



Universidad Autónoma de Querétaro  
Facultad de Medicina  
Especialidad en Endodoncia

**ESTUDIO COMPARATIVO IN VITRO DEL GRADO DE FILTRACIÓN PERMITIDO POR EL CEMENTO SELLADOR AH PLUS VS BIOROOT EMPLEANDO LA TÉCNICA DE OBTURACIÓN DE RELLENO**

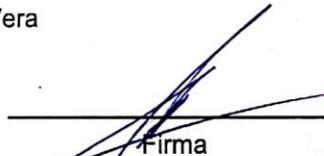
Opción de titulación  
**Tesis**

Que como parte de los requisitos para obtener el Diploma de Especialidad en Endodoncia

**Presenta:**  
Adriana Paola Sías Saucedo

Dirigido por:  
L.O.E.E. Irak Osiris Villarreal Vera

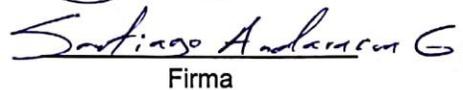
L.O.E.E. Irak Osiris Villarreal Vera  
Presidente

  
Firma

L.O.E.E. Héctor Eugenio Morales Nieto  
Secretario

  
Firma

M.O.E.E. Santiago Andaracua García  
Vocal

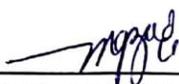
  
Firma

C.D.E.E. Miguel Ángel Almanza Vega  
Suplente

  
Firma

C.D.E.E. Roberto Gustavo Sánchez Lara y Tajonar  
Suplente

  
Firma

  
\_\_\_\_\_  
Dra. Ma. Guadalupe Zaldivar Lelo de Larrea  
Director de la Facultad

  
\_\_\_\_\_  
Dra. Ma. Guadalupe Flavia Loarca Piña  
Director de Investigación y Posgrado

Centro Universitario  
Querétaro, Qro.  
Abril, 2019

## RESUMEN.

**Introducción y objetivo:** Uno de los objetivos del tratamiento endodóntico y de los principales factores para alcanzar el éxito endodóntico, es la obturación del conducto radicular para evitar la reinfección y la presencia de microorganismos dentro del conducto, y así permitir un ambiente biológicamente adecuado, lograr un sello apical y la cicatrización de los tejidos. La técnica de condensación lateral es el estándar de oro en cuanto a técnicas de obturación, sin embargo, existen modificaciones de esta técnica, como la técnica de relleno, en la cual, dado que no se genera compactación de la gutapercha, es necesario el uso de un cemento sellador que reúna los parámetros suficientes de un cemento sellador ideal. Hoy en día, existen en el mercado, cementos selladores muy prometedores, tal es el caso de cemento sellador AH Plus o el cemento BioRoot. El objetivo de esta investigación es determinar que cemento sellador, el AH Plus o el BioRoot, permite menor filtración cuando se emplea la técnica de relleno. **Materiales y métodos:** Se emplearon 60 raíces dentarias humanas unirradiculares extraídas, todas se instrumentaron con sistema Rotatorio TF Adaptive SM3 y fueron divididas en 4 grupos: obturadas con técnica de relleno y cemento sellador AH Plus; obturadas con técnica de relleno y cemento sellador BioRoot; Control positivo: sin ningún tipo de obturación y Control negativo obturadas con técnica de relleno, cemento sellador Silco y la superficie cervical sellada con ionómero de vidrio. Las raíces fueron colocadas en tubos de doble cámara: en la cámara superior se colocó infusión cerebro-corazón donde se inoculó *E. faecalis* y en la cámara inferior se colocó un reactivo de identificación de *E. faecalis* en contacto con el ápice de la raíz. Se mantuvo en observación por 30 días, hasta encontrar un cambio en la coloración del reactivo. **Resultados:** No se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los dos grupos experimentales. **Conclusiones:** El éxito endodóntico no radica simplemente en la técnica de obturación o cementos selladores empleados, también es necesario colocar una adecuada obturación temporal y definitiva que impida el paso de bacterias hacia el sistema de conductos radiculares.

(**Palabras clave:** Obturación, AH Plus, BioRoot, *E. faecalis*)

## SUMMARY.

**Introduction and objective:** One of the objectives of endodontic treatment and the main factors to achieve endodontic success is root canal filling to avoid re-infection and the presence of microorganisms within the canal, and thus allow a biologically appropriate environment to be achieved. an apical seal and the healing of the tissues. The technique of lateral condensation is the gold standard in terms of sealing techniques, however, there are modifications of this technique, such as the filling technique, in which, since no gutta-percha compaction is generated, it is necessary to use of a cement sealer that meets the sufficient parameters of an ideal cement sealer. Today, there are very promising sealing cements on the market, such as AH Plus cement sealer or BioRoot cement. The objective of this research is to determine which cement sealer, the AH Plus or the BioRoot, allows less filtration when the filling technique is used. **Materials and methods:** 60 extracted uniradicular human tooth roots were used, all were instrumented with TF Adaptive Rotary System SM3 and were divided into 4 groups: filled with filling technique and AH Plus cement sealer; Sealed with filling technique and cement sealer BioRoot; Positive control: without any obturation and Negative Control sealed with filling technique, Silco cement sealant and cervical surface sealed with glass ionomer. The roots were placed in double-chamber tubes: brain-heart infusion was placed in the upper chamber where *E. faecalis* was inoculated and an identification reagent of *E. faecalis* in contact with the apex of the root was placed in the lower chamber. He remained under observation for 30 days, until he found a change in the color of the reagent. **Results:** No statistically significant differences were observed between the two experimental groups. **Conclusions:** The endodontic success does not lie simply in the sealing technique or sealing cements used, it is also necessary to place a suitable temporary and definitive filling that prevents the passage of bacteria into the root canal system.

(**Keywords:** Obturation, AH Plus, BioRoot, *E. faecalis*)

A mis padres y hermanos.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradecemos al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el apoyo económico otorgado para la realización de esta investigación.

A mi director de tesis, el L.O.E.E. Irak Osiris Villarreal Vera por haber aceptado dirigir mi tesis, compartirme sus conocimientos y brindarme su ayuda desinteresada y asesoramiento durante todo el proyecto.

Al Dr. En C. Rubén Abraham Domínguez Pérez, quien participó activamente en el asesoramiento de la metodología de este proyecto, así como en el área de laboratorio, compartiéndome su experiencia en el campo de la investigación, además de proporcionarme el equipo de laboratorio para poder llevar a cabo toda la fase experimental-observacional.

Al M.O.E.E. Santiago Andaracua García, coordinador de la especialidad en endodoncia de la Universidad Autónoma de Querétaro, por ser siempre guía y apoyo en los obstáculos que se presentaban durante la realización del proyecto.

## TABLA DE CONTENIDOS

<b>1. INTRODUCCION</b>	
1.1 Revisión de la literatura.....	8
1.2 Planteamiento del Problema.....	17
<b>2. OBJETIVOS</b>	
2.1 Objetivo general.....	18
2.2 Objetivos específicos.....	18
<b>3. METODOLOGIA</b>	
3.1 Sujeto experimental.....	19
3.2 Métodos.....	19
3.3 Análisis estadístico.....	33
<b>4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	
4.1 Resultados .....	34
4.2 Discusión.....	39
4.3 Conclusión.....	42
<b>5. REFERENCIAS.....</b>	<b>43</b>
<b>6. APÉNDICE.....</b>	<b>50</b>

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1	Comparación de microfiltración por cada periodo de tiempo de grupos experimentales	..... 34
Gráfico 1	Comparación de microfiltración por cada periodo de tiempo de grupos experimentales	.....35
Tabla 2	Comparación de microfiltración por cada periodo de tiempo de grupos control	.....36
Tabla 3	Número total de microfiltración por periodo de tiempo	.....37
Gráfico 2	Microfiltración de cada grupo por periodo de tiempo	.....38

## **1. INTRODUCCIÓN.**

### **1.1 Revisión de la literatura.**

Un correcto tratamiento endodóntico está basado por una secuencia de factores que se relacionan entre sí y que culminan con una adecuada rehabilitación de la pieza dentaria con la finalidad de restituir su función. Desde el punto de vista del paciente, un tratamiento endodóntico exitoso consiste en la ausencia de síntomas y que la pieza dental tratada permanezca estética y funcional en su boca, sin embargo, la literatura endodóntica propone evaluar el éxito del tratamiento mediante parámetros sintomáticos, radiográficos e histológicos. Es importante considerar que existe una relación directa entre la condición física del paciente, la capacidad del profesional y los criterios de funcionalidad requeridos. El conocimiento profundo y el constante estudio de los avances de la endodoncia son factores esenciales durante el ejercicio profesional (Hilú, 2009).

La causa principal de la presencia de patología pulpar y periapical es la presencia de microorganismos y sus subproductos en el sistema de conductos (Takehashi et al., 1965). Existe la necesidad, desde un punto de vista biológico, de eliminar las bacterias, los productos de degradación de las proteínas y las toxinas que existen en los conductos con necrosis pulpar (Gutmann, 1998). El éxito en los tratamientos endodónticos depende del control microbiológico en el conducto radicular. Esta eliminación se debe de producir mediante la limpieza y conformación de todo el sistema de conductos radiculares, y tras conseguir este objetivo se realizará la obturación del sistema de conductos radiculares (Maniglia-Ferreira et al., 2008).

Uno de los objetivos del tratamiento endodóntico y de los principales factores para alcanzar el éxito endodóntico, es la obturación del conducto radicular para evitar la reinfección y la presencia de microorganismos dentro del conducto, y así permitir un ambiente biológicamente adecuado, lograr un sello apical y la cicatrización de los tejidos (Cohen y Burns, 2002; Soares y Goldberg, 2009).

