



Universidad Autónoma de Querétaro  
Facultad de Medicina  
Especialidad en Endodoncia

Filtración de enterococcus faecalis en perforaciones de furca selladas con Biodentine y MTA HP

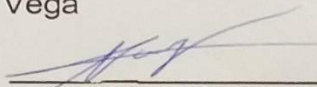
Opción de titulación  
**Tesis**

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

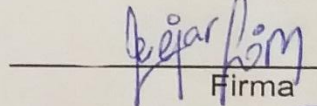
**Presenta:**  
Jorge Razo Moreno

Dirigido por:  
C.D.E.E. Miguel Ángel Almanza Vega

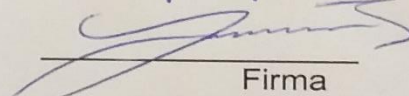
C.D.E.E. Miguel Ángel Almanza Vega  
Presidente

  
Firma

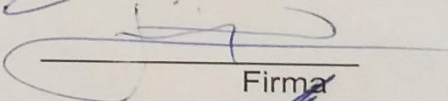
L.O.E.E. César López Cruz  
Secretario

  
Firma

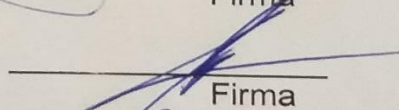
L.O.E.E. Luciano Tinajero Bueno  
Vocal

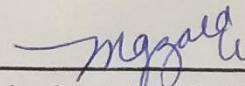
  
Firma

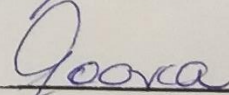
L.O.E.E. Héctor Eugenio Morales Nieto  
Suplente

  
Firma

L.O.E.E. Irak Villarreal Vera  
Suplente

  
Firma

  
Dra. Ma. Guadalupe Zaldívar Lelo de Larrea  
Director de la Facultad

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

Centro Universitario  
Querétaro, Qro.  
Mayo 2019

## RESUMEN

Se llevó a cabo un experimento de microfiltración de doble cámara para evaluar la filtración bacteriana de perforaciones de furca selladas con Biodentine y MTA HP. Se utilizaron 60 molares inferiores con raíces separadas y con la furca intacta (sin caries o fracturas), se almacenaron en solución salina estéril con previa desinfección con hipoclorito al 5.25%. Los 60 molares se decoronaron y se cortaron las raíces con un disco de diamante a baja velocidad con la finalidad de conservar 3mm. de tejido de la línea amelocementaria hacia apical y 3mm. hacia coronal. A 50 molares se les realizó una perforación en la furca con una fresa de carburo del número 4 de alta velocidad y se dividieron como sigue: 20 molares para el grupo sellado con Biodentine, 20 para el grupo sellado con MTA HP y 10 para el grupo control positivo (sin material sellador). A los 10 restantes no se les realizó la perforación para utilizarlos como grupo control negativo. Después de aplicar el material sellador, los especímenes fueron montados y sellados en jeringas para formar la cámara superior. Las jeringas se colocaron dentro de frascos de cristal para formar la cámara inferior, en la cual se colocó como medio de cultivo Chromocult de Merk y en la cámara superior una solución de BHI contaminada con *enterococcus faecalis*. Después de un periodo de observación de 30 días, se evaluó el cambio de coloración del medio de cultivo de la cámara inferior para determinar si se había producido filtración de *enterococcus faecalis* obteniendo los siguientes resultados: el grupo sellado con Biodentine presentó filtración en 3 muestras y en el sellado con MTA HP filtraron 2 muestras, se utilizó la prueba estadística de chi cuadrado para analizar los resultados obteniendo un valor de P de 0.36 por lo que no es estadísticamente significativo. Los resultados indican que ambos materiales tienen la capacidad de proporcionar un sellado adecuado que permita impedir el paso de bacterias.

**(Palabras clave:** Biodentine, MTA HP, Perforación, Furca)

## SUMMARY

A double chamber microfiltration experiment was carried out to evaluate the bacterial filtration of furcation perforations sealed with Biodentine and MTA HP. We used 60 lower molars with separate roots and with the furcation intact (without caries or fractures), were stored in sterile saline with previous disinfection with 5.25% hypochlorite. The 60 molars were decorated and the roots were cut with a diamond disk at low speed in order to preserve 3mm. of tissue of the amelocementary line towards apical and 3mm. towards coronal. 50 molars were drilled in the furcation with a carbide bur of the number 4 high speed and were divided as follows: 20 molars for the group sealed with Biodentine, 20 for the group sealed with MTA HP and 10 for the group positive control (without sealing material). The remaining 10 were not drilled for use as a negative control group. After applying the sealing material, the specimens were mounted and sealed in syringes to form the upper chamber. The syringes were placed inside glass jars to form the lower chamber, in which Merk's Chromocult culture medium was placed and in the upper chamber a BHI solution contaminated with *Enterococcus faecalis*. After an observation period of 30 days, the change in coloration of the culture medium of the lower chamber was evaluated to determine if *enterococcus faecalis* filtration had taken place, obtaining the following results: the group sealed with Biodentine presented filtration in 3 samples and In the HP MTA seal, 2 samples were filtered, the chi-square statistical test was used to analyze the results, obtaining a P value of 0.36, so it is not statistically significant. The results indicate that both materials have the ability to provide an adequate seal that prevents the passage of bacteria.

**(Key words:** Biodentine, MTA HP, Perforation, Furca)

A mis padres, hermanos, docentes y compañeros del posgrado.

## **AGRADECIMIENTOS**

Para la realización de este proyecto de investigación fue muy importante contar con el apoyo del C.D.E.E. Miguel Ángel Almanza Vega quien compartió sus conocimientos para la adecuada estructuración del mismo, así como también lo fue contar con el Dr. Rubén Domínguez, quien siempre tuvo disposición para brindar orientación y apoyo durante la fase experimental. Quiero agradecer de manera especial al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por todo el apoyo brindado para poder llevar a cabo el proyecto.

## TABLA DE CONTENIDOS

<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>8</b>
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	<b>14</b>
2.1 OBJETIVO GENERAL:.....	14
2.2 OBJETIVO PARTICULAR:.....	14
<b>3. METODOLOGIA</b> .....	<b>15</b>
3.1 PREPARACIÓN DE LOS ESPECÍMENES. ....	15
3.2 PREPARACIÓN DE LOS MEDIOS DE CULTIVO. ....	18
3.3 ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	21
<b>4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	<b>22</b>
4.1 PRESENTACIÓN DE TABLAS.....	22
4.2 Discusión .....	24
4.3 Conclusiones.....	25
<b>5. REFERENCIAS</b> .....	<b>26</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Comparación de microfiltración por periodo de tiempo de los grupos experimentales.....	22
Tabla 2. Comparación de microfiltración por periodo de tiempo de los grupos control .....	22
Tabla 3. Comparación global de microfiltración por periodo de tiempo de los 4 grupos .....	23

## 1. INTRODUCCIÓN

El éxito en el tratamiento endodóntico es multifactorial, ya que depende de que cada una de las fases del tratamiento se lleven a cabo de la manera más óptima posible, por lo que es importante prestar atención a cada una de estas fases para aumentar la tasa de éxito del tratamiento endodóntico, desde la fase diagnóstica hasta las citas de control. Sin embargo, durante estas fases pueden llegar a ocurrir accidentes de naturaleza diversa, desde diagnósticos mal precisados hasta errores de interpretación en radiografías de control.

