

**COMPORTAMIENTO DE LA GUTAPERCHA**

**ALFA Y BETA**

**EN**

**TEJIDO CONECTIVO**

**TRABAJO RECEPCIONAL PARA OBTENER**

**EL TITULO DE CIRUJANO DENTISTA**

**PRESENTAN:**

**DAVID MANUEL ARANDA MARQUEZ**

**JESUS ENRIQUE RUIZ NAJERA**

**DICIEMBRE DE 1993**

*Lo indispensable para el hombre  
es que reconozca  
el uso que debe dar  
a su propio conocimiento*

*Platón*

## DEDICATORIA

A nuestros padres:  
que sembraron en nosotros  
la semilla de la esperanza  
de un mundo mejor  
de una sociedad más equitativa  
y de una familia más sana  
para ellos,  
nosotros y nuestros hijos  
será el fruto que cosechemos.

# AGRADECIMIENTOS

Dr. Daniel Silva-Herzog Flores Director del Posgrado de Endodoncia  
UASLP

Dr. Reynaldo Falcón Jefe del Departamento de Patología del Hospital  
Central

QFB Ma. Eugenia Dávila Esqueda Departamento de Farmacología y Fi-  
siología Facultad de Medicina UASLP

MVZ Silvia Martín Pérez Responsable Bioterio de Ciencias Químicas

Sra. Dulce Ma. Amezola Huertas Técnica Históloga Departamento de  
Patología del Hospital Central

Lic. Francisco Castro Román Instituto de Física UASLP

Dra. Martha A. Veliz Barajas Facultad de Estomatología UASLP

A todos ellos por su valiosa y desinteresada ayuda para la elaboración de  
este trabajo recepcional.

# Contenido

<b>1</b>	<b>Resumen</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Generalidades de la Gutapercha</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>Materiales y Métodos</b>	<b>7</b>
<b>4</b>	<b>Resultados</b>	<b>13</b>
<b>5</b>	<b>Discusión</b>	<b>21</b>
<b>6</b>	<b>Conclusiones</b>	<b>23</b>

# Capítulo 1

## Resumen

La gutapercha es un material que se ha utilizado desde hace más de cien años en la odontología. Sin embargo, es muy poca la información y estudios que se tienen acerca de sus características y propiedades fisico-químicas, por lo cual la aplicación de esta sustancia orgánica está limitada.

Existen dos formas cristalinas diferentes de gutapercha, las cuales son la alfa y la beta. Estas dos formas se derivan del isómero “trans” y difieren en la configuración de uniones simples y en la repetición de la distancia molecular. La mayoría de la gutapercha comercial existe en una estructura beta cristalina.

Según Golberg, el factor que determina el punto de fusión de la gutapercha alfa ó beta, es el grado de enfriamiento que a la vez controla la cristalinidad.

En este estudio realizamos un análisis comparativo en cuanto a que gutapercha produce mayor inflamación en tejido conectivo. Se utilizaron ratas como medio experimental, en la cual se le implantó ambos tipo de gutapercha. Los resultados obtenidos fueron que la gutapercha de tipo alfa es más agresiva al tejido conectivo que la beta, lo cual demuestra que este tipo de gutapercha sería la mejor opción para el relleno de los conductos radiculares.

## Capítulo 2

# Generalidades de la Gutapercha

La gutapercha es el exudado coagulado purificado de un árbol sapotáceo del género Palaquim propio de las islas del archipiélago malayo [3], que ha sido utilizada desde hace más de cien años en la profesión odontológica, y sin embargo, es muy poca la información y estudios que se tienen acerca de sus características y propiedades fisico-químicas, por lo cual las aplicaciones de esta sustancia orgánica están muy limitadas [2].

La gutapercha ha sido ampliamente usada, y también muy atacada y criticada, pero a pesar de todas las controversias y discusiones en torno a ella, se le deben reconocer grandes ventajas sobre otros materiales de obturación endodónticos y aceptar las desventajas o limitaciones que actualmente presenta y que pueden ser superadas.

Químicamente está constituido por la Gutta, que es un hidrocarbón con la fórmula  $C_5H_8$  que es isomérico con el hule. Otros ingredientes son adicionados como la resina o breya de Brugundy, óxido de zinc, tiza de carbón o yeso, óxido de magnesio, ect. [7]. Es químicamente un polímero cuyo radical  $CH_2$  se encuentra en lados opuestos del doble enlace del carbón, considerandolo por ello un trans-polímero [9].

Shilder y Goodman dicen que la estructura característica de la molécula orgánica del polímero es una cadena de átomos con unión covalente, formada por la estructuración química repetitiva de pequeñas unidades. Las cadenas son largas, con pesos moleculares muy altos; su longitud y estructura de cadena, da formación a campos de atracción individual entre las moléculas (fuerzas de Van der Walls); esta unión y la disposición física natural de las mismas, produce propiedades únicas e interesantes en el espécimen [8].

La goma y la gutapercha naturales representan un ejemplo interesante de isomerismo. Ambos son polímeros de gran peso molecular estructurado por la misma unidad constructiva básica ó mero isoprene (fig.# 1). La goma natural, el cis-poliisoprene, existe con sus

