



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

---

---



**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**

COMPARACIÓN DE MTA Y BIODENTINE COMO  
MATERIAL DE RETROOBTURACIÓN.

**TRABAJO TERMINAL ESCRITO DEL DIPLOMADO DE  
ACTUALIZACIÓN PROFESIONAL**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

**CIRUJANA DENTISTA**

P R E S E N T A:

DIANA SÁNCHEZ ORTEGA

TUTOR: Esp. DANIEL DUHALT ÍÑIGO

ASESORA: Esp. ALEJANDRA RODRÍGUEZ HIDALGO



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**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 mis padres**, por dar todo de sí mismos para que yo tenga la mejor vida que pudiera desear, porque por ustedes hoy estoy aquí y para ustedes doy lo mejor de mí.

**A Ileana**, hermana, compañera incondicional de vida, pilar de apoyo y ejemplo a seguir, gracias por estar conmigo.

**A mis amigos**, Laura, Karen, José Antonio y Miguel; por todo el apoyo que me han brindado para ser mejor persona y por enseñarme siempre el lado positivo de las cosas.

**A mis Profesores**, que me enseñaron y guiaron para ser una buena profesionista. Dra. Ale y Dr. Daniel, gracias por compartir sus conocimientos, por sus orientaciones, y por ser motivo de inspiración.



---

A todos mis amigos y compañeros con los cuales coincidí durante la carrera que sin duda hicieron cada momento especial, todos hicieron un pedacito de lo que soy ahora, muchas gracias por su cariño y enseñanzas.

A la Facultad de Odontología que ha sido mi segunda casa desde el primer día que puse un pie en ella.

A ti UNAM porque es un orgullo formar parte de ti.

“POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPIRITÚ”



## ÍNDICE

1. Introducción .....	6
2. Cirugía Periapical .....	7
2.1 Indicaciones .....	7
2.2 Contraindicaciones .....	7
3. Apicectomía .....	9
3.1 Indicaciones .....	9
3.2 Contraindicaciones .....	9
3.3 Instrumental .....	10
3.4 Longitud de la resección apical .....	11
3.5 Ángulo de corte .....	12
4. Retropreparación .....	14
4.1 Instrumental .....	14
4.2 Profundidad de la preparación .....	16
5. Retroobturación .....	17
5.1 Instrumental .....	18
6. Materiales indicados para la retroobturación .....	19
6.1 Antecedentes .....	19
6.2 Propiedades .....	19
6.3 Amalgama .....	20
6.4 IRM .....	20
6.5 Súper EBA .....	21
6.6 Cementos de ionómero de vidrio .....	22
7. Biocerámicos .....	24
7.1 Primera generación .....	25
7.1.1 MTA .....	26
7.1.1.1 Composición .....	28
7.1.1.2 Propiedades físicas y químicas .....	28
7.1.1.3 Manipulación .....	30
7.1.1.4 Biocompatibilidad .....	32
7.2 Segunda Generación .....	34



7.2.1 Biodentine .....	35
7.2.1.1 Composición. ....	36
7.2.1.2 Propiedades físicas y químicas. ....	38
7.2.1.3 Manipulación. ....	40
7.2.1.4 Biocompatibilidad .....	40
7.2.2 ERRM .....	42
8. Cuadro comparativo .....	43
8.1 Artículos científicos .....	46
9. Conclusiones .....	51
10. Referencias bibliográficas .....	53



## 1. Introducción

El tratamiento del sistema de conductos radiculares tiene como objetivo principal la limpieza y conformación adecuadas del conducto radicular, y así poder lograr el saneamiento de los tejidos perirradiculares cuando estos llegan a estar afectados. El fracaso en el tratamiento de conductos está relacionado con varios factores entre los cuales se encuentra: la persistencia microbiana en el sistema de conductos, así como restauraciones deficientes que permiten el ingreso de microorganismos dentro del conducto que se ha sometido a tratamiento endodóncico.

