



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE YUCATÁN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA**

**“OBTENCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE  
CEMENTOS OSEOS A PARTIR DE METACRILATOS  
FUNCIONALIZADOS E HIDROXIAPATITA  
SILANIZADA”**

**TESIS**

**PRESENTADA POR:**

**EDGAR ANDRE PADILLA Y RIVERO**

**EN SU EXAMEN PROFESIONAL**

**EN OPCIÓN AL TÍTULO DE:**

**INGENIERO QUÍMICO INDUSTRIAL**

**ASESOR:**

**Dr. JUAN VALERIO CAUCH RODRÍGUEZ**

**MÉRIDA, YUCATÁN, MÉXICO  
DICIEMBRE, 2003**

**BIBLIOTECA CICY**

# CONTENIDO

	Página
INDICE DE TABLAS	iv
INDICE DE FIGURAS	v
RESUMEN	vii
INTRODUCCION	1
<b>CAPITULO I ANTECEDENTES</b>	2
1.1 Biomateriales	2
1.1.1 Polímeros	4
1.1.1.1 Poliacrílatos: Cementos óseos	5
1.1.1.2 Características de los cementos óseos	6
1.2. Cerámicos: Apatitas	8
1.2.1 Propiedades de la hidroxiapatita	10
1.2.2 Métodos de preparación de la hidroxiapatita	11
1.2.3 Recubrimiento de implantes	12
1.3 Agentes de acoplamiento	13
1.3.1 Aplicación de silanos	14
1.3.2 Materiales compuestos con partículas de relleno	15
<b>OBJETIVOS</b>	18
<b>CAPITULO II PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL</b>	19
2.1 Metodología	19
2.1.1 Silanización de la hidroxiapatita	19
2.1.1.1 Silanización vía húmeda	19
2.1.1.2 Silanización vía seca	20
2.1.2 Caracterización de la hidroxiapatita silanizada	20
2.1.2.1 Determinación del tamaño de partícula	20
2.1.2.2 Espectroscopía Infrarroja	20
2.1.2.3 Microscopía Electrónica de Barrido (MEB)	21
2.1.3 Recubrimiento del polimetacrilato de metilo con alcohol polivinílico	21

2.1.4 Caracterización del polimetacrilato de metilo recubierto con alcohol polivinílico	22
2.1.4.1 Espectroscopia Infrarroja	22
2.1.5 Preparación de los cementos	22
2.1.5.1 Absorción de fluido corporal simulado (FCS # 9)	23
2.1.6 Caracterización de los cementos óseos	25
2.1.6.1 Determinación de la porosidad	25
2.1.6.2 Determinación de la temperatura de transición vítrea (Tg)	26
2.1.6.3 Ensayos mecánicos de tensión	26
2.1.6.4 Microscopía Electrónica de Barrido (MEB)	27
2.1.7 Análisis estadístico	27
<b>CAPITULO III RESULTADOS Y DISCUSIONES</b>	29
3.1 Efecto de la silanización en las propiedades de la hidroxiapatita	29
3.1.1 Efecto de la silanización en el tamaño de partícula	29
3.1.2 Efecto de la silanización en la composición de la hidroxiapatita	31
3.1.2.1 Análisis por espectroscopía infrarroja (FTIR)	31
3.1.2.2 Análisis de rayos X por dispersión de energía (EDX)	32
3.2 Efecto del recubrimiento del alcohol polivinílico sobre las propiedades del polimetacrilato de metilo	33
3.3 Absorción del fluido corporal simulado	34
3.4 Caracterización de los cementos óseos	35
3.4.1 Efecto del agente de acoplamiento en la porosidad de los cementos óseos	35
3.4.2 Efecto del alcohol polivinílico en la porosidad en los cementos óseos	38
3.4.3 Efecto del agente de acoplamiento en la temperatura de transición vítrea (Tg)	39
3.4.4 Efecto del alcohol polivinílico en la temperatura de transición vítrea (Tg)	40

3.4.5 Efecto del agente de acoplamiento en las propiedades mecánicas de tensión en los cementos óseos	40
3.4.6 Efecto del alcohol polivinílico en las propiedades mecánicas de tensión en los cementos óseos	45
3.4.7 Efecto del acondicionamiento en fluido corporal simulado en las propiedades mecánicas de tensión de los cementos preparados con hidroxiapatita silanizada.	46
3.4.8 Superficie de fractura de los cementos óseos con agentes de acoplamiento	49
<b>CONCLUSIONES</b>	51
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	53
<b>ANEXOS</b>	55
<b>ABREVIATURAS</b>	73

## RESUMEN

Hoy en día la investigación y desarrollo de nuevas formulaciones de cementos óseos abarca modificaciones en las estructuras, adición de cerámicos, agente de acoplamiento, entrecruzantes, etc. con el fin de mejorar las propiedades mecánicas y biológicas de los cementos comerciales actuales.

En el presente trabajo, se estudia la adición de un agente de acoplamiento (3-(trimetoxisilil) propil metacrilato; MPS) a la formulación de los cementos óseos preparados con diferentes monómeros acrílicos e hidroxiapatita (HA). Se emplearon dos métodos de silanización para la HA. Para conocer el efecto de la adición del agente de acoplamiento, se estudiaron las propiedades de tensión, absorción de fluido corporal simulado (FCS #9), porosidad, etc.

Los resultados obtenidos demostraron que el método de silanización, la concentración del agente de acoplamiento y la composición de los cementos óseos con HA tuvieron un papel fundamental en propiedades tales como porosidad, capacidad de absorción de FCS # 9, temperatura de transición vítrea y en sus propiedades mecánicas de tensión.

Las técnicas de silanización permitieron la adherencia del MPS a la superficie de la HA. La técnica de silanización por vía seca permitió la incorporación de una mayor cantidad de MPS a la superficie de la HA, aunque la técnica de silanización vía húmeda condujo a una distribución de tamaños de partículas de HA menores. Se obtuvieron valores menores de absorción de FCS #9 en cementos preparados con dietil amino etil metacrilato (DEAEMA 0.08) e HA silanizada a 1% MPS vía húmeda. El porcentaje de porosidad fue menor en los cementos preparados con ácido metacrílico (MAA 0.3) y 5% de HA (al 1, 5 y 10% MPS) con y sin silanización. El tratamiento con MPS vía seca mejoró el módulo elástico de los cementos óseos con MAA 0.3 cuando se prepararon con 5 y 10% de MPS en cualquiera de las concentraciones de HA, en los cementos preparados con DEAEMA 0.08 la silanización vía seca mejoró los módulos elásticos en los cementos preparados con cualquiera de las concentraciones de HA a 5% MPS. El acondicionamiento en FCS #9 tuvo un efecto benéfico, es decir, los valores de módulo elástico ascendieron en los cementos preparados con MAA 0.3 y DEAEMA 0.08.