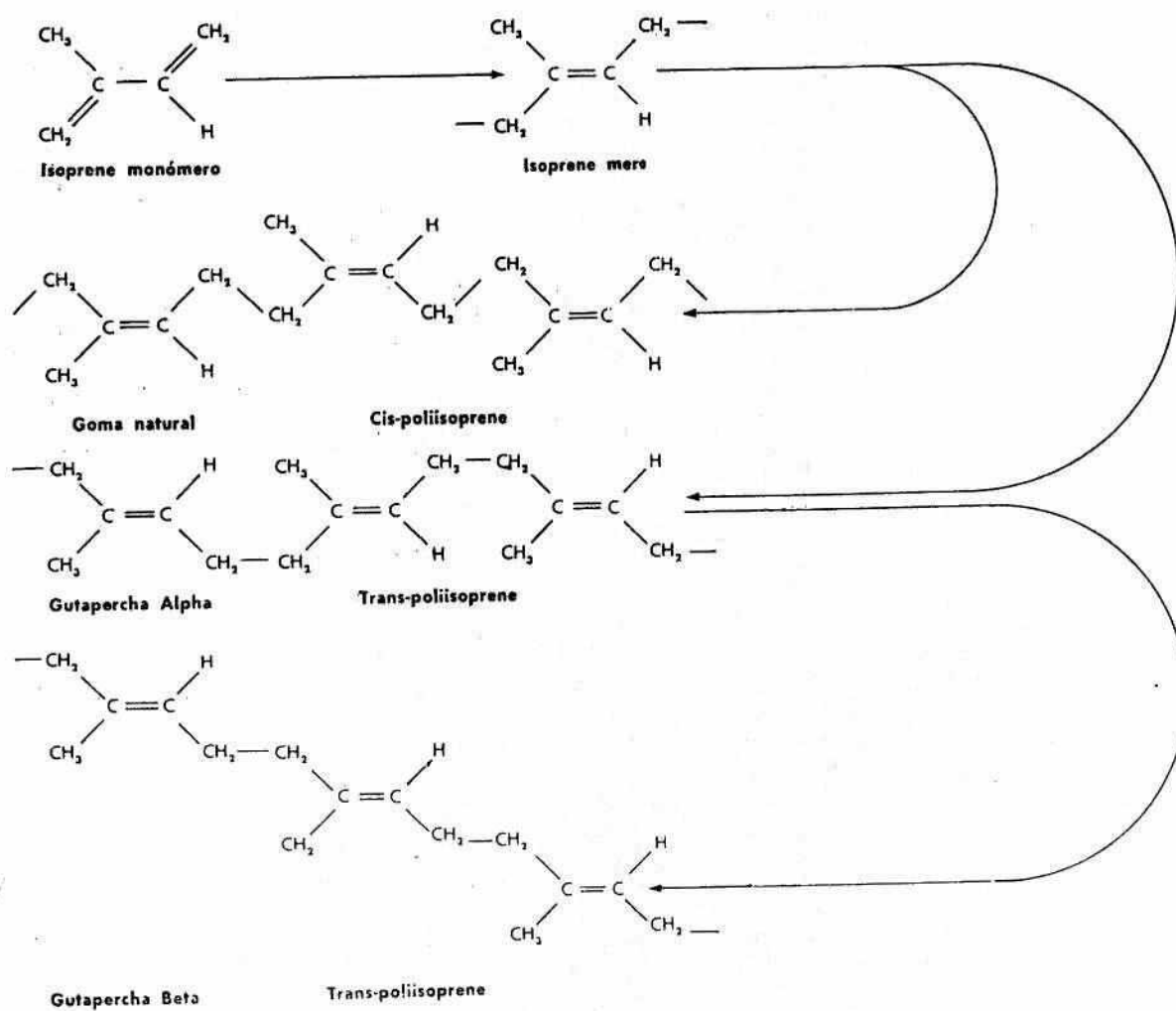
grupos  $CH_2$  (la cadena que forma los eslabones de las unidades individuales de isoprene), del mismo lado de la doble unión, mientras que la gutapercha, trans-poliisoprene, existe con sus grupos  $CH_2$  integrados de cadenas en lados opuestos a la doble unión. La forma "trans" del poliisoprene es más lineal y cristaliza más prontamente; por consiguiente, la gutapercha es más dura, más frágil y menos elástica que la goma natural. Si la forma "alfa" natural de gutapercha cristalina se calienta por sobre los  $65^\circ C$  se torna amorfa y se funde. Si a este material amorfo se le enfría de manera extremadamente lenta ( $0.5^\circ C$  ó menos por hora), recrystaliza la forma "alfa". El enfriamiento corriente del material amorfo fundido produce la forma "beta"; esto ocurre con la mayor parte de la gutapercha comercial, que se torna más amorfa que el material natural al ser recalentada a temperaturas menores (3). El factor que determina el punto de fusión en la gutapercha Alfa ó Beta es el grado de enfriamiento que a la vez controla la cristalinidad. Por Ejemplo, si la gutapercha Alfa (estado natural de la misma) se somete a la temperatura de fusión ( $65^\circ C$ ) ó se obtiene una gutapercha amorfa que al ser enfriada normalmente adopta una nueva forma cristalina llamada gutapercha Beta, que es la que se expende en el comercio dental. De otra manera con el enfriamiento lento de la gutapercha amorfa, se produce la recrystalización de la misma, nuevamente a su forma alfa [7].

La modificación en la orientación de las cadenas moleculares, altera las características térmicas del material y por ello la gutapercha Beta, posee una temperatura de fusión diferente a la de la gutapercha Alfa. La temperatura de fusión de la gutapercha Alfa es de  $65^\circ C$ , y la temperatura de fusión de la gutapercha Beta es de  $56^\circ C$ . Aparentemente no existe diferencias mecánicas entre las dos gutaperchas, pero las hay térmicas y volumétricas.

Friedman y col. analizaron la composición química y el comportamiento físico de cinco marcas de conos de gutapercha obteniendo los siguientes resultados: gutapercha de 18.9% a 21.8%; óxido de zinc de 59.1% a 75.3%; sulfatos metálicos de 15% a 17.3%; cera y/o resina de 10% a 11%. Si hay variación en la proporción de cada componente, existe dentro de las diferentes marcas una constante entre la cantidad de elementos orgánicos (gutapercha-cera-resina) 23.1% aproximadamente y elementos inorgánicos (óxido de zinc y sulfatos metálicos) 76.4% aproximadamente [6].

La inflamación es un complejo de cambios secuenciales en los tejidos, que ocurre como reacción a la lesión (4). Es un proceso vascular, linfático y de los tejidos locales que se desarrolla como reacción ante la presencia de gérmenes ú otros irritantes, por medio del cual se acumulan células y exudados que tienden a proteger al cuerpo de un daño más extenso [5].





**Figura 1.**

Estructura Química de la Gutapercha

Se seleccionaron los más rigurosos y ampliamente usados métodos para la implantación del material en tejido conectivo subcutáneo de las ratas. La respuesta inflamatoria es un fenómeno característico común de todo tejido conectivo fibroso. Los cambios vasculares y celulares en el proceso de inflamación varían poco de tejido a tejido ó de animal a animal en las especies mayores. Con esto en mente, se puede observar precisamente la reacción tisular del material introducido y dar conclusiones válidas. Esperamos que este estudio pueda ser útil y exacto en este tipo de examen biológico de la gutapercha[10].

