

81

**EVALUACION IN VIVO DE CEMENTOS OSEOS BIOACTIVOS (MODELO ANIMAL  
CONEJO NUEVA ZELANDA) .**

Tesis presentada ante la  
División de Estudios Profesionales de la  
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

De la

Universidad Nacional Autónoma de México  
Para la obtención del título de  
Médico Veterinario Zootecnista

por

Patricia Zaldivar Urrutia

Asesores

M.V.Z. Carlos Santoscoy Mejía  
M.V.Z. Cuauhtémoc Campos García Rojas

México D. F. 2002.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

PAGINACIÓN

DISCONTINUA

## DEDICATORIA

### A Dios:

He terminado el camino señalado, con mucho gusto y con ganas de servir a mis pacientitos con cariño.

### A mi Mamita:

Me considero muy afortunada de tener a un angelito como tu, que siempre ha estado conmigo; mami espero compensar con esto un poco de lo mucho que me has dado, con todo mi amor te dedico este trabajo que me ha dado desvelos, angustias y alegrías.

### A Reinita:

Hermana, has sido mi amiga, consejera y siempre me has apoyado en todo. Te dedico mi Tesis con mucho cariño siguiendo siempre tu ejemplo de mirar hacia delante.

### AGRADECIMIENTOS

A Mi familia, principalmente a mi Papá, que siempre me ha apoyado incondicionalmente.

A mamita por su apoyo y comprensión de siempre.

A Lulú, Reinita y Fher, Gracias hermanitos por su apoyo y su cariño.

A las familias Jiménez Saldivar, Camacho Urrutia, Urrutia San Juan, gracias por apoyar a mi familia, por su cariño y solidez.

Gracias Tía Con, por tus consejos que me diste desde niña. Nunca pienses que estoy lejos de ti por que siempre estas en mi corazón.

A mis amigos que siempre han estado conmigo, especialmente a Angie, Emi y Dann, gracias por su apoyo, confianza y su cariño. Soy afortunada por contar con su amistad.

Al MVZ. Cuauhtémoc Campos y a la Dra. Ma. Luisa, por su apoyo incondicional, sus consejos y su amistad.

A la Biologa Aida G. Guzmán, por su colaboración científica, su apoyo incondicional y su amistad.

A todas las personas con quien trabaje en el Servicio de Cirugía Experimental del HGM, a la Sra. Lucy, Sra. Male, Sr. José Luis, Sr. Gabriel, MVZ. Rojas, MVZ. Campos, MVZ Rojero y al MVZ. Olvera.

Al Dr. Octavio Amancio Chassin, Médico Adscrito al Servicio de Farmacología Clínica del Hospital General de México, por el apoyo especializado en los estudios estadísticos. Gracias.

A la Dra. Isabel Lavenant, Patóloga del Centro Médico Naval, por su apoyo brindado y enseñanzas aprendidas.

A Norberto y a Pedro por su apoyo y amistad durante la carrera.

## CONTENIDO

	<u>PÁGINA</u>
RESUMEN.....	1
INTRODUCCIÓN.....	2
MATERIAL Y MÉTODOS.....	9
RESULTADOS.....	15
DISCUSIÓN.....	18
LITERATURA CITADA.....	22
FIGURAS.....	26

**RESUMEN**

ZALDIVAR URRUTIA PATRICIA. Evaluación in vivo de cementos óseos bioactivos (Modelo animal conejo Nueva Zelanda) (bajo la dirección de Carlos Santoscoy Mejía y Cuauhtémoc Campos García Rojas).

El Polimetilmetacrilato es un polímero sintético utilizado como cemento óseo en la fijación de prótesis articulares, con resultados aceptables pero inconvenientes de aflojamiento y fractura del material que predisponen septicemias o embolias pulmonares. El objetivo fue evaluar la biocompatibilidad y capacidad de interfase que poseen dos nuevos cementos acrílicos con base en polímeros en contacto con el tejido óseo, los cuales se compararon con un cemento óseo existente (Nictone). Las nuevas formulaciones fueron elaboradas en el Instituto de Investigaciones en Materiales (IIM-UNAM) y evaluados en el Servicio de Cirugía Experimental del Hospital General de México. Se emplearon 40 conejos de raza Nueva Zelanda, sanos, de 3 a 4 meses de edad, divididos en cuatro grupos, a los que se les efectuó una artrotomía media en la articulación femorotibiopatelar, se creó un defecto en el que se colocó un implante con el cemento a evaluar.

Los grupos A y B, alojaron a los implantes en estudio, el grupo C al cemento Nictone y el grupo Testigo, no se le colocó implante. Los conejos se mantuvieron en observación durante tres meses postquirúrgico, a todos se les evaluó: recuperación total del paciente, estudio radiológico posquirúrgico y estudio histopatológico. Se obtuvieron los siguientes resultados: el grupo C presentó hiperproliferación en el tejido óseo y cartilago, los grupos A y B se comportan de manera similar y presentan excesiva presencia de médula ósea. Concluyendo, los cementos formula A y B, promueven la matriz ósea y son biocompatibles.

## I. INTRODUCCION

Los polímeros son materiales producidos de forma natural (como la celulosa y la proteína) o sintética a través de la unión química de 5 o más monómeros (como acrílicos y plásticos) (1, 2, 3). Los polímeros sintéticos, fueron reportados por primera vez en 1873, desde esa fecha sus aplicaciones se dirigieron más a la industria automotriz, así como para el abastecimiento de artículos con base en acrílicos. Por ser materiales de gran resistencia que soporta altas temperaturas y tensión; razón por la que los cirujanos dentistas lo utilizan como material odontológico y los neurocirujanos como material para rellenar defectos craneales. (1, 4, 5). Jhon Charnley, a principio de los años 60's, introduce el uso de materiales como el Politef (Tetrafluoroetileno) y polietileno, sirviendo de adhesivos en una artroplastía de

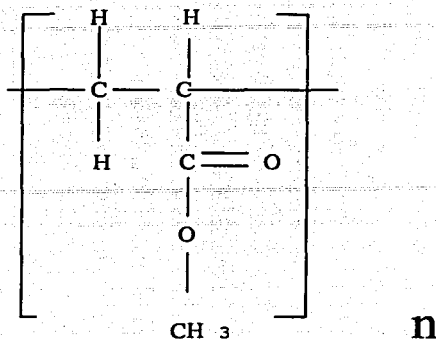


reemplazo de acetábulo. El resultado fue bueno durante los primeros meses, cumpliéndose expectativas como lubricación adecuada de la articulación e inocuidad al cartilago, pero al cabo de doce meses posquirúrgico sobrevienen fracturas del material, aflojamiento mecánico, necrosis en la cabeza del fémur y falta de imagen radiológica, que se resolvió agregando sulfato de bario. (6, 7, 8, 9, 10). Los estudios de Charnley y colaboradores conllevan a utilizar un polímero acrílico, el Polimetilmetacrilato (PMMA), un compuesto con base en un monómero en estado líquido, y perlas de Metilmetacrilato, que sirve de fijador para prótesis articulares; dando un gran avance en el área de la ortopedia médica. (11, 12, 13).

#### PMMA EN EL ÁREA MÉDICA.

El PMMA es un polímero acrílico, plástico, derivado del metilmetacrilato, rígido, impermeable, transparente y con excelentes cualidades ópticas, polimeriza en frío o por sí mismo, a diferencia de otros polímeros que requieren calor y presión para que endurezca; cuando polimeriza posee un mejor módulo de elasticidad que el hueso, aproximadamente del 50%, resistiendo más a la compresión, por eso es utilizado como cemento óseo, ideal para rellenar huecos y fijar prótesis articulares (14, 15). Los médicos que han trabajado con el PMMA aseguran que gran parte del éxito de la cirugía depende de la forma de mezclar los componentes del cemento y su manipulación, en consecuencia el cirujano debe conocer las propiedades físicas y químicas del cemento. (4, 6, 16).

## Composición química del PMMA:



## Propiedades físicas:

- Es un plástico transparente
- Resistencia de 59 mpa (milipascales, medida de presión)
- Densidad 1.09 kg/dm<sup>3</sup> (kilogramo/ decímetro cúbico, unidad de densidad)
- Módulo elástico 2.400 mpa (milipascales, medida de presión)
- Temperatura de ablandamiento 125 °C (grados centígrados)
- Absorción 0.2% (porcentaje)
- Coeficientes de expansión 6-8 10<sup>-5</sup> cm °C (centímetro/ grados centígrados, medida de dilatación térmica)
- Conductibilidad térmica 4-5 10<sup>-4</sup>/scm°C (segundo/ centímetro/ centígrado, medida de disipación térmica)
- Potencia tensión 100 Kg/cm<sup>2</sup> (Kilogramo/ centímetro cuadrado, unida de presión)

Se conocen limitantes de los cementos óseos que contienen PMMA como fractura del material, aflojamiento o septicemias y

durabilidad menor a diez años en el organismo, en consecuencia el paciente se somete a una segunda intervención quirúrgica, antes que desarrolle cualquiera de las causas anteriores o que sobrevenga una embolia pulmonar. En el caso de las mascotas, es difícil una segunda intervención, por el periodo de vida que es menor al de una persona. (18, 19). El padecimiento número uno es el aflojamiento, de esta causa se conocen tres diferentes casos:

1. Aflojamiento de la prótesis dentro del cemento

Es la causa más probable y dolorosa, ocasionado por manejo excesivo de la prótesis justo cuando el cemento sé esta adaptando al lecho óseo, tiempo después, la prótesis se afloja, pero el cemento se mantiene firme en el fémur. Su diagnóstico es confirmado por estudios radiológicos. (6, 7, 18)

2. Aflojamiento de toda la masa dentro del cemento

Provocado por un granuloma a cuerpo extraño invasivo a la superficie endóstica del fémur. El grado de aflojamiento es mínimo, por lo que se puede confundir con un cuadro de septicemia. Para su diagnóstico se procede a realizar estudios radiológicos para confirmar la demarcación del cemento. (7, 9, 18)

3. Aflojamiento de la parte superior de la unión cemento- hueso.

Este es el defecto más grave. Ocurre enteramente a través de la erosión del cuello femoral y del vástago de la prótesis a causa de un proceso de oposición al proceso mecánico, provocando que el cemento no logre reducir la amplitud de la torsión y desviación elástica de la prótesis; la cual fragmenta los niveles superiores del cemento. Si continua la tensión cíclica en el metal que supere

el límite de resistencia a la fatiga, en cuestión de un corto tiempo sobreviene una fractura. Su diagnóstico se confirma con estudios radiológicos. (9,18, 20).

#### ESTUDIO HISTOPATOLÓGICO DEL PMMA EN LA RELACIÓN CEMENTO-HUESO

Al implantar el PMMA en una superficie ósea siempre provoca una reacción macrófaga y con el tiempo una reacción fibroblástica. El cemento acrílico atrae histiocitos en zonas no portadoras de carga, como por ejemplo, en zonas donde el tejido blando une espacios intertraveculares y en las zonas de carga, ningún tejido interviene entre la superficie del cemento y las cubiertas de hueso nuevo. Los tejidos se encuentran dañados durante un periodo de tres semanas después de la intervención quirúrgica. Una capa de tejido blando y de fibrina de hasta 3 mm de espesor se torna necrótica, así como focos grandes de hueso esponjoso en el trocánter mayor y en el canal femoral distal a la punta del vástago. (6, 14, 21), (Fig. 1). Durante la tercera semana comienza un período de reparación que puede durar hasta dos años caracterizándose por el crecimiento de tejido fibroso y de capilares que reemplazan al hueso necrótico. Después de ese tiempo esta bien establecido el lecho del implante, que lo constituye una delgada membrana de tejido conectivo de 0.5 a 1.5 mm de espesor. Se observan espacios de pequeños fragmentos redondeados de metilmetacrilato con una respuesta de células gigantes en la periferia y el tejido dañado en el canal medular se encuentra reemplazado por tejido normal. (6, 8, 15), (Fig. 2 y 3).

### EFECTOS HÍSTICOS LOCALES.

La reacción exotérmica producida por la aplicación del cemento, provoca cambios en los componentes celulares, relacionado con tres factores:

- La polimerización del cemento produce una reacción exotérmica de 62° C a 80° C, si supera los 100° C de temperatura, provoca la coagulación de las proteínas tisulares.
- Áreas de necrosis óseas producidas por la oclusión de arterias metafisiarias nutricias.
- Efectos citotóxicos y lipolíticos. (6, 9, 16)

### NICTONE

A pesar de haber diferentes materiales para la fijación de prótesis, como cemento óseos, la variedad es limitada, uno de los materiales más usados es el PMMA, un ejemplo de ello es NICTONE ®, cuya formula es la mezcla de perlas de PMMA con peróxido de benzoílo (BPO), componente sólido y un componente líquido con base en un monómero de metacrilato de metilo, además un activado en forma de N-N toluidina di metilica, que polimeriza in situ. La relación polímero - monómero es generalmente de 2:1 w/w (peso / peso) y adicionalmente un medio de contraste de rayos X como sulfato de bario u oxido de zirconio. (6, 22).