Según la Asociación Americana de Endodoncia la obturación es: “El relleno tridimensional de todo el sistema radicular y lo más cerca del límite cemento-

dentinario. Se deben utilizar mínimas cantidades de un sellador biocompatible junto con el cono, para conseguir un sellado correcto y el aspecto radiográfico debe ser de una obturación densa y tridimensionalmente sin gran sobreextensión o subobturación que deje el conducto abierto.”.

El perfecto selle hermético y la obturación tridimensional del conducto radicular, sin duda alguna son puntos críticos en la terapéutica endodóntica, al evitar la filtración y la replicación de microorganismos remanentes en el interior del mismo, lo cual es determinante en el éxito o fracaso del tratamiento (Swanson y Madison 1987; Walia et al., 1988; Briseno y Sonnabend, 1991; Qualtrough y Dummer, 1997).

Un relleno ideal del conducto radicular debe llenar todo el sistema de conductos radiculares en tres dimensiones y formar una masa homogénea (Schilder, 2006). La gutapercha es el material de primera elección en muchas técnicas de obturación entre las cuales tenemos: técnica de condensación lateral con gutapercha fría y sus variaciones, técnica de cono único, técnica de condensación vertical propuesta por Schilder, técnica con vástagos plásticos o metálicos cubiertos por gutapercha, técnica termomecánica y las técnicas de inyección termoplastificada. Muchos estudios comparan las diferentes técnicas de obturación con gran variedad de cementos selladores y otros comparan técnicas y dispositivos para lograr el fin, que es la obturación tridimensional del conducto radicular y evitar microfiltración de microorganismos, reinfecciones y cicatrización de tejidos periapicales (Cohen y Burns, 2002).

La gutapercha, combinada con un cemento sellador, es frecuentemente utilizada para rellenar los conductos radiculares. La gutapercha, es dimensionalmente estable (Wu et al., 2000) mientras que muchos cementos se disuelven con el potencial de un aumento en la microfiltración del relleno de la raíz con el tiempo (Kontakiotis et al., 1997).

La técnica de condensación lateral o compactación lateral de la gutapercha, es probablemente la técnica más comúnmente enseñada y utilizada en todo el mundo (Whitworth, 2005) esta ha sido usada como un punto de referencia para la evaluación de otras técnicas de obturación. Esta es una técnica menos costosa, sin embargo, la gutapercha fría no puede adaptarse a las irregularidades del conducto

y una cantidad considerable de espacios vacíos entre los conos de gutapercha y la pared del conducto radicular, pueden presentarse (Collins et al., 2006). Además, la compactación lateral no es efectiva en el llenado de los conductos laterales (Artaza et al., 2001). Los estudios han determinado que los conos de gutapercha en la condensación lateral, permanecen separados sin fusionarse en una sola masa homogénea (Peters et al., 1981). La fuerza generada por las puntas de gutapercha, se comprimen para poder introducir conos accesorios a través de un instrumento espaciador, lo cual predispone al diente a la fractura vertical de la raíz, especialmente con compresión excesiva (Holcomb et al., 1987; Saw y Messer, 1995). Además de todo lo anterior, se ha comprobado que el uso de espaciadores para la compactación de gutapercha, genera ligeros espacios vacíos a lo largo del conducto, los cuales posiblemente corresponden a la punta del espaciador (Brayton et al., 1973; Eguchi et al., 1985; Budd et al., 1991).

La compactación lateral en frío, se enseña y se practica mundialmente (Cailleteau y Mullaney, 1997) y sigue siendo la técnica de elección para muchos médicos (Jarrett et al., 2004; Dulaimi y Wali 2005; Gulsahi et al., 2007). Dado que la compactación lateral se describió por primera vez en 1930 (Hall, 1930), muchas modificaciones han sido introducidas en relación al uso de espaciadores y conos accesorios (Weine, 1996; Gutmann, 1998).

Una de las modificaciones empleadas ha sido la técnica de obturación de relleno, en la cual, no se utiliza ningún espaciador, se introducen conos estándar libremente al conducto radicular en un solo movimiento, hasta que se recibe una resistencia. Se introducen múltiples conos accesorios como sea posible, cada uno recubierto con sellador (Souza et al., 2009).

Según un estudio realizado por el E.M. Souza, esta técnica tiene la ventaja de que, al no utilizar espaciador, no se corre el riesgo de fractura vertical de la raíz por el grado de compactación de la gutapercha ni tampoco se presentan espacios vacíos generados por el espaciador como se mencionó anteriormente (Shemesh et al., 2008; Souza et al., 2009), sin embargo, dado que no se genera compactación de la gutapercha, es necesario el uso de un cemento sellador que reúna los parámetros suficientes de un cemento sellador ideal (Souza et al., 2009).

Grossman, enumeró los requisitos y características que debe poseer un cemento sellador de conductos radiculares ideal; estos siguen vigentes hoy en día (Grossman, 1958):

1. Debe proporcionar adhesión entre el material y la pared del conducto al fraguar
2. Debe producir un sellado hermético
3. Debe ser radiopaco para poder observarse radiográficamente
4. Debe poseer partículas finas de polvo que se mezclen fácilmente con el líquido
5. No debe encogerse al fraguar
6. No debe pigmentar la estructura dentaria
7. Debe ser bacteriostático o por lo menos, no favorecer la reproducción de bacterias
8. Debe fraguar con lentitud para permitir un tiempo de trabajo adecuado para la colocación del material de obturación
9. Debe ser insoluble en fluidos bucales
10. Debe ser bien tolerado por los tejidos periapicales
11. Debe ser soluble en un solvente común para retirarlo del conducto radicular si fuese necesario.

Además se puede agregar que los cementos selladores no deben ser mutagénicos ni carcinogénicos (Leyhausen et al., 1999), no deben provocar una reacción inmunitaria en los tejidos, no se debe modificar en presencia de humedad ni debe corroerse (Pascon y Spngberg, 1990).

Uno de los materiales más revolucionarios en endodoncia fue el Agregado de Trióxido Mineral (MTA). Los estudios con respecto a la formulación del MTA permitieron a los investigadores conocer la composición de este material y también conocer algunos problemas clínicos relacionados con su aplicación clínica. El aumento de estudios acerca del MTA resultó en el desarrollo de una nueva generación de materiales endodónticos, los cementos a base de silicato de calcio (Tanomaru et al., 2016).

En la actualidad, se está llevando un enfoque en donde los selladores buscan interactuar con la dentina de la raíz, resultando en bio actividad. (Viapiana et al., 2016), tal como sucede con el BioRoot, el cual, es el sellador endodóntico mas nuevo elaborado por Septodont (Tanomaru et al., 2016), este cemento sellador está basado en los beneficios de los materiales de silicato tricálcico y combina la tecnología del biosilicato activo y el biodentine; es un mineral basado en ser sellador de conductos radiculares utilizando el sistema de silicato tricálcico (Camps et al., 2015). BioRoot es bioactivo al estimular el hueso y mineralización de la estructura dentinaria (Camps et al., 2015; Dimitrova et al., 2015). Por lo tanto crea un ambiente favorable para la cicatrización periapical y genera propiedades bioactivas incluyendo biocompatibilidad, (Reichl et al., 2015) formación de hidroxiapatita, mineralización de la estructura dentaria, otorga un PH alcalino y otorga excelentes propiedades de sellado (Tyagi et al., 2013). Este material, presenta un alto grado de pureza y está disponible en presentación de polvo y liquido (Viapana et al., 2016).

BioRoot está indicado para el relleno del conducto radicular en combinación con conos de gutapercha y es adecuado para su uso con técnica de condensación lateral fría (Khalil et al., 2016). Se ha demostrado que BioRoot genera un sellado hermético con la dentina y la gutapercha (Xuereb et al., 2015) y posee una radiopacidad apropiada.

Con gran diferencia, los selladores a base de resina más utilizados han sido los de la serie AH desarrollado por Andre Schroeder en Suiza hace más de 50 años (Azar et al., 2000).

Los materiales más utilizados dentro de este grupo son el AH 26 y el AH Plus. AH Plus, es un derivado del AH 26 que tiene como componentes principales: resina epoxidiamínica, tungstenato cálcico, óxidos de circonio y de hierro, aerosil y aceite de silicona. Se dispensa en sistema pasta-pasta o en jeringa de automezclado. Tiene un tiempo de trabajo de 4 horas y un tiempo de fraguado de 8 horas. Además, es de fluidez alta, presenta buena adherencia a dentina y tiene notable radiopacidad. La matriz resinosa le proporciona buenas características mecánicas a los cementos. Su distribución en los dos componentes es la siguiente. Pasta A: resina epoxi, tungstenato de calcio, óxido de circonio, aerosil, óxido de

hierro, sílice, diglicidil éter de bisfenol-A y bisfenol-F y pigmentos. Pasta B: dibencil-oxanonato-diamina, Tcd-diamina, aerosil, óxido de zirconio, tungstenato de calcio, sílice y aceite de silicona. Básicamente es una resina epoxi bisfenol mejorada (Siqueira et al., 2000). Un material adhesivo a base de resina puede tener el potencial para reducir la microfiltración del canal de la raíz debido a sus propiedades adhesivas y la penetración en las paredes dentinarias. Las pruebas de resistencia mecánica de gutapercha con un sellador de resina (AH Plus) son superiores a las de selladores como óxido de zinc con eugenol o siliconas (Fisher et al., 2007) y presentan una buena resistencia a la dislocación, prueba indicativa de una correcta adhesión (Huffman et al., 2009).

Dado la gran revolución que se presenta actualmente en el lanzamiento al mercado de nuevos cementos selladores resulta recomendable evaluar el grado de filtración de cada uno de ellos.