## Capítulo 3

# Materiales y Métodos

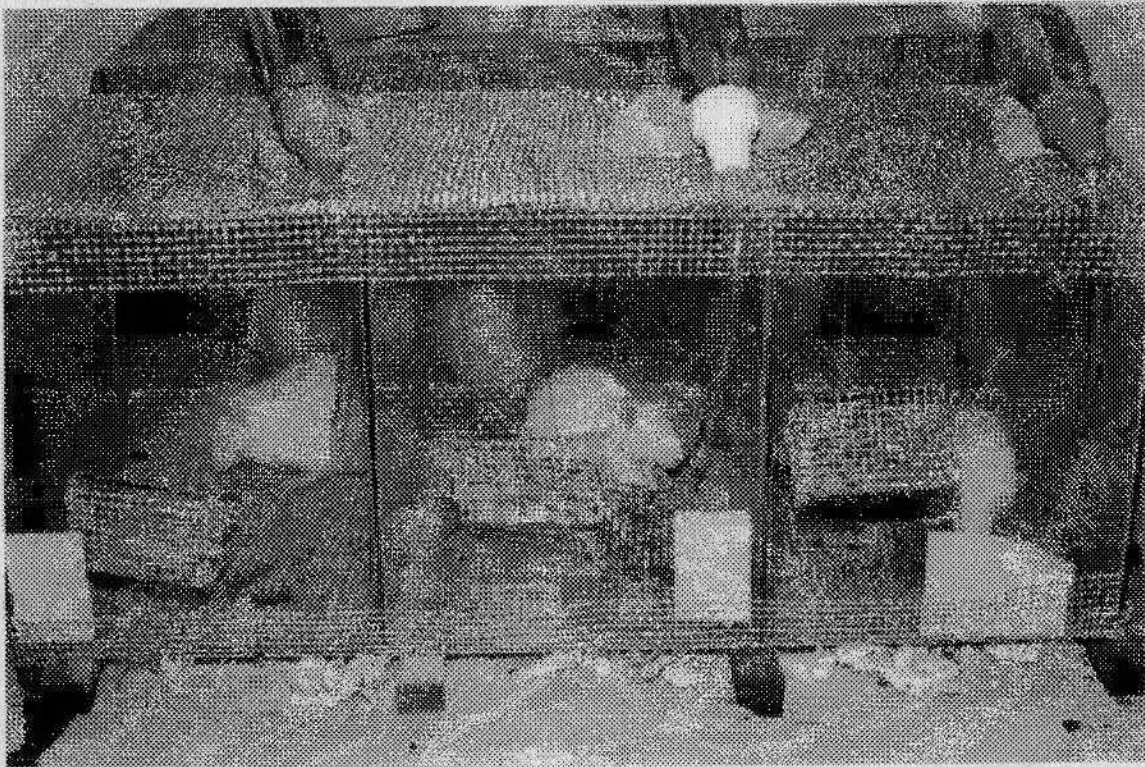
Se utilizaron quince ratas machos de 300g. de peso aproximadamente (Fig. 2), las cuales eran aparentemente sanas clínicamente. Las ratas son animales ideales para su uso en estudio de laboratorio, como Ingle y Griffith lo han mencionado "Las ratas son menos susceptibles a la infección postoperatoria que cualquier otro animal. De hecho, sin tomar en cuenta todas las precauciones asépticas, el animal puede permanecer libre de cualquier infección después de muchos procedimientos" [10]. Para el estudio se dividió la gutapercha de acuerdo a su tipo "Alfa y Beta", y de acuerdo a diferentes marcas. Se utilizó gutapercha Alfa de las marcas Hygenic, Thermafil y Mac Spaden, y la gutapercha Beta de las marcas Hygenic y Mac Spaden. Se utilizaron tubos de PVC (ratas 1 y 2), donde se depositó el material utilizado, ya sea gutapercha de ambos lados ó gutapercha e IRM. Se usó el IRM ya que se considera relativamente bien tolerado biológicamente [1].

Se dividieron las ratas al azar en grupos iguales y la longitud de los intervalos de estudio fueron a 7 días, 15 días y 30 días (fig. 3 y 4). Se seleccionaron dos sitios para el implante en cada animal, sobre su aspecto dorsal medio del lado izquierdo y derecho. Se anestesiaron con una torunda de algodón embebida en éter colocada dentro de una campana de plástico, en la cual se colocó a la rata aproximadamente durante 10 minutos. Para el mantenimiento de la anestesia se colocó una torunda con éter a nivel de la nariz de la rata durante el procedimiento quirúrgico [11]. En los sitios seleccionados se les afeitó con navaja manual. Los sitios fueron limpiados con una torunda estéril embebida en isodine. Posteriormente se secaron con algodón estéril. Se realizaron incisiones verticales de 1 cm. con un bisturí bard parker con hoja # 15. Se colocaron los diferentes tipos de material en los sitios receptores. Para la sutura se utilizó ceda negra 4/0. Las ratas se mantuvieron en dieta estándar y en jaulas separadas de acuerdo a su intervalo de estudio bajo condiciones similares (fig. 5).



