



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE YUCATÁN

FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA

OBTENCIÓN DE NANOCOMPUESTOS DE POLIURETANO
Y MONTMORILLONITAS FUNCIONALIZADAS CON USO
POTENCIAL PARA APLICACIONES CARDIOVASCULARES

TESIS

PRESENTADA POR

JOSUÉ ISAI MOO ESPINOSA

EN OPCIÓN AL TÍTULO

QUÍMICO INDUSTRIAL

ASESOR

DR. JUAN VALERIO CAUICH RODRÍGUEZ

MÉRIDA, YUCATÁN, MÉXICO.

2007

CONTENIDO

	Página
ÍNDICE DE CUADROS	iv
ÍNDICE DE FIGURAS	v
RESUMEN	viii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I. ASPECTOS TEÓRICOS	
1.1 Generalidades	3
1.2 Poliuretanos	5
1.2.1 Síntesis y propiedades de poliuretanos	5
1.2.2 Biomateriales de poliuretano	7
1.2.3 Poliuretanos comerciales de uso médico	8
1.3 Silicatos	9
1.3.1 Nanoestructuras en la naturaleza	9
1.3.2 Clasificación de los silicatos de acuerdo al contenido de unidades de cristal laminado	10
1.3.3 Composición química de silicatos minerales	11
1.3.4 Montmorillonita	12
1.3.5 Organoarcillas	14
1.4 Nanocomuestos	15
1.4.1 Materiales compuestos	15
1.4.2 Nanocomuestos	15
1.4.2.1 Nanocomuestos polímero/arcilla	16
OBJETIVOS	19
CAPÍTULO II. MATERIALES Y MÉTODOS	
2.1 Materiales	20
2.2 Síntesis de poliuretanos segmentados en solución	20
2.3 Obtención de nanocomuestos de poliuretano y montmorillonita (SPU/MMT)	21

2.3.1 Obtención de nanocompuestos SPU/MMT mediante mezcla directa	21
2.3.2 Obtención de nanocompuestos SPU/MMT mediante polimerización <i>in situ</i>	22
2.4 Caracterización de poliuretanos y nanocompuestos	23
2.4.1 Determinación de la composición de los nanocompuestos SPU/MMT	23
2.4.2 Análisis térmico	24
2.4.2.1 Análisis termogravimétrico (TGA)	25
2.4.2.2 Calorimetría diferencial de barrido (DSC) para poliuretanos	25
2.4.2.3 Análisis mecánico dinámico (DMA)	26
2.4.3 Determinación de propiedades mecánicas de tensión	27
2.4.4 Determinación de la morfología mediante microscopía electrónica de barrido (MEB)	28
2.4.5 Determinación de la estructura cristalina de la montmorillonita mediante difracción de rayos X (DRX)	28
2.5 Resumen del procedimiento experimental desarrollado	31
CAPÍTULO III. RESULTADOS Y DISCUSIONES	
3.1 Determinación de la composición de nanocompuestos SPU/Cloisite®	32
3.1.1 Espectros de infrarrojo del poliuretano segmentado	32
3.1.2 Espectros de infrarrojo de las nanoarcillas	33
3.1.3 Espectros de infrarrojo de los nanocompuestos SPU/Cloisite®	34
3.2 Análisis térmico	36
3.2.1 Análisis termogravimetrico	36

3.2.1.1 Temperaturas de descomposición de los poliuretanos segmentados	36
3.2.1.2 Temperaturas de descomposición de los Cloisites®	37
3.2.1.3 Temperaturas de descomposición de los nanocomuestos SPU/Cloisite®	38
3.2.2 Calorimetría diferencial de barrido	42
3.2.3 Análisis dinámico mecánico de los nanocomuestos SPU/Cloisite®	44
3.2.3.1 Temperatura de transición vítrea (Tg) de los nanocomuestos SPU/Cloisite®	44
3.3 Propiedades mecánicas	48
3.3.1 Determinación de propiedades mecánicas de tensión de nanocomuestos SPU/Cloisite®	48
3.4 Módulo de almacenamiento para los nanocomuestos SPU/Cloisite®	54
3.5 Morfología de nanocomuestos SPU/Cloisite®	57
3.6 Determinación de la estructura cristalina de nanocomuestos SPU/Cloisite® mediante DRX	60
CONCLUSIONES	68
RECOMENDACIONES	70
BIBLIOGRAFÍA	71
APÉNDICE A	74
APÉNDICE B	76

RESUMEN

Los poliuretanos segmentados (SPU) son una clase especial de materiales. Debido a su buena biocompatibilidad y a sus excelentes propiedades mecánicas, se han utilizado en la fabricación de válvulas cardíacas y en materiales que están en contacto con sangre. En el presente trabajo se estudió el efecto que produce la adición de montmorillonitas funcionalizadas comerciales (Cloisite®) en las propiedades de los poliuretanos segmentados. Para tal efecto se prepararon nanocomuestos SPU/Cloisite® mediante los métodos de mezclado directo y polimerización *in situ*, también se midieron las propiedades mecánicas (módulo, esfuerzo y deformación), las propiedades térmicas (temperatura de descomposición, temperatura de transición vítrea) y se determinó la morfología y estructura de estos nanocomuestos mediante microscopía electrónica de barrido y difracción de rayos X.

El análisis infrarrojo de los nanocomuestos mostró únicamente la presencia de bandas correspondientes a los SPU debido a la baja concentración de Cloisite® empleada y no se detectaron interacciones entre los grupos carbonilos del SPU y Cloisite® 30B, que contiene grupos hidroxilos en su composición. Sin embargo, el análisis termogravimétrico mostró un aumento en la temperatura de descomposición al agregar el Cloisite® a concentraciones del 10% (obtenido por mezclado directo) y a concentraciones del 4% en nanocomuestos obtenidos *in situ*. La temperatura de transición vítrea del segmento blando del SPU se localizó a -50 °C y no varió con la concentración de la nanoarcilla.

La resistencia ténsil y el módulo aumentaron al disminuir la cantidad de Cloisite®, presentando un esfuerzo mayor el nanocomuesto con 4% de Cloisite® Na entre los nanocomuestos obtenidos por mezclado directo y el nanocomuesto con 2% de Cloisite® 30B obtenido *in situ*. En el análisis mecánico dinámico se observó que el módulo de almacenamiento aumentaba con concentraciones del 10% de Cloisite®.

La difracción de rayos X, demostró que los nanocomuestos obtenidos por polimerización *in situ* llegaron a la exfoliación, mientras que los nanocomuestos obtenidos por mezcla directa solamente fueron intercalados. Todos estos resultados muestran que el método de obtención de nanocomuestos *in situ* fue mejor al de mezclado directo.