



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

---

---



**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**

EVALUACIÓN DEL CAMBIO DE COLORACIÓN EN  
DIENTES CON PERFORACIÓN RADICULAR  
RESTAURADOS CON MTA ANGELUS® Y  
BIODENTINE™: ESTUDIO COMPARATIVO.

**T E S I N A**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

**C I R U J A N A   D E N T I S T A**

P R E S E N T A:

ABRIL JOSEBETH AVALOS PINZÓN

TUTORA: Mtra. JUANA PAULINA RAMÍREZ ORTEGA

ASESORA: Dra. ABIGAILT FLORES LEDESMA



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

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

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

A mi Dios Jehová:

Perfecto y único creador, quien me permitió y me sustentó para poder llegar a cumplir una de mis metas. *“El amor del Señor no tiene fin, ni se han agotado sus bondades. Cada mañana se renuevan; ¡qué grande es su fidelidad! Y me digo: ¡El Señor lo es todo para mí; por eso en él confío!” Lamentaciones 3:22-24 DHH*

A mis padres:

Gracias por apoyarme en cada paso, y estar presentes en mí día a día, los amo infinitamente, sin ustedes no pude haberlo logrado, son la más grande bendición que tengo. *“Que el Señor te bendiga continuamente desde Sión; que veas prosperar a Jerusalén durante toda tu vida. Que vivas para disfrutar de tus nietos [...]. Salmos 128: 5-6 (NVI)*

A mi tía y mi hermano:

Porque me han ayudado a formar mi carácter a través de estos años. No olviden las cosas que verdaderamente son importantes. *“Trabajen, pero no por la comida que es perecedera, sino por la que permanece para vida eterna, la cual les dará el Hijo del hombre. Sobre este ha puesto Dios el Padre su sello de aprobación” Juan 6:27 (NTV)*

A mis amigos:

Gracias por brindarme su amistad durante estos años tan importantes y difíciles.

A los profesores, residentes y alumnos del Laboratorio de Materiales Dentales del Departamento Estudios de Posgrado e Investigación de la UNAM.

A la Universidad Nacional Autónoma de México en especial a la Facultad de Odontología por brindarme la oportunidad de formarme como profesionalista.

A mis profesores:

Que con dedicación y esfuerzo me transmitieron su conocimiento, en especial y con admiración a la Mtra. Juana Paulina Ramírez Ortega quien me guio y supervisó a lo largo de este proyecto.

A la Dra. Abigail Flores Ledesma por su interés y apoyo.

Al Dr. Jaime Alberto González Orea por aconsejarnos, apoyarnos y orientarnos en este trámite tan importante.

Gracias.

# ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>6</b>
<b>2. ANTECEDENTES .....</b>	<b>7</b>
<b>3. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>8</b>
<b>3.1 Complejo Esmalte-Dentina-Pulpa.....</b>	<b>8</b>
3.1.1 Esmalte.....	9
3.1.2 Dentina .....	9
3.1.3 Pulpa.....	10
<b>3.2 Tratamiento de Conductos y sus complicaciones .....</b>	<b>11</b>
3.2.1 Perforaciones Radiculares .....	11
3.2.2 Transportación Apical .....	13
3.2.3 Ruptura de Instrumental .....	14
3.2.4 Otros.....	15
<b>3.3 Cementos a base de silicato de calcio indicados para reparación de perforaciones radicales.....</b>	<b>15</b>
<b>3.3.1 Mineral Trióxido Agregado .....</b>	<b>15</b>
3.3.1.2 Usos o Indicaciones Clínicas .....	17
3.3.1.3 Resistencia Mecánica .....	18
3.3.1.4 Tiempo de fraguado .....	18
3.3.1.5 Valor de pH.....	18
3.3.1.6 Radiopacidad.....	18
3.3.1.7 Biocompatibilidad .....	19
3.3.1.8 Manipulación .....	19
<b>3.3.2 Biodentine™ .....</b>	<b>20</b>
3.3.2.1 Composición .....	21
3.3.2.2 Usos e indicaciones.....	21
3.3.2.3 Resistencia mecánica .....	22
3.3.2.4 Tiempo de fraguado .....	22
3.3.2.5 Valor pH.....	22

3.3.2.6	Radiopacidad.....	22
3.3.2.7	Biocompatibilidad .....	22
3.3.2.8	Manipulación .....	23
3.4	Color Dental .....	23
3.4.1	Espacio CIE Lab .....	23
3.4.2	Espectrofotómetro.....	25
<b>4.</b>	<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....</b>	<b>27</b>
<b>5.</b>	<b>JUSTIFICACIÓN.....</b>	<b>29</b>
<b>6.</b>	<b>HIPÓTESIS .....</b>	<b>30</b>
6.1	Hipótesis alterna.....	30
6.2	Hipótesis nula .....	30
<b>7.</b>	<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>30</b>
7.1	General .....	30
7.2	Específicos.....	30
<b>8.</b>	<b>METODOLOGÍA .....</b>	<b>31</b>
8.1	Tipo de estudio .....	31
8.2	Población de estudio y muestra .....	31
8.3	Criterios de inclusión .....	31
8.4	Criterios de exclusión .....	31
8.5	Variables de estudio .....	31
8.6	Recursos materiales y financieros .....	32
8.7	Método.....	34
<b>9.</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>44</b>
<b>10.</b>	<b>DISCUSIÓN .....</b>	<b>50</b>
<b>11.</b>	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>53</b>
<b>12.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>54</b>

## 1. INTRODUCCIÓN

Las perforaciones radiculares, son una de tantas complicaciones que pueden ocurrir durante el tratamiento de conductos, estas pueden ser causadas por varias circunstancias, ya sea falta de experiencia, de visibilidad, o de conocimiento sobre la anatomía dental entre otras, cualquiera que sea el caso, existen materiales creados específicamente para la reparación de las mismas.

Los cementos a base de silicato de calcio nos ofrecen esta posibilidad, aumentando el tiempo de permanencia del diente en boca en lugar de su extracción inmediata. El Mineral trióxido agregado o MTA fue desarrollado por Torabinejad en 1990 como una alternativa para la reparación de perforaciones radiculares, es derivado del cemento Portland y en la actualidad su uso sigue vigente. El Biodentine™ o biodentina sintética fue desarrollado a finales del año 2010, en Europa, es un material que puede utilizarse para varias aplicaciones clínicas en odontología y también es utilizado como material reparador de perforaciones radiculares.

Aunque estos dos productos resultan ser de gran ayuda para la reparación de perforaciones radiculares, varios estudios realizados hablan del cambio de coloración que sufre la corona dental tras la aplicación de estos materiales, hecho que puede influir de manera significativa en la selección de los materiales a emplear para su posterior restauración.

El objetivo de realizar este trabajo de investigación fue evaluar el cambio de color en dientes perforados y reparados con MTA® y Biodentine™ para comprobar cuál de los dos materiales presenta menor decoloración o cambio en la luminosidad mediante la medición periódica de dientes con la ayuda de un espectrofotómetro. Con los resultados obtenidos en este estudio podremos conocer el comportamiento de ambos materiales y así elegir la opción adecuada para cada paciente.

## 2. ANTECEDENTES

Varios autores han estudiado los cambios de color provocados por los cementos a base de silicato de calcio, la estabilidad del color del Mineral Trióxido Agregado y Biodentine™ ha llevado a la realización de varios artículos como los citados a continuación.

El primer autor nos muestra en su estudio el cambio de coloración de MTA Blanco expuesto a lámparas de foto polimerizado, utilizó un espectrofotómetro para determinar el color de los dientes antes y después de cada exposición a la luz y después de 5 días. Como resultados se obtuvo que todos los grupos mostraron decoloración a excepción del grupo control, hubo diferentes cambios de coloración dependiendo del tipo de luz utilizado, pero no de manera significativa.<sup>1</sup>

Otro artículo afirma que hay decoloración al comparar ProRoot® MTAW contra Biodentine™, el estudio se realizó en dientes humanos y se extrajo solamente la pulpa cameral, las mediciones se llevaron a cabo con un espectrofotómetro en cuatro momentos, tras colocar el material, después de la restauración coronal, una y dos semanas después de la restauración, se observaron diferencias significativas en los dos grupos, el grupo de MTA blanco obtuvo mayor cambio de color que el Biodentine™.<sup>2</sup>

Más estudios realizados comparan MTA ProRoot® contra MTA Angelus® obteniendo resultados similares a los ya establecidos por los demás autores, con un cambio de coloración.<sup>3</sup>

En otro estudio se evaluó el cambio de coloración de los cementos a base de silicato de calcio, expuestos a luz y oxígeno, comparando Biodentine™, MTA ProRoot®, MTA Angelus® y cemento Portland, afirmando que no hay cambios significativos entre MTA Angelus® y ProRoot® pero que Biodentine™ y el cemento Portland mantuvieron la estabilidad de color a las pruebas.<sup>4</sup>



Se han realizado estudios independientes sobre el cambio de coloración del Biodentine™, realizando mediciones desde la inicial, 1 semana, 2 semanas, 1 mes, 3 meses y 6 meses. Obteniendo como resultado que no hay cambios significativos pero que se necesitan aún más estudios. <sup>5</sup>

Al contrario de los estudios antes mencionados, existe también la posibilidad de que sea al revés, se comparó tres materiales Biodentine™, MTA ProRoot® y EndoSequence en dientes bovinos, y se encontró que Biodentine™ y EndoSequence tuvieron mayor cambio de coloración que MTA ProRoot® en un plazo de 8 semanas. <sup>6</sup>

Comparando tres marcas de cementos a base de silicatos de calcio, BioAggregate®, Biodentine™ y MTA Angelus®, se basó en los mismos pasos de los estudios anteriores, solo que se realizó en dientes bovinos y las mediciones fueron a las 24 horas, a la primer semana, al primer mes, a los tres meses y al año. Dando como resultado que todos los materiales tuvieron cambio de coloración, pero Biodentine™ siendo el menor de ellos. <sup>7</sup>

Estudios más recientes observaron entre Biodentine™ y MTA Plus™, el cambio de coloración dependiendo del sellado en las perforaciones radicular, el valor medio de MTA Plus™ fue mayor que Biodentine™, pero fue estadísticamente insignificante. <sup>8</sup>

### **3. MARCO TEÓRICO**

#### **3.1 Complejo Esmalte-Dentina-Pulpa**

El diente está conformado por diversos tejidos, los cuales tienen características diferentes, entre estos tejidos se encuentran el esmalte, la dentina, la pulpa, pero también existen el cemento y los tejidos periodontales que ayudan al soporte del mismo.

### **3.1.1 Esmalte**

El esmalte es extraordinariamente duro, consiste en un 96% de material inorgánico, principalmente fosfato de calcio en forma de cristales de apatita. El esmalte cubre solamente la corona del diente. La unidad estructural del esmalte es el prisma del esmalte y entre los prismas se encuentra la sustancia interprismática.

La porción proteínica del esmalte no es colágena ni queratina, y sólo forma el 1 al 3% y la matriz se encuentra en estado de poca cristalinidad, esto es, no está dispuesta en un sistema ordenado.