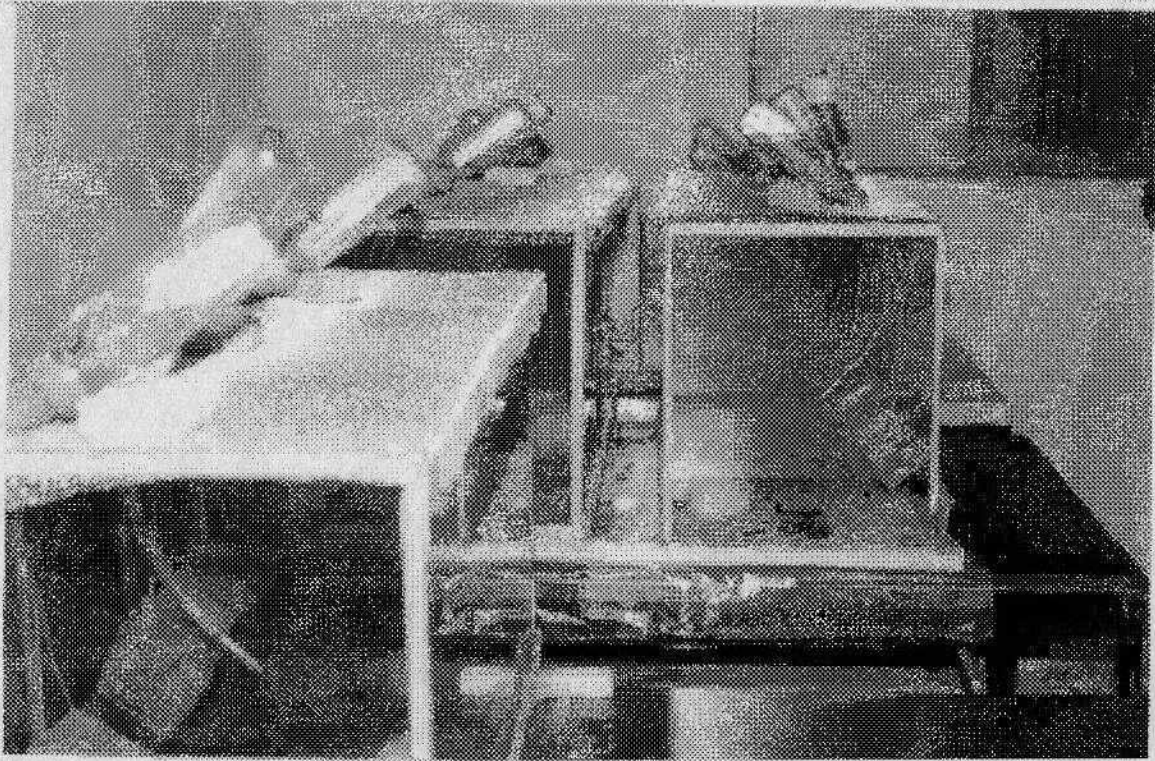
**Figura 2.**

15 Ratas Machos de 300 gr.



**Figura 3.**

Agrupación por tiempo de estudio, 7, 15 y 30 días.

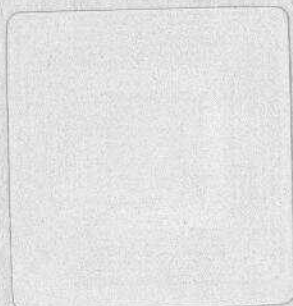


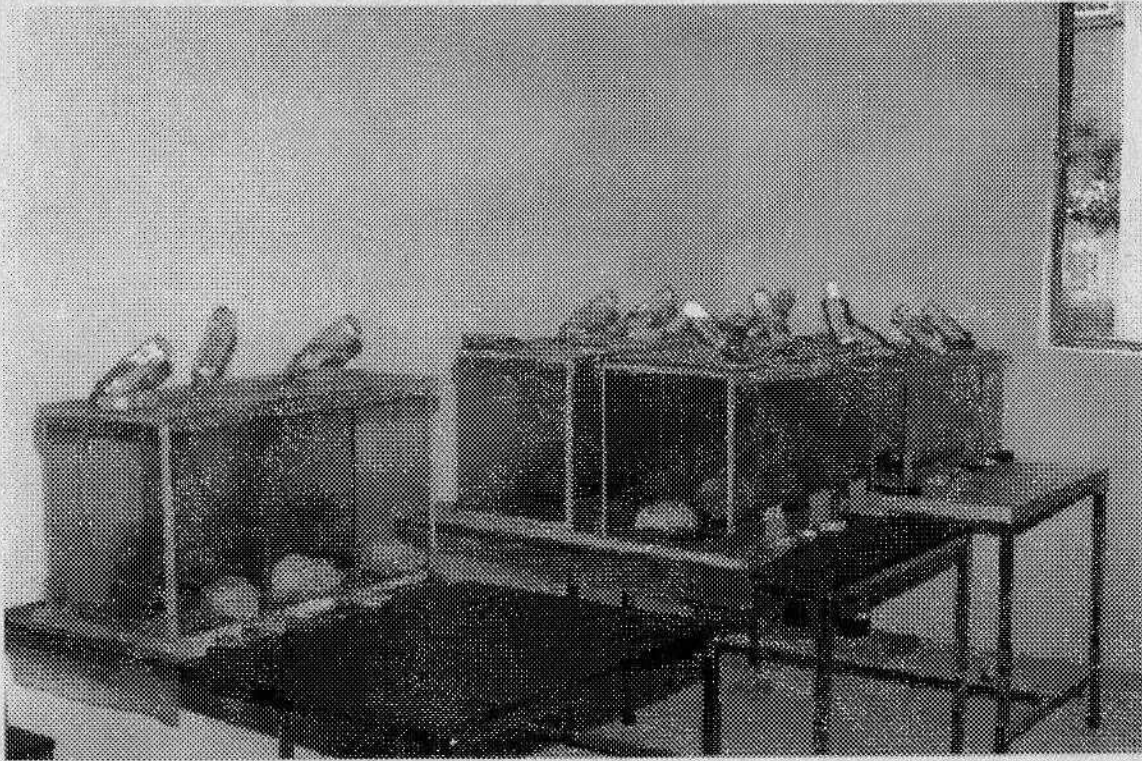
**Figura 4.**

Ratas agrupadas bajo condiciones similares

Los grupos de estudio de 7, 15 y 30 días quedaron de la siguiente manera:

LADO IZQUIERDO	LADO DERECHO
<i>RATA # 1</i>	
Dentro del tubo de pvc se colocó en un extremo gutapercha Thermafil (alfa) y en el otro extremo se colocó IRM	Dentro del tubo de pvc se colocó en un extremo gutapercha Hygenic (alfa) y en el otro extremo se colocó gutapercha Mac Spaden (alfa)
<i>RATA # 2</i>	
Dentro del tubo de pvc se colocó en un extremo gutapercha Mac Spaden (beta) y en el otro extremo se colocó IRM	Dentro del tubo de pvc se colocó en un extremo gutapercha Hygenic (beta) y en otro extremo se colocó gutapercha Thermafil (alfa).
<i>RATA # 3</i>	
Se colocó gutapercha Mac Spaden (alfa)	Se colocó gutapercha Mac Spaden (beta)
<i>RATA # 4</i>	
Se colocó gutapercha Hygenic (alfa)	Se colocó gutapercha Hygenic (beta)
<i>RATA # 5</i>	
Se colocó el tubo de pvc solamente	Se realizó la incisión solamente





**Figura 5.**

Ratas en jaulas separadas y dieta estándar.

