información obtenida con ellas.<sup>7</sup> Generalmente el uso que se da a los polímeros está en función de sus propiedades mecánicas.<sup>22</sup>

La prueba de tensión a diferentes velocidades de deformación proporciona información suficiente con el mínimo de tiempo y esfuerzo. Las curvas de esfuerzo-deformación proporcionan información respecto al comportamiento mecánico y a la estructura del polímero. Las propiedades