### JUSTIFICACIÓN

Aunque no se tiene registros exactos en el número de cirugías de reemplazo total de cadera en México se considera que la cifra no es baja y aumenta la probabilidad conforme sobrepasan los 50 años

de edad, esto se traduce a más del 12 % de la población nacional. De esta cifra, los candidatos a una prótesis, requerirán de un medio de fijación. Hasta ahora los medios más usados en las artroplastias, son los cementos óseos, específicamente polímeros como el PMMA, pues han demostrado ser uno de los mejores materiales para el reemplazo total de cadera, con un éxito de hasta el 90%, con un tiempo de vida de 10 años. (2). Por tales motivos se investigan formulas que ofrezcan más beneficios que los cementos actuales, además de incrementar la variedad. En esta investigación dos nuevas fórmulas, grupo A y grupo B, fueron evaluadas en una primera fase.

#### **HIPÓTESIS**

Los cementos acrílicos preparados con biovidrios son capaces de inducir la formación de una interfase con el tejido óseo en pruebas in vivo utilizando un modelo animal (conejo).

#### **OBJETIVOS**

- Evaluar in vivo la formación de una matriz ósea a través de nuevas formulaciones de cementos óseos Grupo A: MMA 0.7- MMA 0.3- PMMA y Grupo B: MMA 0.92- DEAEMA 0.08- PMMA, preparadas en el Instituto de Investigaciones en Materiales (IIM-UNAM).
- Comparar dos cementos óseos de nueva formulación con un cemento comercial.

## II. MATERIAL Y METODOS

- a) Población: Conejos Nueva Zelanda.
- b) Muestra: 40 conejos, divididos en cuatro grupos.
- c) Criterio de Inclusión: Edad de 3 -4 meses, peso de 3 -4 kgs., machos y hembras, sanos, se realizan pruebas sanguíneas, examen general de orina, coproparasitoscópico, pruebas serológicas contra salmonelosis y toxoplasmosis.
- d) Criterios de Exclusión: Complicaciones durante el preoperatorio como sobredosis anestésica; en el transoperatorio como problemas cardio-respiratorios y en el postoperatorio a los que presentaron alguna enfermedad aguda.

### MÉTODO

Diseño experimental, longitudinal, prospectivo y comparativo

#### Procedimiento

Se utilizaron 30 implantes en forma de cilindro, de 9 mm de longitud por 4 mm de diámetro, divididos en tres diferentes mezclas de cementos óseos que fueron colocados en el fémur de los pacientes de los grupos A, B y C, por medio de una artroplastía. Al grupo Testigo se le practicó la artroplastía pero no se le colocó implante.

Los grupos quedaron de la siguiente manera:

Grupo A: 10 cilindros de MMA 0.7- MMA 0.3- PMMA, que contiene: metacrilato de metilo a una concentración de 0.7 en fracción molar, metilmetacrilato a concentración 0.3 y PMMA.

Grupo B: 10 cilindros de MMA 0.92- DEAEMA 0.08- PMMA, que

contiene: metilmetacrilato a una concentración de 0.92 en fracción molar, dietil amino etil metacrilato a una concentración de 0.08 que contiene 2.5% de N, N, dimetil p- toluidina, en fracción molar y 10 g PMMA. De curado rápido y transparente.

Grupo C: 10 cilindros de un cemento comercial, que contiene: 10 g de MMA, 0.1 g de peróxido de benzoílo, 5 g de una mezcla de metilmetacrilato que contiene 2.5% de N, N dimetil p-toluidina.

Con fines de evaluar el estudio histopatológico se utilizó un cuarto grupo:

Grupo Testigo: Se utilizaron 10 conejos, a los que no se les puso implante.

#### PROCEDIMIENTO QUIRÚRGICO

Tomando como base las constantes fisiológicas de cada conejo, se calcularon las dosis anestésica, aplicando intramuscular una combinación de hidrocioruro de xilacina (1-2 mg/kg) con hidrocioruro de ketamina (22-44 mg/kg). Una vez sedado, fue canalizado en la vena marginal de la oreja, administrando solución hartman; se rasuro la zona a intervenir (femorotibiopatelar) y se aplicó intrarticular Lidocaína (0.2 ml) posterior a la preparación se traslado al quirófano colocándose decúbito dorsal. El abordaje quirúrgico se hizo entre las eminencias del fémur (canal de la tróclea), por ser una articulación de fácil acceso y por tener contacto con el tejido óseo y el tejido cartilaginoso. La técnica quirúrgica se hizo con base a la técnica de Paatsama. (23)(Fig. 4 y 5). La patela se luxa medialmente, se perforara cráneo- caudal



el canal de la tróclea femoral, mediante un taladro de baja velocidad utilizando una broca de 4mm de diámetro. El cemento en forma de cilindro se inserta a presión en el defecto originado de acuerdo al tipo de implante que le corresponda. (Fig. 6 y 7). Distalmente, la cápsula articular y la fascia lateral de la articulación de la rodilla se cierran en una capa con puntos separados de material absorbible. La fascia lata se cierra con puntos continuos con material absorbible. El tejido subdérmico y la piel se sutura de manera rutinaria. Inmediatamente después del procedimiento quirúrgico se les permitió movimiento total a los conejos y se evaluó la recuperación de la cirugía, movimiento, flexión, extensión, apoyo (claudicaciones) y cicatrización de la herida quirúrgica.

#### EVALUACIÓN.

##### Evaluación clínica

Se evaluó la condición física del conejo con base en su recuperación posquirúrgica, tomando en cuenta las siguientes características.

Movimiento: Nos referimos como a la acción de mover, el miembro posterior.

##### Evaluación:

(+) Si, mueve la articulación

(-) No, mueve la articulación

Flexión: Se refiere al grado de doblar la articulación femorotibiopatelar de manera que se aproximen las partes que la

unen.

**Evaluación:**

(+) Si, se dobla

(-) No, se dobla

**Extensión:** Se refiere al grado de reducción en la fuerza de la articulación femorotibiopatelar.

**Evaluación:**

(+) Sí, se extiende

(-) No, se extiende

**Apoyo:** Refiriéndonos al soporte total que tiene todo el miembro posterior derecho o izquierdo, sobre la zona plantar del conejo.

**Evaluación:**

**Apoyo total (+)** Cuando el apoyo es de todo el miembro en la zona plantar del conejo.

**Apoyo malo (-)** Cuando no se tiene contacto del miembro sobre la superficie.

**Cicatrización:** Refiriéndonos al proceso de formación de una cicatriz.

**Evaluación:**

**Buena (+)** Cuando su recuperación total de la herida quirúrgica fue dentro de los 8 a 12 primeros días después de la cirugía.

**Mala (-)** Cuando su recuperación total de la herida quirúrgica rebasó los 12 días después de la cirugía.

**Evaluación radiológica**

Tres meses posquirúrgico se evaluó el implante por medio de un estudio radiológico, observando el grado de radio lucidez,

desplazamiento y posibles alteraciones en el hueso y la articulación.

#### Evaluación macroscópica

Se procedió a realizar la eutanasia, por medio de una sobredosis anestésica con Pentobarbital Sódico (50 mg/kg), intraperitoneal, después se obtuvo la muestra anatómica que contenía el implante (articulación femorotibioapatelar), la cual fue descrita conforme a los cambios más notables que presentaba en los músculos adyacentes, hueso e implante.

#### Evaluación histológica

La muestra fue fijada con formol al 10% y procesada con la Técnica Histopatológica en Parafina, obteniendo secciones histológicas de 5 micras mediante cortes longitudinales, teñidos con Hematoxilina y Eosina (H y E), tinción de rutina para observar espículas totales, cartílago y médula ósea y comparada con tinciones especiales para el crecimiento del cartílago, como Azul de Toluidina (AT), y para las espículas maduras e inmaduras la Tinción de Tricromico de Masson (TM) y evaluadas a microscopio óptico en cuatro campos visuales con objetivo de 10X.

Para evaluar se consideraron las siguientes especificaciones:

- ❖ Espículas totales: Estructura ósea ramificada, formada por células óseas, que se tiñe de color rosa con H y E.
- ❖ Espículas maduras: Estructuras del tejido óseo, formada principalmente por osteocitos y condrocitos. Con TM toman una coloración roja.

- ❖ Espículas inmaduras: Estructuras del tejido óseo, que se tiñe de azul con los colorantes del TM.
- ❖ Cartilago: Células que forman el tejido cartilaginoso, se distinguen por medio de tinciones especiales como AT, las células se tiñen de color azul intenso. Se evaluó el porcentaje de aparición por campos visuales.
- ❖ Médula ósea: Presencia de células sanguíneas que componen la médula ósea. Con tinción de H y E y TM se tiñen de rojo. Se evaluó en porcentajes por campos visuales.
- ❖ Alteración de Cartilago Articular: A cualquier tipo de alteración en las capas cartilaginosas que forman la superficie articular se les da un valor positivo.
- ❖ Anillo de cartilago presente: A la presencia de una estructura en forma de anillo formada principalmente por células cartilaginosas, que aparentemente dan origen a crecimiento óseo. Se le da un valor positivo a los casos que lo presenten.

#### Evaluación Estadística

Los datos obtenidos de la evaluación histológica, fueron trabajados con estadística descriptiva de medidas de dispersión (DS y rango) y medidas de tenencia central, estadística inferencial en un análisis de varianza, (ANOVA) de una vía, por medio de un programa estadístico de computación llamado Epistat, con un intervalo de confianza del 95%.

## ASPECTOS DE BIOSEGURIDAD

El estudio se realizó con base en los lineamientos de experimentación en animales de laboratorio:

1. Ley de General de Salud. D.O.F. 7-V- 1997.
2. Reglamento Interior del Consejo de Salubridad General.D.O.F. 17-I-1996.
3. Reglamento Interior de la Comisión Interinstitucional de Investigación para la Salud. D.O.F.-10-VIII-1988.
4. Reglamento Interior de la Secretaría de Salud. D.O.F. 6-VIII-1997.
5. Reglamento Interno para la investigación con Animales del Servicio de Cirugía Experimental y Bioterio del Hospital General de México.
6. Reglamento para el cuidado de los animales en la facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia (UNAM). (28, 29, 30, 31, 32, 33)

## III. RESULTADOS

### EVALUACIÓN CLÍNICA

El grupo testigo, presento un 10% con problemas de flexión, extensión y apoyo, la cicatrización no se vio afectada en ningún conejo. El grupo A, reporta un 20% de afección en la flexión, extensión y apoyo, el movimiento de la extremidad y la cicatrización fue normal. El grupo B, presenta un 30% de los casos con problemas en la flexión, extensión y apoyo; el movimiento y la

cicatrización no presentaron complicaciones. El grupo C, obtiene un 10% de dificultad en la recuperación de flexión, extensión y apoyo, en el caso de la cicatrización fue más afectada que en los otros casos, siendo un 40% de los pacientes que tardan en la cicatrización.

#### EVALUACIÓN RADIOLÓGICA

Los cuatro grupos se sometieron al estudio radiológico, determinando que el grupo testigo no presenta cambios significativos, sin embargo los grupos A, B y C se les evaluó en cuanto al cemento, reportando que no hubo desplazamiento del material, ni fracturas, sin embargo presentan bordes irregulares en la superficie de la tróclea; en el caso del grupo A, dos conejos presentaron el defecto, el grupo B registro a tres conejos y el grupo C a un conejo. (Fig. 8, 9, 10).

#### EVALUACIÓN MACROSCÓPICA

El grupo testigo no presenta cambios significativos, solo se logra apreciar la reparación del hueso por medio de callo óseo; el grupo A, presenta a 7 conejos sin cambios aparentes, 2 conejos con deformación de la tróclea y 1 conejo con equimosis y hematomas en el hueso; el grupo B, tiene 7 conejos sin cambios aparentes, 2 conejos con deformación en la articulación y 1 conejo con necrosis del músculo adyacente a la articulación, deformación de la tróclea y fémur; el grupo C, tiene 5 conejos sin cambios aparentes, 2 tienen tejido fibroso de color negruzco en músculo adyacente y deformación de la tróclea, 2 conejos con tejido fibroso en el músculo adyacente y 1 conejo con deformación de la tróclea.

## EVALUACIÓN HISTOPATOLÓGICA Y ESTADÍSTICA.

El grupo testigo presenta una media de  $8.9 \pm 2.8$  DS y mediana 9, en espículas totales, de las cuales, el 28% son inmaduras y un 72% son maduras, el cartílago presenta una media de  $0.57 \pm 0.93$  DS y una mediana de 0. No se encontró médula ósea. (Fig. 11, 15, 19). El grupo A, presenta una media de  $20 \pm 11.6$  DS y mediana de 18.5 de espículas totales, de las cuales el 54% son inmaduras y 46% son maduras, el cartílago tiene un valor de  $9.6 \pm 8.8$  DS y mediana de 9, la médula ósea tiene un valor de  $30.8 \pm 27.8$  DS mediana 15. El cartílago articular se ve afectado en un 50 % de los casos; además hay presencia de anillo cartilaginoso en un 20%. (Fig. 12, 16, 20). El grupo B, presenta espículas totales con una mediana de  $16.71 \pm 6.4$  DS y mediana 15.5 de las cuales el 63% son inmaduras y el 37% son maduras. El cartílago tiene un valor de  $10.8 \pm 6.9$  DS y mediana de 10 y la médula ósea de  $16.2 \pm 14.9$  DS y mediana de 12.5. El cartílago articular se ve afectado en un 20% de los casos y hay presencia del anillo cartilaginoso en el 50% de los conejos de este grupo. (Fig. 13, 17, 21). El grupo C, presenta un total de espículas de  $15.3 \pm 3.3$  DS y mediana 15.5, de las cuales las inmaduras son el 66% y maduras solo el 34%, el cartílago tiene un valor de  $1.3 \pm 0.99$  DS y mediana de 1 y la médula ósea tiene un valor de  $12.9 \pm 12$  DS y mediana 5. No hubo alteraciones en el cartílago articular, además de presentar alteración en el anillo cartilaginoso en un 10%. (Fig. 14, 18, 22).