La microfiltración se define como la capacidad que tienen las bacterias y fluidos orales de penetrar libremente por la interfase entre el material obturador y la pared del conducto; la segunda vía es el flujo de fluidos y sustancias a lo largo de los túbulos abiertos del extremo apical. La suma de la microfiltración por estas dos vías se denomina microfiltración apical (Adamo et al., 1999). Numerosas técnicas han sido empleadas para evaluar in vitro el paso de bacterias, sustancias químicas y fluidos entre la superficie radicular y el material de obturación, entre las cuales se encuentra penetración por tinción, penetración bacteriana, radioisótopos, método electroquímico y filtración de fluidos, centrifugación (Limkangwalmongkol et al., 1992), (Szeremeta-Browar et al., 1985) y nitrato de plata (Ahlberg y Tay, 1998).

Varios estudios se han encaminado en buscar el mejor método para cuantificar y cualificar la microfiltración apical, al tener en cuenta variables como las técnicas de obturación y los cementos selladores, se han empleado una gran variedad de técnicas. Algunas de ellas (penetración de tinta, radioisótopos) han demostrado ciertas desventajas por su complejidad, mientras que el método de penetración bacteriana es una técnica cuantitativa, que se asemeja a la situación clínica de penetración de bacterias, lo cual genera resultados más confiables en cuanto a la microfiltración apical (LaCombe et al., 1988). Muchas cepas han sido

utilizadas para evaluar la filtración, pero los resultados son a menudo contradictorios, probablemente porque depende de la cepa bacteriana usada. *E. Faecalis* forma parte normal de la flora microbiana humana y es predominante entre los microorganismos en dientes tratados endodónticamente con periodontitis apical persistente. También pueden ser detectados *E.faecalis* en las infecciones endodónticas primarias (Almeida et al., 2010).

Tomando en cuenta el tipo de estudio, la microfiltración bacteriana y la técnica de obturación de relleno, hemos encontrado que, el Dr. Souza (Souza et al., 2009) realizó un estudio en el cual tuvo como objetivo estudiar los efectos de las diferentes técnicas de compactación lateral y el porcentaje de gutapercha en el interior de la raíz con cada una de las modificaciones, para esto, utilizó 80 dientes caninos, cortados a la misma longitud e instrumentados de la misma forma, dividió la muestra en 4 grupos de 20 dientes cada uno. En 3 de los grupos utilizó distintos espaciadores para verificar el porcentaje de gutapercha y el 4to grupo, fue el grupo control, en la cual solo introdujeron conos estándar número 25 sin uso de espaciador, estos se llevaron al interior del conducto en una sola intención hasta que se presentó resistencia. Cada cono accesorio fue recubierto por cemento sellador, y sus resultados fueron que, en los tres grupos en los cuales se utilizó espaciador, se observaban pequeños espacios de forma redondeada correspondientes a los espaciadores, estos espacios no fueron vistos en el grupo control, por lo cual se concluyó que esta última técnica no genera espacios y que la clave está en utilizar un adecuado cemento sellador que evite en la mayor medida posible la microfiltración.

La calidad del sellado apical ha sido motivo de numerosas investigaciones por su responsabilidad en la formación de nichos de proliferación bacteriana que son fuente de irritación de los tejidos de sustentación del diente, principalmente en la región apical (Ford y Rowe, 1989).

La contaminación de los conductos radiculares, previamente obturados, de modo secundario, a fracasos de la restauración, recibió una atención seria a mediados de los 80's. numerosos estudios (Swanson y Madison, 1987; Torabinejad et al., 1990; Taylor et al., 1997) examinaron este fenómeno, identificando muchas

fuentes de posible contaminación y enfatizando el papel del clínico en la prevención de la filtración coronal.

En cuanto al estudio de la filtración de diferentes cementos selladores en donde estuvo involucrado el AH Plus y/o el cemento BioRoot, podemos destacar que:

En un estudio, (Dultra et al., 2006) evaluaron la microfiltración apical de cuatro selladores diferentes, Endofill, AH Plus, EndoRez y Epiphany mediante un proceso de tinción con tinta china, evaluando la penetración de la misma con microscopio de medición, observando que los tres cementos resinosos tuvieron una menor filtración; de igual manera, en otro estudio (Leonardo et al., 1998), se evaluó la habilidad selladora de tres cementos selladores, uno a base de óxido de zinc y eugenol (Fill Canal), un cemento sellador a base de ionómero de vidrio (Ketac Endo) y un cemento sellador a base de resina (AH Plus), los cuales fueron obturados con técnica de condensación lateral, pero ellos verificaron la microfiltración a través de la penetración de azul de metileno al 2% en donde obtuvieron resultados similares evidenciando que la microfiltración apical que presentaron Fill Canal y Ketac Endo fue mayor que la filtración presentada por AH Plus.

En un estudio, (De Almeida et al., 2000), observaron que la microfiltración apical obtenida por el cemento a base de resina epóxica (AH Plus) fue significativamente menor que la producida por el cemento a base de óxido de zinc y eugenol empleado en dicho estudio.

Similares resultados fueron encontrados (Kopper et al., 2006) en un estudio in vivo realizado en perros donde se expuso los conductos radiculares al medio oral en 45 y 90 días, en el cual, el cemento sellador AH Plus demostró un mejor sellado que los otros cementos empleados.

En un estudio realizado (Simon, 2016) determinó que, investigando las propiedades del cemento sellador BioRoot, este puede ser considerado como un relleno y no solo como un sellador, esto es gracias a su gran fluidez. Esto representa un verdadero cambio de paradigma.

En otro estudio (Dimitrova, 2016), evaluó in vitro, la biocompatibilidad y las propiedades osteoinductivas de BioRoot en comparación con el Pulp Canal Sealer

utilizando la línea de células derivadas de pulpa de ratón A4 que tienen un potencial osteo/odontogénico y determinó que BioRoot no era tan citotóxico en comparación al otro cemento empleado, no reclutó las células madre pulpares hacia la diferenciación pero conservó sus propiedades intrínsecas osteo-odontogénicas. Determinó que BioRoot es un cemento sellador prometedor, gracias a sus características físico químicas y biocompatibilidad.

Por esta razón, se escoge el AH Plus para comparar el grado de filtración permitida con un producto relativamente nuevo en el mercado, el BioRoot, el cual promete ofrecer excelentes características de un cemento sellador.

Justificación: Uno de los principales factores que llevan al fracaso de la endodoncia es la obturación incompleta del conducto radicular y la falta de sellado tanto apical como coronal, permitiendo la entrada de bacterias y con ello, la recontaminación del sistema de conductos, por lo que constituye la mayor preocupación del odontólogo realizar una obturación hermética que asegure una prolongada y útil permanencia del diente tratado

Dado que, según estudios anteriores, el éxito en la obturación cuando se emplea la técnica de relleno, radica en el tipo de cemento sellador que se use, resulta necesario realizar estudios comparativos con cementos selladores usados actualmente, tal es el caso del cemento sellador AH Plus y el BioRoot, con el fin de valorar que cemento sellador es que el menos filtración permite. Esto ayudará a que el clínico elija un cemento sellador adecuado con el fin de generar un mejor tratamiento endodóntico a beneficio de su paciente, asegurándose de esta forma, que el tratamiento será exitoso y duradero.

## 1.2 Planteamiento del problema

Se ha propuesto que una de las causas de fracaso del tratamiento de conductos es el paso de bacterias a través del forámen apical, por tal motivo, resulta muy importante elegir una adecuada técnica de obturación, así como un buen cemento sellador, que impida en la mayor medida posible, el paso de bacterias al conducto. Se desconoce cuál de los cementos selladores, si AH Plus o BioRoot, permiten menor filtración, empleando la técnica de obturación de relleno.

### Pregunta de investigación

¿Cuál cemento sellador, el AH Plus o el BioRoot, permite mayor grado de filtración cuando se emplean con la técnica de obturación de relleno?

## **2. OBJETIVOS**

### 2.1 Objetivo general

Determinar que cemento sellador, el AH Plus o el BioRoot, permite menor filtración cuando se emplea la técnica de obturación de relleno

### 2.2 Objetivos específicos.

- Valorar el grado de filtración que permite el cemento sellador AH Plus empleando la técnica de obturación de relleno.
- Valorar el grado de filtración que permite el cemento sellador BioRoot empleando la técnica de obturación de relleno
- Comparar el grado de filtración del cemento sellador AH Plus vs BioRoot, empleando la técnica de obturación de relleno.

### **3. METODOLOGIA**

#### **3.1 Sujeto experimental**

Es un estudio experimental *in vitro* utilizando 60 raíces dentarias, permanentes, humanas, unirradiculares, extraídas, instrumentados y divididos según el cemento sellador empleado: G1: AH Plus; G2: BioRoot; Control Positivo: sin obturar y Control negativo: obturadas con Silco y selladas con Ionómero de Vidrio en la porción cervical.

##### Criterios de Inclusión

- Dientes unirradiculares
- Dientes con corona completa
- Dientes con raíz recta
- Dientes permanentes
- Dientes con ápices cerrados
- Dientes con longitud de la raíz menor a 25 milímetros
- Dientes libres de calcificaciones en el conducto

##### Criterios de exclusión

- Dientes con fracturas
- Dientes con caries grado 3
- Dientes multirradiculares
- Dientes con dilaceraciones
- Dientes con formación incompleta de la raíz
- Dientes con resorciones internas y/o externas

##### Criterios de eliminación

- Dientes con separación de limas dentro del conducto.
- Dientes que se fracturen durante el procedimiento.

#### **3.2 Métodos**

El estudio se llevó a cabo en el periodo 2017-2018 en el laboratorio de investigación de la Facultad de Medicina de la Universidad Autónoma de Querétaro.