El tipo de inflamación se dividió en aguda y crónica. esto fué de acuerdo al tipo de células inflamatorias encontradas y el grado de inflamación se determinó de acuerdo a la cantidad de células inflamatorias encontradas. En este grupo se dividió en:

<b>0</b>	=	<b>Normal</b>
<b>X</b>	=	<b>Leve</b>
<b>XX</b>	=	<b>Leve a Moderada</b>
<b>XXX</b>	=	<b>Moderada</b>
<b>XXXX</b>	=	<b>Severa</b>



## Capítulo 4

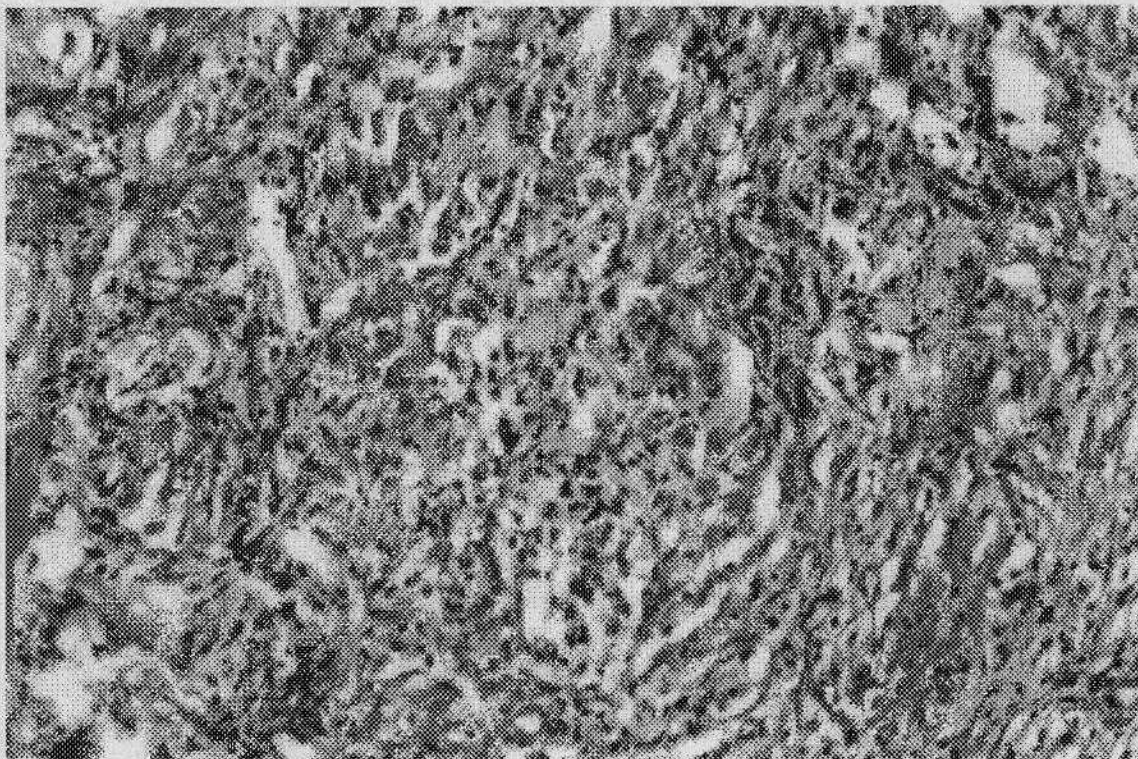
### Resultados

En el presente estudio, las células inflamatorias que se encontraron fueron tanto de tipo de reacción inflamatoria aguda (histiocitos, neutrófilos, eosinófilos), como células de reacción inflamatoria crónica (linfocitos). Hubo ambos tipos de reacción en las muestras examinadas.

En cuanto al grado de inflamación, los resultados fueron los siguientes:

	7 DIAS	15 DIAS	30 DIAS
<i>Rata # 1</i>			
Thermafil	XXX	X	X
IRM	0-X	0-X	0-X
Hygenic Alfa	XX	XXXX (Fig. 6)	X
Mac Spaden Alfa	X	XX (Fig. 7)	X
<i>Rata # 2</i>			
Mac Spaden Beta	0-X	0-X	0
Hygenic Beta	0-X	0-X (Fig. 9)	0
IRM	0-X	0-X	0
Thermafil Alfa	XX (Fig. 8)	X	X
<i>Rata # 3</i>			
Mac Spaden Alfa	X	X	0-X
Mac Spaden Beta	0-X	0-X	0
<i>Rata # 4</i>			
Hygenic Alfa	XXX (Fig. 10)	XX	X
Hygenic Beta	0-X	0-X	0
<i>Rata # 5</i>			
Tubo de PVC		0-X	0
Incisión		0	0

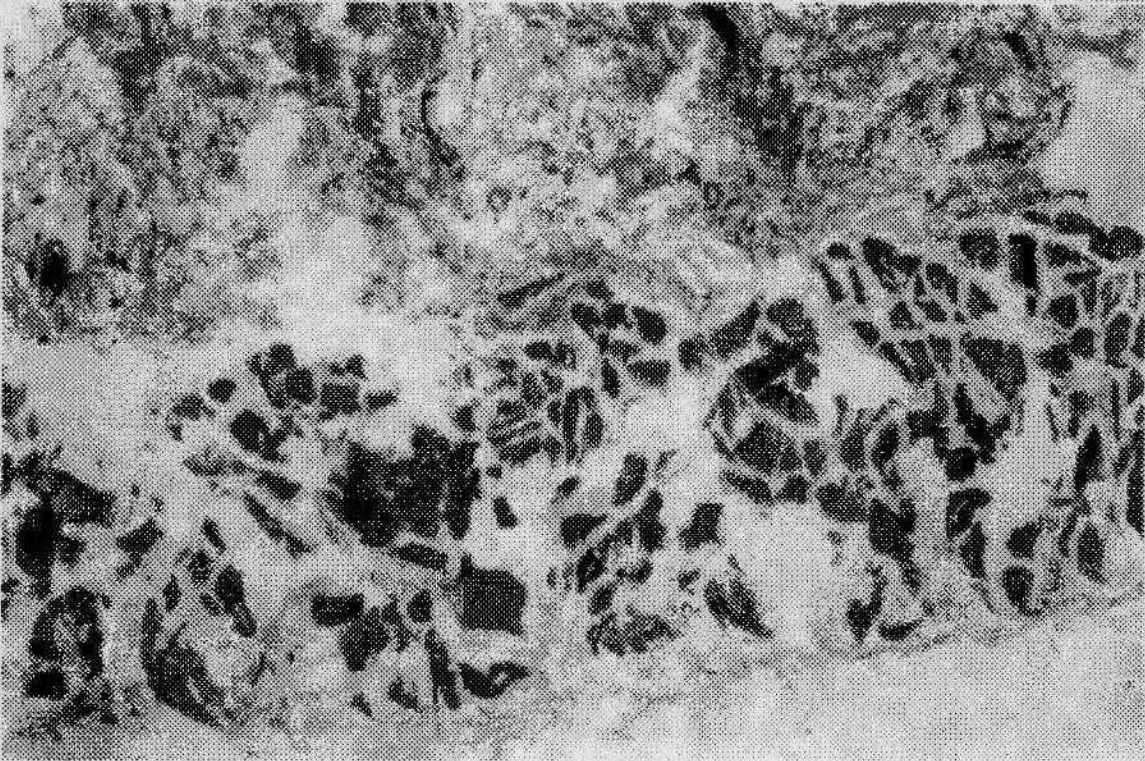
NOTA: La rata # 5 del grupo de 7 días falleció durante el procedimiento quirúrgico por una sobredosis de éter.