Al efectuar la prueba de Varianza (ANOVA) en los cuatro grupos en estudio, se encontraron diferencias estadísticamente

significativas ( $p \leq 0.001$ ). En el número total de espículas, El grupo A tuvo un mayor número de espículas totales en comparación con otros grupos, con promedio de  $20 \pm 11$  DS y una mediana de 18. (Fig. 23). Al analizar el porcentaje de espículas inmaduras y maduras de los cuatro grupos, encontramos que la diferencia esta en el número de espículas inmaduras ( $p = 0.00001$ ), en todos los grupos el porcentaje es similar, pero el grupo C es ligeramente mayor, en el caso de las espículas maduras, las diferencias no es significativa. (Fig. 24, 25). Comparando la presencia de médula ósea, se notó que en el grupo testigo no hubo, los otros tres grupos tuvieron crecimientos de la médula, presentando mayor cantidad el grupo A con valores de ( $30.8 \pm 27$  y mediana de 15), siendo el grupo C, el grupo que presentó menor cantidad de médula con un valor de  $12.9 \pm 12$  y mediana de 5. (Fig. 26). En la presencia de cartílago en el grupo testigo y en el grupo C se encontró una mínima porción de cartílago con una mediana de 9 y 10 respectivamente. (Fig. 27).

#### IV. DISCUSIÓN

En este estudio los resultados obtenidos de la evaluación macroscópica, determinan la dificultad presentada por algunos conejos de los grupos A, B y C, para poder flexionar, extender y apoyar el miembro pélvico, fue causada por la deformación de la tróclea del fémur, misma que se vio afectada por un crecimiento anormal; en el caso del grupo A, se observó equimosis en el hueso y necrosis en los músculos adyacentes; que puede ser el resultado



del contacto cemento-hueso o la recuperación a la perforación hecha por un taladro; esta reacción es similar a una reacción exotérmica, tal como lo comenta Jhon Charnley, dicha reacción es provocada por la polimerización del cemento en contacto con el tejido ocasionando necrosis. En el grupo C el proceso de cicatrización fue más lento en comparación con los otros grupos; por eso observamos una gran cantidad de tejido fibroso en el músculo. No se pudo comparar con resultados de algún autor, ya que este parámetro no fue evaluado.

Respecto a los resultados histológicos, podemos decir, que la presencia de las espículas inmaduras determinan la presencia de tejido de reciente formación; En los grupos B y C hay más presencia de este tejido, esto se debe a que el cemento en contacto directo con el tejido óseo incrementa de alguna manera su replica, lo que indica que estos dos grupos presentaron incremento en la formación de tejido óseo, lo mismo sucede con la presencia del cartilago, este es un tejido que puede dar origen a células óseas. Los resultados obtenidos en los grupos A, B y C indican la presencia del cartilago, siendo el grupo A el que mayor porcentaje obtuvo. Cabe resaltar que los grupos A y B presentaban un anillo cartilaginoso similar al de un anillo de crecimiento, que no se observó en los grupos C y Testigo, se piensa que el contacto del cemento con el hueso retarda la presencia de este anillo. Algo que llama la atención es la presencia excesiva de la médula ósea, en los grupos A, B y C que en el grupo testigo no fue tan evidente; el grupo A, presenta médula ósea dispersa entre las células óseas

y la superficie articular, se piensa fue la reacción del organismo al tratar de nutrir la presencia del nuevo tejido. Jhon Charnley y Willert, señalan que el proceso de recuperación después de una artroplastia, se distingue por la presencia de tejido fibroso acompañado por capilares que desplazan las zonas de necrosis, este proceso lleva un lapso de tres semanas a dos años. En nuestro estudio determinamos la presencia de vasos sanguíneos dispersos en el tejido óseos y en la cápsula articular, dato extraño por que no se sabe de presencia de vasos sanguíneos en dicha zona, por lo que podemos decir que si habían zonas de necrosis estas han sido desplazadas por el tejido de nueva formación. En algunas preparaciones histológicas podemos observar fragmentos del cemento y a la periferia células óseas, médula ósea y cartílago.

Amstutz H. C. Harris W. C. y Judent R., entre otros autores coinciden en realizar una segunda intervención quirúrgica en un periodo menor a diez años, si no se hace en ese lapso, los riesgos de padecer fractura o desplazamiento del material son más altos y en consecuencia sobreviene una septicemia o embolia entre otros padecimientos que fatigan y comprometen la vida del paciente. En esta primera fase del estudio de cementos óseos A y B, no se pudo comparar a un periodo similar al de un humano, sin embargo los resultados descritos en tres meses en un estudio radiológico reportan que no hubo problemas de aflojamiento, desplazamiento, fracturas del material, ni formación de granulomas a cuerpo invasivo.

**CONCLUSIONES**

- a) Los cementos óseos A: MMA 0.7- MMA 0.3- PMMA y B: MMA 0.92- DEAEMA 0.08- PMMA, son útiles para inducir la formación de una matriz ósea.
- b) Al parecer la formula del grupo B tiene mejor respuesta ante la presencia de espículas totales, menor cantidad de espículas maduras, mayor cantidad de espículas inmaduras, la médula ósea y el cartílago que determinan la matriz ósea no tuvieron cambios significativos.
- c) Aún cuando los cementos A y B demostraron ser materiales biocompatibles, podemos decir que el grupo C, sigue siendo el cemento óseo que posee mejores características.

**V. LITERATURA CITADA**

- 1) Irvin J.R. Injection molding: Theory and practice. Jwiley. New York, 1972.
- 2) American Society for Testing and Material. Seccion 8, Vol. 8, Platics (1). Annual Book of ASMT Standards. Philadelphia, 1986.
- 3) Garritz A. Chamizo J. A. Química. Delaware, EUA: Addison-Wesley Iberoamericana. Wilmington, 1994.
- 4) Nas, S.E. Total hip arthroplasty, Volumen 1. New York, N.Y: Mosby, 1993.
- 5) Pethrick, R.A. Polymer year book. New York, N.Y: Harwood Academic Publisher, 1986.
- 6) Charnley, J. Artroplastía de la baja fricción en cadera. Barcelona, España: Salvat, 1981.
- 7) Bernard, F.M. Joint replacement arthroplasty. EUA: Churchill Livingstone, 1991.
- 8) Campbells, W. C. Cirugía ortopédica. Tomo 2. Mac Graw - Hill Buenos Aires Argelina, 1988.
- 9) Wylie, K. B., DeYoung, D. J.: The effect of surgical approach on femoral stem position in canine cemented total hip replacement. Vet Surg 1997; 26 (1):62-6.

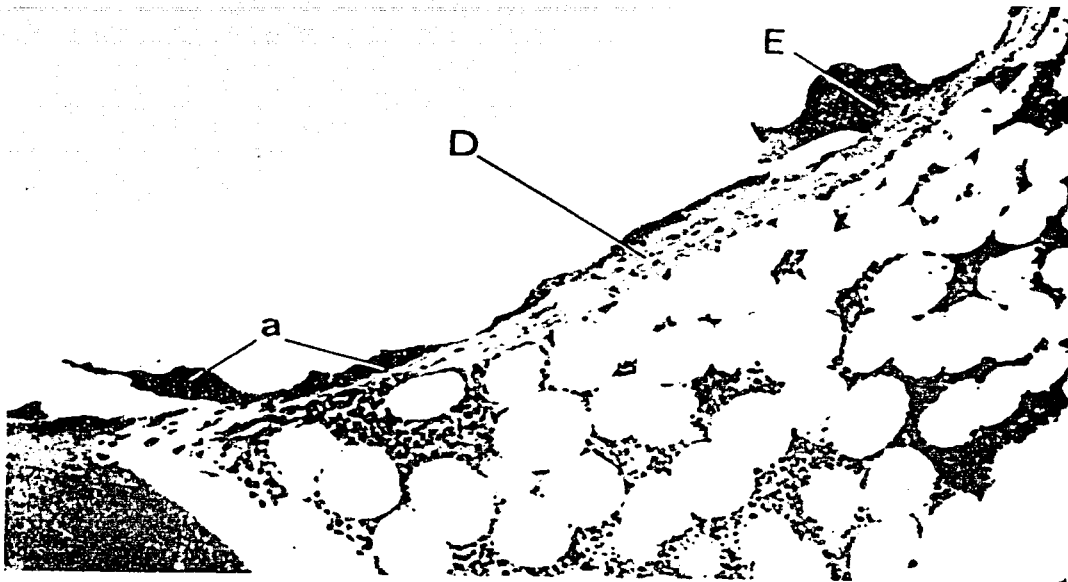
- 10) Hung, U.C.: The technique of total hip arthroplasty. New York, USA: Mosby year book, 1992.
- 11) Mark, S.M. Polymer science dictionary: New York, N.Y: Elevation Applied science, 1990.
- 12) Challagan, J.J., Forest E.E., Olejnizak, J.P., Goetz, D.D. and Johnston R.C. Charnley total hip arthroplasty in patients less than fifty years old. A twenty to twenty five-year follow-up-note. J. Bone Joint surg Am. 1998; 80 (5): 704-14.
- 13) Elmaraghy, A.W., Humeniuk, B., Anderson, G.I., Schemitsh, E.H. and Richards, R.R.: The role of methylmetacrylate monomer in the information and haemodynamic outcome of pulmonary fat emboli. J. Bone Joint Surg 1998; 80 (1):156-61.
- 14) Raut V.V., Siney P.D. and Wroblewski, B.M. The clinical and radiological results of revision of low friction arthroplasty in the elderly. Clin Orthop 1995; 19 (6):335-8.
- 15) Borjard, M.J., Ellison G.W. and Slocum, B. Current techniques in small animal surgery: fourth edition. USA: Williams and Wilkins, 1998.
- 16) Massat, B.J. and Vasseur. Clinical and radiographic results of total hip arthroplasty in dog: 96 cases. Am Vet med Assoc 1989; 205 (3): 448-54.

- 17) Anuario estadístico del plástico 1990. México y el Mundo. México (DF.): Instituto Mexicano del Plástico Industrial, SC. IMPI 1990.
- 18) Wroblewski, B.M., Siney P.D. and Fleming P.A. Fatal pulmonary embolism after total hip arthroplasty: diurnal variations. Orthopedics 1998; 21(2): 1269-71.
- 19) Edwards, M.R., Egger, E.L. and Schwarz, P.D. Aseptic loosening of the femoral implant after cemented total hip arthroplasty in dogs: 11 cases in 10 dogs (1991-1995). J. Am Vet Med Assoc. 1997; 211 (5):580-6.
- 20) Amstutz, H. C. Hip arthroplasty today and tomorrow. Orthopedics 1987; 10 (12): 1759-7.
- 21) Turner, T.M., Urban, R.M., Sumner, D.R. and Galante, J.O. Revision, without cement of aseptically loose, cemented total hip prostheses. Qualitative comparison of the effects of four types of medullary treatment on bone ingrowth in a canine model. J. Bone Joint Surg Am 1993; 75 (6): 845-62.
- 22) García Juárez y Bravo Bernabé. Fracturas intertrocanterea de la cadera en el viejo tratadas con prótesis de componente femoral cementado: Estudio prospectivo de 1987-1990. Rev. Mex. Orthop. Traum 1994 8 (2) 37 - 44
- 23) Donald, L. P. Atlas de abordajes quirúrgicos de huesos y articulaciones perros y gatos. Mac Graw Hill-Interamericana. Pensilvania, USA. 1996.

- 24) Dieter, D. Histología Veterinaria. Zaragoza, España: Acribia, 1993.
- 25) Dice, D. M.; Sack W. O., Wensing, C. J.: Anatomía Veterinaria. Editorial Médica Panamericana. Buenos Aires, Argentina 1997.
- 26) Popesko, P.: Atlas de Anatomía Topográfica de los animales Domésticos. Salvat Editores. Barcelona, España 1990.
- 27) Association of Veterinary anatomists: Nomina Anatomica Veterinaria, 4a. Edición. USA 1994.
- 28) Ley General de Salud. D.O.F. 7-V-1997.
- 29) Reglamento de la Ley General de Salud en materia de Investigación para la Salud. D.O.F. 6-I-1987.
- 30) Reglamento Interior de la Comisión Interinstitucional de Investigación para la Salud. D.O.F.-10-VIII-1988
- 31) Reglamento Interior de la Secretaría de Salud. D.O.F. 6-VIII-1997
- 32) Reglamento Interno para a la investigación con Animales del Servicio de cirugía Experimental y Bioterio del Hospital General de México.
- 33) Reglamento interno para el cuidado de los animales en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

## FIGURAS

Figura 1. Cemento óseo en contacto con el tejido.