Respecto al color el esmalte es translucido, el color varía entre un blanco amarillento (cervical) a un blanco grisáceo (cúspides). El color depende de los tejidos subyacentes especialmente de la dentina. Mayor mineralización mayor traslucidez.<sup>9</sup>

### **3.1.2 Dentina**

La dentina es el eje estructural del diente y constituye el tejido mineralizado que conforma el mayor volumen de la pieza dentaria. En la porción coronaria se halla recubierta a manera de casquete por el esmalte, mientras que en la región radicular está tapizada por el cemento. Interiormente, la dentina delimita la cámara pulpar.

Tiene una composición química semejante al hueso compacto, que incluye 70% de sales inorgánicas - Cristales de hidroxiapatita, fosfatos amorfos, carbonatos, sulfatos, oligoelementos (flúor, cobre, zinc, hierro, magnesio, etc.)- 20% de material orgánico – Fibras de colágena, proteínas como: osteonectina, osteopontina, proteína Gla, fosforina dentinaria(DPP), proteína de la matriz dentinaria, sialoproteína (DSP) - y 10% de agua. La dentina tiene aspecto estriado por la multitud de tubos o conductillos. Ellos cursan de la cavidad

pulpar a la periferia de la dentina y tienen un diámetro de tres a cuatro micras de base y un poco más angosto en la periferia.

Los tubos de la dentina están ocupados por prolongaciones de los odontoblastos denominados fibras dentinales de Tomes, el material entre las fibras dentinales comprende una trama de fibras colágenas incluida en sustancia fundamental calcificada.<sup>9</sup>

### **3.1.3 Pulpa**

La pulpa es un tejido conjuntivo laxo, mantiene una relación íntima con la dentina, que la rodea y con la que constituye una unidad funcional denominada complejo pulpodentinario.

La pulpa ocupa la cavidad central del diente y se divide en cámara pulpar y conducto radicular, tiene una comunicación íntima con el ligamento periodontal a través de los forámenes apicales, y uniéndose también a través de los conductos laterales por los cuales pasan los elementos vasculares y nerviosos.<sup>10</sup>

Histológicamente es semejante a los tejidos conjuntivos del cuerpo, esto es por su contenido de células, como los fibroblastos, macrófagos, linfocitos, fibras colágenas y reticulares, sustancia fundamental amorfa, líquido tisular, vasos sanguíneos, linfáticos y nervios.

En la capa superficial de la pulpa existen unas células altamente diferenciadas – los odontoblastos, especializados en la producción de dentina- , esto le da la capacidad a la pulpa de reaccionar y protegerse de agentes agresores, así como para compensar en parte la pérdida de esmalte o de dentina.<sup>10</sup>

Los nervios sensitivos presentes en la pulpa – y de forma restringida en la dentina- permiten la percepción de estímulos externos e internos, se localizan en toda la pulpa abundan en el plexo de Raschkow, en la zona subodontoblástica, desde donde las fibras se insinúan en la capa de odontoblastos y eventualmente penetran en los túbulos dentinarios.

Cuando existe una lesión en la pulpa y no hay manera de revertirse es necesario realizar el tratamiento de los conductos mediante la extirpación de la pulpa. <sup>10</sup>

### **3.2 Tratamiento de Conductos y sus complicaciones**

Está reconocido que el tratamiento endodóntico es un tratamiento quirúrgico y, por diversas razones, un procedimiento con características muy especiales.

Por ser realizado en la cavidad pulpar, esto es, en un campo operatorio de dimensiones muy reducidas, sin iluminación, y por consiguiente, con poquísima o ninguna visibilidad, con morfología y dimensiones impares y diferentes en cada intervención y, además, por ser necesario hacer la escisión de uno de los tejidos más mineralizados del cuerpo humano, la cirugía endodóntica exige un planeamiento cuidadoso y no excluye la posibilidad de diversos accidentes o complicaciones durante su realización. <sup>10</sup>

#### **3.2.1 Perforaciones Radiculares**

En las perforaciones el tiempo es un factor crucial. El mejor momento para reparar la perforación de la raíz es inmediatamente después de que ésta ocurre para reducir al mínimo el potencial de aparición de la infección en el sitio de la perforación. El uso de materiales de reparación como el mineral trióxido agregado (MTA), proveen un mejor pronóstico en el tratamiento de las perforaciones.

Entre las causas más comunes son la perforación directa con fresa durante la exploración de conductos y la instrumentación excesiva en tercio medio (frecuentemente en molares.). Entre las causas que condicionan a este tipo de perforación se encuentran la falta de conocimiento de la anatomía dental y pulpar, y otra de suma importancia para los especialistas del área de la Endodoncia es la falta de información radiográfica. <sup>11,12</sup>

Los cuatro componentes que se deben considerar en el tratamiento de los percances endodónticos son detección, corrección, pronóstico y prevención.

La detección de una perforación radicular requiere de una combinación de hallazgos sintomáticos, observación clínica y medios diagnósticos. Torabinejad refiere que un signo inmediato y típico es la hemorragia abundante que emana del lugar de la perforación. Podemos detectar la perforación a través de un medio indirecto como son las puntas de papel, o por la imagen radiográfica de una lima en el ligamento periodontal o el hueso y cuando el paciente no está anestesiado se produce un dolor periodontal fuerte. <sup>12</sup>

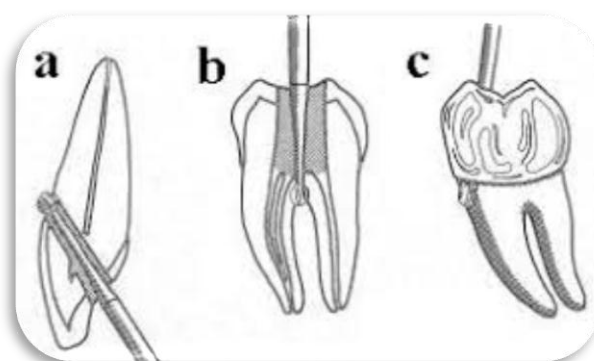


Figura. 1 Tipos de perforaciones en el acceso.<sup>12</sup>

El pronóstico para un diente perforado depende de la ubicación de la perforación, el tiempo en que ésta permite la contaminación, la posibilidad de sellarla y la accesibilidad del conducto principal.

En estudios recientes, un grupo en Toronto encontró que en el caso de retratamientos, sólo dos factores afectaron significativamente el éxito del tratamiento: la presencia de un área radio lúcida preoperatoria y la presencia de una perforación preoperatoria. <sup>11</sup>

De los accidentes que tienen peor pronóstico, se encuentran las perforaciones a nivel de la cresta ósea, específicamente en la furca debido a que su cercanía al surco gingival favorece la contaminación con bacterias. El índice de éxito

global en la reparación de estos percances, basado en 55 casos, fue del 92%.<sup>11</sup>

### **3.2.2 Transportación Apical**

La preparación radicular se realiza mediante la instrumentación mecánica complementada con la irrigación. Cuando los conductos radiculares presentan curvatura apical se dificulta la instrumentación y aumenta el riesgo de producir errores operatorios. Uno de los errores más comunes que se comete durante la instrumentación es la transportación. Se denomina transportación apical al conjunto de deformaciones en la zona apical del conducto ocasionadas por una instrumentación defectuosa en la cual se pierde la anatomía original del conducto y se desplaza de su trayectoria inicial.<sup>13</sup>

Otros autores han definido la transportación apical como la remoción excesiva de dentina, en forma irregular, de algunas de las paredes del canal, desplazándolo de su posición original y modificando su geometría natural.

Uno de los principales objetivos al preparar el canal radicular, es conservar la mayor cantidad de dentina posible, siendo especialmente necesario ser conservador en la zona de la furca, donde ocurre la mayor cantidad de perforaciones o "Strippings".

La transportación radicular puede provocar resultados desfavorables como daño de foramen apical que se da por la desviación de la curvatura original, desplazamiento de la longitud inicial axial que ocasiona la pérdida del tope apical generando irritación de los tejidos periapicales por extrusión de escombros, irrigantes o material de relleno.<sup>14</sup>

### **3.2.3 Ruptura de Instrumental**

Algunas veces es posible retirar instrumentos fracturados dentro del conducto, la mayoría de las veces no pueden eliminarse de forma no quirúrgica. El intento de retirar fragmentos de instrumentos en la profundidad del conducto propicia una serie de graves errores de procedimiento como perforación por desgarró, perforación instrumental y adelgazamiento excesivo de la pared del conducto radicular. En ocasiones se puede rebasar el fragmento aunque no pueda eliminarse. En estos casos se limpia, conforma y obtura el conducto incorporando en la obturación el segmento fracturado. Los intentos de rebasar cualquier instrumento fracturado deben controlarse radiográficamente. El plan alternativo debe incluir cirugía perirradicular o resección radicular.

Si el instrumento está fracturado en el tercio coronal se puede recuperar a través del extractor de Masserann o de vibración ultrasónica. Las limas de NiTi se fracturan a menudo en pedazos más pequeños que las limas de acero inoxidable, pero se enclavan menos en la dentina.

En instrumentos fracturados a nivel mediorradicular, el mejor planteamiento es la instrumentación ultrasónica. El primer paso es ampliar el espacio del conducto radicular hasta el segmento fracturado. El objetivo es retirar cualquier barrera dentinaria que pueda ser un obstáculo al paso del fragmento una vez desprendido. A continuación debe rebasarse el instrumento fracturado con instrumentación manual, asegurando el paso de una lima 15 más allá de la obstrucción. Luego se coloca una nueva lima 15 en la punta endodóntica, ultrasónica estándar y se activa a niveles bajos para la instrumentación. Con frecuencia el fragmento se soltara y se eliminara sin detectarse junto con los irrigantes. <sup>11</sup>

### **3.2.4 Otros**

Las complicaciones en la endodoncia no solamente implican un mal manejo de los instrumentos durante el tratamiento, si no que pueden derivar desde un mal diagnóstico clínico, una mala técnica de anestesia, el no usar de manera adecuada el asilamiento con dique de hule, o no tomar las radiografías adecuadas para cada caso.

La instrumentación de conductos radiculares curvos sigue siendo un reto inclusive para operadores calificados y experimentados, los errores más frecuentes durante y después de la conformación son las aberraciones de trayectoria original del conducto, estas son formación de gradas, codos, cremallera, transportación, perforación y deformación de foramen.