Las perforaciones de la estructura radicular son un incidente indeseable que puede ocurrir en cualquier etapa de la terapia endodóntica. La perforación del suelo o de la pared de la cámara pulpar, o de la raíz, ocurre a veces como resultado de una serie de complicaciones: la mala dirección de una fresa al intentar acceder a la cámara pulpar, durante la colocación de postes y pines durante la búsqueda de un conducto radicular, o no seguir la curvatura apical durante la instrumentación del conducto radicular. Aunque las caries o procesos de reabsorción pueden causar perforaciones, la mayoría de las perforaciones radiculares son inducidas iatrogenicamente. Según el estudio de Washington, las perforaciones radiculares resultan en fallas endodónticas que representan aproximadamente el 10% de todos los casos fallidos (Ingle, 1961; ElDeeb et al., 1982).

El Glosario de Términos Endodónticos de la Asociación Americana de Endodoncia (AAEs) define las perforaciones como la comunicación mecánica o patológica entre el sistema de conductos radiculares y la superficie externa del diente.

La etiología de las perforaciones son caries, reabsorción o factores iatrogénicos. Independientemente de la causa, una perforación permite la invasión bacteriana en las estructuras de soporte que inicialmente incite inflamación y pérdida de inserción, lo que eventualmente puede comprometer el pronóstico del diente. El traumatismo en la región de la furca puede inducir una respuesta inflamatoria, causando la destrucción del ligamento periodontal y la resorción del hueso y de los tejidos dentales. Estos eventos pueden producir rápidamente una vía de comunicación con el surco gingival, la cual, es seguida de una contaminación bacteriana, pudiendo conducir a una pérdida irreversible de inserción periodontal en la región. Un objetivo principal de la terapia endodóntica es eliminar las bacterias y sellar el conducto radicular para promover la regeneración ósea en casos de periodontitis apical. Varios estudios han demostrado que la perforación de la superficie de la raíz complica nuestra capacidad de lograr este objetivo (Sinai, 1977; Ruddle, 2002)

La etiología y localización de las perforaciones, así como el tamaño y el tiempo de espera antes de la reparación de las perforaciones son factores significativos para el pronóstico y la planificación del tratamiento (Sinai, 1977).

Se puede esperar un buen pronóstico en caso de perforación fresca, pequeña, coronal y apical. Cuando no se tratan, las perforaciones en el tercio cervical de la



raíz o en el piso de la cámara pulpar tienen los peores pronósticos (Sinai, 1977; Fuss et al., 1996).

En general, todos los investigadores coinciden en que el pronóstico de las perforaciones radiculares en el tercio apical y medio de la raíz es mucho mejor que las perforaciones en el tercio cervical de la raíz o en el suelo de la cámara pulpar. También recomiendan que las perforaciones se sellen inmediatamente (ElDeeb et al., 1982), ya que el tiempo transcurrido desde el desarrollo del defecto es otro factor crítico que influye en el pronóstico del postratamiento; Un retraso en la reparación de una perforación abre el camino a la contaminación bacteriana e influye en el pronóstico del postratamiento, por lo que, idealmente, las perforaciones deben ser reparadas lo más rápidamente posible con un material biocompatible (Hamad, et.al., 2006; Pace et al., 2008).

La corrección de las perforaciones puede lograrse mediante un abordaje intracoronario o quirúrgico. Esta última no se recomienda para la reparación de las perforaciones de la furca, ya que el área suele ser quirúrgicamente inaccesible, especialmente si la perforación se localiza lingualmente en un molar inferior o si se localiza en el área de trifurcación de un molar superior. Además, el abordaje quirúrgico suele conducir a la formación de bolsas crónicas y la afectación periodontal de la furca (Oswald, 1979).

En casos de dientes con perforación de furca de gran tamaño, el material de reparación puede extruir en el área interradicular, desencadenando inflamación tisular y reacción de cuerpo extraño (Rafter, et al., 2002; Al-Daafas et al., 2007).

El material de elección para la reparación de perforaciones radiculares debe ser biocompatible, no tóxico, insoluble en presencia de fluidos tisulares, brindar un buen sellado y debe ser capaz de promover la regeneración de los tejidos perirradiculares para evitar complicaciones en caso de extrusión del material. Además, un material de reparación de perforación ideal debe proporcionar un sello estrecho entre el medio oral y los tejidos perirradiculares. También debe permanecer en el lugar bajo las fuerzas de desalajo, tales como cargas mecánicas de oclusión o la condensación de materiales restauradores sobre él (Main et al., 2004; Gancedo-Caravia et al., 2006; Hashem et al., 2012).

Se han utilizado diversos materiales para reparar perforaciones; Incluyendo amalgama, hidróxido de calcio, Cavit, Super-EBA, cemento de ionómero de vidrio, composite, material de restauración intermedio, Agregado Trióxido Mineral (MTA), entre otros. La tasa de éxito de estos materiales ha sido variable. Sin embargo, la mayoría de estos materiales muestran deficiencias significativas en una o más de las siguientes áreas: solubilidad, filtración, biocompatibilidad, propiedades de manipulación e incompatibilidad con humedad (Harris, 1976; ElDeeb et al., 1982; Balla et al., 1991; Lee et al., 1993; Mohmoud et al., 1993; Bogaerts, 1997; Johnson, 1999; Breault et al., 2000; Belli et al., 2001; Chng et al., 2005; Torabinejad et al. 2010)

Idealmente, se podría usar un material con buena sellabilidad para evitar la exposición continua a un ambiente contaminante. Se han utilizado diferentes modelos de fugas para evaluar la capacidad de los materiales para sellar perforaciones de furca, incluyendo filtración de fluidos, penetración de colorantes, extracción de colorantes y modelos de fugas bacterianas.

La citotoxicidad de un material para relleno radicular, cuando se utiliza en el recubrimiento de la pulpa, la reparación de la perforación o como un relleno retrógrado, puede influir en la viabilidad de las células perirradiculares y causar la muerte celular por apoptosis o necrosis. Para promover la curación y la restauración de la función del diente, los materiales dentales deben estimular la reparación o ser biológicamente neutros (Damas et al., 2011). Por lo tanto, es importante evitar los materiales dentales que son tóxicos para el tejido pulpar y periapical que pueden comprometer el resultado clínico (Asgary et al., 2008; Bodrumlu, 2008).

De los materiales que se han utilizado como selladores de perforaciones dentales, algunos presentan ciertas desventajas. Por ejemplo, la amalgama de plata tiene preocupaciones asociadas con ella, como la posibilidad de contaminación por mercurio. Los materiales compuestos que contienen resina liberan monómeros tóxicos y se contraen durante la polimerización (Laurent et al., 2008). Desde la introducción del agregado de trióxido mineral (MTA) en el campo de los materiales de reparación de raíces (Torabinejad et al., 1993), los materiales a base de silicato de calcio han atraído considerable atención (Rao et al., 2009; Parirokh et al., 2010; Torabinejad et al., 2010; Camilleri, 2011; Darvell et al., 2011) debido a su capacidad de sellado superior, biocompatibilidad, capacidad regenerativa y propiedades antibacterianas (Camilleri, 2008; Parirokh et al., 2010; Camilleri, 2011; Shahi et al., 2011; El Sayed et al., 2012).