Una capa de tejido fibroso se forma ante la presencia de un cemento acrílico en contacto con el tejido óseo, además la presencia de macrófagos que forman células gigantes.

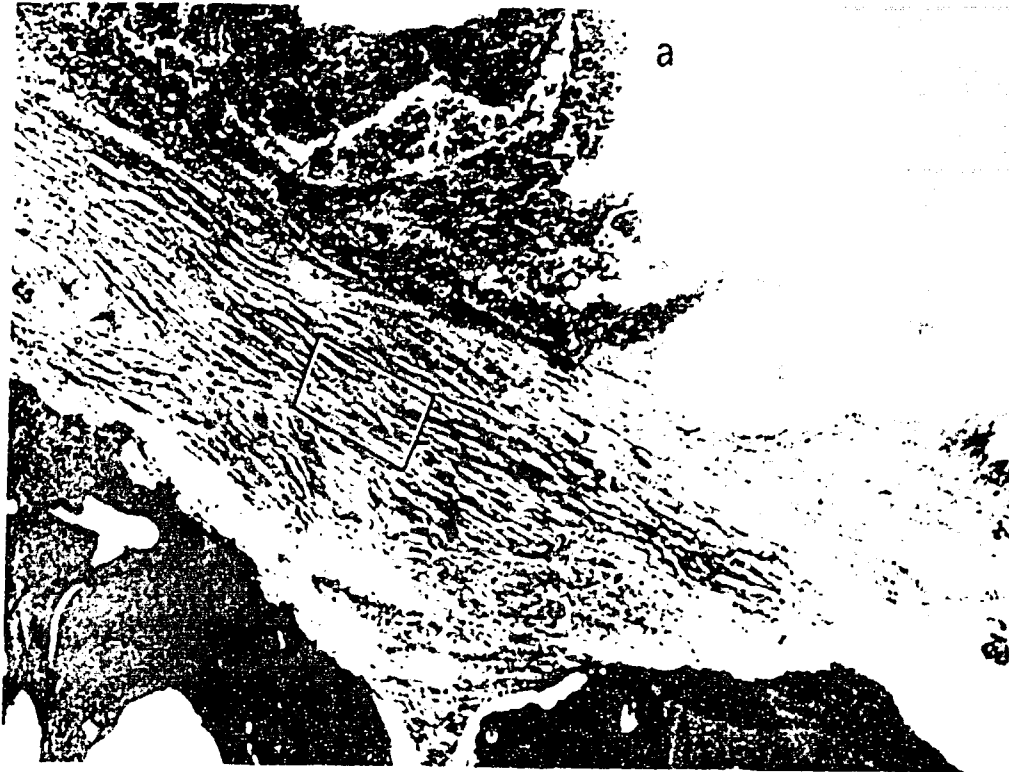
a-Capa de histiocitos

D- Histiocitos separando la médula

E- Célula gigante.



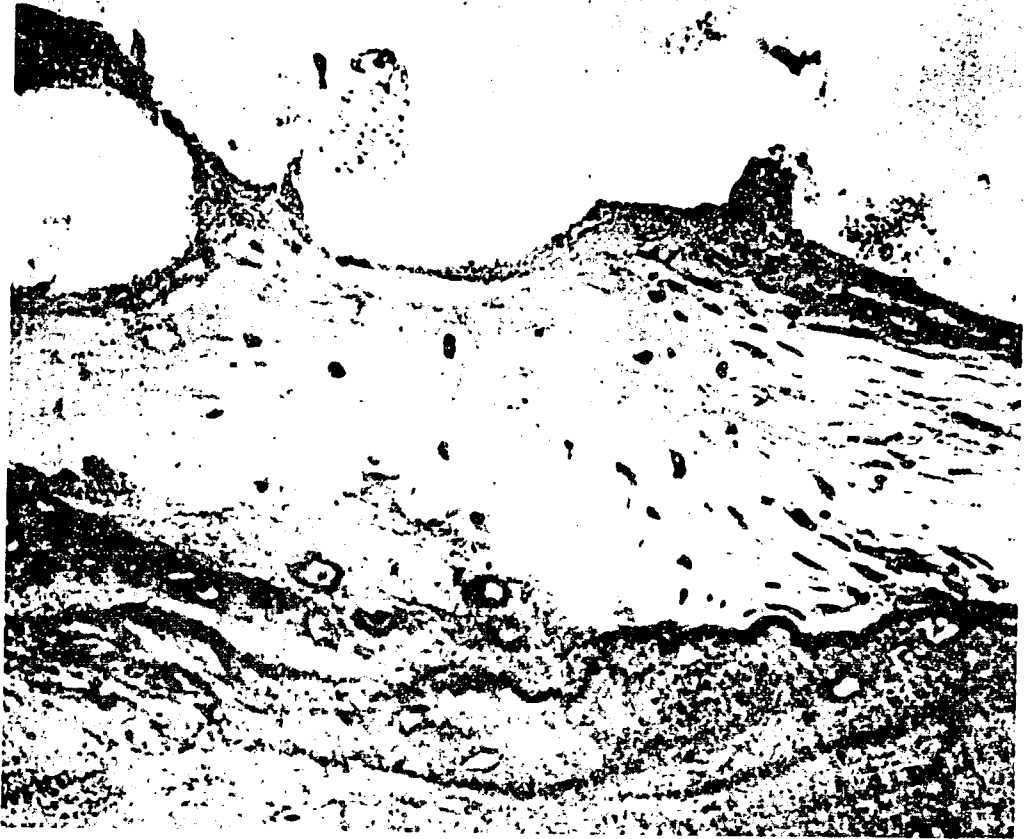
Figura 2. Reacción del cemento en el tejido óseo.



El acetábulo está cubierto por material amorfo, es casi seguro que sea producto de la reacción cemento - hueso.

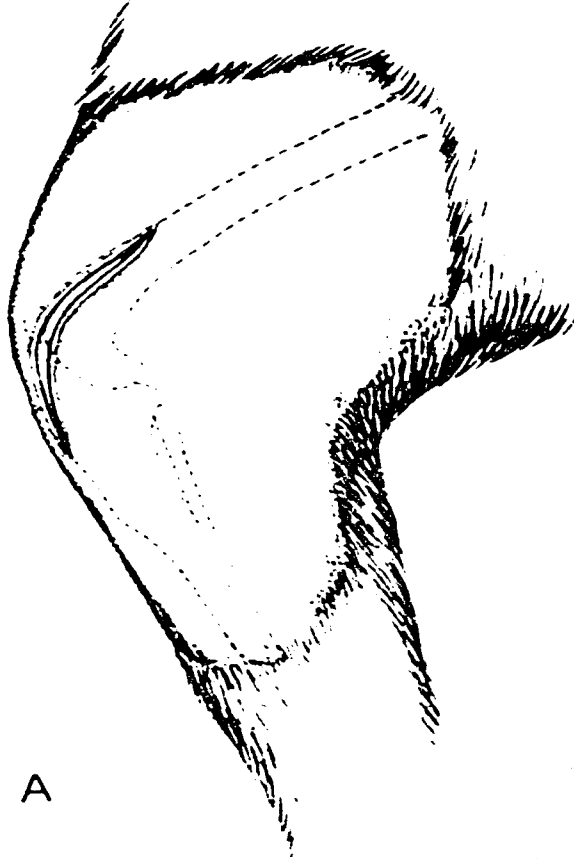
a. Material caseoso amorfo.

Figura 3. Recuperación del tejido óseo después de una artroplastía.



En la fase de recuperación el tejido óseo presenta fibroblastos, sus núcleos se hinchan y adoptan la forma de condrocitos.

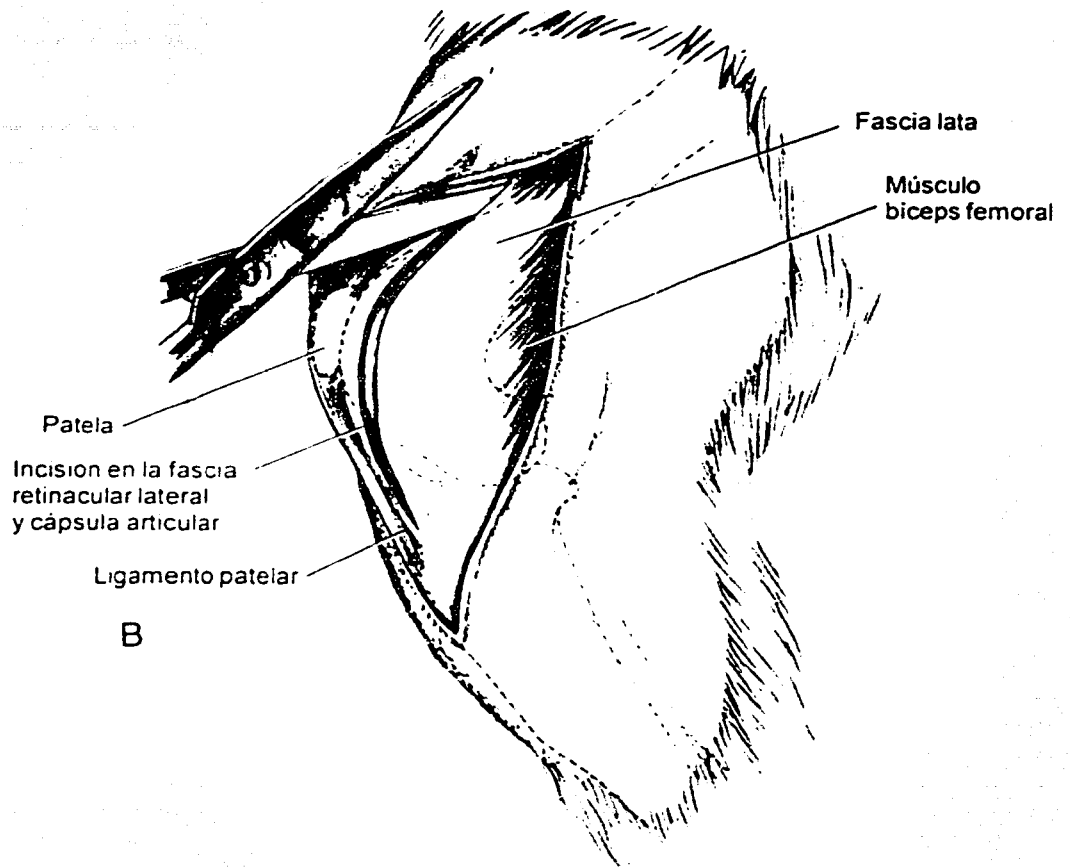
Figura 4. Abordaje quirúrgico



A

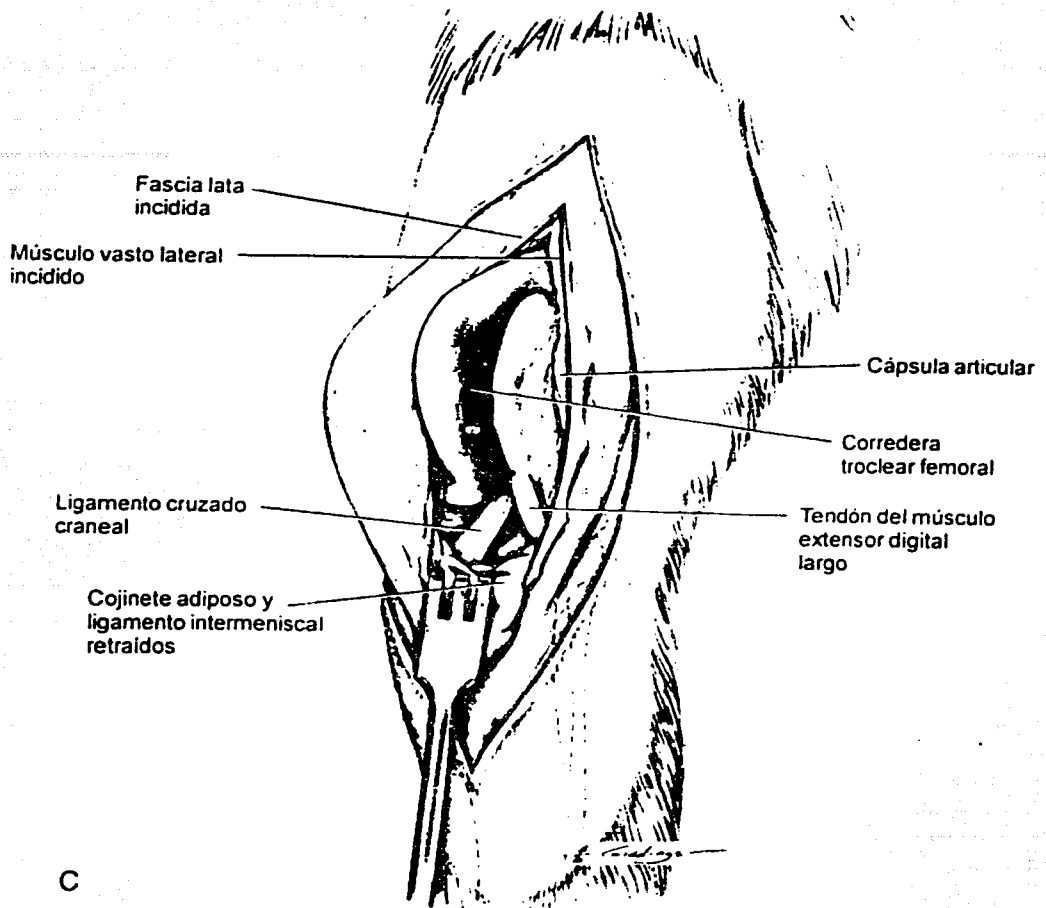
El Abordaje quirúrgico a la articulación de la rodilla se inicia por una incisión lateral.