### **3.3 Cementos a base de silicato de calcio indicados para reparación de perforaciones radiculares.**

#### **3.3.1 Mineral Trióxido Agregado**

El Agregado de Trióxido Mineral abreviado como MTA es un polvo derivado del cemento Portland que se compone de partículas hidrófilicas de silicato tricálcico, aluminato tricálcico, óxido tricálcico, y otros óxidos minerales, cuando el MTA se encuentra en presencia de agua, da como resultado un gel cristalizado de silicato cálcico hidratado más hidróxido de calcio.<sup>3</sup> Es un material útil que fue introducido por primera vez con el propósito de llenado radicular.<sup>15</sup>

El mineral trióxido agregado entró al mercado en 1993 y fue desarrollado por Torabinejad en 1990 en la Universidad de Loma Linda en California como un compuesto potencial que sella el camino de las comunicaciones entre el sistema de conductos radiculares y la superficie externa del diente.<sup>16</sup> Varios autores han utilizados el material en diversas aplicaciones del tratamiento de conductos o para evitar éste, realizando pulpotomías, recubrimiento pulpar directo o para la reparación de perforación radicular, debido a su excelente biocompatibilidad y capacidad de sellado<sup>15,17</sup>, así como a su capacidad



inductora en la formación de los tejidos del complejo dentinopulpar y periápice tales como odontoblastos, cementoblastos, y osteocitos; Además lo refieren como el material de elección para la apexificación.<sup>18</sup>

Comienza a comercializarse como ProRoot® (Tulsa Dental Products, Tulsa, OK, USA) en 1998, en dos presentaciones: gris y blanco. Recientemente también se encuentra disponible el MTA-Angelus® (Angelus Soluções Odontológicas, Londrina, Brasil).<sup>19</sup>

### **3.3.1.1 Composición**

La fórmula del primer MTA presenta un color gris, lo que perjudicó su uso en áreas de estética, el cambio de coloración animo a los fabricantes a desarrollar una fórmula de color blanco, el MTA blanco o WMTA se introdujo para resolver este problema relacionado con la alteración del color dental, con una reducción de  $Al_2 O_3$ , MgO y FeO. La reducción de FeO resultó en una reducción de la fase aluminoferrico, que es responsable del color gris del GMTA. Sin embargo varios estudios afirman que existen decoloración incluso con la fórmula blanca.<sup>3, 17,20,21</sup>

El MTA está compuesto por:

- 50-75 % Óxido de calcio: silicato tricálcico, aluminato tricálcico, silicato dicálcico y aluminato férricotetracálcico.
- 15-25% Dióxido de silicona.
- 20% Óxido de bismuto para darle radiopacidad.<sup>20</sup>

Ante estudios de composición química y comportamiento biológico, Torabinejad y col. (1993, 1995) afirman que el MTA pertenece a los cementos Portland (tiene la capacidad de proveer una barrera física impenetrable una vez fraguado), con excepción del óxido de bismuto que se adiciona y le da propiedades de radiopacidad y suavidad, facilitando la mezcla para conseguir una consistencia más homogénea y de más fácil manipulación.<sup>22</sup>

### 3.3.1.2 Usos o Indicaciones Clínicas

El MTA se utiliza como:

- Material de obturación endodóntico desde 1998.<sup>23</sup>
- Se ha aplicado en tratamientos quirúrgicos y no quirúrgicos.<sup>23</sup>
- En recubrimiento pulpar directo.<sup>24</sup>
- En casos de apicoformación o apexificaciones.<sup>17,18</sup>
- Como barrera de aislamiento para el blanqueamiento dental interno de piezas tratadas con endodoncia, colocándolo en conducto radicular, debajo del margen gingival, pues por la composición química puede provocar pigmentación.<sup>23</sup>
- Para sellar perforaciones de furca y a nivel radicular. El MTA sella la comunicación entre el canal y la superficie externa del diente.<sup>21</sup>
- En pulpotomía de dientes temporales.<sup>17,22</sup>
- En pulpectomías de piezas temporales cuando hay agenesia del permanente que lo sustituirá, en los casos en que los temporales sufren reabsorción se deberá extraer los restos de MTA, pues no se reabsorbe. El material ideal para obturar conductos radiculares de las piezas temporales, debe reabsorberse a un ritmo similar al de las raíces de los dientes primarios.<sup>22</sup>
- Como material de obturación temporal en piezas tratadas con endodoncia, pulpotomía o pulpectomía.<sup>15,17</sup>
- En obturaciones retrógradas.<sup>15</sup>
- Para tratar reabsorciones internas.<sup>15</sup>
- Para sellar fracturas verticales.<sup>22</sup>

### **3.3.1.3 Resistencia Mecánica**

El MTA a los 21 días resiste fuerzas compresivas de 70 MPa (megapascales) siendo semejante a la del IRM y súper EBA pero significativamente menor que la amalgama, que es de 311 MPa. El MTA al ser usado en zonas dentales internas, su resistencia compresiva no es un requisito primordial como en el caso de los materiales dentales que reciben una presión directa o cargas oclusales.<sup>22</sup>

### **3.3.1.4 Tiempo de fraguado**

El tiempo de fraguado del MTA para conseguir una correcta adaptación marginal y una menor contracción es de 2 horas 45 minutos. Las instrucciones del fabricante recomiendan la colocación de un algodón húmedo sobre la superficie del material para favorecer su fraguado.<sup>19</sup>

### **3.3.1.5 Valor de pH**

El pH alcanzado por el MTA después de mezclado es de 10,2 y a las 3 horas, se estabiliza en 12,52, y se mantiene constante. En vista que el MTA presenta, un pH similar al hidróxido de calcio, después de aplicar esta sustancia como material de obturación apical probablemente este pH pueda inducir la remineralización de la dentina.<sup>23</sup>

### **3.3.1.6 Radiopacidad**

Los materiales de obturación deben ser radiopacos con el fin de evaluar la calidad de la obturación. Se sabe que la radiopacidad de 1 mm de grosor de tejido mineralizado es equivalente a la de 1 mm de aluminio. Además, de acuerdo con la norma ISO 6876 (Organización Internacional para la estandarización 2001), la radiopacidad requerida para un material de obturación de conductos radiculares es de 3 mm de aluminio. En estudios previos se ha reportado que el ProRoot® MTA gris tiene una radiopacidad entre 6,4 mm de aluminio y 7,17 mm de aluminio.<sup>19</sup>

### **3.3.1.7 Biocompatibilidad**

Es biocompatible, inductor de formación de dentina reparativa, mantiene la calidad de la pulpa radicular, promueve la regeneración del tejido original, si mantiene el contacto con el tejido pulpar y periapical.<sup>23</sup>

#### Actividad Antibacteriana

En un estudio realizado por Hong y Torabinejad, se evidenció el efecto antibacteriano del MTA, sobre algunas bacterias. El MTA posee capacidad bactericida sobre *Lactobacillus sp*, *Streptococcus mitis*, *Streptococcus mutans*, y *Streptococcus salivarius* y un menor efecto antibacteriano en *Enterococcus faecalis*. En cuanto a su actividad antifúngica se evaluó la acción del MTA contra la *Candida albicans* al momento de mezclarlo y 24 horas después de fraguado, observando durante la primera hora de incubación crecimiento de *Candida albicans*. Sin embargo, al aumentar el período de incubación de uno a tres días, no se observó crecimiento fúngico.<sup>6</sup>

#### Citotoxicidad

Contreras menciona en su artículos que el MTA tanto fresco como fraguado es significativamente menos tóxico que el Súper EBA y el IRM en todas sus fases, conclusión que se desprende cuando se analiza utilizando métodos de extendido en agar y la liberación de cromo radioactivo, todo esto basado en el estudio previo de Torabinejad.<sup>19</sup>

### **3.3.1.8 Manipulación**

El polvo de MTA debe ser almacenado en contenedores sellados herméticamente y lejos de la humedad. El polvo (idealmente 1g por porción) debe ser mezclado con agua estéril en una proporción de 3:1 en una loseta o en papel impermeable con una espátula de plástico o metal. Si el área de aplicación está muy húmeda se puede limpiar con una gasa o algodón. El MTA requiere humedad para fraguar; por lo que al dejar la mezcla en la loseta o en

el papel se origina la deshidratación del material adquiriendo una textura seca.<sup>23</sup>

### **3.3.2 Biodentine™**

Biodentine™ es un material a base de silicato tricálcico desarrollado a finales del año 2010, en Europa, se han estudiado y publicado diferentes aplicaciones clínicas con este material. Estos estudios incluyen aplicaciones en odontología restauradora, odontología pediátrica y endodoncia. A pesar de que puede ser utilizado como un sustituto temporal para el esmalte hasta por 6 meses, el Biodentine™ se utiliza principalmente como un sustituto permanente de la dentina, ya que puede reemplazar el volumen perdido de la dentina, también se puede utilizar como una alternativa al uso del formocresol en pulpotomía.<sup>25</sup>

A diferencia de otros sustitutos de dentina, la aplicación de Biodentine™ no requiere ningún acondicionamiento previo de la superficie de la dentina y el sellado de la restauración se obtiene por la retención micro mecánica ya que el Biodentine™ penetra en los túbulos dentinarios. Después del ajuste, Biodentine™ se puede rebajar y darle forma a la base como si se tratase de la dentina natural. También se puede unir con diferentes tipos de adhesivos antes de terminar la restauración final con composite. Varios ensayos clínicos publicados, muestran que Biodentine™ tiene un amplio espectro de aplicaciones clínicas no solo como un sustituto permanente de dentina, teniendo otros usos como material sellador en perforaciones radiculares, retro obturación y en cirugía endodóntica.<sup>25</sup>

En estudios *in vivo* se ha observado que este material puede estimular la dentina de reparación y completar la formación de un puente dentinario sin signos de inflamación después del recubrimiento pulpar en los dientes estudiados. Se ha observado que el Biodentine™ favorece la cicatrización cuando se aplica directamente sobre el tejido pulpar, pues aumenta la proliferación, la migración y la adhesión de las células pulpares madre, lo que confirma sus características bioactivas y de biocompatibilidad.<sup>26</sup>

### 3.3.2.1 Composición

Polvo	Vehículo
<ul style="list-style-type: none"><li>• Silicato tricálcico (3CaO-SiO<sub>2</sub>)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Cloruro de calcio dihidratado (CaCl<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O)</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Carbonato de Calcio (CaCO<sub>3</sub>)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Polímero hidrosoluble</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Dióxido de zirconio (ZrO<sub>2</sub>)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• H<sub>2</sub>O</li></ul>

Tabla. 1 Composición química de Biodentine™

### 3.3.2.2 Usos e indicaciones

- Recubrimiento pulpar directo
- Recubrimiento pulpar indirecto
- Pulpotomías.<sup>27</sup>
- Lesiones cervicales/ radiculares profundas
- Perforaciones del conducto radicular
- Obturación retrógrada del conducto
- Apexogénesis
- Reabsorción interna
- Reabsorción externa.<sup>25</sup>

### **3.3.2.3 Resistencia mecánica**

Su resistencia es de 131.5 MPa en el primer día y va aumentando hasta llegar a 300 MPa en un mes, donde se estabiliza y llega a tener la resistencia mecánica similar a la dentina 297 MPa.<sup>27</sup>

### **3.3.2.4 Tiempo de fraguado**

Biodentine™ tiene un tiempo de fraguado inicial superior a 6 minutos y un tiempo de fraguado final de 10 a 12 minutos. Esta mejoría en el tiempo con respecto a otros cementos se debe al cambio en el tamaño de las partículas, puesto que a mayor superficie es menor el tiempo de fraguado y la adición de cloruro de calcio al vehículo, que acelera la reacción y disminuye el contenido líquido.<sup>27</sup>

### **3.3.2.5 Valor pH**

La acción antibacteriana del Biodentine™ está determinada por los componentes de calcio, los cuales se convierten en soluciones acuosas de hidróxido de calcio. La disociación de los iones de calcio e hidroxilo aumenta el pH de la solución. Además, promueve un ambiente desfavorable para el crecimiento bacteriano por su pH alcalino de 12.5.<sup>26</sup>

### **3.3.2.6 Radiopacidad**

Cedrés y Laborde en un estudio compararon la radiopacidad del MTA, IRM y Biodentine™, concluyendo que todas eran mayores a las sugeridas por las normas ISO, siendo el Biodentine™ la de menor radiopacidad. Todas las radiopacidades disminuían en el tiempo pero no en forma estadísticamente significativa. El fabricante nos indica que la radiopacidad de aluminio es de 3.5 mm.<sup>27</sup>

### **3.3.2.7 Biocompatibilidad**

La evaluación de su genotoxicidad en cepas de bacterias mediante el ensayo de Ames y sus efectos sobre la formación de micronúcleos por los linfocitos humanos demostró la ausencia de cualquier efecto mutagénico del material.<sup>25</sup>

El Biodentine™ ha demostrado ser un material bioactivo pues no induce daño a las células pulpares<sup>28</sup>, y además estimula la formación de dentina reparadora. La formación de tejido duro ha sido relatada como consecuencia posterior a tratamientos pulpares realizado con este material. Además el uso como recubrimiento pulpar cuenta con propiedades de resistencia mecánica, baja solubilidad y produce un fuerte sellado; supera las principales desventajas del CaOH como la falta de unión a la dentina y resina, solubilidad del cemento y la microfiltración.<sup>29</sup>

### **3.3.2.8 Manipulación**

El material se prepara mediante la adición de 5 gotas de líquido al polvo contenido en la cápsula. Estos componentes se mezclan en un amalgamador durante 30 s a 4000 rpm que conduce a la formación de una pasta de consistencia de migajón. El método de preparación y las proporciones de polvo y líquido deben ser respetados y aplicados de acuerdo a las instrucciones del fabricante ya que estas proporciones influyen en gran medida en las propiedades mecánicas del material.<sup>25</sup>

## **3.4 Color Dental**

El color corresponde a una percepción e interpretación subjetiva. Dos personas mirando un mismo objeto pueden usar puntos de referencia distintos y expresar el mismo color con una gran variedad de palabras diferentes, llevando a confusión y falta de comunicación internamente o a través de la cadena de abastecimiento. Para evitar esto y asegurar que una muestra cumpla con el estándar, el color debe ser expresado en términos numéricos y objetivos.