## Descripción de las variables

- Microfiltración bacteriana radicular. Es el paso de bacterias y sustancias de desecho a través del relleno radicular, lo cual es debido a una adaptación deficiente de los materiales, a la solubilidad del cemento sellador, o a la contracción del relleno radicular durante la reacción de fraguado.
- Cemento sellador AH Plus. Fabricado por Dentsply, cemento sellador de conductos basado en un polímero de epoxi-amina y es usado para sellado permanente conforme a los estándares más elevados.
- Cemento sellador BioRoot. Fabricado por Septodont, cemento sellador bioactivo basado en una química mineral de alta pureza y libre de monómeros. Indicado en obturación permanente del conducto radicular en combinación con puntas de gutapercha, tanto para pulpa vital como necrótica, o después de un procedimiento de repetición del tratamiento. BioRoot es adecuado para su uso en la técnica de cono único o de condensación lateral en frío.
- Cemento sellador Silco. Cemento sellador de conductos basado en óxido de zinc y eugenol. Es uno de los cementos más estudiados en endodoncia. Se le atribuyen funciones antimicrobianas y como cito-protector de las células tisulares.

## Definición de plan de procesamiento

### Material y equipo

Para llevar a cabo dicho proyecto *in vitro*, se empleó lo siguiente: 60 órganos dentales permanentes obtenidos a partir de la recolección de dientes humanos en el Centro de Salud de ciudad Delicias Chihuahua, con el único propósito de emplearlos con fines de investigación; recipiente de plástico, solución fisiológica, cureta, radiografiador, rayo X dental, hipoclorito de sodio al 5.25%, disco de diamante, pieza de baja velocidad, regla milimétrica, plumón indeleble, lima tipo K #10 y #15 (Dentsply Maillefer®), anillo endodóntico, jeringa hipodérmica de 5ml, aguja Endo Eze (Ultradent), limas rotatorias TF™ Adaptive (SybronEndo), motor endodóntico Elements (SybronEndo), lima tipo K #35 (Dentsply Maillefer®), agua

destilada, eyector endodóntico, autoclave, bolsas para esterilizar, tubos eppendorf de 1.5 ml, frascos de vidrio, polímero metil metacrilato azul (Quarz), acrílico líquido autopolimerizable (Opti-cryl), micromotor dental, fresón de bola, plastilina epóxica, pegamento instantáneo, silicona en frío, barniz en gel, gotero, godete de vidrio, cemento sellador AH Plus (Dentsply Maillefer®), cemento sellador BioRoot RCS™ (Septodont), cemento sellador SILCO, ionómero de vidrio Fuji II autocurable, loseta de vidrio, pinzas de curación con broche de sujeción, Glick, mechero de plástico, alcohol de 96°, espátula de cemento, puntas de gutapercha 35/02 y medium fine (Dentsply Maillefer®), puntas de papel absorbente #35 (Meta® Biomed), Chromocult® (Merk), infusión cerebro corazón, Enterococos *faecalis*, báscula, micropipeta de 100-1000 microlitros, incubadora microbiológica, pipetas graduadas de vidrio, mechero de bunsen, bitácora diaria.

#### Preparación de las muestras.

Fueron recolectados 60 órganos dentales permanentes, unirradiculares. Los dientes fueron limpiados y posteriormente desinfectados con hipoclorito de sodio al 5.25%, se les tomó radiografía a cada órgano dental con el fin de verificar que presentaran solo 1 conducto permeable. Los órganos dentales fueron estandarizados a una longitud de 12 mm con una regla milimetrada, tomando como punto de referencia el ápice radicular. (Fig. 1 (a y b)).



a.



b.

Fig 1. (a). Toma de radiografías para verificar un conducto permeable.  
(b) Estandarización radicular a 12 mm desde el ápice.

Se procedió a cortar los órganos dentales a la longitud previamente marcada, con un disco de diamante a baja velocidad y posteriormente se lavaron las raíces con agua destilada para eliminar el remanente dentario localizado en la superficie radicular. (Fig. 2)



Fig 2. Corte de corona clínica para obtener raíces de 12 mm

Se tomó longitud de trabajo con lima tipo K #15 (Dentsply Maillefer®) y posteriormente se inició la preparación biomecánica. Se instrumentaron los conductos con limas rotatorias SM1, SM2 Y SM3 del sistema TF™ Adaptive (SybronEndo) activadas por el motor Elements (SybronEndo). (Fig.3 (a y b)). Finalmente, cada conducto fue instrumentado con lima tipo K #35 (Dentsply Maillefer®), tomando esta, como la lima apical maestra. Durante la preparación biomecánica, se irrigó cada conducto con hipoclorito de sodio al 5.25% entre cada lima y se introducía una lima tipo K #15 (Dentsply Maillefer®), traspasando el límite apical, con la finalidad de mantener la permeabilidad apical.



a.



b.

Fig. 3. Preparación Biomecánica. (a) Toma de longitud de trabajo (b) Instrumentación rotatoria con sistema TF<sup>TM</sup> Adaptive SM1, SM2 y SM3.

Las raíces previamente instrumentadas, se esterilizaron a  $126\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$  durante 20 minutos.

Se procedió a realizar el ensamblaje de la parte superior de la doble cámara, para lo cual, se cortó el extremo puntiagudo de los tubos eppendorf en la marca de los 0.5ml con un disco de diamante y un micromotor dental, luego, con una fresa de bola se cortaron las tapas metálicas, con la finalidad de poder adaptar la parte superior de los tubos eppendorf. (Fig 4. (a y b)).



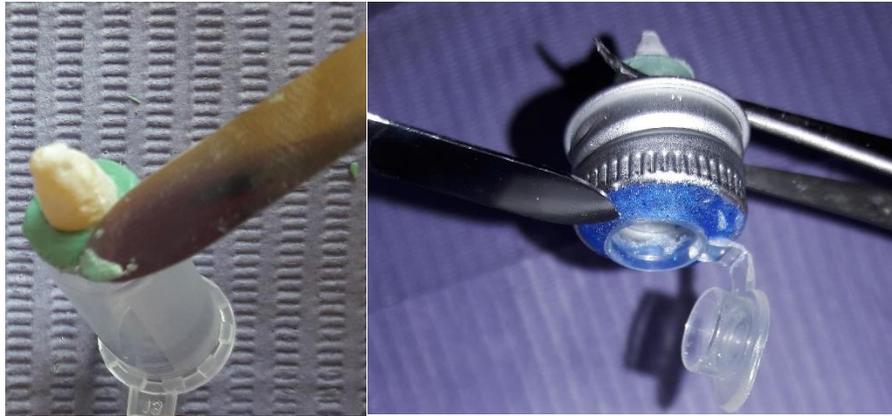
a.



b.

Fig 4. Preparación de la cámara superior (a) corte de los tubos eppendorf (b) corte de las tapas metálicas

Se adaptó la raíz al tubo eppendorf con la ayuda de la plastilina epóxica, la cual fue mezclada de acuerdo a las especificaciones del fabricante. Posteriormente, se adaptó el tubo eppendorf y la tapa metálica con acrílico azul de uso dental y se reforzó el sello con una capa de pegamento instantáneo. (Fig 5. (a y b)).



a.

b.

Fig 5. Adaptación de cámara superior. (a) adaptación de la raíz dental al tubo eppendorf. (b) adaptación del tubo eppendorf a la tapa metálica.

Las cámaras superiores se sometieron a esterilización a una temperatura de  $126^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  durante 20 minutos.

Todos los procedimientos que a continuación se mencionarán, se realizaron bajo el uso de barreras de protección estériles (guantes, cubrebocas, bata, gorro, campo de trabajo) y en un medio ambiente lo más estéril posible, empleando mecheros de bunsen en el área de trabajo con la finalidad de mantener adecuada el área.

Posteriormente, la muestra fue dividida de manera aleatoria en 2 grupos experimentales y 2 grupos control.

### Grupo 1 (G1)

- obturados con técnica de relleno y cemento sellador AH PLUS

### Grupo 2 (G2)

- obturados con técnica de relleno y cemento sellador BioRoot

### Control Positivo (G3)

- sin obturar

### Control Negativo (G4)

- obturados con técnica de relleno y cemento sellador SILCO y selladas con Ionómero de vidrio en porción cervical

Se colocó en un recipiente con hipoclorito de sodio al 5.25% conos de gutapercha estandarizada #35, identificadas a 12 mm, durante 2 minutos y se secaron dichos conos con cuadros de gasas estériles.

#### **Grupo 1:**

\*20 órganos dentarios obturados con cemento sellador AH Plus. (Fig 6. (a y b))

1. Se colocó en un recipiente con hipoclorito de sodio al 5.25% conos de gutapercha médium fine (Meta Biomed) durante 2 minutos
2. Se mezcló el cemento sellador AH Plus en una loseta de vidrio, de acuerdo a las instrucciones del fabricante.
3. Se secaron los conos de gutapercha médium fine con cuadros de gasas estériles.
4. Se impregnó el cono de gutapercha #35 con cemento sellador, a lo largo de toda la longitud del cono, tomándolo con una pinza y con un ligero movimiento de bombeo se introdujo en el conducto hasta que el cono llegara a longitud de trabajo.
5. Se colocaron conos accesorios medium fine (meta Biomed) impregnados de igual forma con cemento sellador. Estos conos

accesorios se introdujeron al conducto radicular hasta que este último lo permitiera, SIN UTILIZAR ESPACIADOR.

6. Se procedió a cortar el penacho de gutapercha. Para tal efecto, se empleó un mechero de plástico, el cual calentó el extremo en forma de cilindro de la espátula Glick (TBS).

### **Grupo 2:**

20 órganos dentarios obturados con cemento sellador BioRoot. (Fig. 6 C)  
Se realizó el mismo procedimiento que para el cemento sellador AH Plus y atendiendo las especificaciones del fabricante.