**Figura 5. Abordaje quirúrgico.**



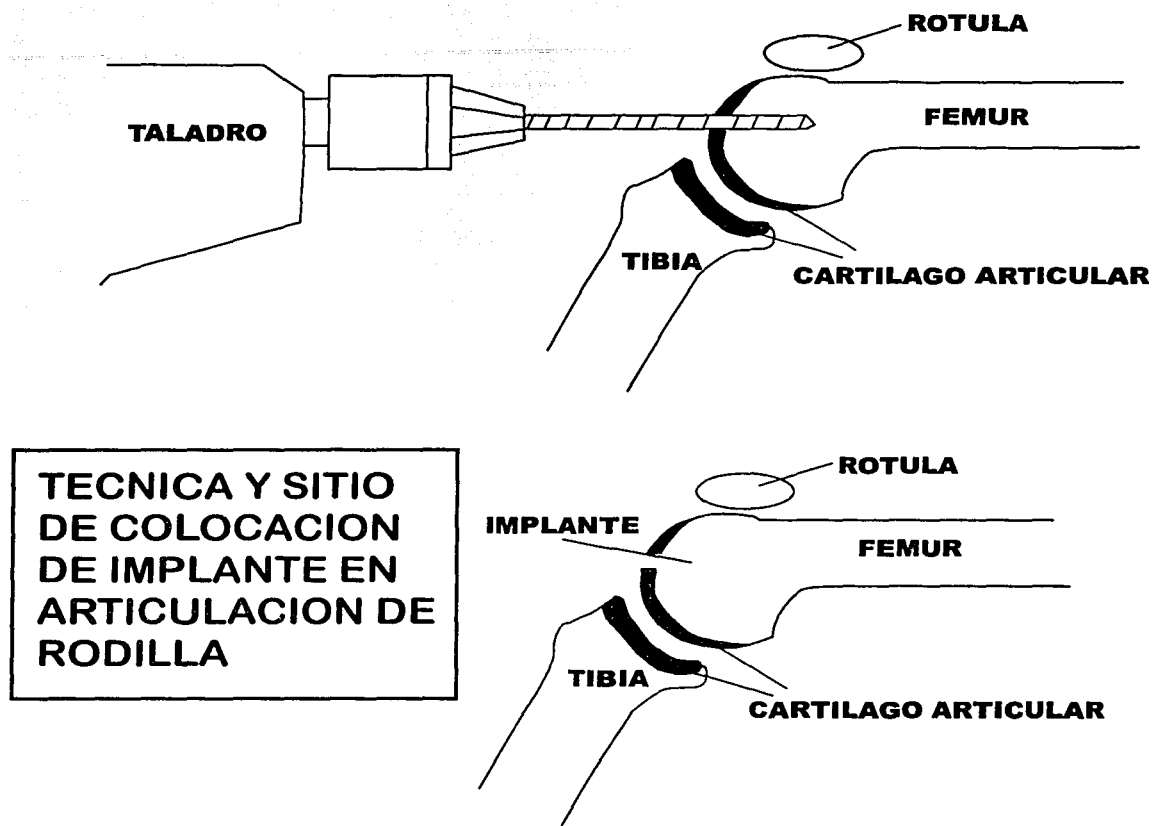
**Abordamiento a la cápsula articular.**

**Figura 6. Luxación de la patela.**



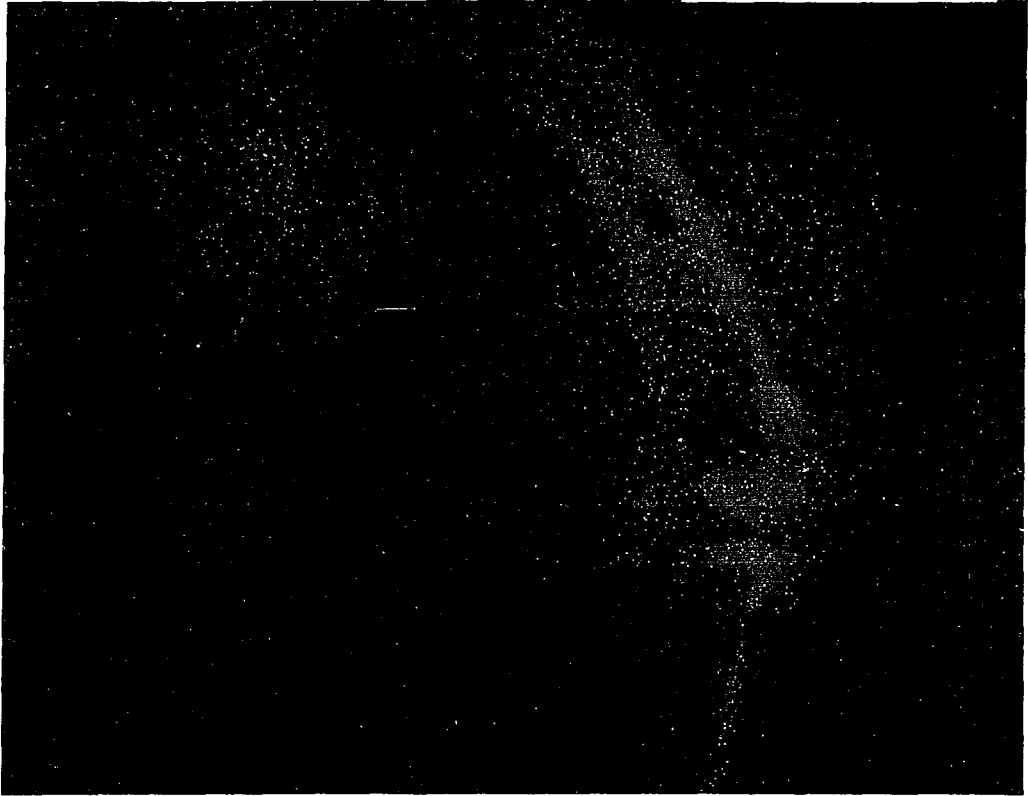
Se luxa la patela para poder trabajar en la articulación.

**Figura 7.** Técnica y sitio de colocación del implante en la articulación de la patela.



Una vez luxada la patela se procede hacer una perforación con el taladro en el canal troclear con orientación cráneo-caudal.

**Figura 8.** Radiografía craneocaudal, tomada de la articulación femorotibiopatelar del conejo 3A del grupo A.



La articulación se observa un poco irregular en la superficie de los cóndilos del fémur.

**Figura 9.** Radiografía craneocaudal, tomada de la articulación femorotibiopatelar del conejo 3AI del grupo B.

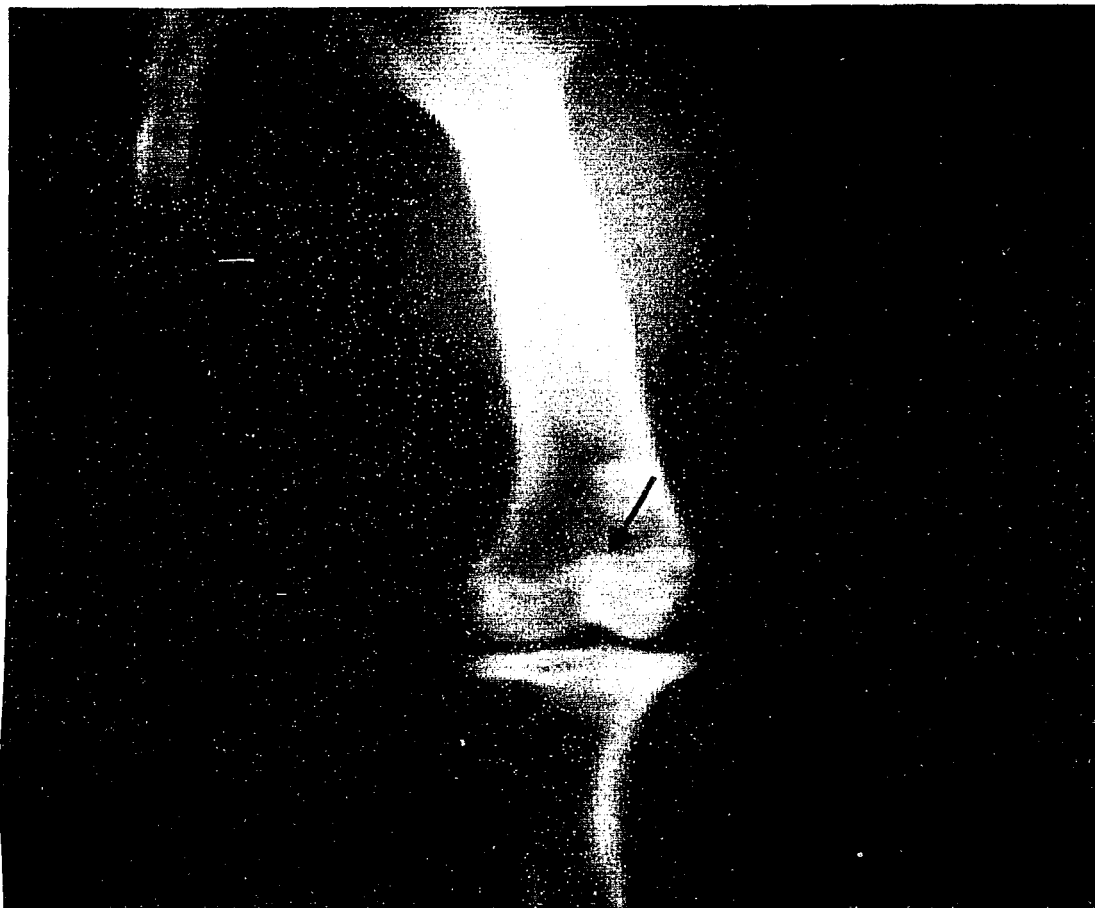


La articulación se ve deforme en los bordes de la superficie de los cóndilos del fémur.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

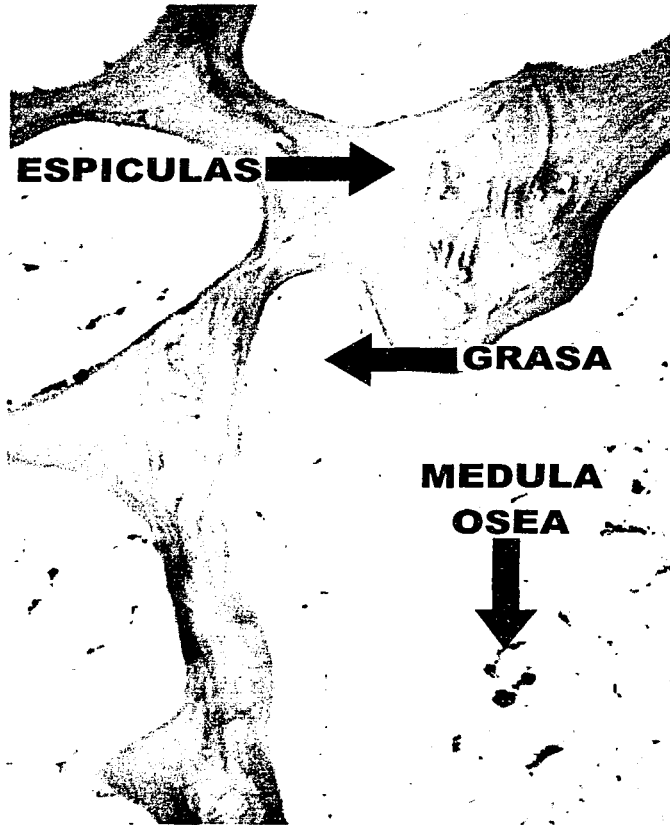


**Figura 10.** Radiografía craneocaudal de la articulación femorotibioapatelar del conejo 15 grupo C.



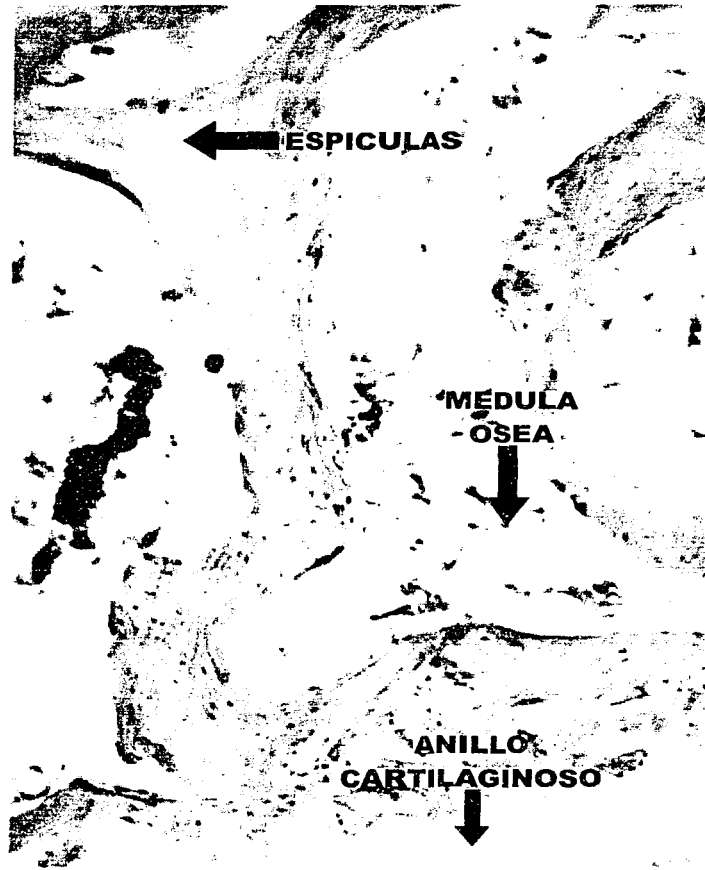
La flecha muestra la localización del implante. No hay desplazamiento, fractura o aflojamiento del cemento, la articulación se encuentra normal.