### **3.4.1 Espacio CIE Lab**

Un espacio de color puede ser descrito como un método para expresar el color de un objeto usando algún tipo de anotación, como pueden ser los números. La Comisión Internacional de L'Éclairage (CIE), considerada como la autoridad en la ciencia de la luz y el color, ha definido espacios de color,



incluyendo CIE XYZ, CIE L\*C\*h, y CIE L\*a\*b\*, para comunicar y expresar el color objetivamente.

El espacio de color L\*a\*b\*, también referido como CIELAB, es actualmente uno de los espacios de color más populares y uniformes usado para evaluar el color de un objeto. Este espacio de color es ampliamente usado porque correlaciona los valores numéricos de color consistentemente con la percepción visual humana. Investigadores y fabricantes lo usan para evaluar los atributos de color, identificar inconsistencias, y expresar precisamente sus resultados a otros en términos numéricos.

Cuando se clasifican los colores, se los puede expresar en términos de matiz (color), luminosidad (brillo) y saturación (intensidad). Al crear escalas para éstos atributos, podemos expresar en forma precisa el color.

El espacio de color L\*a\*b\* fue modelado en base a una teoría de color oponente que establece que dos colores no pueden ser rojo y verde al mismo tiempo o amarillo y azul al mismo tiempo. Como se muestra a continuación, L\* indica la luminosidad y a\* y b\* son las coordenadas cromáticas.

- L\*=luminosidad
- a\*= coordenadas rojo/verde (+a indica rojo, -a indica verde)
- b\* = coordenadas amarillo/azul (+b indica amarillo, -b indica azul)

La diferencia de color es definida como la comparación numérica de una muestra con el estándar. Indica las diferencias en coordenadas absolutas de color y se la conoce como Delta ( $\Delta$ ). Deltas por L\* ( $\Delta L^*$ ), a\* ( $\Delta a^*$ ) y b\* ( $\Delta b^*$ ) pueden ser positivas (+) o negativas (-). La diferencia total, Delta E ( $\Delta E^*$ ), sin embargo, siempre es positiva. Éstas son expresadas como:

- $\Delta L^*$  = diferencia en luz y oscuridad (+ = más luminoso, - = más oscuro)
- $\Delta a^*$  = diferencia en rojo y verde (+ = más rojo, - = más verde)
- $\Delta b^*$  = diferencia en amarillo y azul (+ = más amarillo, - = más azul)
- $\Delta E^*$  = diferencia total de color

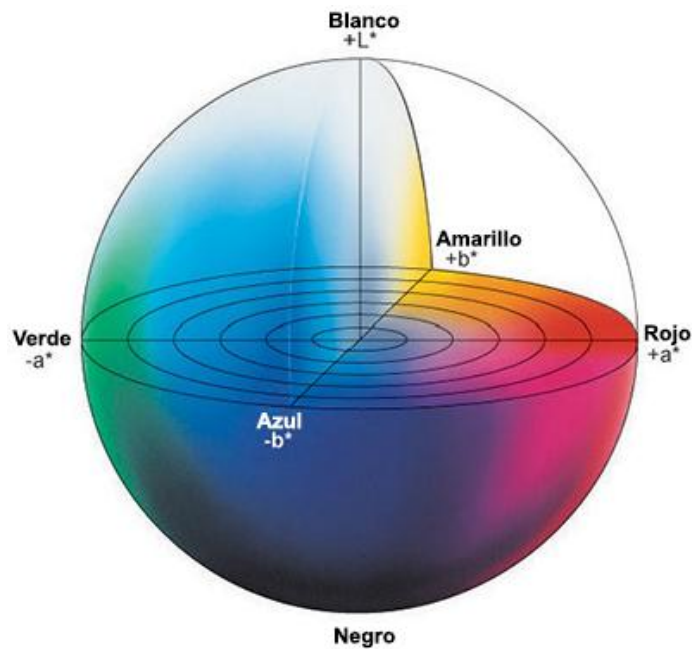


Figura. 2 Espacio de color con coordenadas  $L^*a^*b^{*30}$

Para determinar la diferencia total de color entre las tres coordenadas, se debe usar la siguiente fórmula:

$$\Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^{*2}) + (\Delta b^{*2})]^{1/2}$$

Es importante destacar que Delta E sólo indica la magnitud de la diferencia total de color.<sup>30</sup>

### 3.4.2 Espectrofotómetro

Los instrumentos de medición de color, incluyendo espectrofotómetros y colorímetros, pueden cuantificar éstos atributos de color fácilmente. Ellos determinan el color de un objeto dentro del espacio de color y muestran los valores para cada coordenada  $L^*$ ,  $a^*$ , y  $b^*$

Aún si dos colores parecen los mismos a una persona, se pueden encontrar diferencias ínfimas cuando son evaluados con un instrumento de medición de color. Si el color de una muestra no cumple con el estándar estético, la satisfacción del paciente se ve comprometida y la cantidad de trabajo y costos aumenta. Es por ello, que identificar diferencias de color entre los materiales y el diente es muy importante.<sup>30</sup>



Figura.3 Espectrofotómetro ChinSpec. F.D.

#### **4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Los avances en la actualidad acerca de la endodoncia nos han permitido mejorar considerablemente en el tiempo de trabajo, diagnóstico, irrigación, por mencionar algunos; sin embargo, dado que la endodoncia o tratamiento del sistema de conductos se realiza en la cavidad pulpar, campo operatorio de dimensiones muy reducidas, donde llega poca iluminación y por consiguiente la visibilidad es limitada, además de ser un área con morfología variada dependiendo de la cantidad de raíces, conductos y dimensiones diferentes en cada caso; para llegar al tejido pulpar es necesario hacer la escisión de uno de los tejidos más mineralizados del cuerpo humano, por lo que el tratamiento de conductos exige un planeamiento cuidadoso y no excluye la posibilidad de diversos accidentes o complicaciones durante su realización.

Existen diversas complicaciones en el tratamiento de conductos tales como que el instrumento no llegue a la longitud de trabajo, que se formen escalones durante la instrumentación o que se fracture un instrumento en el conducto radicular, transportación apical, sobre instrumentación y en el peor de los casos, que hagamos una perforación radicular.

Esto ha generado la mejora y especialización de materiales dentales para resolver ciertos problemas en endodoncia, como la reparación de las perforaciones radiculares. Los materiales que han surgido en el mercado para la reparación de éstas son los cementos a base de silicato tricálcico.

Si bien es cierto que un diente con perforación radicular es considerado candidato para la extracción por el debilitamiento de las paredes dentales, los cementos a base de silicato tricálcico ofrecen una alternativa para evitar dicha extracción, sin embargo se ha observado que los dientes que han sido sellados de una perforación radicular usando MTA, presentan después de un tiempo cierta decoloración oscura de la zona cervical (o de la corona) y probablemente se debe a alguno de sus componentes ya que por ser

cementos contienen diferentes componentes para su mejor desempeño físico, como la radiopacidad, indispensable para su identificación radiográfica. Otro material a base de silicato tricálcico ofertado comercialmente como sustituto de dentina (Biodentine™), tiene entre sus indicaciones poder usarse para sellar las perforaciones radiculares y de furca.

El cambio de coloración en la zona cervical de la corona es un hecho reportado por diversos autores, que afecta la estética. Tomando en cuenta el cambio de coloración como un factor determinante en la calidad y estética de la corona o de futuras restauraciones, y la adecuada elección de un material restaurador, nos planteamos la siguiente pregunta de investigación:

¿Con cuál de los materiales (Biodentine™ o MTA Angelus®) se observará menor decoloración de la corona después de usarlos para sellar una perforación radicular?

## 5. JUSTIFICACIÓN

El uso de cementos a base de silicato tricálcico permite que las perforaciones radiculares sean restauradas con el propósito de llevar a término el tratamiento endodóntico y conservar en el mejor estado el diente hasta su restauración definitiva y evitar así la pérdida del mismo.

La comparación del cambio de coloración de dientes reparados con MTA Angelus® y Biodentine™ permitirá determinar cuál es el mejor material para este fin con base en la calidad y estética requerida. Este criterio de elección está contemplado para parámetros estéticos y no biomecánicos o económicos.

Esta investigación *in vitro* pretende comparar a través de una medición semanal, el cambio de luminosidad de la corona para determinar cuál de los dos materiales presenta mayor estabilidad del color coronal durante diez de semanas.

Es importante conocer el grado de cambio de color en la corona del diente tratado, porque esto permitirá tener un parámetro objetivo para la elección del material restaurador definitivo, así como mejorar la calidad de vida del paciente, informándole de las ventajas y desventajas que ofrece cada uno de estos materiales, no solo basándonos en el beneficio económico.

## **6. HIPÓTESIS**

### **6.1 Hipótesis alterna**

Existirá diferencia de color entre dientes con perforación radicular reparados con MTA Angelus® y con Biodentine™.

### **6.2 Hipótesis nula**

No existirá diferencia de color entre dientes con perforación radicular reparados con MTA Angelus® y con Biodentine™.

## **7. OBJETIVOS**

### **7.1 General**

Comparar el cambio de color en dientes con perforación radicular restaurados con MTA Gris® (Angelus, Brasil) y Biodentine™ (Septodont, Francia)

### **7.2 Específicos**

1. Evaluar el color de dientes restaurados con Agregado Trióxido Mineral MTA Gris® (Angelus, Brasil) cada 7 días durante 10 semanas.
2. Evaluar el color de dientes restaurados con Biodentine™ (Septodont, Francia) cada 7 días durante 10 semanas.
3. Identificar con cuál de los materiales estudiados se presentó el menor cambio de color dental.