**Figura 6.**

Corte histológico de la rata 1, grupo de 15 días. Presentó gran número de células inflamatorias **XXXX** "severo". Gutapercha Alfa Hygenic.

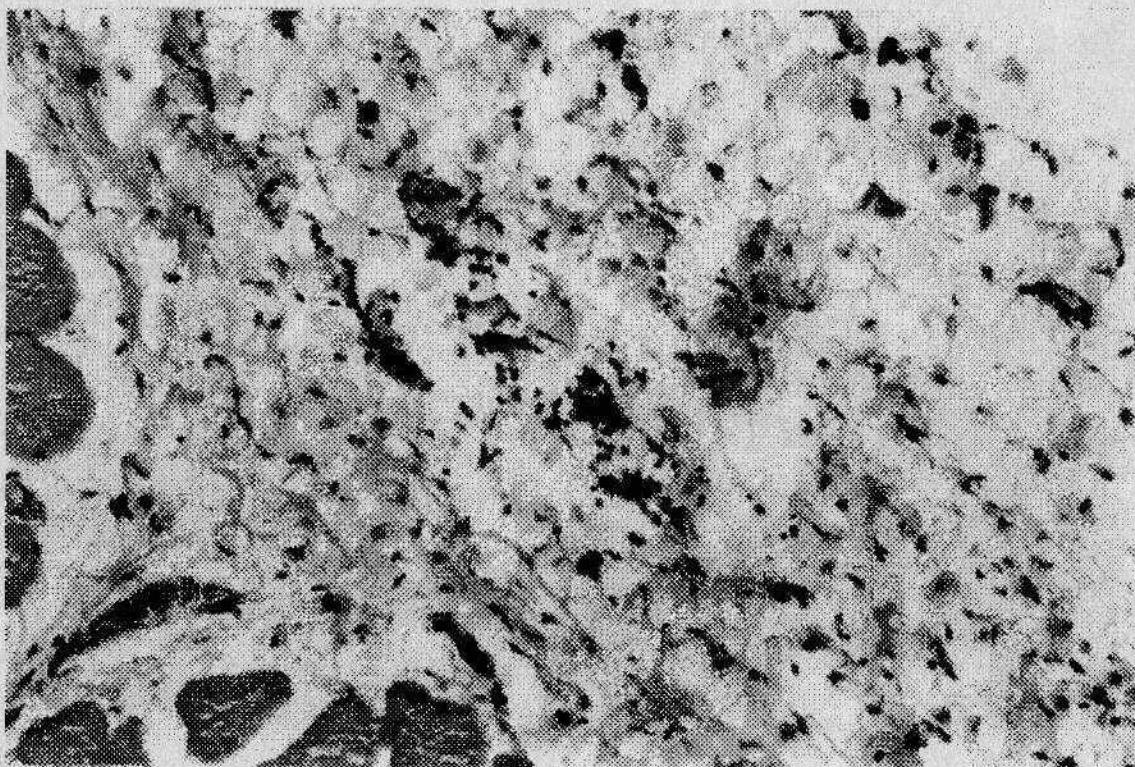
La inflamación se presentó en mayor grado en el grupo de 7 días y mediante avanzaban los días la inflamación se iba disminuyendo. Las células de reacción inflamatoria aguda se encontraban adyacentes al implante, pero a una corta distancia del implante se encontraban células de reacción inflamatoria crónica, predominado por linfocitos y células plasmáticas. Solo se encontró una severa reacción inflamatoria y fue con la gutapercha Alfa a los 15 días del implante. A los 30 días del implante hubo una gran recuperación, en la cual la inflamación fue de leve a nada.



**Figura 7.**

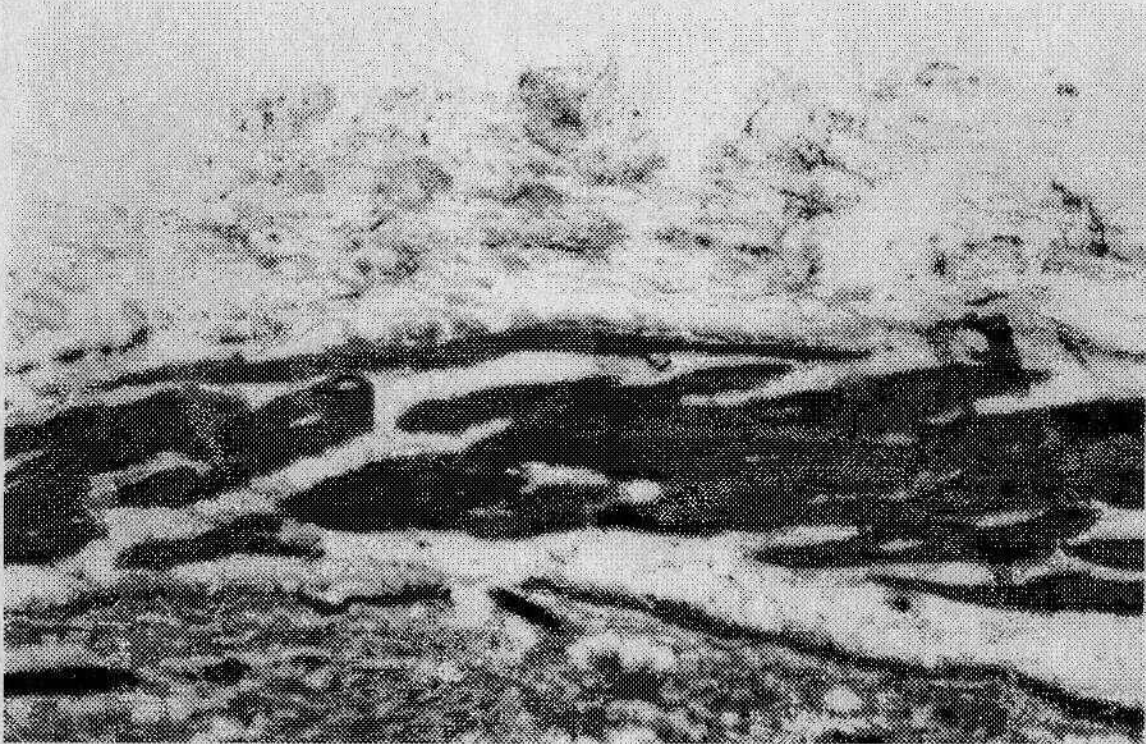
Corte histológico de la rata 1, grupo de 30 días. Presentó escasas células inflamatorias X "leve".