### **Grupo 3:**

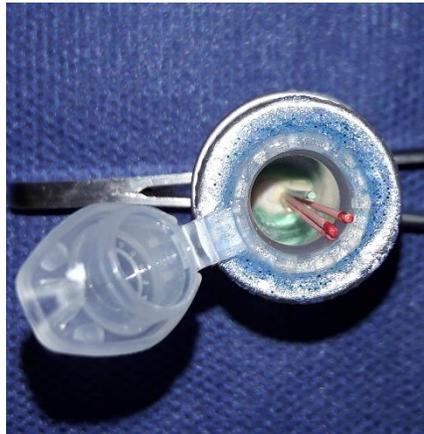
Control positivo, el cual consiste en 10 órganos dentarios instrumentados, pero sin obturar.

### **Grupo 4:**

Control negativo, el cual consiste en 10 órganos dentarios obturados con cemento sellador SILCO de la misma manera en que se obturó el grupo 1 y 2 y posteriormente se colocó un sello a base de ionómero de vidrio en la porción cervical.



a.



b.



c.

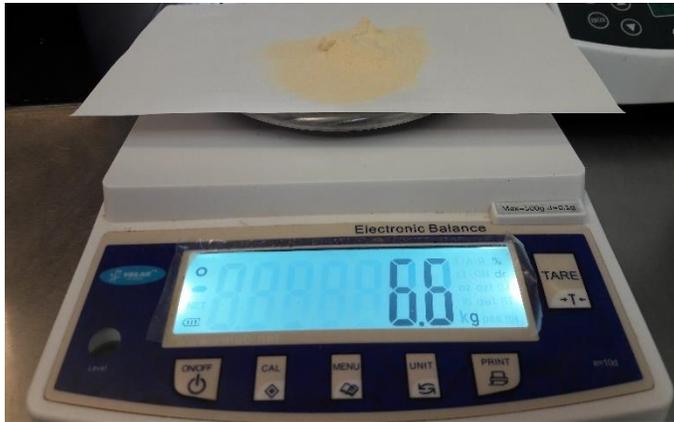
Fig 6. Obturación. (a) Colocación de puntas de gutapercha en hipoclorito de sodio al 5.25%. (b) técnica de relleno y cemento sellador AH Plus. (c) técnica de relleno y cemento sellador BioRoot

Una vez obturadas, se colocó nuevamente pegamento instantáneo en la unión del tubo eppendorf con la tapa metálica y en la unión del tubo eppendorf con la raíz y se cubrió la superficie con doble capa de barniz en gel, todo esto con la finalidad de generar un buen sellador de las superficies. En la unión del tubo eppendorf y la raíz, también se reforzó con una capa de silicón frío.

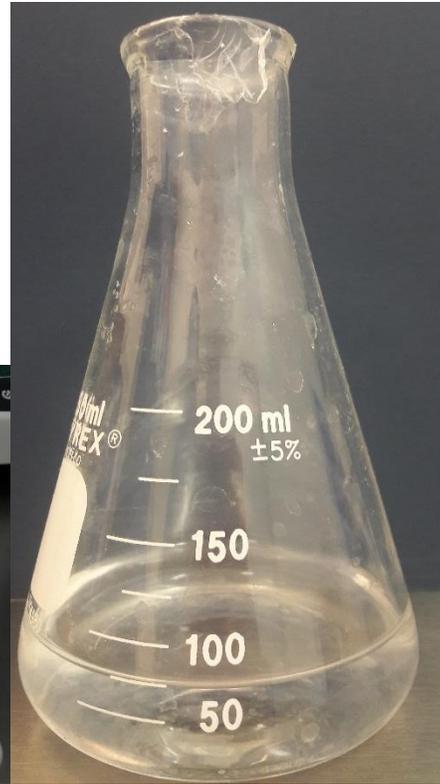
Las cámaras ya armadas fueron colocadas en bolsas estériles para su posterior uso.

Se procedió a preparar la infusión cerebro – corazón (BHI) y el Chromocult® Enterococci Broth de la marca MERCK, éste caldo permite detectar la presencia de la enzima Beta D-Glucosidasa propia del Enterococcus, la cual si ésta presente cambia el color del caldo de Chromocult® de amarillo a azul verdoso.

Se realizaron las conversiones necesarias, de acuerdo a las especificaciones del fabricante (Fig 7 (a y b)).



a.



b.

Fig 7. Preparación de infusión BHI/Chromocult (a) Medición exacta en gramos de polvo. (b) Medición exacta de agua destilada.

Se esterizaron estas preparaciones y posteriormente se incubaron a 37° C, la infusión BHI por 24 horas y el Chromocult por 48 horas.

Transcurridas las 24 horas, se contaminó el BHI con *Enterococo Faecalis* y se procedió a incubar nuevamente durante 24 horas a 37°C. (Fig 8 (a y b)).



a

b

Fig 8. Contaminación de BHI (a). Toma de *Enterococo faecalis* (b). BHI recién contaminado por *E. faecalis*

Se procedió a esterilizar los frascos de vidrio correspondientes a la cámara inferior a una temperatura de  $126\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2$  durante 20 minutos. posteriormente se colocó el caldo Chromocult en el frasco de vidrio y se colocó la cámara superior, verificando que la raíz estuviera en contacto con el caldo solo en el tercio apical. Con ayuda de micropipeta de 100-1000 microlitros, se colocaron 1000 microlitros de BHI previamente contaminado con *Enterococo faecalis* en la cámara superior y se verificó el cierre hermético de la cámara tanto superior como inferior. (Fig 9 (a y b)).



a.



b.

Fig 9. Colocación de caldos (a) colocación de Chromocult en cámara inferior verificando que el caldo solo contactara con tercio apical. (b) colocación de BHI contaminado con *Enterococo faecalis* en cámara superior.

Todas las muestras fueron identificadas por grupos y posteriormente fueron colocadas en la incubadora microbiológica a 37°C. (Fig. 10)



Fig. 10 Almacenamiento de muestras en incubadora microbiológica

Las cámaras fueron observadas a diario durante un periodo de 30 días. El caldo de BHI de cada tubo se cambió cada 4 días, retirando 500 microlitros del caldo de la cámara superior y colocando 500 micro litros de BHI, preparado 48 horas previas. Se anotó a los cuantos días se produjo la filtración bacteriana en cada una de las muestras, esto detectado a través del cambio de coloración del caldo de la cámara inferior (Fig 11)



Fig 11. Cambio de coloración del caldo Chromocult, por presencia de *Enterococo faecalis*, generada por microfiltración

Finalmente, las muestras contaminadas, se sometieron a esterilización a una temperatura de  $126\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2$  durante 20 minutos para su posterior eliminación.

Análisis descriptivo.

Los datos se obtuvieron de la observación diaria realizada a las muestras, identificando el día en el que hubo cambio de color del reactivo de identificación (Chromocult®) producto de la filtración bacteriana (*E. faecalis*) que atravesó el material de obturación a lo largo del conducto radicular en los distintos grupos.

### 3.3 Análisis Estadístico.

Los datos fueron almacenados en hojas de Microsoft Excel y se realizó el análisis estadístico de chi-cuadrada, considerando valores estadísticamente significativos a un valor de  $p \leq 0.05$ .

#### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

##### 4.1 Resultados.

En la tabla 1 se muestra la comparación de microfiltración por cada periodo de tiempo de grupos experimentales, en donde se observa que tanto el AH Plus como el BioRoot presentaron una microfiltración muy similar por cada periodo de tiempo y que, al terminar el periodo de observación a los 30 días, existían la misma cantidad de muestras filtradas en ambos grupos.

**Tabla 1. COMPARACIÓN DE MICROFILTRACIÓN POR CADA PERIODO DE TIEMPO DE GRUPOS EXPERIMENTALES**

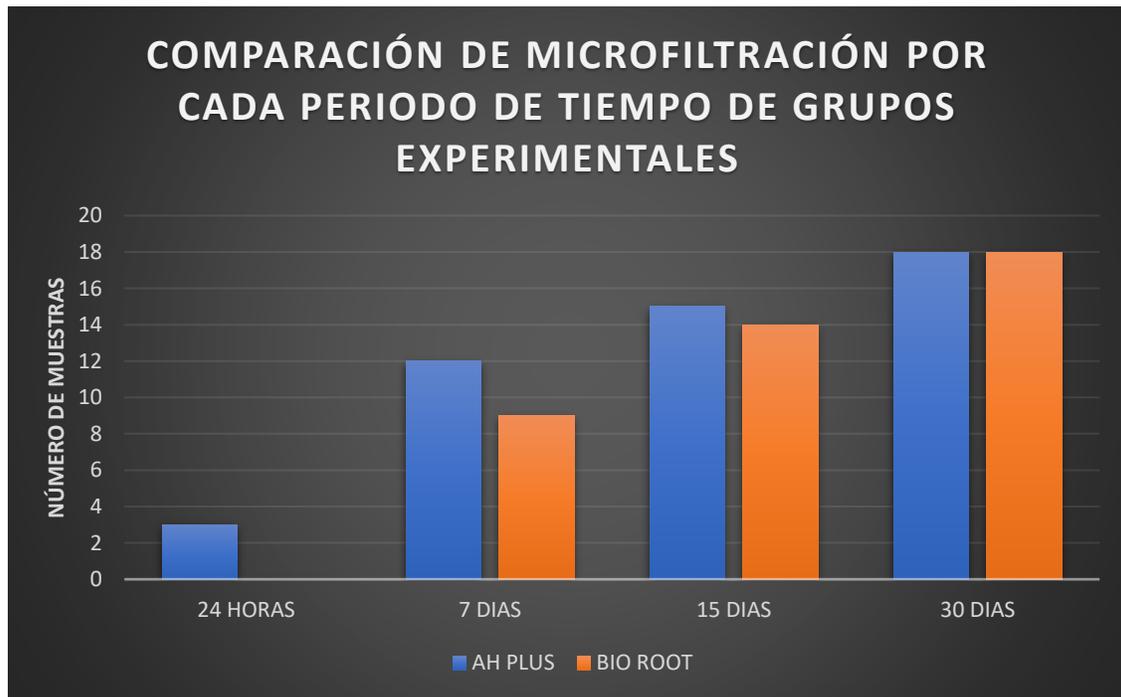
Frecuencia (%)			
	AH PLUS G1 (n=20)	BIO ROOT G2 (n=20)	Valor de p
24 HORAS	3 (15%)	0 (0%)	0.3027
7 DIAS	9 (45%)	9 (45%)	
15 DIAS	3 (15%)	5 (25%)	
30 DIAS	3 (15%)	4 (20%)	
TOTAL	18 (90%)	18 (90%)	

Prueba estadística: chi-cuadrada

Al comparar los resultados entre los dos grupos experimentales, no existieron diferencias estadísticamente significativas, sin embargo, en el Grafico 1 se muestra la comparación de microfiltración por cada periodo de tiempo de grupos experimentales, en donde se observa una pequeña diferencia en la microfiltración a las 24 horas, observando que el AH Plus si presentó filtración de *E. faecalis* en las primeras 24 horas de su exposición en un 15% del número de muestras observadas a diferencia del BioRoot el cual presentó filtración hasta el periodo de los 7 días de observación.