Varios materiales de reparación de raíces basados en silicato de calcio han sido desarrollados y están disponibles en el mercado, tales como ProRoot (Dentsply Tulsa Dental Specialties), MTA Plus (Prevest-Denpro, Ciudad de Jammu, India) y Endosequence Root Repair Putty and Paste (EE.UU., Savannah, GA). Los cuales, se han utilizado ampliamente como materiales de reparación endodóntica y como sustitutos de la dentina (Sawyer et al., 2012). Sin embargo, existen algunos inconvenientes asociados con el uso de los cementos biocerámicos, incluyendo tiempo de fraguado prolongado, manipulación difícil, resistencia limitada al lavado antes de la fijación y posibilidad de tinción de la estructura dental (Wei et al., 2012). Por lo tanto, nuevos materiales de reparación radicular se están desarrollando continuamente para mejorar aún más sus propiedades.

El agregado trióxido mineral (MTA) se desarrolló y recomendó inicialmente como material de relleno para los conductos radiculares y, posteriormente, se ha utilizado para el recubrimiento pulpar, en pulpotomías, apexogénesis, formación de la barrera apical en dientes con ápices abiertos, reparación de perforaciones radiculares, y como material de relleno en los conductos radiculares. El MTA ha sido reconocido como un material bioactivo que es conductor de tejido duro, inductivo en la formación de tejido duro y biocompatible. (Moretton et al., 2000; Enkel et al., 2008).

Sin embargo, en un estudio realizado en perros en el que se utilizó MTA sin matriz interna para reparar las perforaciones intencionales de furca contaminadas, hubo una baja puntuación de inflamación y una alta puntuación de deposición ósea (Rafter et al., 2002; Al-Daafas et al., 2007).

El MTA se comercializa actualmente en dos formas: gris (GMTA) y blanco (WMTA). El MTA se introdujo en gris, pero debido a la decoloración potencial del GMTA, se desarrolló el WMTA. Las investigaciones mostraron que el WMTA presenta cantidades menores de hierro, aluminio y magnesio comparado con el GMTA. (Kratchman, 2004; Asgary et al., 2005; Camilleri et al., 2005; Asgary et al., 2006; Belío-Reyes, et al., 2009)

Un punto negativo del MTA es la coloración marginal potencial de la encía y la corona debido a la presencia de óxido de hierro en su composición, aunque el WMTA ha atenuado este problema sin afectar las características del material (9). También hay evidencia de que el óxido de bismuto, usado como radiopacificador, afecta sus propiedades fisicoquímicas (Grazziotin-Soares et al., 2014; Kang et al., 2015).

Utilizando diferentes enfoques de filtración, la técnica de filtración de fluidos, el modelo de fugas de colorantes, el modelo de fugas bacterianas y el método de extracción de colorantes, el agregado de trióxido mineral (MTA) mostro una mejor capacidad de sellado que otros materiales, tales como amalgama, cemento de óxido de zinc-eugenol, cementos de ionómero de vidrio modificados con resina y materiales de resina. En un estudio de filtración bacteriana, Ferris et al. Investigaron la capacidad de sellado de MTA en perforaciones de furca e informaron que no hubo diferencia estadísticamente significativa en la filtración bacteriana entre el MTA Gray y el White MTA (Main et al., 2004; Pace et al., 2008).

Históricamente, los materiales utilizados para reparar perforaciones radiculares se han asociado con la formación de una cápsula fibrosa de tejido conectivo en contacto con el hueso adyacente en el mejor de los casos. De hecho, la formación de un defecto periodontal ha sido un hallazgo más común adyacente a la mayoría de los materiales utilizados anteriormente (Main et al., 2004).

Los selladores basados en silicato tricálcico han sido desarrollados en un intento por tener materiales que combinan actividad antimicrobiana y buena capacidad de sellado sin la presencia de metales pesados, que causan la tinción de la corona del diente y pueden tener otros efectos nocivos para la salud (Assed et al., 2017).

El agregado de trióxido mineral (MTA) se ha utilizado comúnmente como un biomaterial prometedor para la reparación de las perforaciones de la raíz y de la furca, los empastes de los extremos de la raíz, los tapones apicales y los empastes de los conductos radiculares (Torabinejad et al., 1999; Felipe et al., 2006).

La biocompatibilidad de MTA se ha demostrado in vitro y por ser implantado en la mandíbula y la tibia de cobayos. (Ford et al., 1995; Torabinejad et al., 1995; Torabinejad et al., 1998).

Una característica que diferencia al MTA de otros materiales es su capacidad para promover la regeneración del cemento, facilitando así la regeneración del aparato periodontal (Main et al., 2004).

MTA no sólo ha demostrado ser biocompatible con los tejidos circundantes, sino que también ha demostrado la capacidad de permitir la regeneración de estos tejidos duros.

A pesar de las numerosas propiedades favorables del MTA que apoyan su uso clínico en comparación con los materiales tradicionales, existen varios inconvenientes críticos, como el tiempo de fraguado prolongado, las difíciles características de manipulación, el alto costo y el potencial de decoloración (Johnson, 1999; Hardy et al., 2004; Chng et al., 2005; Torabinejad et al., 2010).

Sin embargo, se ha colocado en el mercado un nuevo material a base de MTA, MTA HP (Angelus Industria de Productos Odontológicos Oxicológicos S / A). Una de las diferencias de este nuevo material sobre la antigua formulación de MTA-Angelus blanco fue la sustitución del agua destilada por un líquido que contiene agua y un plastificante orgánico. La composición de esto no es revelada por el fabricante. Este líquido proporciona una mayor plasticidad, mejorando la manipulación e insertando el material en el sitio de reparación. Además, la sustitución del radiopacificador de óxido de bismuto por un radiopacificador de tungstato de calcio evitará descoloramiento (Cintra et al., 2017).

Un estudio reciente mostró que MTA HP mostró una mejor fuerza de adherencia push-out que su predecesor MTA-Angelus blanco. Los autores creen que la presencia de tungstato de calcio como agente radiopacífico en el MTA HP contribuyó a la mayor liberación de calcio en los periodos iniciales, promoviendo una mayor biomineralización y ayudando en la resistencia de este material. Además, la mayor plasticidad podría mejorar la adaptación marginal, lo que también contribuiría a este resultado. Sin embargo, se necesitan estudios para evaluar la citotoxicidad y biocompatibilidad de este material y su capacidad para inducir la formación de tejido duro. (Duarte et al., 2012; Amoroso-Silva et al., 2014; Silva et al., 2016).

Recientemente lanzado en el mercado europeo, Biodentine (Septodont, St-Maur-des-Fosses, Francia) contiene polvo de silicato tricálcico, silicato dicálcico, carbonato de calcio y óxido de zirconio como radiopacificador. Su componente líquido a base de agua contiene cloruro de calcio como acelerador de fraguado y un polímero soluble en agua (policarboxilato), que proporciona una buena fluidez. De la misma manera que el MTA, el Biodentine tiene compatibilidad tisular, bioactividad y resistencia a la compresión. Aunque ambos son materiales a base de silicato tricálcico, el Biodentine no contiene aluminato, lo que acorta su tiempo de fraguado

y evita riesgos potenciales para la salud. El Biodentine mantiene la interfaz hueso-biomaterial, tiene buena capacidad para sellar, no es genotóxica, tiene baja citotoxicidad y promueve menos decoloración de la porción coronal de los dientes que el MTA (Hardy et al., 2004; Zhao et al., 2005; Camilleri et al., 2013; Opačić-Galić et al., 2013; Zhou et al., 2013; Butt et al., 2014; Fonseca et al., 2016; Gomes-Cornélio et al., 2016; Marconyak et al., 2016).