Gutapercha Alfa Mac Spaden.



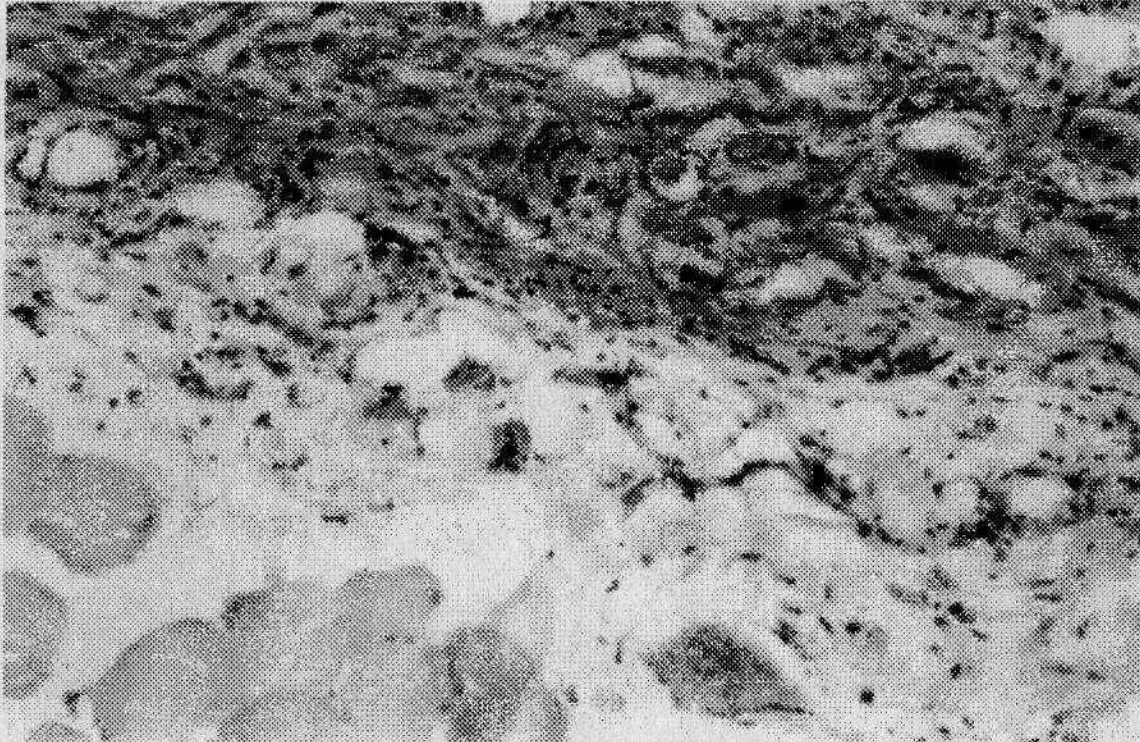
**Figura 8.**

Corte histológico de la rata 2, grupo de 7 días. Presentó regular número de células inflamatorias XX “leve a moderada”. Gutapercha Thermafil Alfa.



**Figura 9.**

Corte histológico de la rata 2, grupo de 30 días. No presentó células inflamatorias 0 "nada". Gutapercha Beta Hygenic.



**Figura 10.**

Corte histológico de la rata 4, grupo de 7 días. Presentó buen número de células inflamatorias **XXX**  
“moderada”. Gutapercha Alfa Hygenic.





# Capítulo 5

## Discusión

Se ha demostrado que la gutapercha es el mejor material en la actualidad para la obturación de los conductos radiculares, ya que presenta muchas ventajas en comparación con otros materiales, teniendo una buena estabilidad fisico-química, buena tolerancia tisular, es bastante maleable dentro del conducto, puede ablandarse y plastificarse por medio de calor y solventes químicos, es impermeable (no se absorbe por los fluidos tisulares), no altera la coloración de los dientes, es radiopaca, es desobturable, se puede desinfectar y esterilizar en frío, ect. Estas son muchas ventajas que posee la gutapercha, por ende debemos estudiar más a fondo el comportamiento de la misma.

Ambos tipos de gutapercha, alfa y beta, ofrecen un comportamiento diferente ante el tejido celular, por la cual el objetivo del estudio era comparar su reacción ante el tejido celular subcutáneo.

El estudio microscópico de la respuesta tisular, parece ser el método científico disponible mejor controlado para determinar la compatibilidad. Como dijo Torneck " cuando un material produce un mínimo de lesión siendo solo la alteración al metabolismo y la función de las células compensado por irritación". Si la irritación es más severa, se puede producir el cese completo de toda actividad celular y a la vez la muerte de la célula. Cuando se excede la tolerancia fisiológica, la respuesta inflamatoria es la señal de la lesión celular como lo señala Menkin "las sustancias extrañas, viables o no en contacto con los tejidos normales inducen la reacción inflamatoria".

La reacción inflamatoria encontrada en este análisis, demostró una mayor cantidad de células inflamatorias para la gutapercha del tipo Alfa, pero al pasar los días, iba disminuyendo el grado de inflamación, lo cual demostró que en el grupo de 30 días el número de células de reacción inflamatoria era poco o nada. En relación a marcas de gutapercha la más agresiva

fue la Higienic Alfa, por el contrario siendo la menos agresiva la Higienic Beta.

Durante el tratamiento de conductos, es común introducir cuerpos extraños a la región periapical, como resultado de una mala obturación, al presentarse sobreobturación o sobreextensión. Dentro de estos cuerpos extraños está comprendida la gutapercha, que al sobrepasar el ápice hace contacto con los tejidos periapicales, haciéndose entonces necesaria una evaluación de la compatibilidad del material, para conocer si es inerte o dañino y qué tipo y grado de daño puede causar en los tejidos.

Para evaluar el grado de biocompatibilidad de cualquier material, se deben tener en cuenta aspectos diferentes como: el efecto que producen las sustancias que componen o provienen del material; el efecto físico sobre los tejidos y finalmente los procedimientos de laboratorio empleados al estudiar la toxicidad del material.

Siendo la gutapercha usada con tanta frecuencia y con diferentes técnicas para obturación, es muy necesario conocer su citocompatibilidad, con el fin de afianzar las bases clínicas y prever los resultados con mayor efectividad.