**Figura 11.** Estudio histopatológico. Conejo T5, del Grupo testigo, tinción H y E.



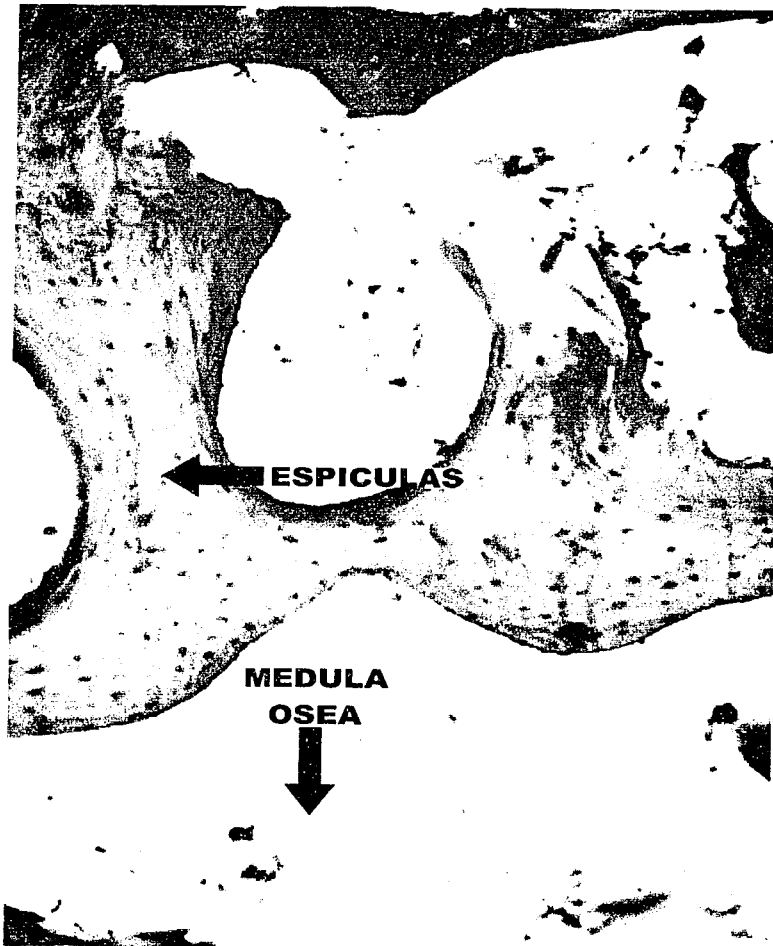
Corte histológico del tejido óseo representado por espículas maduras e inmaduras con presencia de médula ósea en aumento 10 X.

**Figura 12.** Estudio histopatológico del Conejo 50, del Grupo A,  
Tinción H y E.



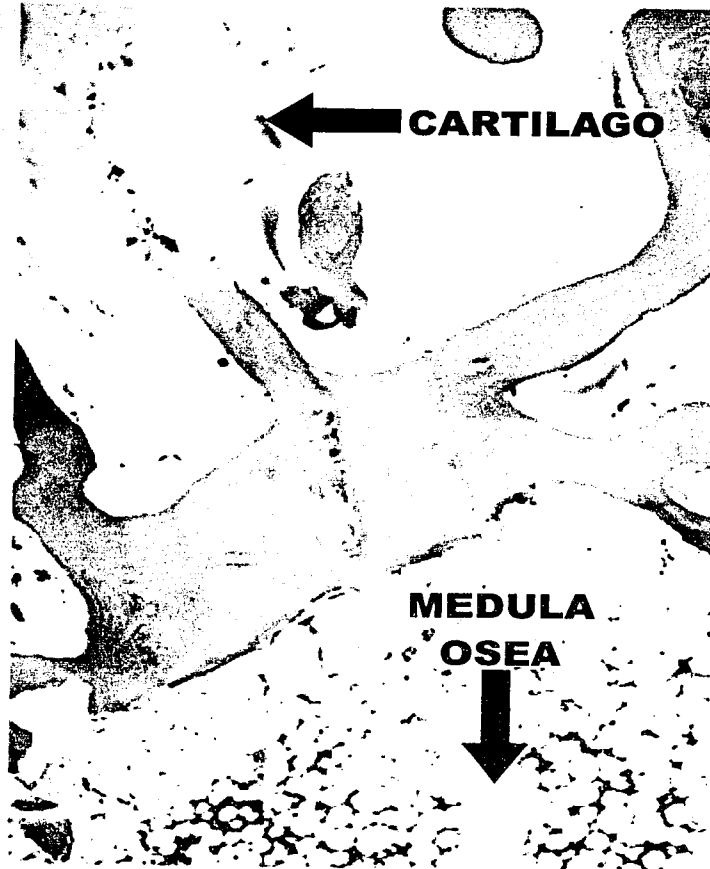
Corte histológico que muestra espículas óseas, médula ósea en mayor cantidad que el grupo testigo y la presencia del cartilago en forma de anillo. Campo observado en aumento 10X.

**Figura 13.** Estudio histopatológico del Conejo 26, Grupo B, Tinción H y E.



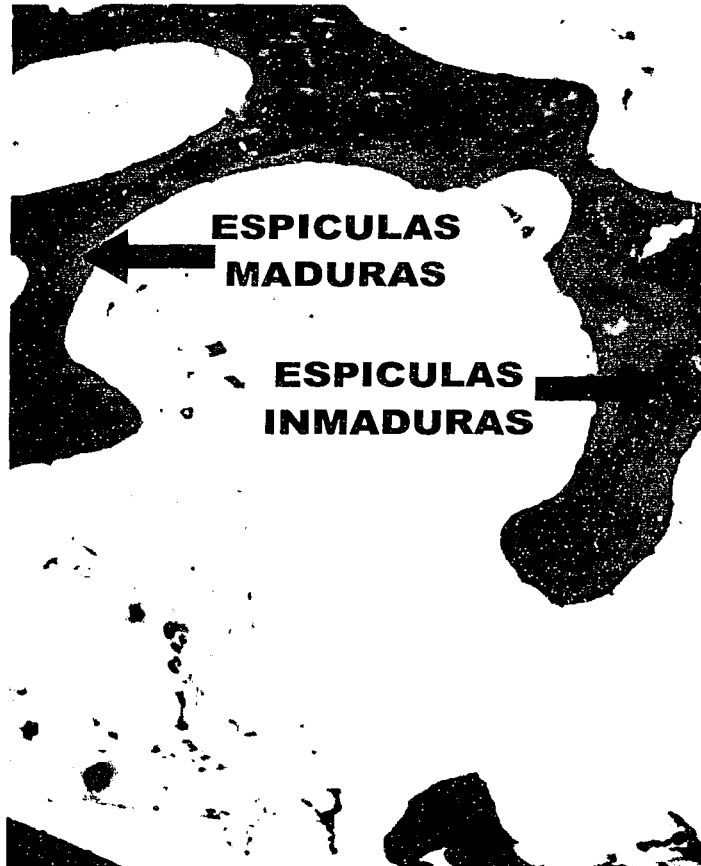
Presencia de espiculas óseas con médula ósea en proporción.  
Aumento 40X.

**Figura 14.** Estudio histopatológico del Conejo 17, Grupo C, Tinción H y E.



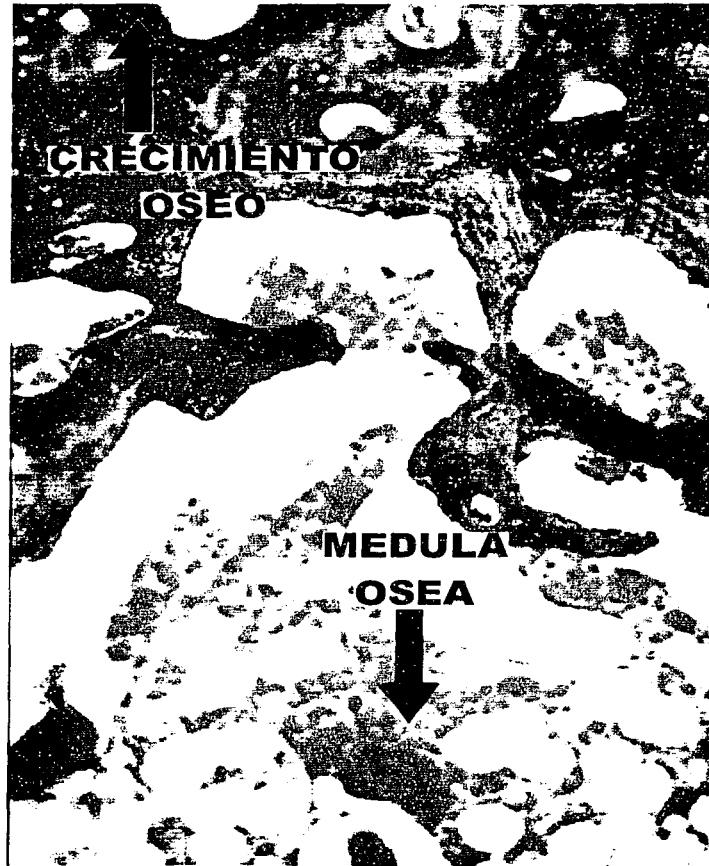
El cemento comercial en contacto con el tejido óseo provoca incremento de la médula ósea en comparación con el grupo testigo.  
Aumento 10X

**Figura 15.** Estudio histopatológico. Conejo T2. Grupo Testigo.  
Tinción TM.



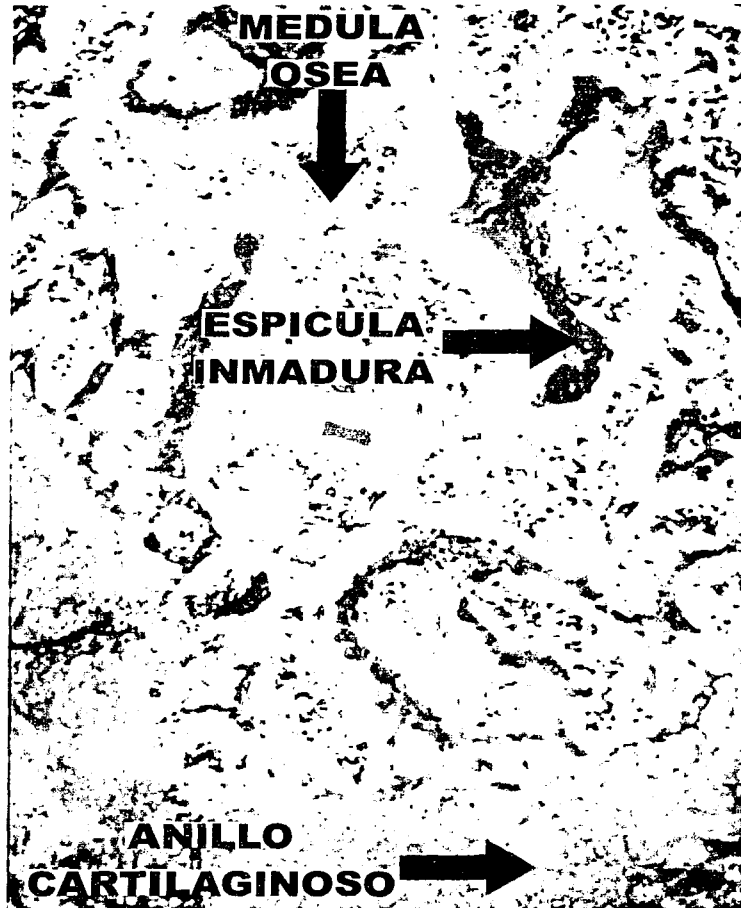
Corte histológico donde se muestra la presencia de espículas maduras (rojas) e inmaduras (azules) en proporción, la médula ósea se observa en cantidades mínimas. Campo visual de 10X.