Con respecto a los aspectos biológicos, se ha demostrado que el Biodentine induce la diferenciación de las células de la pulpa dental en células similares a odontoblastos y estimula la biomineralización. También se ha demostrado que estimula la formación de tejido mineralizado morfológicamente similar a la osteodentina, que expresa marcadores de odontoblastos y aumenta la secreción del factor de crecimiento transformante beta 1 de las células de la pulpa de manera similar al MTA y al hidróxido de calcio (Laurent et al. 2012; Zanini et al., 2012; Assed et al., 2017).

El Biodentine se recomienda para su uso como un sustituto de dentina en restauraciones de composite de resina y un material de reparación endodóntico debido a su buena capacidad de sellado, altas resistencias a la compresión, tiempo de fraguado corto, biocompatibilidad, bioactividad y propiedades de biomineralización (Laurent et al., 2008; Han & Okiji, 2011; Laurent et al., 2012; Koubi et al., 2013).

En un estudio previo se reportó que el Biodentine tenía compatibilidad con tejidos e indujo la formación de puentes de tejido mineralizado en dientes pulpotomizados de perro con morfología e integridad similares pero más gruesos que los que se formaron con el uso de MTA. Un estudio reciente demostró que en contacto con células de pulpa dental tanto MTA como Biodentine eran capaces de inducir in vitro e in vivo la expresión de marcadores de mineralización tales como osteopontina, fosfatasa alcalina y factor de transcripción relacionado con runt 2 (De Rossi et al., 2014; Daltoé et al., 2016).

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo General:**

Determinar cuál de los dos cementos (MTA HP y Biodentine) presenta menor filtración como sellador de perforaciones en el área de furca.

### **2.2 Objetivo Particular:**

Evaluar la filtración de en el cemento Biodentine como material sellador de perforaciones en el área de furca.

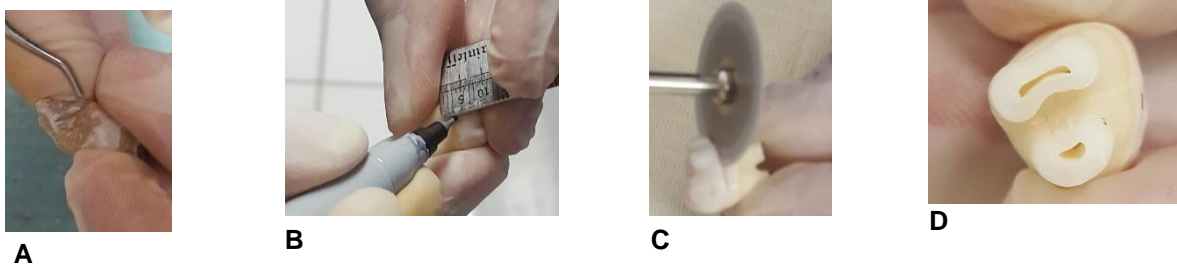
Evaluar la filtración en el cemento MTA HP como material sellador de perforaciones en el área de furca.

Comparar la filtración de los cementos Biodentine y MTA HP como materiales selladores de perforaciones en el área de furca.

### 3. METODOLOGÍA

#### 3.1 Preparación de los especímenes.

Se obtuvieron 60 molares inferiores extraídos procedentes de diferentes consultorios privados, a los cuales se les retiró restos de cálculo y/o tejido con una cureta (fig. 1A). Posteriormente se desinfectaron con hipoclorito de sodio al 5.25% para después ser almacenados en solución salina estéril. Todos los molares se decoronaron y se les cortaron las raíces con un disco de diamante a baja velocidad con la finalidad de conservar 3mm. de tejido de la línea amelocementaria hacia apical y 3mm. de la línea amelocementaria hacia coronal con apoyo de un marcador y de una regla milimétrica (fig. 1B,1C y1D), se realizó el acceso con una fresa de bola de carburo número 4. A 50 molares se les realizó una perforación en la zona más céntrica de la furca con una fresa de carburo del número 4 de alta velocidad y se dividieron como sigue: 20 molares para el grupo sellado con Biodentine, 20 para el grupo sellado con MTA HP y 10 para el grupo control positivo (sin material sellador). A los 10 especímenes restantes no se les realizó la perforación para utilizarlos como grupo control negativo.



**Fig. 1. A) Limpieza de uno de los molares con una cureta. B) Medición de 3mm. de unión amelocementaria a coronal con plumón y regla milimétrica. C) Decoronación con disco de diamante a baja velocidad. D) Vista apical de uno de los molares después de retirar parte de las raíces.**

Todos los molares se esterilizaron en una autoclave junto con una loseta de vidrio, una espátula para cementos y unos condensadores, los cuales se utilizaron para compactar Plasti Loka dentro de los conductos, tanto apical como coronalmente y así evitar posibles filtraciones, también se aplicaron dos capas de Kola Loka en toda

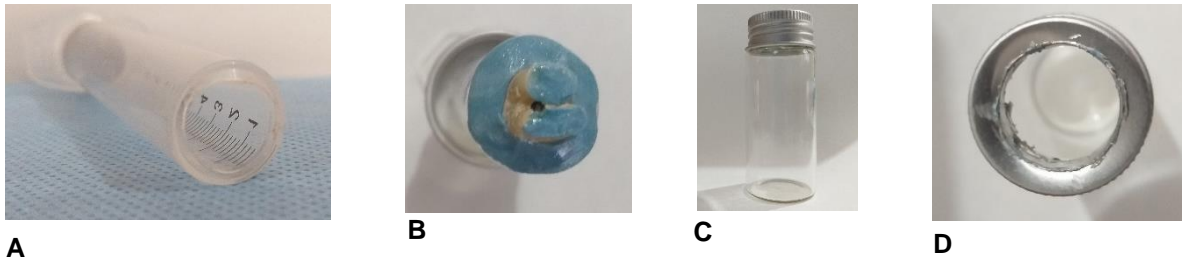
la superficie de los molares excepto en la zona de la perforación. Posteriormente, el Biodentine y el MTA HP se mezclaron de acuerdo a las indicaciones del fabricante y se colocaron sobre la loseta previamente estéril. Con ayuda de la espátula se colocó el material sellador en la perforación de la furca a través de la cámara pulpar hasta rellenar la perforación en cada una de las muestras (fig. 2). Todo el procedimiento se llevó a cabo en una zona con campos estériles y usando dos mecheros a menos de 30cm. del área de trabajo, esto con la finalidad de evitar contaminación bacteriana durante la colocación de los materiales selladores.



**Figura 2. Molar con Biodentine cubriendo la totalidad de la perforación en furca.**

Se usaron jeringas estériles para confeccionar la cámara superior, con un disco de diamante (estéril) a baja velocidad se realizó un corte en la parte inferior de todas las jeringas (fig. 3A) para adaptar a éstas los molares por su parte coronal. Con ayuda de Plasti Loka se realizó un sellado alrededor de todo el molar (Fig 3B). Después de 7 minutos (tiempo que es necesario para que endurezca según el fabricante) se aplicaron dos capas de Kola Loca alrededor de la Plasti Loka para reforzar el sellado.