## **8. METODOLOGÍA**

### **8.1 Tipo de estudio**

Estudio experimental, prospectivo y longitudinal

### **8.2 Población de estudio y muestra**

Se seleccionaron 42 dientes extraídos por indicación terapéutica, con un máximo de tres meses desde su extracción, de los cuales 32 fueron uniradiculares y 10 multiradiculares, los cuales se almacenaron en suero fisiológico a temperatura ambiente hasta su utilización.

### **8.3 Criterios de inclusión**

- Dientes con menos de tres meses de extracción
- Dientes con corona íntegra
- Dientes con raíz completa

### **8.4 Criterios de exclusión**

- Dientes con más de tres meses de haber sido extraídos
- Dientes sin corona y/o raíz completa

### **8.5 Variables de estudio**

Independientes

- MTA Angelus® (Angelus, Brasil)
- Biodentine™ (Septodont, Francia)
- Tamaño de la perforación
- Ubicación de la perforación

Dependientes

- Cambio de coloración coronal



## 8.6 Recursos materiales y financieros

Para la limpieza de los dientes:

- Cureta Crane Kaplan No 6 (Hu Friedy, USA)
- Cureta Gracey 3/4(Hu Friedy, USA)
- Cureta Jackette No 30/33 (Hu Friedy, USA)
- Cureta Mc Call 17/18 (Hu Friedy, USA)
- Goldman Fox 21(3B, Alemania)
- Cepillo Profiláctico
- Pasta Profiláctica

Para el tratamiento de conductos:

- Fresas de Bola #1,2,3 (MDT, Israel)
- Excavadores Endodónticos 2 Glick,31L, 32L,33L (Hu Friedy, USA)
- Exploradores Endodónticos DG16,PC1,PC2 (Hu Friedy, USA)
- Limas K-Flexofile 015 – 040 (Dentsply Maillefer, USA)
- Limas K-File 008,010 (Dentsply Maillefer,USA)
- Limas Flex R #45 – 80 (Miltex, USA)
- Hipoclorito Sódico 2% Viarzoni-T (Viardent, México)
- Punta irrigadora desechable Endo–Eze (Ultradent, USA)
- Alcohol Etílico (Dibar, México)
- Puntas de papel absorbente (Rite-Dent, USA)
- Puntas de Gutta Percha (SS White, Corea)
- Puntas de Gutta Percha (Coltène Whaledent, Suiza)
- Espaciador endodóntico Níquel-Titanio D11T (Hu Friedy, USA)
- Sellador de canales radiculares Sealapex (Kerr, Australia)
- Recortador de Gutta Percha (3B, Alemania)
- Mechero de Alcohol

#### Para la colocación del material

- Loseta de Vidrio
- Espátula de cementos (3B, Alemania)
- Porta amalgamas de una sola luz (Arain, Pakistán)
- Condensador Mortonson 2 (Hu Friedy, USA)
- Condensador Estriado ½ (Hu Friedy, USA)
- Amalgamador Silamat 4000 rpm (Ivoclar Vivadent, Liechtenstein)
- Agua bidestilada
- Biodentine™ (Septodont, Francia)
- MTA Gris® (Angelus, Brasil)
- Cemento Temporal a base de Sulfato de Calcio (Meta Biomed, Corea)

#### Para el almacenamiento

- Envases plásticos individualizados y herméticos
- Suero fisiológico
- Estufa con control de temperatura (Felisa)

#### Para la medición de la muestra

- Pinzas de curación (3B, Alemania)
- Soporte para las muestras
- Colorímetro digital /Espectrofotómetro Chin Spec (Chinspec, China)



Figura. 4 MTA Angelus®. F.D.



Figura.5 Biodentine™. F.D.

## 8.7 Método

Se realizó la limpieza de los dientes comenzando con un detartraje con ayuda de curetas Crane Kaplan No.6 (Hu Friedy, USA), Jackette No. 30/33 (Hu Friedy, USA), Goldman Fox 21 (3B, Alemania), Cureta Mc Call 17/18 (Hu Friedy, USA), Cureta Gracey  $\frac{3}{4}$  (Hu Friedy, USA) y profilaxis con cepillo profiláctico, pasta y copa de hule.

Se llevó a cabo el tratamiento de endodoncia en los dientes comenzando por la toma de radiografías,; para la apertura de la cavidad se utilizaron Fresas de Bola #1,2,3 (MDT, Israel) y Excavadores Endodónticos 2 Glick,31L, 32L,33L (Hu Friedy, USA), Exploradores Endodónticos DG16,PC1,PC2 (Hu Friedy, USA) para la localización de conductos, se utilizaron Limas K-File 008,010 (Dentsply Maillefer, USA) para la permeabilización, Limas K-Flexofile 015 – 040 (Dentsply Maillefer, USA) para la primera serie y Limas Flex R #45 – 80 (Miltex, USA) para la segunda serie, se irrigó con Hipoclorito Sódico 2%

Viarzoni-T (Viardent, México) y Punta irrigadora desechable Endo-Eze (Ultradent, USA), la técnica utilizada fue Corono - Apical o Crown - Down, al terminar la instrumentación se irrigó durante tres minutos con hipoclorito y tres minutos alcohol, se utilizaron Puntas de papel absorbente (Rite-Dent, USA), y la técnica de obturación fue por condensación lateral en frío utilizando el Espaciador endodóntico Níquel-Titanio D11T (Hu Friedy, USA), el cemento utilizado fue Sellador de canales radiculares Sealapex (Kerr, Australia) y Puntas de Gutta Percha (SS White, Corea), Puntas de Gutta Percha (Coltène Whaledent, Suiza), se eliminó el exceso de Gutta Percha con el recortador de Gutta Percha (3B, Alemania) a nivel de entrada de conductos.

Una vez obturados los conductos de todos los dientes, se hicieron las perforaciones con una Fresa de Bola #2 (MDT, Israel) y pieza de alta, siempre con irrigación.

Se dividieron los dientes de manera aleatoria en dos grupos de 18 y un grupo control de 6 (n=42).



Figura.6 Grupos de dientes 18, 6,18 (izq-der). F.D.

Se obturaron las perforaciones, para el primer grupo se utilizó MTA Gris® (Angelus, Brasil) y para el segundo grupo Biodentine™ (Septodont, Francia).



Figura. 7 Materiales utilizados para la obturación de perforaciones. F.D.

Para el grupo de MTA Gris

Se mezclaron las porciones de MTA gris polvo con agua bidestilada según las instrucciones del fabricante y se espatuló sobre una loseta durante 30 s, posteriormente se llevó el material a la perforación con ayuda de un Porta amalgamas de una sola luz (Arain, Pakistán), y se empaquetó mediante el Condensador Mortonson 2 (Hu Friedy, USA), el Condensador Estriado ½ (Hu Friedy, USA) y espátula.

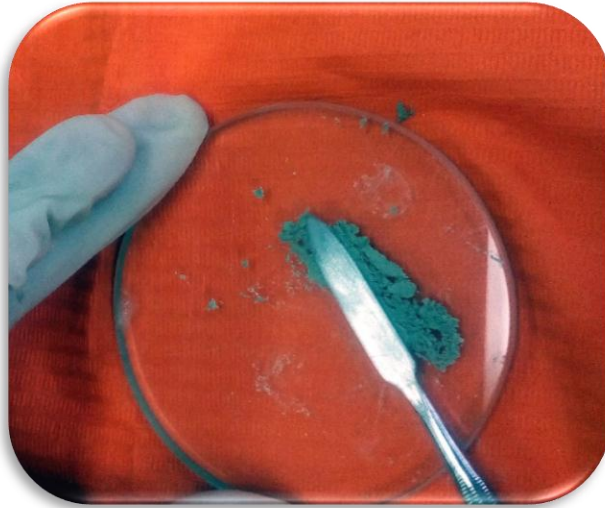


Figura. 8 Mezcla del MTA. F.D.



Fig.9 Coloración del MTA. F.D



Figura.10 Empacado del material. F.D.



Figura.11 Grupo de dientes con material colocado. F.D

Para el grupo de Biodentine™

Se utilizaron cápsulas de Biodentine™, se agregaron 5 gotas de la solución acuosa a la cápsula conforme a lo establecido por el fabricante y se mezcló en el Amalgamador Silamat (Ivoclar Vivadent, Liechtenstein) a 4000 rpm por 30 s, posteriormente se llevó el material a la perforación con un Porta amalgamas de una sola luz (Arain, Pakistán), y se empaquetó mediante el Condensador Mortonson 2 (Hu Friedy, USA), el Condensador Estriado ½ (Hu Friedy, USA) y espátula.



Figura. 12 Mezclado de Biodentine™. F.D.



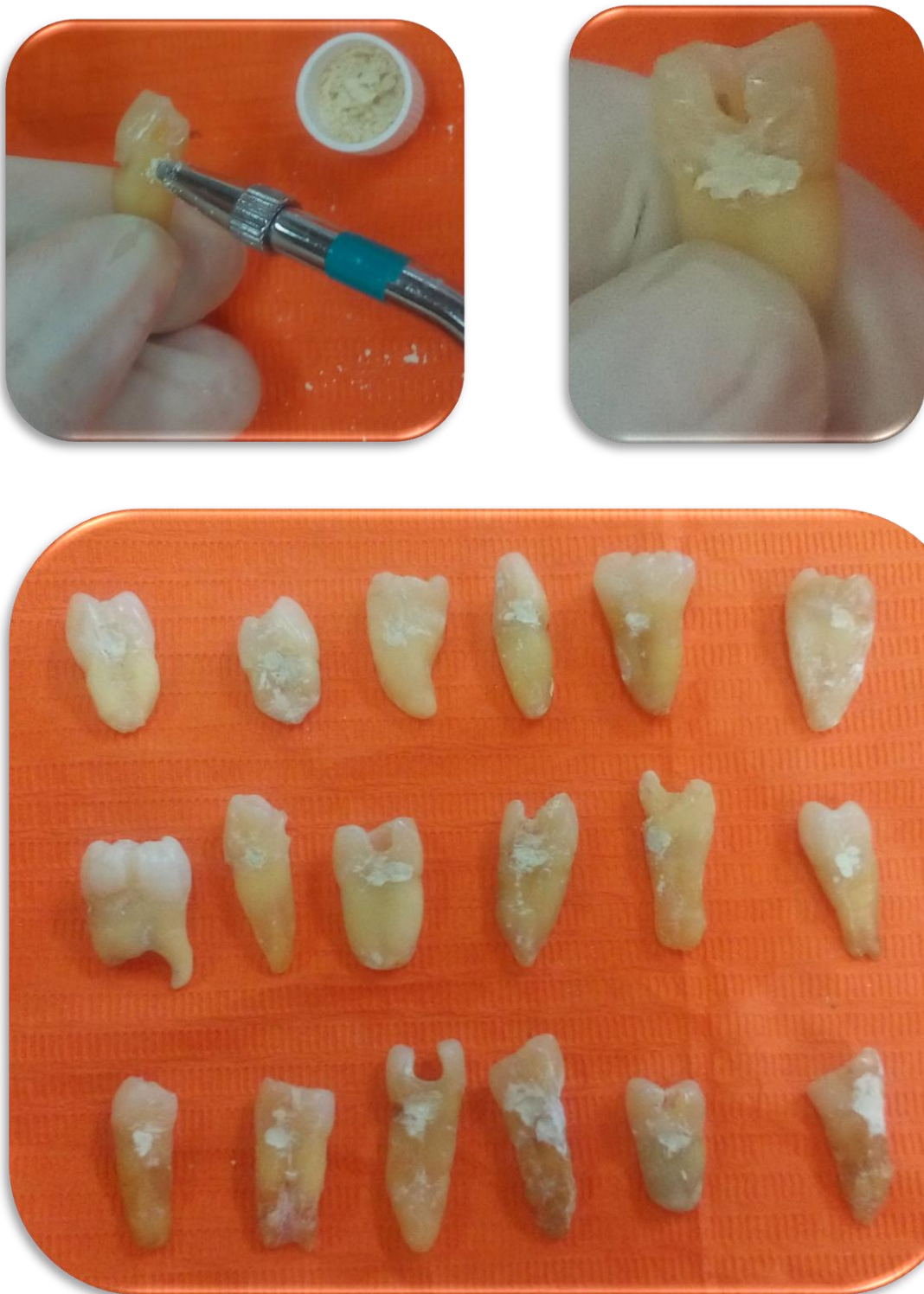


Figura. 13 Colocación del material y grupo terminado. F.D.