**Figura 16.** Estudio histopatológico. Conejo 28. Grupo A. Tinción TM.



Se observa mayor cantidad de espículas inmaduras, indica formación de tejido óseo. La médula ósea se ha incrementado por la presencia del nuevo tejido. Aumento 10X.

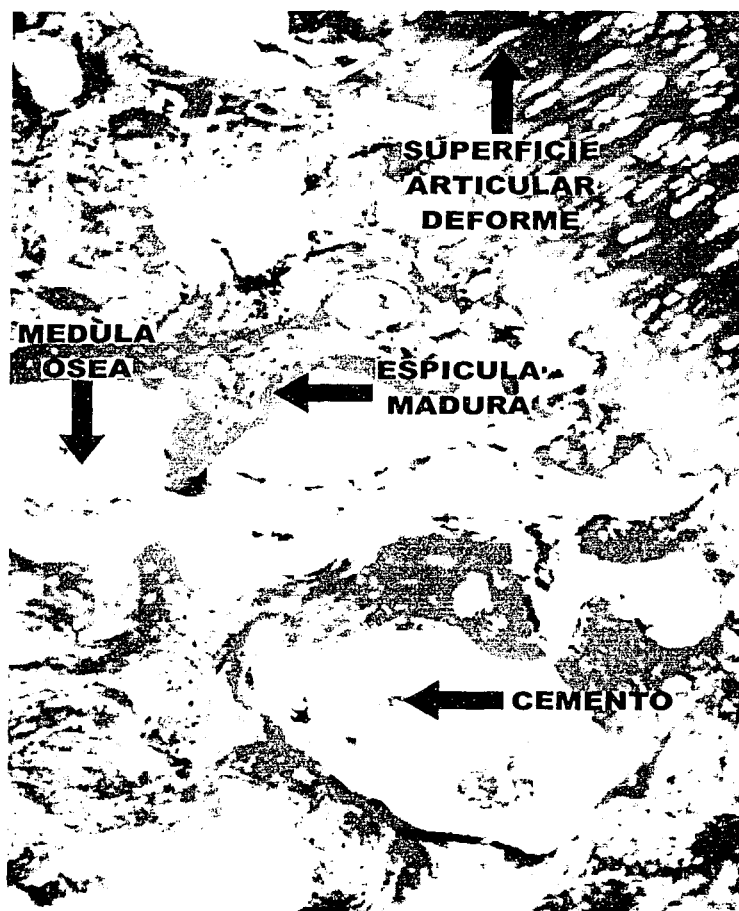
**Figura 17.** Estudio histopatológico. Conejo 42. Grupo B. Tinción TM.



En un campo panorámico, se aprecia una invasión de médula ósea, con espículas inmaduras y poca cantidad de espículas maduras. En la base de la impresión se reconoce el cartílago formando un anillo, similar al anillo de crecimiento.

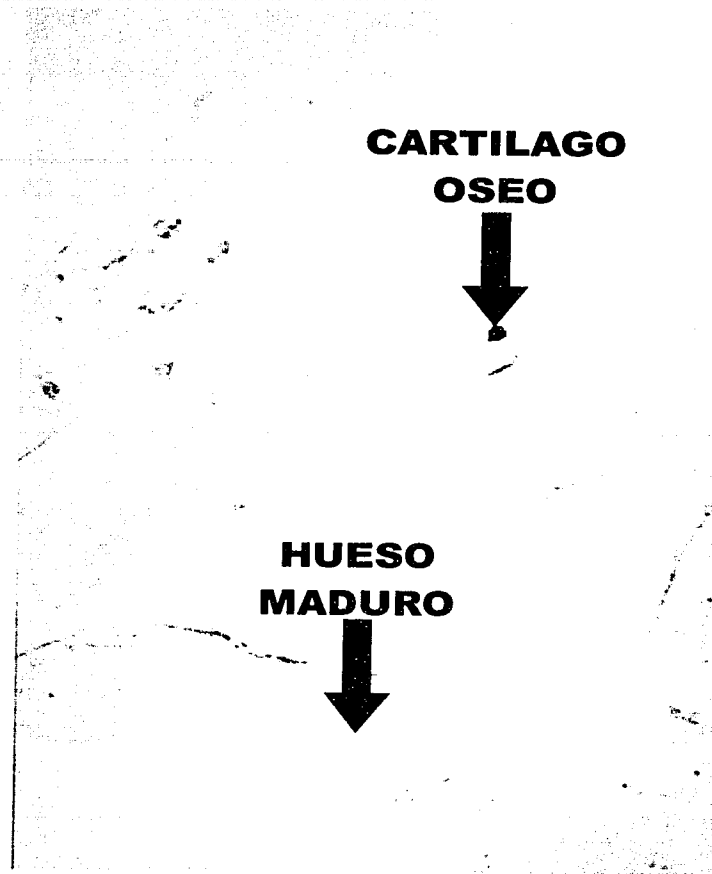


**Figura 18.** Estudio histopatológico. Conejo 17. Grupo C, Tinción TM.



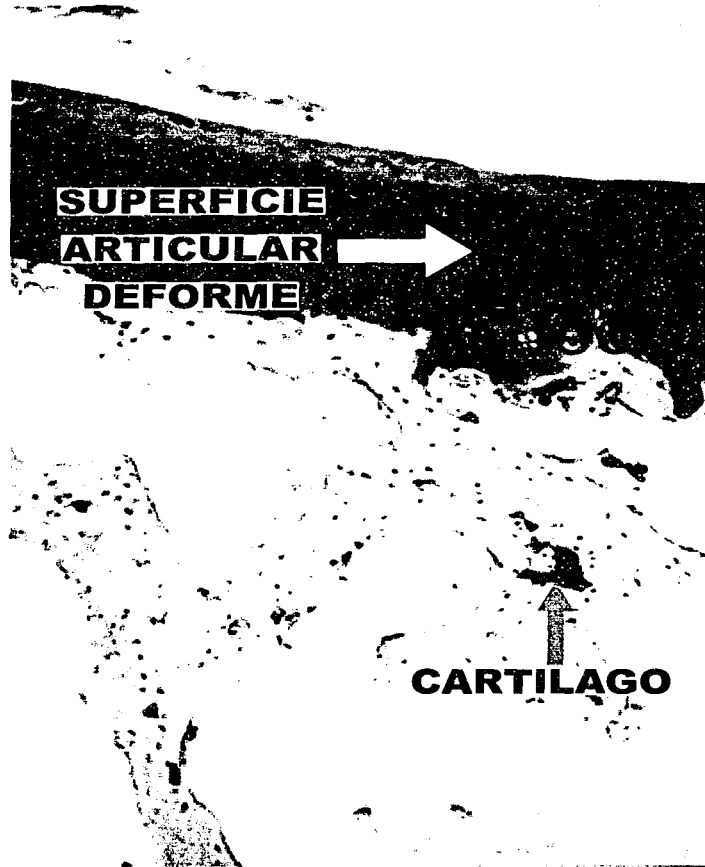
Cemento acrílico (anaranjado) en contacto con el tejido óseo, espículas inmaduras (azules) y maduras (rojas) en mayor cantidad. El cartílago articular se ve afectado por el incremento de capas de cartílago en la cápsula articular. Aumento 10X.

**Figura 19.** Estudio Histopatológico. Conejo T1. Grupo Testigo.  
Tinción AT.



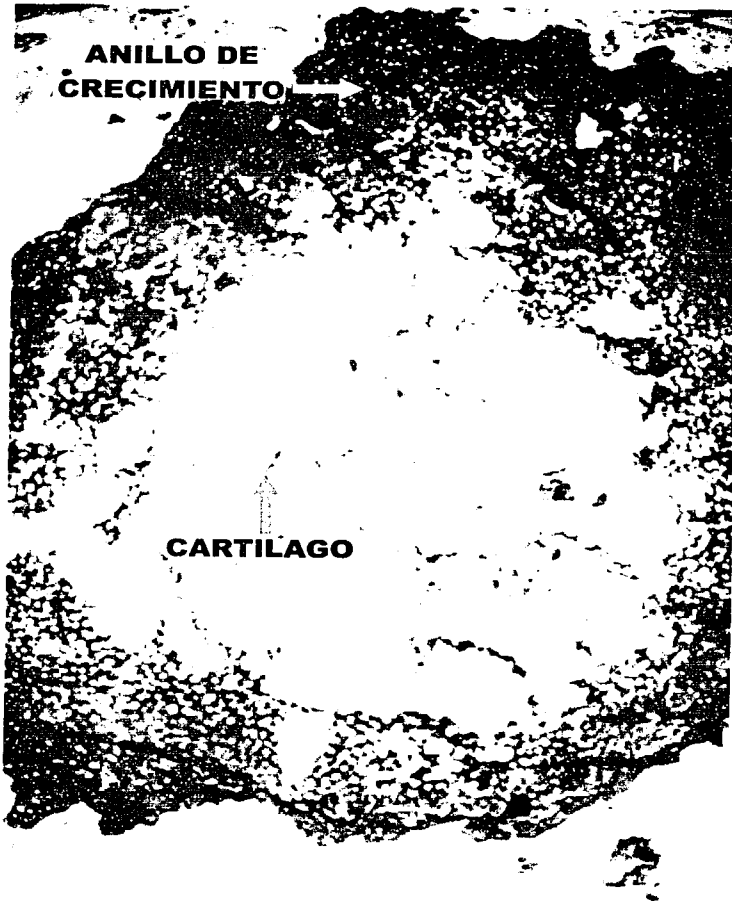
La cantidad real de cartilago nuevo se torna de color azul intenso, en este grupo la cantidad de cartilago es mínima. Aumento 10X.

**Figura 20.** Estudio histopatológico. Conejo 50. Grupo A. Tinción AT.



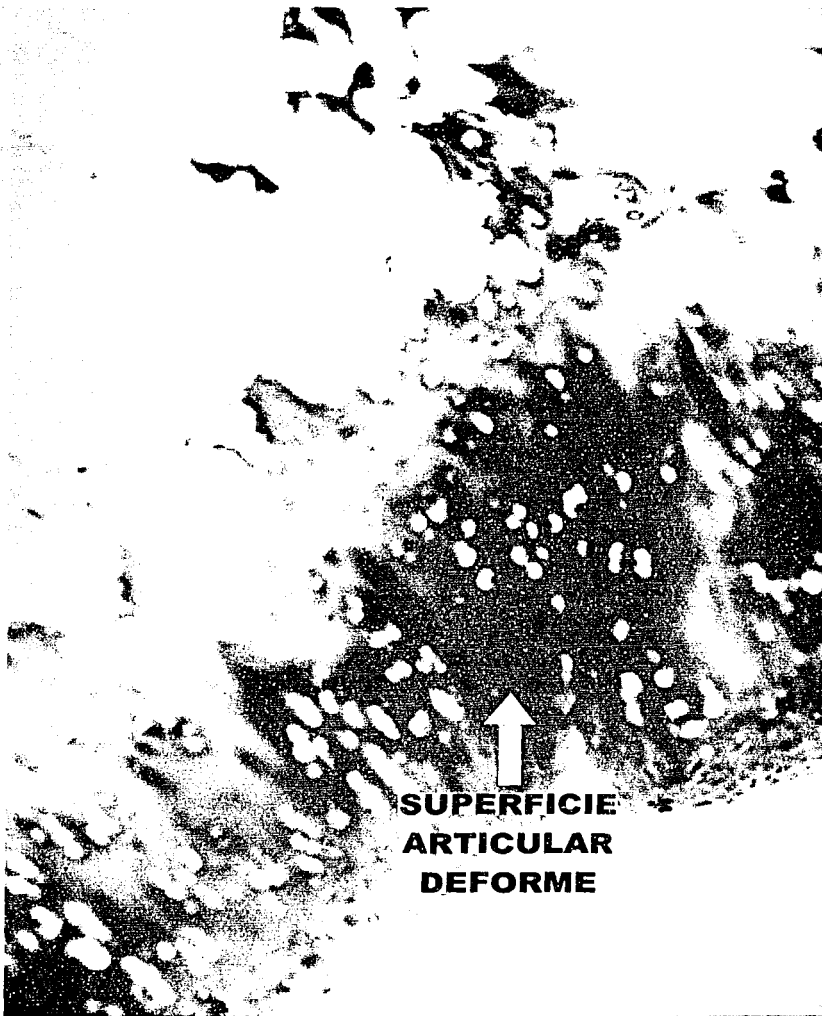
La superficie articular tiene bordes irregulares por el incremento de capas de cartilago articular. El tejido cartilaginoso se observa en mayor cantidad que en el grupo testigo. Aumento 10X.

Figura 21. Estudio histopatológico. Conejo 42. Grupo B. Tinción AT.



Se observa un anillo de crecimiento probablemente retardado por el contacto del cemento con el tejido óseo. Aumento panorámico.