Y de igual forma, se identifica que, al finalizar el periodo de observación, a los 30 días, el número de muestras filtradas fueron exactamente las mismas para ambos grupos experimentales.

**Gráfico 1.**



En la tabla 2, se muestra una comparación de microfiltración por cada periodo de tiempo de grupos control, en donde se observa que el grupo control positivo presentó microfiltración del 100% de sus muestras en las primeras 24 horas, a diferencia del grupo control negativo en donde el número máximo de muestras filtradas se presentó en el periodo de los 15 días en un 40% de sus muestras.

Con estos resultados se puede verificar la funcionalidad del modelo de filtración al detectar la microfiltración casi inmediata del 100% de las muestras del control positivo, en las cuales se esperaba que el cambio de color del reactivo de identificación (Chromocult®) producto de la filtración bacteriana (*E. faecalis*) se presentara en un periodo de tiempo muy corto.

Al comparar ambos grupos se puede hacer hincapié en la necesidad de colocar un material de obturación adecuado dentro del conducto y, además, un material de restauración que impida en la mayor medida posible la microfiltración.

De acuerdo a la filtración presentada en el grupo control negativo, se puede observar que ésta se presentó en el 50% de las muestras, lo cual, lo podemos atribuir a posibles microfiltraciones a lo largo del conducto radicular y/o a una inadecuada colocación del material empleado para sellar la entrada del conducto, sin embargo, estos resultados nos muestran que para evitar la microfiltración bacteriana, es de vital importancia colocar además de una adecuada obturación del conducto radicular y un material que selle la entrada del sistema de conductos radiculares, una obturación definitiva que genere un sellado de 360°.

Si tomamos en cuenta estos tres elementos anteriormente mencionados, se logrará evitar la microfiltración bacteriana en un 100% de los casos.

**Tabla 2. COMPARACIÓN DE MICROFILTRACIÓN POR CADA PERIODO DE TIEMPO DE GRUPOS CONTROL**

<b>Frecuencia (%)</b>		
	<b>CONTROL + G3 (n=10)</b>	<b>CONTROL - G4 (n=10)</b>
24 HORAS	10 (100%)	0 (%)
7 DIAS	0 (0%)	1 (10%)
15 DIAS	0 (0%)	4 (40%)
30 DIAS	0 (0%)	0 (0%)
TOTAL	10 (100%)	5 (50%)

En la tabla 3, se muestra el número total de microfiltración por periodo de tiempo, en donde se observa que al finalizar el tiempo de observación, se presentó casi la totalidad de las muestras filtradas en ambos grupos de observación (90% para AH Plus y 90% para BioRoot), el 100% para el control positivo y solo el 50% para el control negativo, resaltando nuevamente la necesidad de colocar un material que selle la entrada del conducto y posteriormente un material de restauración definitiva que permita un sellado de 360°.

**Tabla 3. NÚMERO TOTAL DE MICROFILTRACION POR PERIODO DE TIEMPO**  
**Frecuencia Acumulada**  
**(%)**

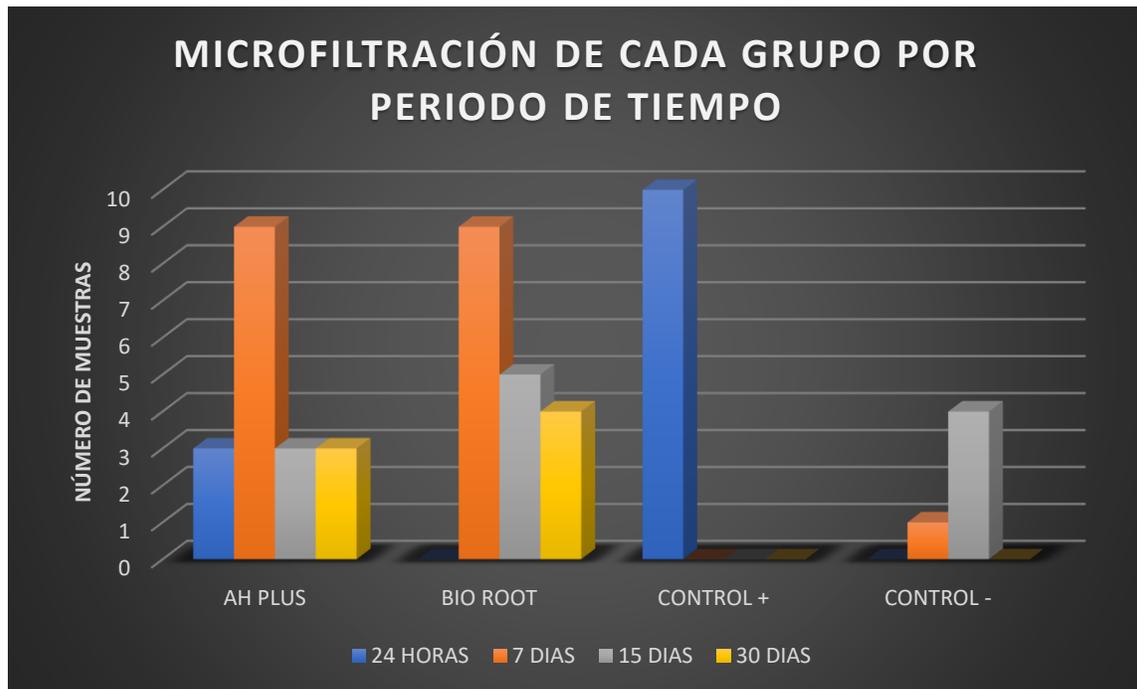
	<b>AH PLUS G1 (n=20)</b>	<b>BIO ROOT G2 (n=20)</b>	<b>CONTROL + G3 (n=10)</b>	<b>CONTROL - G4 (n=10)</b>
24 HORAS	3 (15%)	0 (0%)	10 (100%)	0 (%)
7 DIAS	12 (60%)	9 (45%)	10 (100%)	1 (10%)
15 DIAS	15 (75%)	14 (70%)	10 (100%)	5 (50%)
30 DIAS	18 (90%)	18 (90%)	10 (100%)	50 (50%)

En el grafico 2, se muestra la microfiltración de cada grupo por periodo de tiempo, en el cual, se observa que el pico máximo de microfiltración para los grupos experimentales fue en el periodo de 7 días; para el control positivo fue a las 24 horas y para el control negativo fue a los 15 días.

Estos resultados observados en los grupos experimentales, lo podemos atribuir a las propiedades antimicrobianas presentes en los cementos selladores, que impiden la invasión de bacterias a lo largo del conducto radicular durante los primeros días.

Los resultados obtenidos en el control negativo lo podemos atribuir de igual forma a la capacidad antimicrobiana del cemento sellador en conjunto al material sellador colocado en la entrada del conducto, los cuales funcionaron como barreras que hicieron más difícil el paso de bacterias hasta el tercio apical.

Gráfico 2.



## 4.2 Discusión.

Uno de los principales factores que llevan al fracaso de la endodoncia es la obturación incompleta del conducto radicular y la falta de sellado tanto apical como coronal, permitiendo la entrada de bacterias y con ello, la recontaminación del sistema de conductos, por lo que constituye la mayor preocupación del odontólogo realizar una obturación hermética que asegure una prolongada y útil permanencia del diente tratado.

El objetivo de este estudio fue determinar que cemento sellador, el AH Plus o el BioRoot, permite menor filtración cuando se emplea la técnica de obturación de relleno.

Para llevar a cabo dicho estudio se empleó *E. faecalis*, esto debido a que se considera el principal microorganismo encontrado en enfermedades endodónticas persistentes relacionadas a fracaso endodóntico (Pinheiro, 2003), además, los estudios que utilizan cultivos de bacterias, pueden considerarse que tienen un significado más biológico que las pruebas de filtración de colorante, ya que puede reflejar de cerca la situación clínica y proporcionar datos más precisos y reproducibles (Almeida, 2010).

Varias técnicas de obturación del conducto radicular han sido ampliamente estudiadas, principalmente la condensación lateral, la cual ha sido el estándar de oro para modificar o establecer nuevas técnicas. Una de las modificaciones empleadas ha sido la técnica de obturación de relleno, propuesta por el Dr. E. Souza en la cual, no se utiliza ningún espaciador, se introducen conos estándar libremente al conducto radicular en un solo movimiento, hasta que se recibe una resistencia. Se introducen múltiples conos accesorios como sea posible, cada uno recubierto con sellador (Souza et al., 2009).