**Figura 3. A) Jeringa después de realizar el corte con el disco de diamante. B) Molar montado y sellado a la jeringa con Plasti Loka. C) Frasco de cristal para conformar la cámara inferior. D) Tapa de aluminio perforada.**

Para la cámara inferior se usaron frascos de cristal con tapa roscada de aluminio (fig. 3C), a las cuales se les hizo un orificio con un fresón a baja velocidad (con diámetro suficiente para poder introducir las jeringas) (fig. 3D). Los frascos y las tapas se esterilizaron en autoclave.

Las dos cámaras se ensamblaron sobre una superficie con campos estériles y usando dos mecheros a menos de 30cm de la zona en la que se estuvieron manipulando los materiales. Las jeringas con los molares montados (cámaras superiores) se introdujeron a los frascos a través de los orificios realizados en las tapas de los frascos dejando un espacio en el frasco (cámara inferior) para colocar el Chromocult. Las jeringas se sellaron a la tapa de aluminio usando Plastiloka (fig. 4).



**Figura 4. Jeringa sellada con Plasti Loka a la tapa del frasco de cristal**

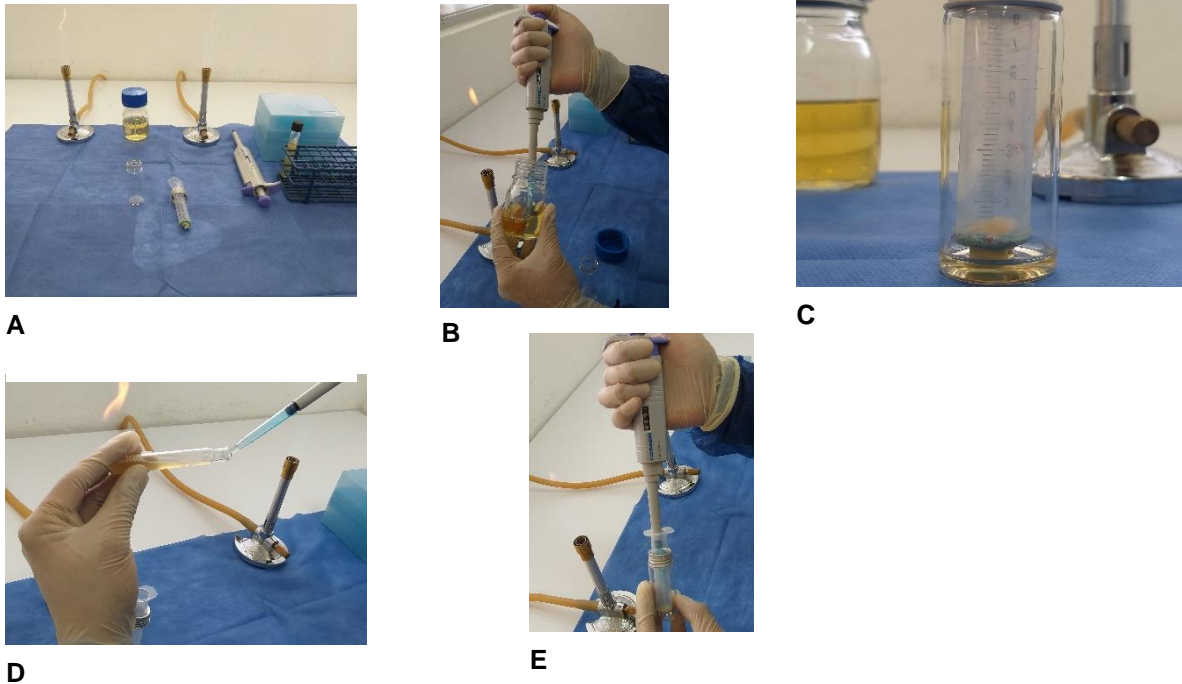
### **3.2 Preparación de los medios de cultivo.**

Se utilizaron 12.96gr. de Chromocult para preparar 360ml. de solución para colocar 6ml. a cada espécimen. También se utilizaron 0.19gr. de BHI para preparar 5.4ml. de solución para colocar 90 microlitros a cada espécimen. Ambos medios se pesaron en una báscula de microgramaje y se disolvieron usando agua destilada, posteriormente se colocaron en 2 frascos de sellado hermético (uno para cada solución). Los frascos se metieron a esterilizar durante 20 minutos a 126°C dejándolos un poco abiertos para que las soluciones pudieran esterilizarse de forma adecuada. Una vez concluido el tiempo de esterilización, los frascos se cerraron completamente antes de sacarlos del autoclave y se dejaron enfriar antes de meterlos a la incubadora. La solución de BHI tomó una coloración amarillo claro, mientras que la solución del Chromocult se observaba de color amarillo con una ligera turbidez, la cual fue desapareciendo mientras se enfriaba. Cuando alcanzaron una temperatura ambiente, ambos frascos se ingresaron a la incubadora a 37°C durante 24 horas para verificar que no habían sufrido contaminación bacteriana y pudieran ser utilizados de forma adecuada.

Pasadas las 24 horas, se colocaron 500 microlitros de solución contaminada con *enterococcus faecalis* (la cual fue proporcionada por el laboratorio de investigación en odontología de la facultad de medicina de la UAQ) en la solución estéril de BHI para contaminarla, después se colocó dentro de la incubadora durante 24 horas para permitir la proliferación de la bacteria.

Pasadas las 24 horas, se observó turbidez en la solución de BHI contaminada, lo que indicó que había crecimiento bacteriano por lo que se procedió a colocar las dos soluciones en los modelos de microfiltración, dicho procedimiento se realizó en una superficie plana cubierta con campos estériles y con dos mecheros (fig 5A). Primero se colocó la solución de Chromocult en las cámaras inferiores (fig. 5B), el frasco con la solución se flameó en el mechero antes y después de colocar la solución en la cámara inferior. Aproximadamente se colocaron 6ml en cada modelo, vigilando que la solución estuviera en contacto con la zona de furca (fig. 5C).

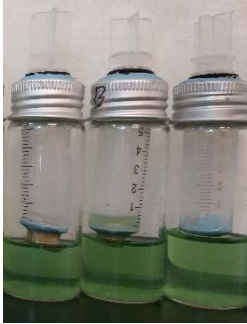
Después se colocó la solución de BHI contaminada con enterococcus faecalis en la cámara superior flameando el frasco después de abrirlo y antes de cerrarlo (fig. 5D). Con ayuda de una micropipeta se colocaron 90 microlitros en la cámara superior, vigilando que la solución tuviera contacto con la furca de cada órgano dentario (fig. 5E). Después todos los especímenes se llevaron a la incubadora a 37°C para iniciar con el periodo de observación a 30 días.



**Figura 5. A) Campo de trabajo cubierto con campos estériles y un mechero a cada lado. B) Extracción del Chromocult para colocarlo en la cámara inferior. C) Chromocult en contacto con la furca del molar. D) Toma de BHI contaminado con enterococcus faecalis. E) Insertando BHI contaminado con enterococcus faecalis en la cámara superior.**

Durante el periodo de observación a todas las muestras se les retiró la mitad de la solución de la cámara superior (45 microlitros) y se sustituyó por 45 microlitros de BHI estéril. El proceso se realizó cada 96 horas. Los modelos que presentaban un cambio de coloración de amarillo a azul en la solución de la cámara inferior se fueron

excluyendo del estudio registrando el tiempo que tardaron en cambiar de color (fig. 6).



**Figura 6. Muestras excluidas por presentar cambio de coloración en el medio de la cámara inferior.**

### **3.3 Análisis estadístico**

Las variables usadas en este experimento fueron cualitativas, las cuales se expresaron en frecuencia y porcentaje por lo que, para conocer la distribución de las mismas se realizó la prueba de Chi cuadrado.