Se obturaron las cavidades con Cemento Temporal a base de Sulfato de Calcio (Meta Biomed, Corea).

Los dientes se conservaron individualmente en envases herméticos con agua bidestilada, y se colocaron en la Estufa Felisa a 37°C hasta la siguiente toma de color.

Para este estudio se tomó en cuenta el cambio en la luminosidad (L) de la corona del diente, el registro se realizó cada 7 días durante 10 semanas, a los tres grupos de dientes, colocándolos sobre un soporte y se verificó que la ventana del espectrofotómetro Chin Spec (Chinspec, China) quedara sobre la cara vestibular de los dientes, mediante el sistema CIE L\*a\*b\* para la obtención de resultados.<sup>6</sup>

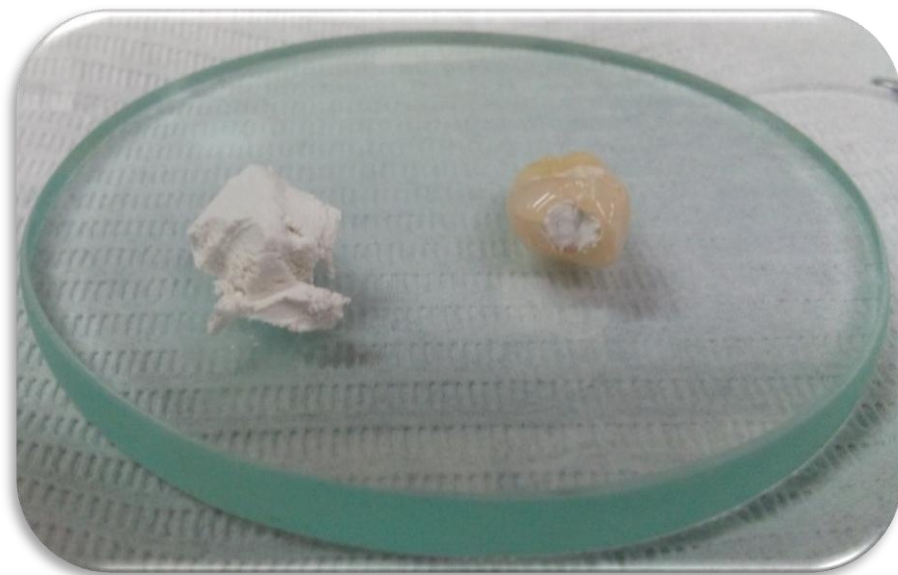


Figura. 14 Colocación de cemento temporal a base de sulfato de calcio. F.D.

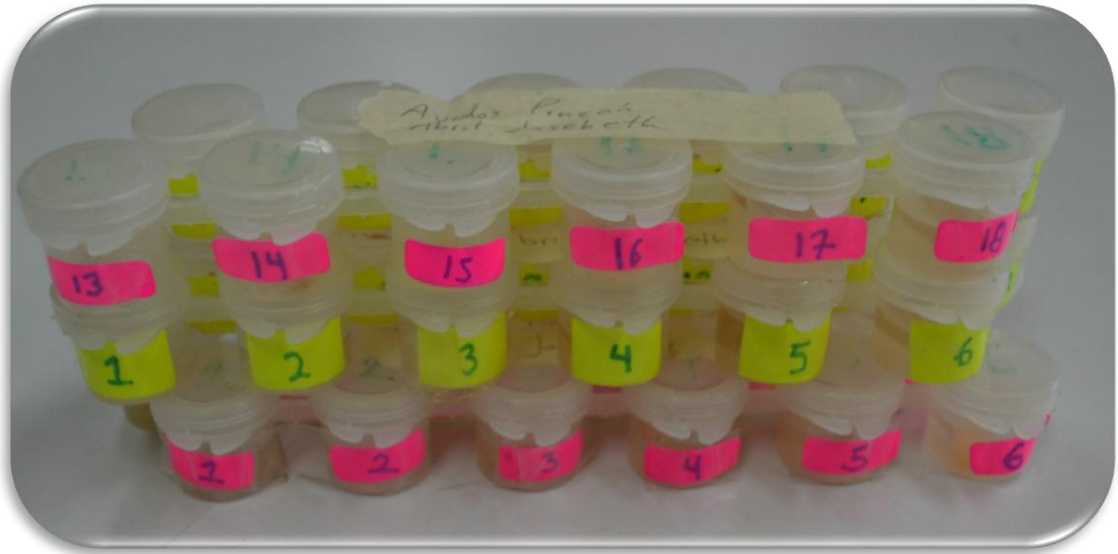


Figura.15 Grupos envasados y horno Felisa. F.D



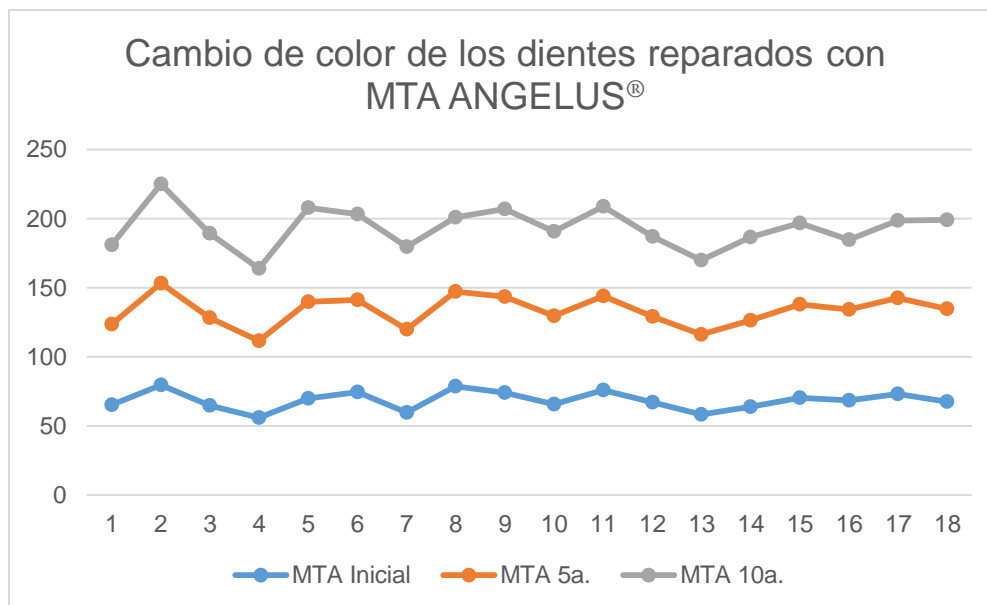
Figura. 16 Toma de color. F.D.

## 9. RESULTADOS

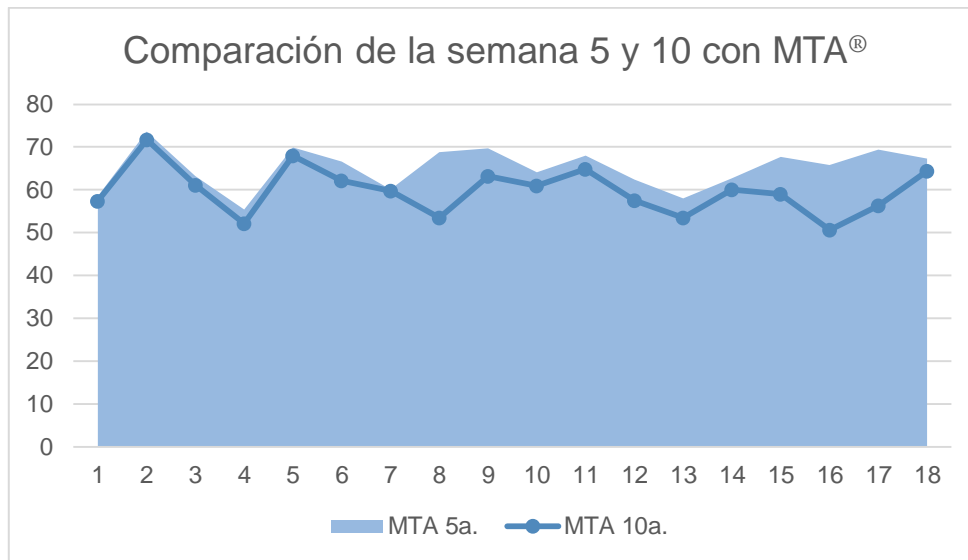
Este estudio tuvo una duración de 10 semanas en las cuales se observó un cambio en el color (disminución de la luminosidad) de los dientes reparados con MTA Gris Angelus® y Biodentine™.

En la gráfica 1 se puede observar el cambio en el color (L) de los dientes reparados con MTA® entre la 1ª, la 5ª y la 10ª medición es decir entre el día 0, cuando se obturó la perforación, el día 35 después de la obturación (5ª semana del estudio) y el día 70 después de la obturación (10ª semana del estudio).

La gráfica 2 muestra una comparación de la 5ª y 10ª semana observando la disminución de luminosidad más evidente en el diente 8 y en el diente 16.



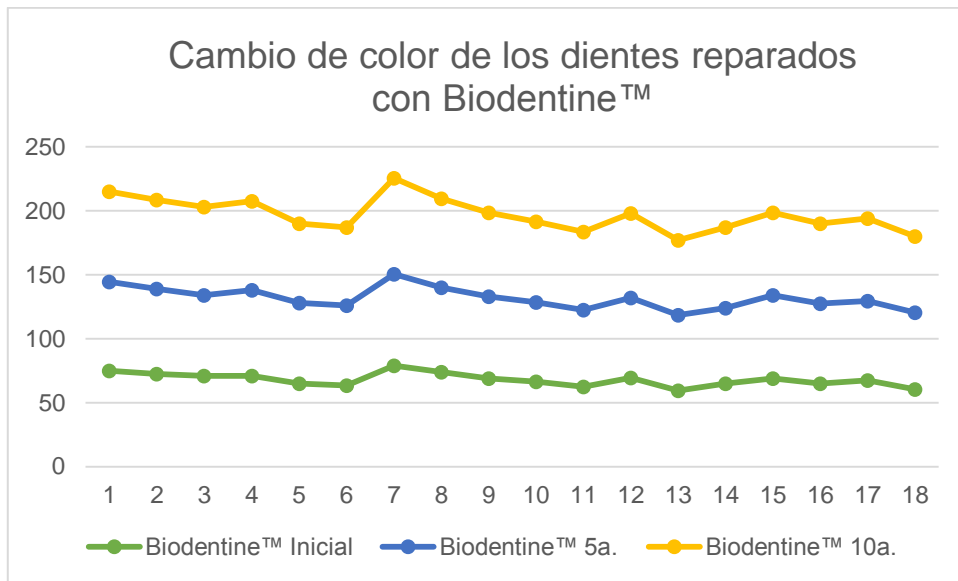
Gráfica. 1 Cambio de color en los dientes por MTA® durante 10 semanas. F.D.