## Capítulo 6

### Conclusiones

La irritación constante de los tejidos periapicales, al existir una sobreobturación, trae como consecuencias una inflamación crónica en el periápice, y es por ello que el fracaso endodóntico se presenta años después. Cuando eventualmente se presenta reparación, esta se demuestra por tejido fibroso que tiende a encapsular el objeto extraño. Otra consecuencia de la gutapercha, al presentarse en estas condiciones, es la interferencia que le presenta el cemento radicular para su aposición; además ya que los macrófagos presentes tienen dificultad para remover el exceso de gutapercha, hay posibilidad de que se inicie una resorción radicular.

Cuando la irritación es tan intensa, que los mecanismos de defensa de la zona periapical se ven superados, la formación de granulomas se hace presente y de existir la proliferación de restos epiteliales, se producirá un quiste.

El tipo de gutapercha que demuestra un menor grado de reacción al tejido tisular es el tipo Beta, y esta es la que encontramos más comúnmente en el expendio del comercio dental.

Esto nos demuestra, que el conocimiento de la biocompatibilidad de los materiales dentales y en especial la gutapercha, nos llevará a realizar un mejor tratamiento, para así tratar de evitar reacciones adversas y tener complicaciones futuras.



## Referencias

- [1] Peli, J.F., *La gutta-percha et les ciments de scellements: pourquoi?*
- [2] Schilder, H., Goodman, A.E., Aldrich, W., *The Thermomechanical Properties of Gutta-percha* Oral Surgery 37, 946-953. 1974.
- [3] Cohen, H., *Endodoncia, Los caminos de la pulpa* pags. 352-356.
- [4] Guyton, A.C., *Fisiología Humana* pags. 406-408. Editorial Interamericana. Sexta Edición. 1987.
- [5] Velázquez, T., *Anatomía Patológica* Prensa Médica Mexicana. 1963.
- [6] Feldman, G., Nyborg, H., *Tissue Reactions to Root-Filling Material Comparasion Between Silver Amalgam and Gutta-percha Implanted in Rabbit* Odont. Revy. 18; 387. 1967.
- [7] Fisher, D., *Crystal Structures of Gutta-percha* Phis. Soc. 663-667. 1953.
- [8] Goodman, A., Schilder, H., Aldrich, W., *The Thermomechanical Properties of Gutta-percha* Oral Surgery Vol. 37. 954-961. 1974.
- [9] Friedman, C.E., *Composition and Physical Propierties of Gutta-percha Endodontic Filling Materials* Journal of Endodontics. Vol. 3. No. 8. August 1977.
- [10] Guttuso, J., *Histopathologic Study of Rat Connective Tissue Response to Endodontic Materials* Oral Surgery. Vol. 16. No. 6. June 1963.
- [11] Blackman, R., *An Evaluation of the Biocompatibility of a Glass Ionomer Silver in Rat Connective Tissue* Journal of Endodontics. Vol. 15. No. 2. February 1989.
- [12] Cleary, P.T., *Histological Examination of Paraformaldehyde Exposed Gutta-percha Implanted in Rats* Journal of Endodontics. Vol. 18. No. 2. February 1992.

- [13] Higgins, J.R., *The Use of Paraformaldehyde Powder for the Sterile Storage of Gutta-percha Cones* Journal of Endodontics. Vol. 12. No. 6. June 1986.
- [14] Rootare, H.M., *Determination of Phase Transitions in Gutta-percha by Differential Thermal Analysis* J. Dent. Res. Vol. 56. No. 12. December 1977.
- [15] Gurney, B.F., *Physical Measurements on Gutta-percha* Oral Surg. Vol. 32. No. 2. August 1971.
- [16] Marciano, J., *Dental Gutta-percha: Chemical Composition, X-Ray Identification, Enthalpic Studies and Clinical Implications* Journal of Endodontics. Vol. 15. No. 4. April 1989.
- [17] Boyd, J.B., *Reaction of Subcutaneous Connective Tissue of Rats to Implanted Dental Cements* J. Pros. Dent. Vol. 11. No. 1. January-February 1961.
- [18] Torneck, C.D., *Reaction of Rat Connective Tissue of Polyethylene Tube Implants, Part I* O.S., O.M., O.P. Vol. 21. No. 3. March 1966.
- [19] Torneck, C.D., *Reaction of Rat Connective Tissue of Polyethylene Tube Implants, Part II* O.S., O.M., O.P. Vol. 24. No. 5. November 1967.
- [20] Rootare, H.M., *Thermal Analysis of Experimental and Commercial Gutta-percha* Journal of Endodontics. Vol. 2. No. 8. August 1976.
- [21] Marlin, J., *Physical Properties of Gutta-percha when Subjected to Heat and Vertical Condensation* Oral Surg. Vol. 36. No. 6. December 1973.
- [22] Marciano, J., *Stereochemical Structure Characterization of Dental Gutta-percha* Journal of Endodontics. Vol. 19. No. 1. January 1993.
- [23] Nicholson, R.J., *Comparison of Tissue Response Between a Synthetic Gutta-percha and a Natural Gutta-percha Endodontic Filler* Oral Surg. Vol. 39. No. 5. May 1975.
- [24] Cruse, W.P., *A Historic Review of Endodontics, 1689-1963, Part I* Journal of Endodontics. Vol. 6. No. 3. March 1980.
- [25] Cruse, W.P., *A Historic Review of Endodontics, 1689-1963, Part II* Journal of Endodontics. Vol. 6. No. 4. April 1980.

- [26] Schilder, H., *The Thermomechanical Properties of Gutta-percha, Part III. Determination of Phase Transition Temperatures for Gutta-percha* Oral Surg. Vol. 38. No. 1. July 1974.
- [27] Dummer, P.M.H., *An in Vitro Study of the Quality of Root Fillings in Teeth Obturated by Lateral Condensation of Gutta-percha or Thermafil Obturators* International Endodontics Journal. 1993. 26, 99-105.
- [28] Moorer, W.R., *Antibacterial Activity of Gutta-percha Cones Attributed to the Zinc Oxide Component* Oral Surg. Vol. 53. No. 5. May 1982.
- [29] Cohen, B.D., *Effect of Thermal Placement Techniques on Some Physical Properties of Gutta-percha* International Endodontics Journal. 1992. 25, 292-296.
- [30] Friedman, C.M., *Composition and Mechanical Properties of Gutta-percha* Endodontics Points J. Dent. Res. Vol. 54. No. 5. September-October 1975.
- [31] Gutmann, J.L., *An Assessment of the Plastic Thermafil Obturation Technique Part I. Radiographic Evaluation of Adaptation and Placement Part II. Material Adaptation and Sealability Part III. The Effect of Post Space Preparation on the Apical Seal* International Endodontics Journal. 1993. 26, 173-189.