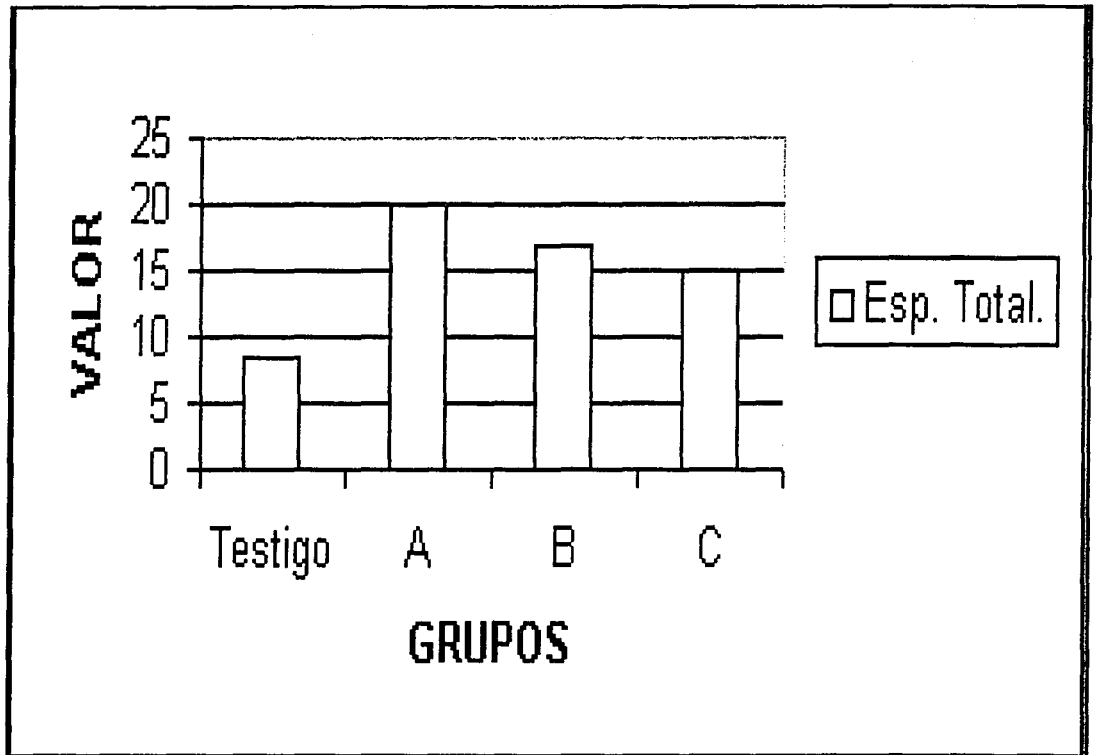
**Figura 22.** Estudio histopatológico. Conejo 17. Grupo C. Tinción AT.



La superficie articular se encuentra con bordes irregulares ante el incremento de capas de cartilago que se forman anormalmente al tener contacto el tejido con el cemento. Aumento 40X.

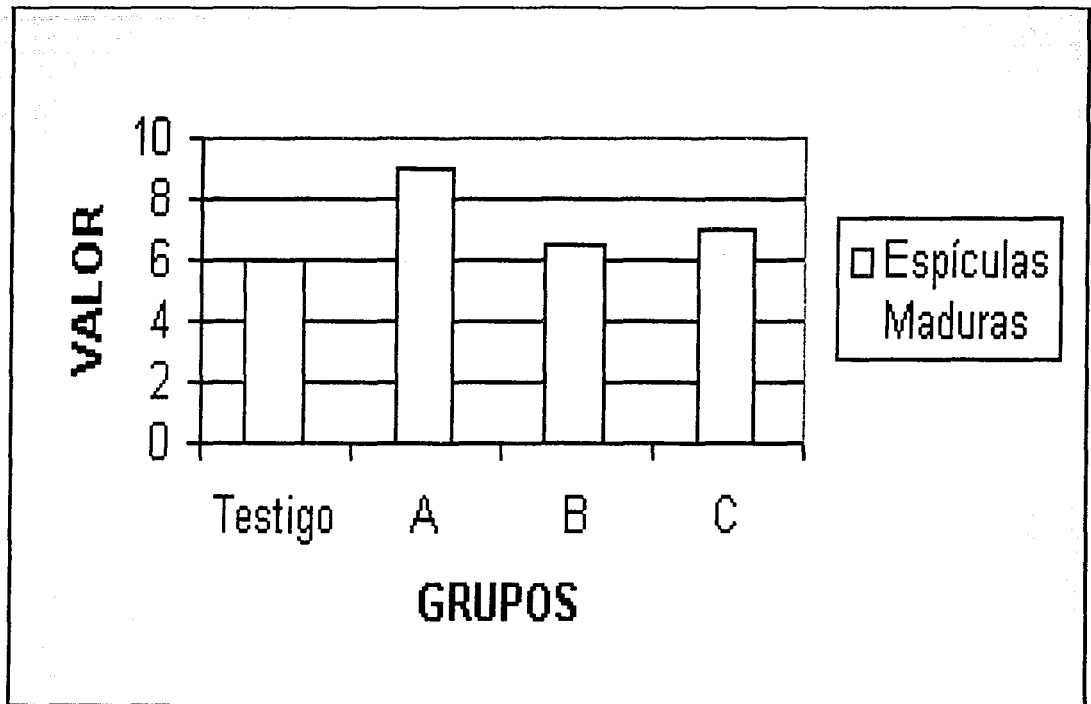
TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

**Figura 23.** Gráfica de espículas totales de los grupos A, B y C evaluados con diferentes cementos, comparados con un grupo testigo.



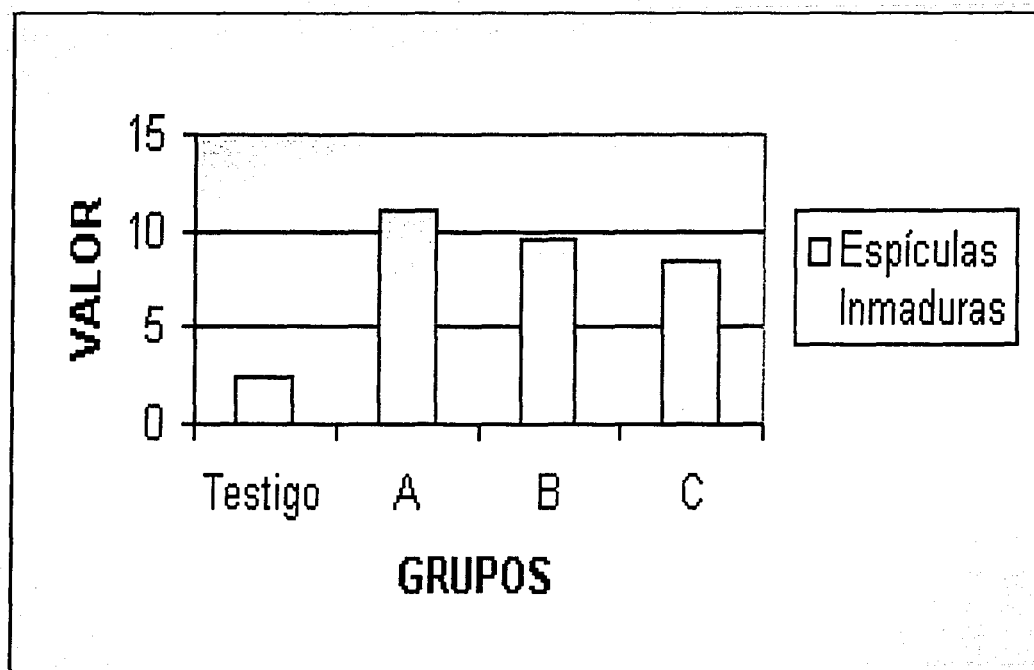
Los grupos A, B y C, presenta incremento de las espículas óseas, respecto al grupo testigo, siendo el grupo A, el que mayor cantidad de espículas presenta.

**Figura 24.** Número de espículas maduras evaluadas en los grupos A, B y C los cuales alojaron diferentes cementos óseos y comparados con el grupo testigo.



Las espículas Los grupos B y C no tuvieron cambios significativos en comparación con el grupo testigo, sin embargo el grupo A incremento un 30% de espículas inmaduras, que significa hueso maduro o reparado.

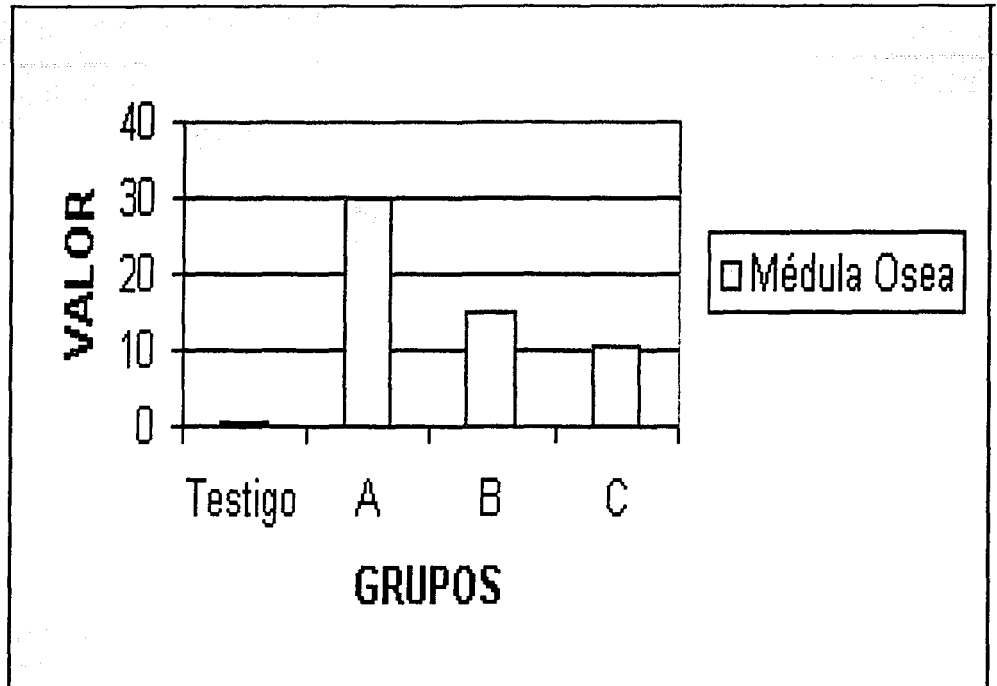
**Figura 25.** Grafica de Espícula inmaduras evaluadas en los grupos A, B y C, con cementos óseos diferentes y comparados con un grupo testigo que no tenía cemento.



Las espículas inmaduras se relacionan a la formación de tejido óseo, por lo que podemos decir que el grupo A fue el que presentó más tejido nuevo, en comparación a los grupos B y C que también tuvieron incremento.

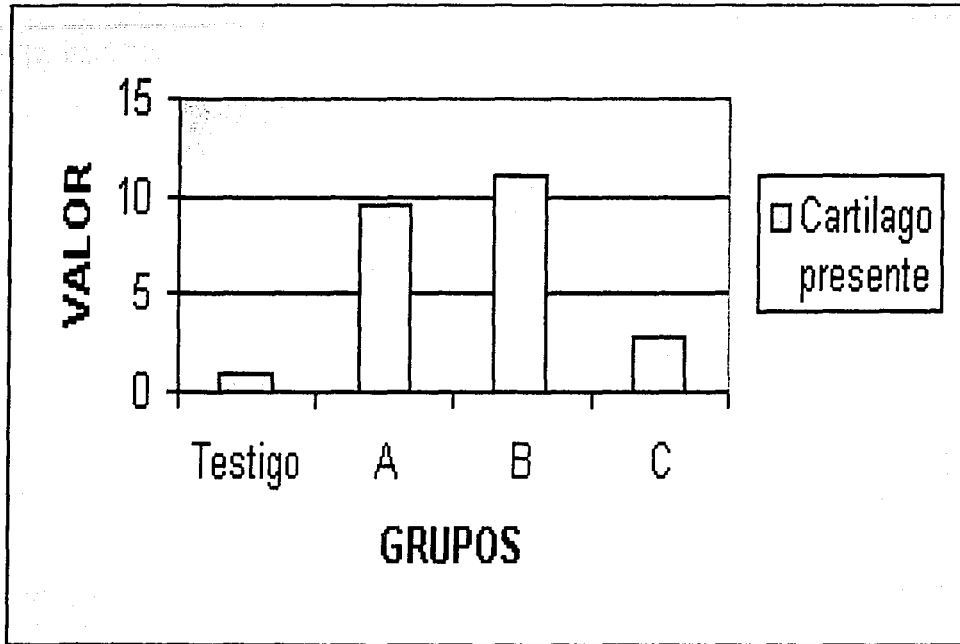


**Figura 26.** Gráfica de Médula ósea evaluada en los A, B y C en comparación con un grupo testigo que no tenía cemento.



La médula ósea es poco apreciable en el grupo testigo, sin embargo los grupos A, B y C, incrementaron su presencia, posiblemente por el incremento de tejido nuevo. El grupo A, es el grupo con mayor cantidad de médula ósea.

**Figura 27.** Grafica de evaluación del cartilago en los grupos A, B y C que tuvieron un cemento óseo, en comparación con el grupo testigo que no tenia cemento.



El cartilago es un tejido que promueve la formación de tejido óseo. El cartilago en el grupo testigo no es tan evidente, los grupos A, B y C, incrementaron su tejido cartilaginoso ante la presencia de un cemento óseo, siendo el grupo B, el que presento más cartilago.