Gráfica. 2 Comparación del cambio de coloración (L) en dientes con MTA®.F.D.

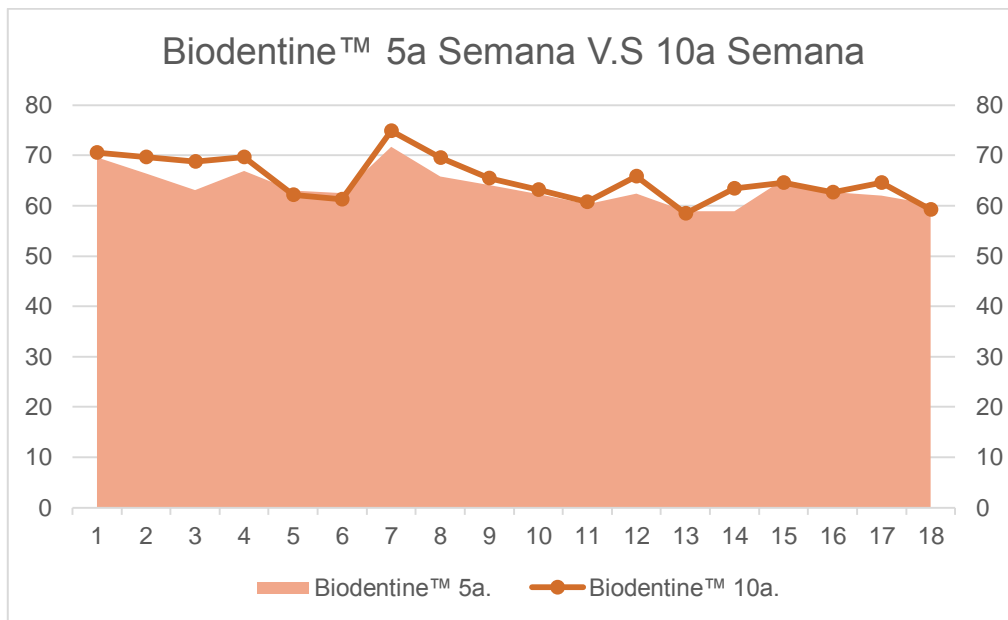
El análisis estadístico se realizó con el programa Sigma Stat teniendo como resultado que MTA Gris Angelus® entre el día 0 y el día 35 tuvo diferencias significativas ( $P < 0.001$ ) en el cambio de coloración; la comparación entre el día 35 y el día 70 tuvo diferencias significativas ( $P = 0.005$ ) y la comparación entre el día 0 y el día 70 también con diferencias significativas ( $P < 0.001$ ), disminuyendo la luminosidad de manera constante con el paso del tiempo.

Por otro lado, en la gráfica 3 se observa el cambio de color de los dientes obturados con Biodentine™ entre la 1ª, la 5ª y la 10ª medición es decir entre el día 0, cuando se obturó la perforación, el día 35 después de la obturación (5ª semana del estudio) y el día 70 después de la obturación (10ª semana del estudio).



Gráfica. 3 Cambio de color (L) en los dientes por Biodentine™ durante 10 semanas. F.D.

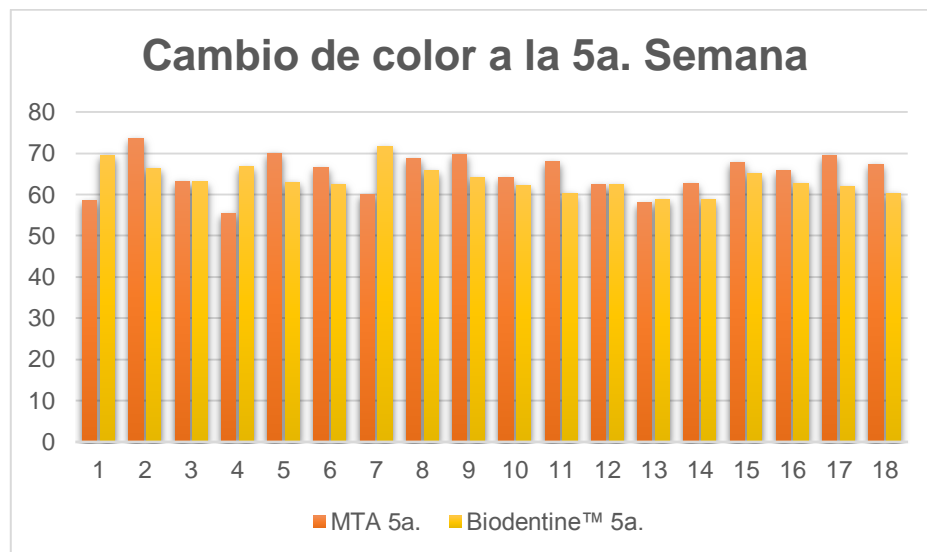
En los dientes obturados con Biodentine™ se observó un cambio ligero de coloración o luminosidad, siendo casi imperceptible como se aprecia la gráfica 4.



Gráfica. 4 Comparación del cambio de coloración (L) en dientes con Biodentine™. F.D.

Los dientes con Biodentine™ entre el día 0 y el día 35 se obtuvo que existe un cambio estadístico significativo, entre el día 35 y el día 70 se obtuvo que el material se estabilizó y ahora no presenta un cambio estadísticamente significativo, y entre el día 0 y el día 70 el resultado fue un cambio de coloración significativo pero siendo menos evidente que el grupo de MTA.

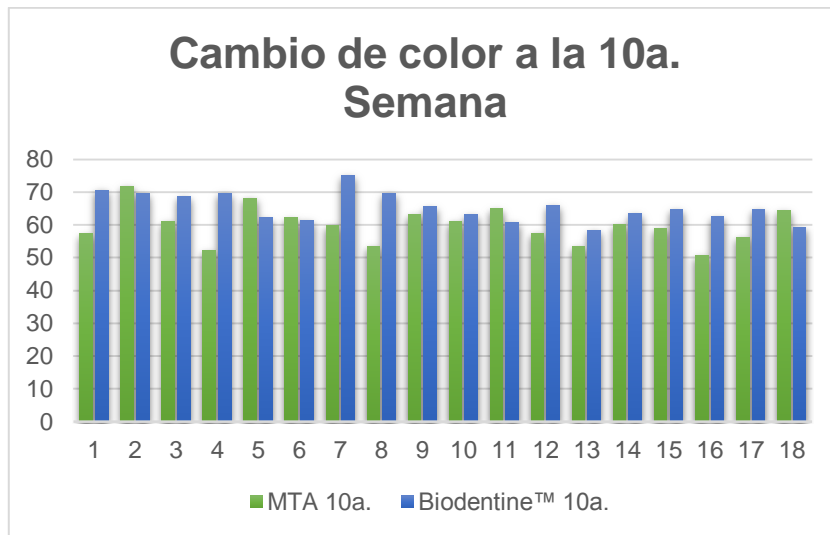
Al comparar ambos grupos de dientes reparados con MTA Gris Angelus® y Biodentine™ en el día 0 el análisis estadístico no reportó diferencias significativas ( $P=0.884$ ).



Gráfica. 5 Comparación de la 5ª semana entre dientes con MTA® y Biodentine™. F.D.

En la gráfica 5 que corresponde a la 5ª semana del estudio, al aplicar la prueba estadística T Student, para muestras independientes no se encontraron diferencias estadísticas significativas ( $P=0.328$ ) entre los dos grupos.





Gráfica. 6 Comparación de la 10ª semana entre dientes con MTA y Biodentine™. F.D.

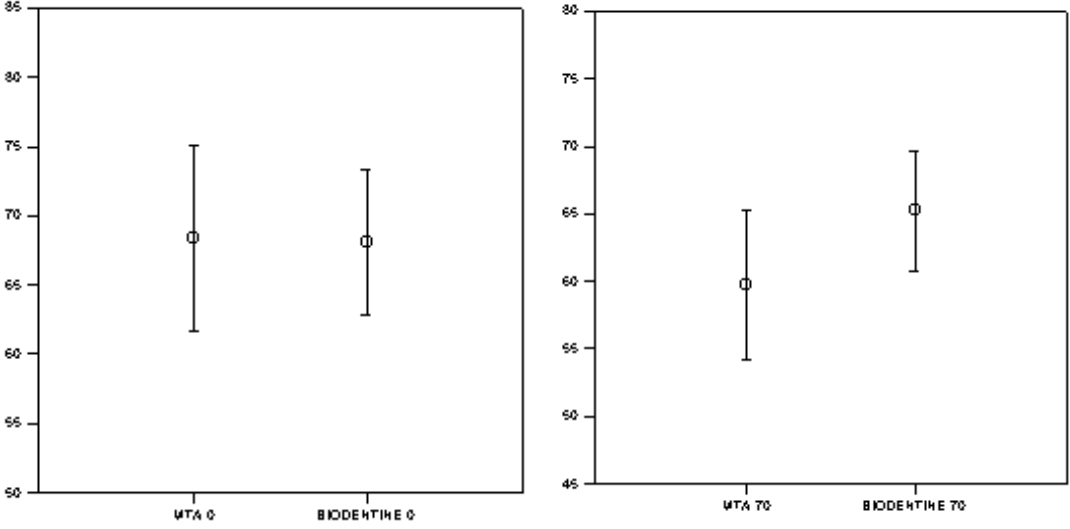
En la gráfica 6, se observan los resultados de las muestras de ambos grupos (MTA Gris Angelus® y Biodentine™), que corresponden a la semana 10ª (día 70) donde el análisis estadístico T Student reveló diferencias significativas (P=0.003) siendo este cambio un poco más evidente en el grupo MTA Gris Angelus® que en el de Biodentine™.

	MTA® Día 0	MTA® Día 35	MTA® Día 70	Biodentine™ Día 0	Biodentine™ Día 35	Biodentine™ Día 70
<b>Mean</b>	68.37	65.067	59.78	68.07	63.67	65.24
<b>Std Dev</b>	6.68	4.86	5.54	5.21	3.44	4.44
<b>SEM</b>	1.57	1.14	1.3	3.44	0.81	1.04

Figura. 17 Se muestran los resultados promedio de luminosidad, así como la desviación estándar, y el error estándar del promedio de los cementos en los días que corresponden a la medición. F.D.

En la figura 17 se muestran los resultados de las mediciones de luminosidad que corresponden a los días que se están reportando en este estudio. Las siguientes gráficas 7 y 8 corresponden a la comparación del día inicial del

estudio (día 0) con el día 70 (última lectura) de ambos materiales donde se evidencia el cambio en los valores.



Gráfica. 7 y 8 Se comparan los valores del día 0 de ambos materiales (7), y el día 70. F.D.

## 10. DISCUSIÓN

Sin lugar a dudas los accidentes en endodoncia son situaciones que no podremos evitar del todo, por esa misma razón para la reparación de las perforaciones radiculares se pueden emplear los materiales a base de silicato de calcio como una alternativa para mejorar el pronóstico del diente después de una perforación, su permanencia así como la calidad de vida del paciente.