Según estudios previos, dado que esta técnica, no genera compactación de la gutapercha, es necesario el uso de un cemento sellador que reúna los parámetros suficientes de un cemento sellador ideal (Souza et al., 2009).

Sin embargo, de acuerdo a nuestros resultados, podemos decir que, a pesar de las grandes propiedades que nos ofrecen los cementos selladores hoy en

día, no se ha logrado obtener un cemento sellador endodóntico que reúna las características suficientes de un cemento ideal.

En nuestro estudio, empleamos la técnica de obturación de relleno con dos de los mejores cementos selladores que tenemos actualmente en el mercado, y, sin embargo, la microfiliación se hizo presente en casi la totalidad de nuestras muestras estudiadas.

Como es bien conocido, el cemento sellador de conductos radiculares debe proporcionar los mejores resultados de tratamiento durante mucho tiempo, evitando de esta forma la microfiliación o el paso de bacterias a través del conducto radicular por el mayor tiempo posible, considero que para poder emplear la técnica de obturación de relleno, debemos de estar seguros de la capacidad de sellado que puede tener el cemento sellador a emplear, de otra forma, debemos de optar por emplear una técnica de obturación alternativa.

BioRoot, según estudios, está indicado para el relleno del conducto radicular ya sea en combinación con conos de gutapercha y sin necesidad de ningún procedimiento de compactación (Khalil et al., 2016), sin embargo, nuestro estudio no esta de acuerdo con lo anterior, pues con una técnica en la que no se generó compactación de gutapercha como lo es la técnica de obturación de relleno, la microfiliación estuvo presente.

Nuestro estudio esta en desacuerdo con estudios anteriores que mencionan que, gracias a las propiedades del cemento sellador BioRoot, este puede ser considerado como un relleno y no solo como un sellador (Simon, 2016). Las diferencias entre los resultados se pueden deber a que en nuestro estudio se empleó *E. faecalis*, un microorganismo persistente que puede mantenerse vivo por una cantidad de tiempo indefinida, permitiendo con ello, el paso de la bacteria a través de los conductos y generando microfiliación.

Los resultados de este estudio concuerdan con algunos otros que concluyeron que ningún material puede sellar completamente el conducto radicular (Irala, 2010).

En el presente estudio, ninguno de los cementos selladores empleados logró impedir la microfiliación bacteriana, además de ello, el empleo de un material

de obturación empleado como sellador en la porción cervical del conducto radicular, tampoco logro impermeabilizar totalmente el sistema de conductos radiculares cuando fueron expuestos al *E. faecalis*.

Nuestro estudio esta de acuerdo con un estudio que menciona que el acceso, la preparación y la obturación radicular no son suficientes para lograr el éxito endodóntico, pues deben de ser complementados por la irrigación, la medicación intraconducto y un buen sellado coronal temporal y definitivo (Hilú, 2009). Algunos autores, concuerdan que ninguna técnica o materiales de obturación han impedido la filtración bacteriana (Almeida, 2010).

El éxito de una endodoncia depende de un tratamiento correctamente realizado en donde se empleen las mejores técnicas de obturación y los mejores cementos selladores del mercado y esto a su vez requiere de una oportuna elección del tipo de restauración, tanto temporal como permanente. Debido a esto, la obturación provisional debe proporcionar un buen sellado coronario para evitar la contaminación microbiana, (Bailón, 2011). Así mismo, es importante planificar la rehabilitación del órgano dental tratado que genere un sellado hermético de 360° e impida la microfiltración bacteriana. Todo esto lo podemos hacer notar con nuestros resultados obtenidos del grupo control negativo en donde destacamos que se realizó una obturación endodóntica con la técnica de relleno, al igual que con los grupos experimentales, sin embargo en este grupo control se colocó un material en la porción cervical de la raíz, con la finalidad de sellar la entrada de los conductos, impidiendo de esta forma, la microfiltración en los primeros días, a diferencia de los dos grupos experimentales, sin embargo, se hace notar que ese material sellador no fue suficiente para impedir el paso de bacterias al transcurrir el tiempo, por lo que resulta de vital importancia, la colocación de una restauración definitiva que asegure un sellado hermético en todas las paredes o márgenes del diente.

#### 4.3 Conclusiones.

Bajo las condiciones de este estudio *in vitro* podemos concluir que hoy en día, la técnica de obturación de relleno no debe de considerarse como una técnica de elección ya que aun no se cuenta con un cemento sellador que reúna todos los elementos necesarios para ser un cemento sellador ideal.

Ninguno de los cementos selladores empleados en nuestro estudio, impidieron la filtración bacteriana con *E. faecalis* y, además, los dos cementos selladores estudiados (AH Plus y BioRoot) generaron resultados estadísticamente similares.

El éxito endodóntico no radica simplemente en la técnica de obturación o cementos selladores empleados, si bien, ambos son factores sumamente importantes, también lo es la colocación de un material en la porción cervical de la raíz, que selle la entrada del sistema de conductos radiculares y posteriormente la colocación de una obturación temporal y definitiva, que genere el sellado hermético e impida durante un largo periodo de tiempo la entrada de bacterias al conducto radicular.

## 5. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Abbott P., Limkangwalmongkol S., and Sandler A. 1992. Apical dye penetration with four root canal sealers and gutta-percha using longitudinal sectioning. *J Endod.* 18(11):535–539.
- Aciemo T., Cha B., and Spngberg L. 1989. Influence of entrapped air on the accuracy of leakage studies using dye penetration methods. *J Endod.* 15(11):548–551.
- Adamo HL., Boylan RJ., Buruiana R., and Schertzer L. 1999. A comparison of MTA, Super-EBA, composite and amalgam as root-end filling materials using a bacterial microleakage model. *Int Endod J.* 32(3):197–203.
- Ahlberg KMF., and Tay W. 1998. A methacrylate-based cement used as a root canal sealer. *Int Endod J.* 31(1):15–21.
- Almeida I., Pecora D., Perdomo M., and Ferrari P. 2010. Evaluación de la filtración bacteriana en conductos radiculares sellados por tres diferentes tecnicas de obturación. *Endodoncia.* 28 (3):127-134.
- Almeida W., Leonardo M., Silva L., and Utrilla L. 1998. Histological evaluation of the response of apical tissues to glass ionomer and zinc oxide-eugenol based sealers in dog teeth after root canal treatment. *Dent Traumatol.* 14(6):257–261.
- Ardila-Osorio H., Baudry A., Dimitrova-Nakov S., Kellermann O., Richard G., and Uzunoglu E. 2015. In vitro bioactivity of Bioroot™ RCS, via A4 mouse pulpal stem cells. *Dent Mater.* 31(11):1290–1297.
- Artaza L., De Silvio A., and Goldberg F. 2001. Effectiveness of different obturation techniques in the filling of simulated lateral canals. *J Endod.* 27(5):362–364.
- Azar NG., Bahrami ZS., Heidari M., and Shokri F. 2000. In vitro cytotoxicity of a new epoxy resin root canal sealer. *J Endod.* 26(8):462–465.
- Bahcall J., Berzins D., and Fisher M. 2007. An in vitro comparison of bond strength of various obturation materials to root canal dentin using a push-out test design. *J Endod.* 33(7):856–858.

- Balandrano F., and Hilú R. 2009. Opinión del experto, el éxito en endodoncia. *Endodoncia (Mex)*. 27(3):131–138.
- Barroso JM., Capelli A., Carrasco LD., Dutra F., Guerisoli DMZ., and Pécora JD. 2006. Evaluation of apical microleakage of teeth sealed with four different root canal sealers. *J Appl Oral Sci*. 14(5):341–345.
- Bönecker G., De Paula R.C.M., Feitosa J.P.A., Maniglia-Ferreira C., Silva JBA., and Souza-Filho FJ. 2008. Degradation of trans-polyisoprene after root filling with thermoplasticized techniques. *Int Endod J*. 41(4):296–302.
- Brantley W.A., Gerstein H., and Walia H. 1988. An initial investigation of the bending and torsional properties of Nitinol root canal files. *J Endod*. 14(7):346–351.
- Brayton S.M., Davis S.R., Goldman M. 1973. Gutta-percha root canal fillings: An in vitro analysis. Part I. *Oral Surgery, Oral Med Oral Pathol*. 35(2):226–231.
- Briseno B.M., and Sonnabend E. 1991. The influence of different root canal instruments on root canal preparation: an in vitro study. *Int Endod J*. 24(1):15–23.
- Budd C.S., Kulild J.C., and Weller R.N. 1991. A comparison of thermoplasticized injectable gutta-percha obturation techniques. *J Endod*. 17(6):260–264.
- Burns R.C., and Cohen S. 2002. *Vías de la pulpa*. Elsevier Science Madrid.
- Cailleateau J.G., and Mullaney T.P. 1997. Prevalence of teaching apical patency and various instrumentation and obturation techniques in United States dental schools. *J Endod*. 23(6):394–396.
- Camilleri J., Camilleri L., Moynzadeh A., Tanomaru F., Viapiana R., and Wesselink P. 2016. Porosity and sealing ability of root fillings with gutta-percha and BioRoot RCS or AH Plus sealers. Evaluation by three *ex vivo* methods. *Int Endod J*. 49(8):774–782.
- Camilleri J., Damidot D., Sammut C., Vella P., and Xuereb M. 2015. In Situ Assessment of the Setting of Tricalcium Silicate-based Sealers Using a Dentin Pressure Model.

J Endod. 41(1):111–124.

Camilleri J., Khalil I., and Naaman A. 2016. Properties of Tricalcium Silicate Sealers. J Endod. 42(10):1539–1535.

Campbell A., Hicks M., Lacombe J., and Pelleu G. 1988. A comparison of the apical seal produced by two thermoplasticized injectable gutta-percha techniques. J Endod. 14(9):445–450.