## 4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Presentación de tablas

Tabla 1. Comparación de microfiltración por periodo de tiempo de los grupos experimentales

	Frecuencia (%)		Valor de P
	MTA HP (n=20)	Biodentine (n=20)	
24 horas	0 (0)	0 (0)	0.3613
7 días	2 (10)	2 (10)	
15 días	1 (5)	0 (0)	
30 días	0 (0)	0 (0)	
Total	3 (15)	2 (10)	

En la tabla 1 se registraron la cantidad de muestras que mostraron filtración de enterococcus faecalis en periodos de tiempo de 24 horas, 7 días, 15 días y 30 días, observando una mayor tasa de filtración durante los primeros 7 días.

Tabla 2. Comparación de microfiltración por periodo de tiempo de los grupos control

	Frecuencia (%)		Valor de P
	Control + (n=10)	Control - (n=10)	
24 horas	10 (100)	2 (20)	0.0574
7 días	0 (0)	1 (10)	
15 días	0 (0)	0 (0)	
30 días	0 (0)	0 (0)	

En la tabla 2 se registraron los resultados de filtración de enterococcus faecalis en los grupos control. A pesar de que en grupo control positivo filtraron todas las muestras y en el grupo de control negativo solo 3, no es estadísticamente significativo.

Tabla 3. Comparación global de microfiltración por periodo de tiempo de los 4 grupos

	Frecuencia (%)	
	MTA HP (n=20)	Biodentine (=20)
24 horas	0 (0)	0 (0)
7 días	2 (10)	2 (10)
15 días	3 (15)	2 (10)
30 días	3 (15)	2(10)
Total	3 (15)	2 (10)

En la tabla 3 se registró la filtración acumulada de las muestras durante los 30 días, observando una frecuencia de filtración del 15% para el grupo sellado con MTA HP y del 10% para el grupo sellado con Biodentine.

## **2.2 Discusión**

Cuando se presenta una perforación en la estructura dentaria se crea una vía de acceso para fluidos y microorganismos del interior del órgano dentario hacia los tejidos periodontales y viceversa. De acuerdo a Siqueira (2008) para lograr un resultado óptimo del tratamiento endodóntico, las poblaciones bacterianas deben eliminarse idealmente o al menos reducirse significativamente a niveles que sean compatibles con la cicatrización del tejido perirradicular, por lo que es necesario, además de hacer una buena desinfección química, proveer un sellado que impida el paso de bacterias persistentes.

En el presente estudio se evaluó la capacidad del Biodentine y del MTA HP como materiales de sellado en perforaciones de furca para impedir la filtración de *enterococcus faecalis*. Se observaron resultados muy similares en la frecuencia de filtración en ambos grupos experimentales, en el grupo sellado con MTA HP la frecuencia de filtración fue del 15% (equivalente a tres muestras) y del 10% en el grupo sellado con Biodentine (equivalente a 2 muestras). Además, cabe señalar que se observó mayor filtración durante los primeros 7 días de observación, ya que de todas las muestras que filtraron, solo el 20% lo hicieron después de ese periodo de tiempo,

Francis (2019) Evaluaron la filtración de *enterococcus faecalis* in vitro en perforaciones de furca de molares inferiores selladas con MTA Angelus y Biodentine en modelos de microfiltración bacteriana. De acuerdo a sus resultados no reportan diferencia estadísticamente significativa entre los dos grupos experimentales.

Farhin (2016) Realizaron un estudio en el 2016 en el que evaluaron el Biodentine y el MTA Plus como materiales de sellado en perforaciones de furca en molares primarios mediante un modelo de extracción de tinta. En los resultados reportan que, si bien hubo una ligera superioridad del MTA Plus, no fue suficiente para que ésta fuera estadísticamente significativa. Sinkar (2015) utilizaron el mismo método para evaluar el ProRoot MTA, el Retro MTA y el Biodentine en perforaciones de furca de molares permanentes. En los resultados se observó que el Biodentine



presentó menor absorción del tinte, mientras que Retro MTA mostró los valores más altos.

En un estudio en vivo realizado en el 2018 por Mirza (2018) se evaluaron in vivo un total de 30 casos de molares con perforación en furca, 15 se sellaron con MTA y 15 con Biodentine. Se llevaron a cabo controles clínicos y radiográficos a los 3, 6 y 12 meses. Los resultados mostraron que el dolor, la sensibilidad en la percusión y el grosor del ligamento periodontal disminuyeron gradualmente y la comunicación entre la perforación y la cavidad oral se reparó con éxito después de la terapia con MTA y Biodentine. Además, las diferencias entre MTA y Biodentine no fueron estadísticamente significativas.

El Biodentine es un material producido por la casa comercial Septodont, el cual contiene polvo de silicato tricálcico, silicato dicálcico, carbonato de calcio y óxido de zirconio como radiopacificador. Su componente líquido a base de agua contiene cloruro de calcio como acelerador de fraguado y un polímero soluble en agua (policarboxilato), que proporciona una buena fluidez. Mientras que el MTA HP es, de acuerdo a la casa comercial (Angelus), una versión mejorada de la fórmula del MTA blanco - Angelus. Una de las diferencias fue la sustitución del agua destilada por un líquido que contiene agua y un plastificante orgánico, el cual compensaría la consistencia granulada que presenta la antigua versión, la composición de dicho plastificante orgánico no es revelada por el fabricante. Si bien la consistencia dejó de ser granulada, la nueva consistencia presenta una viscosidad elevada, lo que puede llegar a dificultar un poco su adecuada adaptación a la estructura adaptación en casos de perforación.

### **2.3 Conclusiones**

De acuerdo a los resultados obtenidos en este estudio y a los realizados por otros autores, la diferencia entre uno y otro no es estadísticamente significativa, por lo

que ambos materiales poseen buenas propiedades y pueden ser utilizados para sellar perforaciones.

## 5. REFERENCIAS

Day, R. A. 1979. How to write and publish a scientific paper, ISI Press, Philadelphia, PA.

Flores-Crespo, R. 1993. Fundamentos para la redacción de proyectos de investigación y artículos científicos. INIFAP, SARH. México, D. F.

Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. 1972. Redacción de referencias bibliográficas; normas oficiales del IICA. Centro Interamericano de Documentación e Información Agrícola (2da. Ed.). Turrialba, Costa Rica. 37 p.

Use the "Insert Citation" button to add citations to this document.

Al-Daafas A., y Al-Nazhan S. 2007. Histological evaluation of contaminated furcal perforation in dogs' teeth repaired by MTA with or without internal matrix. Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. 103(3): 92–99.

Amoroso-Silva P., Marciano M., Guimaraes B., Duarte M., Sanson A., y Moraes I. 2014. Apical adaptation, sealing ability and push-out bond strength of five root-end filling materials. Braz Oral Res. 28(1): 1–6.

Asgary S., Parirokh M., Eghbal M.J., y Brink F. 2005. Chemical differences between white and gray mineral trioxide aggregate. J Endod. 31(2):101-3.

Asgary S., Parirokh M., Eghbal M.J., Stowe S., y Brink F. 2006. A qualitative X-ray analysis of white and grey mineral trioxide aggregate using compositional imaging. J Mater Sci Mater Med. 17(2):187-91.