Las marcas comerciales MTA Gris Angelus<sup>®</sup> y Biodentine<sup>™</sup> usadas en esta investigación, son una alternativa más entre todos los materiales a base de silicato tricálcico que existen en el mercado.

El presente estudio evaluó el cambio de coloración o luminosidad que presentaron los dientes con perforación radicular reparadas con materiales Mineral Trióxido Agregado Gris Angelus<sup>®</sup> (Angelus, Brasil) y Biodentine<sup>™</sup> (Septodont, Francia), durante un periodo de 10 semanas se compararon las mediciones realizadas con un espectrofotómetro (Chinspec, China), haciendo una medición inicial, y posteriormente una medición cada semana, hasta llegar a las 10 semanas (70 días). Se reportaron los resultados de una medición basal en el día 0, un corte a los 35 días que corresponde a la quinta semana y otro corte a los 70 días correspondiente a la décima semana del estudio.

Los resultados de esta investigación, de MTA Angelus<sup>®</sup> son semejantes a los reportados por Jang Ji-Hyun en el año 2013<sup>3</sup> y Valles en el año 2012<sup>1</sup>, teniendo un valor significativo mayor al deseado, al presentar cambio de color reflejado como menor luminosidad; por el contrario, Kaigeen y Ravindra en el año 2016<sup>8</sup>, reportaron en su investigación que este cemento no sufrió decoloración<sup>8</sup>. En otros estudios similares, Kang en el año 2015<sup>17</sup>, Marciano en 2014<sup>20</sup> y Bortoluzzi en el 2007<sup>21</sup>, mencionan que el cambio de color se debe al contenido de aluminato férrico-tetracálcico, por lo que en la fórmula del MTA blanco (MTAW) se reduce la cantidad de FeO.

Con relación al cemento Biodentine™ este presentó valores semejantes a los reportados por Kaige en 2016<sup>8</sup>, Vallés en 2015<sup>5</sup>, Jang en 2013<sup>3</sup>, Yoldas en 2016<sup>7</sup>, no habiendo diferencias significativas al presentar un mínimo cambio de coloración, por el contrario, Beatty y Svec en su estudio del año 2015<sup>6</sup>, señalan que Biodentine™ presentó mayor cambio de coloración al compararlo con ProRoot® (Dentsply, USA).

Coincidimos con que ambos materiales presentan cambio de coloración a través del paso del tiempo, siendo que MTA Angelus® tuvo menor estabilidad cromática por lo tanto el mayor grado de decoloración de los dos materiales estudiados como lo reportan Vallés y Jang.<sup>1-3</sup>

El grupo de dientes en los que se utilizó Biodentine™ tuvo mayor estabilidad en la luminosidad, durante las 10 semanas por lo que no se observan cambios macroscópicamente, resultados que coinciden con lo reportado por Vallés y Yoldas.<sup>5,7</sup>

Ambos materiales son altamente recomendables para realizar las reparaciones de las perforaciones, aunque hubo cambios en la luminosidad detectados por el espectrofotómetro debido a su sensibilidad, macroscópicamente los cambios no son visibles. Dependiendo de las expectativas del paciente, se deberá seleccionar uno u otro material; un factor muy importante para elegir un material sería la zona a tratar anterior o posterior y la zona de perforación radicular, entre más profundo (furca) y alejado de la línea media este el diente, será menor la visibilidad; se recomienda la colocación de Biodentine™ en dientes anteriores por su mayor estabilidad cromática y MTA Angelus® en el sector posterior o al recibir una corona metal-porcelana o no estética, por tener menor estabilidad cromática.

Otro factor que puede influir en la decisión de uno u otro material es el costo-beneficio; Biodentine™ es un material que tiene un mayor costo en el mercado, su presentación de cápsula nos impide proporcionar en menor cantidad, por lo que una cápsula prosificada nos impide hacer una mezcla en menor cantidad

sin poner en riesgo la no contaminación del producto por lo que una cápsula resulta en una cantidad excesiva de material para reparar una perforación radicular por lo que gran cantidad de esta mezcla se desperdicia resultando un tratamiento muy costoso. Por otro lado, MTA Angelus® tiene dos presentaciones comerciales, una en sobres individuales para realizar una única mezcla y el resto se deshecha por indicación del fabricante (también se puede desperdiciar el material por contaminarse) y otra presentación de un frasco con cuchara dispensadora y gotero, esta presentación nos permite proporcionar de manera más cómoda, desperdiciando menor cantidad de material, a su vez reflejado en un costo relativamente menos costoso que Biodentine™.

## 11. CONCLUSIONES

Tras analizar los resultados de este estudio se puede concluir que:

- Ambos materiales (MTA Angelus® y Biodentine™) presentaron cambios de coloración en la corona de los dientes.
- MTA Angelus® presentó mayor cambio de coloración, disminuyendo la luminosidad lo cual fue estadísticamente significativo.
- Biodentine™ presentó mayor estabilidad y menor cambio de coloración.

Es importante continuar estudiando los cambios de coloración por más tiempo, para observar si existe mayor diferencia en un plazo mayor al analizado en este estudio además de estudiar el comportamiento de color utilizando otras marcas de cementos.

## 12. BIBLIOGRAFÍA

1. Vallés M. MM,DSF. Color stability of white mineral trioxide aggregate. Clinical Oral Investigations. 2012 Julio; 17(4): p. 1155-1159.
2. Vallés M. MM,DSF. Análisis Espectrofotométrico de la decoloración dental inducida por MTA blanco y Biodentine. Revista de Endodoncia. 2014 Noviembre; 32(3): p. 111-115.
3. Jang JH. KM,S. Tooth Discoloration after the Use of New Pozzolan Cement (Endocem) and Mineral Trioxide Aggregate and the Effects. Journal of Endodontics. 2013 Diciembre; 39(12): p. 1598-1602.
4. Vallés M. MM,SF. Influence of Light and Oxygen on the Color Stability of Five Calcium Silicate-based Materials. Journal of Endodontics. 2013 Abril; 39(4): p. 525 - 528.
5. Vallés M. MM,SF. Color Stability of Teeth Restored with Biodentine: A 6-month In Vitro Study. Journal of Endodontics. 2015 Julio; 41(7): p. 1157-1160.
6. Beatty H. ST. Quantifying Coronal Tooth Discoloration Caused by Biodentine and EndoSequence Root Repair Material. Journal of Endodontics. 2015 December; 41(12): p. 2036-2039.
7. Yoldas E. BM,AD. Comparison of the Potential Discoloration Effect of Bioaggregate, Biodentine, and White Mineral Trioxide Aggregate on Bovine Teeth: In Vitro Research. Journal of Endodontics. 2016 December; 42(12): p. 1815-1818.
8. Kaige F. RP,PD. Sealing ability of mineral trioxide aggregate Plus™ and Biodentine™ for repair of furcal perforation in primary molars: An in vitro study. Contemporary Clinical Dentistry. 2016;; p. 487- 492.
9. Leeson R. LT. Histología. In Leeson R. LT. Histología. Tercera Edición ed. Ciudad de México: Interamericana; 1977. p. 304- 306.

10. Soares J. GF. Endodoncia Técnica y fundamentos. In Soares J. GF. Endodoncia Técnica y fundamentos. 2nd ed. Buenos Aires: Médica Panamericana; 2012. p. 25-26.
11. Terraza T. GG,LM,OM. Accidentes de procedimiento endodóntico. Presentación de un caso. Revista Odontológica Mexicana. 2011 Septiembre; 15(3): p. 183-188.
12. Walton RE TM. Endodoncia principios y práctica; accidentes de procedimiento. 2nd ed. Ciudad de México: McGraw-Hill Interamericana; 1997.
13. Ontiveros A. CE,EN,EA. Análisis de la transportación en el tercio apical utilizando la Técnica de Instrumentación de Fuerzas Balanceadas VS Sistema de Instrumentación Rotatoria MTWO. Revista de la Asociación Dental Mexicana. 2012 Abril; LXIX(5): p. 226-232.
14. Schäfer E,DT. Development and sequelae of canal transportation. Endodontic Topics. 2009 February; 15(1): p. 75-90.
15. Lee D. MJ,KSM. Tooth discoloration induced by a novel mineral trioxide aggregate-based root canal sealer. European Journal of Dentistry. 2016 September; 10(3): p. 403-407.
16. Romero G. RJ,DA. Comparación in vitro de la microfiltración apical del MTA ProRoot y Angelus en dientes monorradiculares. Avances en Odontoestomatología. 2012 Mayo; 28(3): p. 125-131.
17. Kang SH. SY,H,KSSY. Color Changes of Teeth after Treatment with Various Mineral Trioxide Aggregate-based Materials: An Ex Vivo Study. Journal of Endodontic. 2015 May; 41(5): p. 737-741.
18. Morales D. CE,DA. Efectos adversos en el periápice relacionados con el uso del mineral trióxido agregado en apexificación. Revisión sistemática. Avances en Odontoestomatología. 2014 Abril; 30(2): p. 95-98.



19. Contreras Z. DF, RM. Agregado Trióxido Mineral (MTA). Composición, características y aplicaciones clínicas. A propósito de un caso clínico. DENTUM. 2007; 7(2): p. 75-80.
20. Marciano M. MR, CJ. Assessment of Color Stability of White Mineral Trioxide Aggregate Angelus and Bismuth Oxide in Contact with Tooth Structure. Journal of Endodontics. 2014 August; 40(8): p. 1235-1240.
21. Bortoluzzi E. AG, GJ. Marginal Gingiva Discoloration by Gray MTA: A Case Report. Journal of Endodontics. 2007 Marzo; 33(3): p. 325-327.
22. Villalobos P. BV. Propiedades y Usos en Odontopediatría del MTA (Agregado de Trióxido Mineral). International Journal of Dental Sciences. 2011; (13): p. 65-70.
23. Chaple A. HL. Generalidades del agregado de trióxido mineral (MTA) y su aplicación en odontología: Revisión de la literatura. Acta Odontológica Venezolana. 2007 Marzo; 45(3): p. 1-8.
24. Felman D. PP. Coronal Tooth Discoloration and White Mineral Trioxide Aggregate. Journal of Endodontics. 2013 April; 39(4): p. 484-487.
25. Univ AM. Biodentine: from biochemical and bioactive properties to clinical applications. Giornale Italiano di Endodonzia. 2016; 30(2): p. 81-88.
26. Hincapié S VA. Biodentine: una nueva propuesta en terapia pulpar. Dossier Endodonzia, Terapia pulpar moderna y revolucionaria. 2015 Diciembre; 34(73): p. 69-76.
27. Cedrés Cecilia LC, GA. Una Nueva Alternativa Biocompatible: BIODENTINE. Acta Odontológica. 2014 Julio; 11(1): p. 11-16.
28. Zanini M. SJ, BA. Biodentine induces immortalized murine pulp cell differentiation into odontoblast-like cells and stimulates biomineralization. Journal of Endodontic. 2012 Septiembre; 38(9): p. 1220-1226.
29. Giani A. Avances en protección pulpar directa con materiales bioactivos. Actas Odontológicas. 2017; 14(1): p. 11-17.

30. López A. SA. El modelo CIELAB, las fórmulas de diferencia de color y el uso de la norma europea en 12878 en morteros y hormigeros coloreados. Ciencia y Tecnología de los materiales. 2016;(6): p. 41-53.