

## CONTENIDO

<b>Resumen.....</b>	<b>1</b>
<b>Capítulo 1: Introducción.....</b>	<b>3</b>
1.1 Alcance y estructura de la tesis.....	3
1.2 Objetivos.....	5
1.2.1 Objetivo general.....	5
1.1.2 Objetivos específicos.....	5
<b>Capítulo 2: Conceptos fundamentales.....</b>	<b>7</b>
2.1 Que son los polímeros.....	7
2.2 Polímeros cristalinos y amorfos.....	9
2.3 Polímeros termoplásticos.....	10
2.4 Polímeros termofijos.....	11
2.5 Clasificación general de los polímeros.....	11
2.6 Propiedades de los polímeros.....	12
2.6.1 Propiedades eléctricas.....	12
2.6.2 Propiedades mecánicas.....	12
2.7 Panipol.....	13
2.8 Polímeros comunes.....	16
2.8.1 Polietileno (PE).....	16
2.8.2 Polietileno de baja densidad (LDPE).....	17
2.8.3 Polietileno de alta densidad (HDPE).....	17
2.8.3.1 Propiedades físicas.....	18

2.8.3.2 Propiedades eléctricas.....	18
2.8.3.3 Propiedades químicas.....	19
2.9 Proceso de extrusión.....	19
2.9.1 Extrusor de doble husillo.....	20
2.9.2 Extrusor de doble husillo corrotatorio y contrarrotatorio.....	20
2.10 Técnicas analíticas.....	21
2.10.1 Análisis termogravimétrico (TGA).....	21
2.10.2 Calorimetría diferencial de barrido (DSC).....	23
2.10.3 Índice de fluidez (MFI).....	24
2.10.4 Espectroscopía infrarroja (IR).....	25
2.10.5 Microscopía electrónica de barrido (SEM).....	26
2.10.6 Microscopía óptica (MO).....	27
2.10.7 Conductividad eléctrica.....	28
<b>Capítulo 3: Materiales y métodos.....</b>	<b>30</b>
3.1 Materiales.....	31
3.1.1 Polietileno de alta densidad virgen (HDPE V).....	31
3.1.2 Polietileno de alta densidad reciclado (HDPE R).....	31
3.1.3 Panipol.....	31
3.2 Procedimientos analíticos.....	32
3.2.1 TGA.....	32
3.2.2 DSC.....	33
3.2.3 IR.....	34

3.2.4 MFI.....	35
3.3 Proceso de producción de los materiales compuestos.....	36
3.3.1 Mezclado manual.....	36
3.3.2 Incorporación del relleno conductivo a la matriz aislante.....	37
3.3.3 Formado.....	38
3.3.4 Operaciones de enfriamiento.....	38
3.3.5 Jalado/estirado.....	39
3.3.6 Embobinado.....	40
3.4 Caracterización de los materiales compuestos.....	40
3.4.1 SEM.....	41
3.4.2 MO.....	43
3.4.3 Conductividad eléctrica.....	45
<b>Capítulo 4: Resultados y discusiones.....</b>	<b>48</b>
4.1 Procedimientos analíticos.....	48
4.1.1 TGA.....	48
4.1.2 DSC.....	52
4.1.3 IR.....	54
4.1.4 MFI.....	57
4.2 Cordón obtenido en el proceso de extrusión.....	59
4.3 Caracterización de los materiales compuestos obtenidos.....	60
4.3.1 MO.....	60
4.3.2 SEM.....	67

4.3.3 Evaluación de la conductividad volumétrica.....	71
4.4 Relación entre la microestructura y la conductividad.....	76
<b>Capítulo 5: Conclusiones y recomendaciones.....</b>	<b>80</b>
5.1 Conclusiones.....	80
5.2 Recomendaciones.....	82
<b>Referencias.....</b>	<b>83</b>

## RESUMEN

Este proyecto se llevó a cabo con el objetivo de obtener materiales compuestos poliméricos electroconductores a base de polietileno de alta densidad (HDPE, por sus siglas en inglés) reciclado y un complejo electroconductor de polianilina (Panipol).

Los materiales compuestos poliméricos electroconductores son capaces de disipar cargas eléctricas en reposo (estática). La acumulación de cargas ha surgido como un problema grave en la actualidad, ya que en casos severos puede destruir componentes eléctricos y electrónicos delicados, o causar explosiones. Estas son algunas de las razones por las que se estudió sobre el procesamiento de mezclas de un polímero termoplástico comercial de uso común, como el HDPE reciclado, agregándole diferentes contenidos de Panipol. Estas mezclas fueron procesadas en un extrusor de doble husillo y se obtuvieron materiales compuestos en forma de cordones, mediante extrusión capilar. Para la caracterización de la materia prima fue necesario conocer información técnica y descripciones detalladas de los materiales, así como emplear técnicas de análisis tales como Análisis Termogravimétrico (TGA) y Calorimetría Diferencial Barrido (DSC), para determinar las temperaturas máxima de procesamiento y de fusión, respectivamente. El comportamiento térmico de los materiales con respecto a las propiedades de flujo, se obtuvo a través de la prueba de Índice de Fluidéz (MFI). La Espectroscopía Infrarroja (IR) se utilizó para corroborar los principales grupos químicos funcionales presentes en los materiales. Asimismo, se analizó la microestructura de los extrudidos empleando técnicas de Microscopía Óptica y Microscopía Electrónica de Barrido (SEM) para observar la microestructura de la superficie de las muestras. En algunas muestras con bajos

contenidos de relleno conductor se observaron "huellas" alargadas (es decir, cavidades alargadas) del complejo conductor de polianilina, paralelas a la dirección de la extrusión. De igual forma, se evaluó la conductividad eléctrica de los mismos a partir de la resistencia eléctrica obtenida usando una fuente poder. Se utilizó también HDPE virgen para la preparación de materiales compuestos conductores para fines comparativos con el uso de HDPE reciclado.