Assed L., Silva B., Pieroni G., Nelson-Filho P., y Alessandra K. 2017. Furcation perforation: periradicular tissue response to biodentine as a repair material by histopathologic and indirect immunofluorescence analyses. J Endod. 43(7):1137-1142.

Balla R., Lomonaco C.J., Skribner J., y Lin L.M. 1991. Histological study of furcation perforations treated with tricalcium phosphate, hydroxylapatite, amalgam, and life. *J Endod.* 17(5): 234–238.

Belío-Reyes I.A., Bucio L., y Cruz C.E. 2009. Phase composition of ProRoot mineral trioxide aggregate by X-ray powder diffraction. *J Endod.* 35(6): 875–878.

Belli S., Zhang Y., Pereira P.N., y Pashley D.H. 2001. Adhesive sealing of the pulp chamber. *J Endod.* 27(8): 521–526.

Bogaerts, P. 1997. Treatment of root perforations with calcium hydroxide and SuperEBA cement: a clinical report. *Int Endod J.* 30(3): 210–219.

Breault L.G., Fowler E.B., y Primack P.D. 2000. Endodontic perforation repair with resin-ionomer: a case report. *J Contemp Dent Pract.* 1(4):48-59.

Butt N., Talwar S., Chaudhry S., Nawal R.R., Yadav S., y Bali A. 2014. Comparison of physical and mechanical properties of mineral trioxide aggregate and biodentine. *Indian J Dent Res.* 25(6):692-7

Camilleri J. 2008. Characterization of hydration products of mineral trioxide aggregate. *J Endod.* 41(5): 408–417.

Camilleri J. 2011. Characterization and hydration kinetics of tricalcium silicate cement for use as a dental biomaterial. *Dent Mater.* 27(8): 836–844.

Camilleri J. 2011. Evaluation of the effect of intrinsic material properties and ambient conditions on the dimensional stability of white mineral trioxide aggregate and Portland cement. *J Endod.* 37(2): 239–245.

Camilleri J., Montesin F.E., Brady K., Sweeney R., Curtis R.V., y Ford T.R.P. 2005. The constitution of mineral trioxide aggregate. *Dent Mater.* 21(4): 297–303.

Camilleri J., Sorrentino F., y Damidot D. 2013. Investigation of the hydration and bioactivity of radiopacified tricalcium silicate cement, Biodentine and MTA Angelus. *Dent Mater.* 29(5): 580–593.

Camps J., y Pashley D. 2003. Reliability of the dye penetration studies. *J Endod.* 29(9): 592–594.

Chng, H.K., Islam I., Yap A.U., Tong Y.W., y Koh E.T. 2005. Properties of a new root-end filling material. *J Endod.* 31(9): 665–668

Cintra L.T.A., Benetti F., de Azevedo Queiroz Í.O., de Araújo Lopes J.M., de Oliveira S.H.P., Araújo G.S., y Gomes-Filho J.E. 2017. Cytotoxicity, biocompatibility, and biomineralization of the new high-plasticity MTA material. *J Endod.* 43(5): 774–778.

Daltoé M.O., Paula-Silva F.W.G., Faccioli L.H., Gatón-Hernández P.M., De Rossi A., y Silva L.A.B. 2016. Expression of mineralization markers during pulp response to biodentine and mineral trioxide aggregate. *J Endod.* 42(4): 596–603.

Darvell B.W., y Wu R.C.T. 2011. “MTA” an hydraulic silicate cement: review update and setting reaction. *Dent Mater.* 27(5): 407–422.

De Rossi A., Silva L.A.B., Gatón-Hernández P., Sousa-Neto M.D., Nelson-Filho P., Silva R.A.B., y de Queiroz A.M. 2014. Comparison of pulpal responses to pulpotomy and pulp capping with biodentine and mineral trioxide aggregate in dogs. *J Endod.* 40(9): 1362–1369.

Duarte M.A.H., Minotti P.G., Rodrigues C.T., Zapata R.O., Bramante C.M., Tanomaru F.M., de Andrade F.B. 2012. Effect of different radiopacifying agents on the physicochemical properties of white Portland cement and white mineral trioxide aggregate. *J Endod.* 38(3): 394–397.

El Sayed M.A., y Saeed M.H. 2012. In vitro comparative study of sealing ability of Diadent BioAggregate and other root-end filling materials. *J Conserv Dent.* 15(3): 249.

EIDeeb M.E., EIDeeb M., Tabibi A., y Jensen J.R. 1982. An evaluation of the use of amalgam, Cavit, and calcium hydroxide in the repair of furcation perforations. *J Endod.* 8(10): 459–466.

Enkel B., Dupas C., Armengol V., Akpe Adou J., Bosco J., Daculsi G., y Weiss P. 2008. Bioactive materials in endodontics. *Expert Rev Med Devices*. 5(4): 475–494.

Farhin A. 2016. Sealing ability of mineral trioxide aggregate Plus™ and Biodentine™ for repair of furcal perforation in primary molars: An in vitro study. *Contemp Clin Dent*. 7(4): 487–492.

Felippe W.T., Felippe M.C.S., y Rocha M.J.C. 2006. The effect of mineral trioxide aggregate on the apexification and periapical healing of teeth with incomplete root formation. *Int Endod J*. 39(1): 2–9.

Francis T. 2019. Comparison of the Sealing Ability of MTA-Angelus, Biodentine and CEM Cement in the Repair of Large Furcal Perforations-A Bacterial Leakage Study. Vol. 13 Issue 1, p32-35. 4p.

Fonseca T.S., Silva G.F., Tanomaru-Filho M., Sasso-Cerri E., Guerreiro-Tanomaru J.M., y Cerri P.S. 2016. In vivo evaluation of the inflammatory response and IL-6 immunoexpression promoted by Biodentine and MTA Angelus. *Int Endod J*. 49(2): 145–153.

Ford T.R.P., Torabinejad M., McKendry D.J., Hong C.U., y Kariyawasam S.P. 1995. Use of mineral trioxide aggregate for repair of furcal perforations. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 79(6): 756–763.

Fuss Z., y Trope M. 1996. Root perforations: classification and treatment choices based on prognostic factors. *Endod Dent Traumatol* 12(6): 255–264.

Gancedo-Caravia L., y Garcia-Barbero E. 2006. Influence of humidity and setting time on the push-out strength of mineral trioxide aggregate obturations. *J Endod*. 32(9): 894–896.

Gomes-Cornélio A.L., Rodrigues E.M., Salles L.P., Mestieri L.B., Faria G., Guerreiro-Tanomaru J.M., y Tanomaru-Filho M. 2016. Bioactivity of MTA Plus, Biodentine and

an experimental calcium silicate-based cement on human osteoblast-like cells. *Int Endod J.*

Grazziotin-Soares R., Nekoofar M.H., Davies T.E., Bafail A., Alhaddar E., Hübler R., y Dummer P.M.H. 2014. Effect of bismuth oxide on white mineral trioxide aggregate: chemical characterization and physical properties. *Int Endod J.* 47(6): 520–533.

Hamad H.A., Tordik P.A., y Mcclanahan S.B. 2006. Furcation Perforation Repair Comparing Gray and White MTA : A Dye Extraction Study. *J Endod.* 32(4): 337–340.

Han L., y Okiji T. 2011. Uptake of calcium and silicon released from calcium silicate–based endodontic materials into root canal dentine. *Int Endod J.* 44(12): 1081–1087.