Camps J., El Ayachi I., Jeanneau C., and Laurent P. 2015. About I. Bioactivity of a Calcium Silicate-based Endodontic Cement (BioRoot RCS): Interactions with Human Periodontal Ligament Cells In Vitro. J Endod. 41(9):1469–1473.

Cehreli Z., Dagli F., Gulsahi K., and Kuraner T. 2007. Sealer area associated with cold lateral condensation of gutta-percha and warm coated carrier filling systems in canals prepared with various rotary NiTi systems. Int Endod J. 40(4):275–281.

Collins J., Kulild J., Lee C., and Walker MP. 2006. A comparison of three gutta-percha obturation techniques to replicate canal irregularities. J Endod. 32(8):762–765.

Covey D., Gound T., Jarrett I.S., Karmazin M., Lavin M., Marx D. 2004. Percentage of canals filled in apical cross sections—an in vitro study of seven obturation techniques. Int Endod J. 37(6):392–398.

De Almeida W.A., Leonardo M.R., and Silva L.A.B. 2000. Evaluation of apical sealing of three endodontic sealers. Int Endod J. 33(1):25–27.

Della B., Figueiredo J., Kopper PMP., Porto S., and Vanni J. 2006. In vivo evaluation of the sealing ability of two endodontic sealers in root canals exposed to the oral environment for 45 and 90 days. J Appl Oral Sci. 14(1):43–48.

Derkson G.D., Derkson M.E., and Pashley D.H. 1986. Microleakage measurement of selected restorative materials: a new in vitro method. J Prosthet Dent. 56(4):435–440.

Dimitrova N. 2015. Bioactivity of BioRoot RCS, a root canal sealer, via A4 mouse pulpal

stem cells in vitro. *Dental Materials*: available online.

Dulaimi S.F., and Wali Al-Hashimi M.K. 2005. A comparison of spreader penetration depth and load required during lateral condensation in teeth prepared using various root canal preparation techniques. *Int Endod J.* 38(8):510–515.

Dummer P.M.H., and Qualtrough A.J.E. 1997. Undergraduate endodontic teaching in the United Kingdom: an update. *Int Endod J.* 30(4):234–239.

Eguchi D.S., Hollinger J.O., Lorton L., and Peters D.D. 1985. A comparison of the area of the canal space occupied by gutta-percha following four gutta-percha obturation techniques using Procosol sealer. *J Endod.* 11(4):166–175.

Fan B., Wesselink P., and Wu M-K. 2000. Leakage along apical root fillings in curved root canals. Part I: effects of apical transportation on seal of root fillings. *J Endod.* 26(4):210–216.

Fan B., Wesselink P.R., and Wu M-K. 2000. Diminished leakage along root canals filled with gutta-percha without sealer over time: a laboratory study. *Int Endod J.* 33(4):121–125.

Favieri A., Gahyva S., Lima K., Lopes H., Moraes S., and Siqueira J. 2000. Antimicrobial activity and flow rate of newer and established root canal sealers. *J Endod.* 26(5):274–277.

Fitzgerald R.J., Kakehashi S., and Stanley H.R. 1965. The effects of surgical exposures of dental pulps in germ-free and conventional laboratory rats. *Oral Surgery, Oral Med Oral Pathol.* 20(3):340–349.

Fogel H., and Peikoff M. 2001. Microleakage of root-end filling materials. *J Endod.* 27(3):456.

Ford T., and Rowe A. 1989. A new root canal sealer based on calcium hydroxide. *J Endod.* 15(7):286–289.

Geurtsen W., Heil J., Leyhausen G., Reifferscheid G., and Waldmann P. 1999. Genotoxicity

and cytotoxicity of the epoxy resin-based root canal sealer AH plus. *J Endod.* 25(2):109–113.

Goldberg F., and Soares IJ. 2009. *Endodontia.*

Grossman L. 1958. An improved root canal cement. *J Am Dent Assoc.* 56(3):381–385.

Guerrereiro J., Tanomaru M., and Viapiana R. 2016. From MTA to new biomaterials based on calcium silicate. *Odovtos.*18(1):18–22.

Gutmann JL. 1998. Obturation of the cleaned and shaped root canal system. *Pathways pulp.*

Gutmann J., Huffman B., Mai S., Pinna L., Primus C., and Weller R. 2009. Dislocation resistance of ProRoot Endo Sealer, a calcium silicate-based root canal sealer, from radicular dentine. *Int Endod J.* 42(1):34–46.

Hall E. 1930. The Mechanics of Root-Canal Treatment. Read at the Better Dentistry Meeting of the First District Dental Society of the State of New York. *J Am Dent Assoc.* 17(1):88–112.

Hession R.1981. Long-term evaluation of endodontic treatment: anatomy, instrumentation, obturation—the endodontic practice triad. *Int Endod J.* 14(3):179–184.

Högg C., Reichl F., Rothmund L., and Shehata M. 2015. DNA double-strand breaks caused by new and contemporary endodontic sealers. *Int Endod J.*

Holcomb J., Nicholls J., and Pitts D. 1987. Further investigation of spreader loads required to cause vertical root fracture during lateral condensation. *J Endod.* 13(6):277–284.

Jeansonne B., Lemon R., and Taylor J. 1997. Coronal leakage: effects of smear layer, obturation technique, and sealer. *J Endod.* 23(8):508–512.

Kettering J., Torabinejad M., and Ung B. 1990. In vitro bacterial penetration of coronally unsealed endodontically treated teeth. *J Endod.* 16(12):566–569.

Kontakiotis E.G., Wesselink P.R., and Wu M. 1997. Effect of sealer thickness on long-term sealing ability: a 2-year follow-up study. *Int Endod J.* 30(5):307–312.

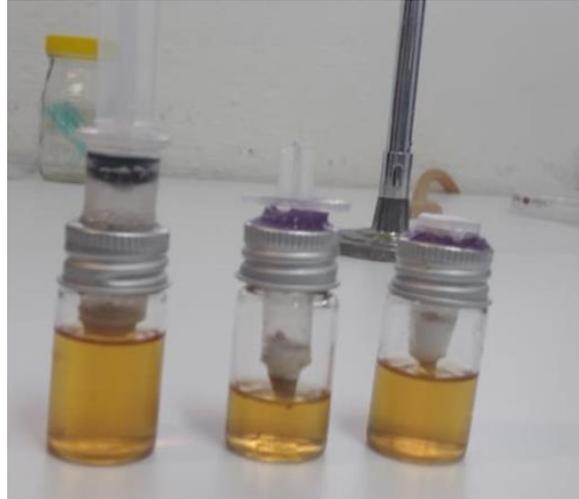
- Leonardo R., Sluis L., Souza E., Van D., and Wu M. 2009. Effect of filling technique and root canal area on the percentage of gutta-percha in laterally compacted root fillings. *J Endod.* 47(10):719–726.
- Lorton L., Peters D., and Wong M. 1981. Comparison of gutta-percha filling techniques, compaction (mechanical), vertical (warm), and lateral condensation techniques, Part 1. *J Endod.* 7(12):551–558.
- Madison S., and Swanson K. 1987. An evaluation of coronal microleakage in endodontically treated teeth. Part I. Time periods. *J Endod.* 13(2):56–59.
- Messer H., and Saw L. 1995. Root strains associated with different obturation techniques. *J Endod.* 21(6):314–320.
- Mishra P., Tyagi P., and Tyagi S. 2013. Evolution of root canal sealers: An insight story. *Eur J Gen Dent.* 2: 199.
- Pascon E., and Spngberg L. 1990. In vitro cytotoxicity of root canal filling materials: 1. Gutta-percha. *J Endod.* 16(9):429–433.
- Schilder H. 2006. Filling root canals in three dimensions. *J Endod.* 32(4):281–290.
- Pinheiro S. 2003. Evaluation of root canal microorganisms isolated from teeth with endodontic failure and their antimicrobial susceptibility. *Oral Microbiology Immunology.* 8(2):100-103
- Shemesh H., Souza E., Wesselink P., and Wu M. 2008. Glucose reactivity with filling materials as a limitation for using the glucose leakage model. *Int Endod J.* 41(10):869–872.
- Szeremeta-Browar T., Vancura J., and Zaki A. 1985. A comparison of the sealing properties of different retrograde techniques: an autoradiographic study. *Oral Surgery, Oral Med Oral Pathol.* 59(1):82–87.
- Timpawat S., Vongsavan N., and Wimonchit S. 2002. A comparison of techniques for assessment of coronal dye leakage. *J Endod.* 28(1):1–4.

Weine F. 1996. Endodontic therapy. Mosby Yearb Inc USA.

Whitworth J. 2005. Methods of filling root canals: principles and practices. Endod Top. 12(1):2-24.

## 6. APÉNDICE

Antes de dar inicio a la fase experimental anteriormente mencionada, se elaboraron pruebas piloto para establecer el mejor modelo de doble cámara, que impidiera en la mayor medida posible la microfiltración a través de superficies ajenas al conducto radicular y/o ápice.



Así mismo, también se realizaron pruebas con el reactivo de identificación (Chromocult®) con la finalidad de verificar que éste reaccionara solamente con el *E. faecalis* y no con otras bacterias y/o sustancias. De esta forma, se empleó dicho reactivo con *E. faecalis*, saliva, y *S. mutans*. Estos se mantuvieron en una incubadora microbiológica a 37°C +/- 1°C y se mantuvieron en observación hasta que alguna de las sustancias cambiara de color a azul verdoso, identificando el cambio de coloración, solamente para el que contenía *E. faecalis*.







Las conversiones para determinar la cantidad en gramos de Chromocult y de BHI se realizaron de acuerdo a las especificaciones del fabricante:

- 37 gramos de BHI por cada 1000 ml de agua destilada
- 36 gramos Chromocult por cada 1000 ml de agua destilada