Hardy I., Liewehr F.R., Joyce A.P., Agee K., y Pashley D.H. 2004. Sealing ability of One-Up Bond and MTA with and without a secondary seal as furcation perforation repair materials. *J Endod* 30(9): 658–661.

Harris W.E. 1976. A simplified method of treatment for endodontic perforations. *J Endod.* 2(5): 126–134.

Hashem A.A.R., y Amin S.A.W. 2012. The effect of acidity on dislodgment resistance of mineral trioxide aggregate and bioaggregate in furcation perforations: an in vitro comparative study. *J Endod.* 38(2): 245–249.

Ingle J.I. 1961. A standardized endodontic technique utilizing newly designed instruments and filling materials. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 14(1): 83–91.

Kang S.H., Shin Y.S., Lee H.S., Kim S.O., Shin Y., Jung I.Y., y Song J.S. 2015. Color changes of teeth after treatment with various mineral trioxide aggregate–based materials: an ex vivo study. *J Endod.* 41(5): 737–741.

Koubi G., Colon P., Franquin J.C., Hartmann A., Richard G., Faure M.O., y Lambert G. 2013. Clinical evaluation of the performance and safety of a new dentine substitute, Biodentine, in the restoration of posterior teeth, a prospective study. *Clin Oral Investig.* 17(1): 243–249.

Kratchman S.I. 2004. Perforation repair and one-step apexification procedures. *Dent Clin North Am.* 48(1): 291–307.

Laurent P., Camps J., y About I. 2012. Biodentine™ induces TGF-β1 release from human pulp cells and early dental pulp mineralization. *Int Endod J.* 45(5): 439–448.

Laurent P., Camps J., De Méo M., Déjou J., y About I. 2008. Induction of specific cell responses to a Ca<sub>3</sub>SiO<sub>5</sub>-based posterior restorative material. *Dent Mater.* 24(11): 1486–1494.

Lee S.J., Monsef M., y Torabinejad M. 1993. Sealing ability of a mineral trioxide aggregate for repair of lateral root perforations. *J Endod.* 19(11): 541–544.

Main C., Mirzayan N., Shabahang S., y Torabinejad M. 2004. Repair of Root Perforations Using Mineral Trioxide Aggregate: A Long-term Study. *J Endod.* 30(2):80-3.

Marconyak L.J., Kirkpatrick T.C., Roberts H.W., Roberts M.D., Aparicio A., Himel V.T., y Sabey K.A. 2016. A comparison of coronal tooth discoloration elicited by various endodontic reparative materials. *J Endod.* 42(3): 470–473.

Mirza M. 2018. Comparative efficacy of mineral trioxide aggregate and biodentine for the repair of pulpal floor perforation. *Original articles.* Vol 11 No 4.

Moretton T.R., Brown C.E., Legan J.J., y Kafrawy A.H. 2000. Tissue reactions after subcutaneous and intraosseous implantation of mineral trioxide aggregate and ethoxybenzoic acid cement. *J Biomed Mater Res.* 52(3): 528–533.

Opačić-Galić V., Petrović V., Živković S., Jokanović V., Nikolić B., Knežević-Vukčević J., y Mitić-Ćulafić D. 2013. New nanostructural biomaterials based on active silicate systems and hydroxyapatite: characterization and genotoxicity in human peripheral blood lymphocytes. *Int Endod J.* 46(6): 506–516.

Oswald R.J. 1979. Procedural accidents and their repair. *Dent Clin North Am.* 23(4): 593–616.

Pace R., Giuliani V., y Pagavino G. 2008. Mineral Trioxide Aggregate as Repair Material for Furcal Perforation : Case Series. *J Endod.* 34(9): 1130-3

Parirokh M., y Torabinejad M. 2010. Mineral trioxide aggregate: a comprehensive literature review part I: chemical, physical, and antibacterial properties. *J Endod.* 36(1): 16–27.

Rafter M., Baker M., Alves M., Daniel J., y Remeikis N. 2002. Evaluation of healing with use of an internal matrix to repair furcation perforations. *Int Endod J.* 35(9): 775–783.

Rao A., Rao A., y Shenoy R. 2009. Mineral trioxide aggregate a review. *J Clin Pediatr Dent.* 34(1): 1–8.

Ruddle C.J. 2004. Nonsurgical endodontic retreatment. *J Calif Dent Assoc.* 32:474–484.

Sawyer A.N., Nikonov S.Y., Pancio A.K., Niu L., Agee K.A., Loushine R.J., y Tay F.R. 2012. Effects of calcium silicate–based materials on the flexural properties of dentin. *J Endod.* 38(5): 680–683.

Shahi S., Yavari H.R., Rahimi S., Eskandarinezhad M., Shakouei S., y Unchi M. 2011. Comparison of the sealing ability of mineral trioxide aggregate and Portland cement used as root-end filling materials. *J Oral Sci.* 53(4): 517–522.

Silva E.J., Carvalho N.K., Zanon M., Senna P.M., De-Deus G., Zuolo M.L., y Zaia A.A. 2016. Push-out bond strength of MTA HP, a new high-plasticity calcium silicate-based cement. *Braz Oral Res.* 14(1): 30.

Sinai I.H. 1977. Endodontic perforations: their prognosis and treatment. *J Am Dent Assoc.* 95(1): 90–95.

Sinkar R. 2015. Comparison of sealing ability of ProRoot MTA, RetroMTA, and Biodentine as furcation repair materials: An ultraviolet spectrophotometric analysis. *J Conserv Dent.* 18(6): 445–448.



Siqueira J. 2008. Clinical Implications and Microbiology of Bacterial Persistence after Treatment Procedures. *J. Endod.* 1291-1301.e3.

Torabinejad M., y Chivian N. 1999. Clinical applications of mineral trioxide aggregate. *J Endod.* 25(3): 197–205.

Torabinejad M., Ford T.R.P., Abedi H.R., Kariyawasam S.P., y Tang H.M. 1998. Tissue reaction to implanted root-end filling materials in the tibia and mandible of guinea pigs. *J Endod* 24(7): 468–471.

Torabinejad M., Hong C.U., Ford T.R.P., y Kettering J.D. 1995. Cytotoxicity of four root end filling materials. *J Endod* 21(10): 489–492.

Torabinejad M., y Parirokh M. 2010. Mineral trioxide aggregate: a comprehensive literature review part II: leakage and biocompatibility investigations. *J Endod.* 36(2): 190–202.

Torabinejad M., Watson T.F., y Ford T.R. 1993. Sealing ability of a mineral trioxide aggregate when used as a root end filling material. *J Endod.* 19(12): 591–595.

Wei W., Qi Y., Nikonov S.Y., Niu L., Messer R.L., Mao J., y Tay F.R. 2012. Effects of an experimental calcium aluminosilicate cement on the viability of murine odontoblast-like cells. *J Endod* 38(7): 936–942.

Zanini M., Sautier J.M., Berdal A., y Simon S. 2012. Biodentine induces immortalized murine pulp cell differentiation into odontoblast-like cells and stimulates biomineralization. *J Endod.* 38(9): 1220–1226.

Zhao W., Wang J., Zhai W., Wang Z., y Chang J. 2005. The self-setting properties and in vitro bioactivity of tricalcium silicate. *Biomaterials.* 26(31): 6113–6121.

Zhou H., Shen Y., Wang Z., Li L., Zheng Y., Häkkinen L., y Haapasalo M. 2013. In vitro cytotoxicity evaluation of a novel root repair material. *J Endod.* 39(4): 478–483.