Cuando la enfermedad periapical es persistente y la pieza dental no ha respondido satisfactoriamente a un tratamiento o retratamiento convencional del conducto radicular, está indicada la cirugía periapical. La apicectomía es la resección de los últimos 3-5 mm de la porción apical de la raíz, esto para poder eliminar todas las posibles aberraciones anatómicas.

El material ideal de obturación para el extremo radicular debe ser fácil de manipular, radiopaco, dimensionalmente estable y no reabsorbible. También debe adherirse a las paredes de la preparación, ser biocompatible, ya que éste estará en contacto con los tejidos periapicales y promover la cicatrización.

Los materiales utilizados para obturación retrograda han ido mejorando con el paso de los años, desde la amalgama, la utilización del IRM, el Súper EBA, hasta la incorporación del MTA, que gracias a sus características, se ha convertido en el material de primera elección. Aunque la utilización de este tiene como desventajas su difícil manipulación así como su largo tiempo de fraguado, por este motivo han salido al mercado nuevos materiales biocerámicos a base de silicato de calcio, los cuales presentan mejoras en las propiedades.



## 2. Cirugía periapical

La cirugía periapical es un procedimiento por el cual se intenta resolver los problemas creados por el tratamiento endodóncico o que no fueron solucionados por este. Normalmente se recurre a la cirugía periapical para eliminar un segmento de la raíz con conducto sin desbridar o para sellar apicalmente el conducto cuando no se puede lograr un sellado completo con el tratamiento endodóncico convencional.<sup>1,2,3</sup>

### 2.1 Indicaciones

Grossman y cols. enlistaron las indicaciones para la cirugía endodóncica:

- Fracaso en el tratamiento endodóncico.
- Presencia de grandes lesiones periapicales con persistencia o aumento de tamaño de las mismas.
- Anatomía aberrante como dilaceraciones muy marcadas que impidan el acceso a la porción apical o presencia de conductos accesorios que sea imposible su instrumentación.
- Conductos contaminados que alojen instrumentos fracturados.
- Destrucción de la constricción apical por sobre instrumentación.
- Sobreobturación.<sup>3</sup>

### 2.2 Contraindicaciones

Las posibles contraindicaciones que se aplican a la cirugía endodóncica pueden relacionarse:

- Cuando el tratamiento o retratamiento de conductos sea la forma más conveniente y segura de reparar la lesión. La cirugía no puede sustituir el tratamiento convencional
- Enfermedad periodontal severa, que determina sustentación ósea insatisfactoria.
- Oclusión traumática.





- Ápices de difícil acceso quirúrgico (segundos y terceros molares inferiores, raíces palatinas)
- Ápices en proximidad anatómica de riesgo (seno maxilar, fosa nasal, conducto mandibular, foramen mentoniano)
- Raíces muy cortas.
- Procesos patológicos en fase aguda <sup>4</sup>



### 3. Apicectomía

La apicectomía es la remoción de la porción apical de la raíz cuyo objetivo es la eliminación de procesos patológicos como reabsorción radicular apical, cemento infectado, remoción de conductos accesorios delta apicales, eliminación de errores del operador como escalones, perforaciones o instrumentos fracturados, y acceso al conducto para preparar una retrocavidad con posterior retroobtusión.<sup>1,2</sup>

#### 3.1 Indicaciones

- En caso de fractura de un instrumento dentro del conducto.
- Perforación del ápice.
- Reabsorción radicular.
- Desvío de instrumentación a nivel apical.

El propósito del tratamiento quirúrgico es proporcionar las condiciones adecuadas para que tenga lugar la reparación del tejido periapical. Estas condiciones incluyen eliminación de tejido necrótico, bacterias persistentes en la porción apical, la cual incluirá los 3mm radiculares, debido a que en esa porción existe una compleja anatomía de conductos.<sup>1,4</sup>

#### 3.2 Contraindicaciones

- Ápices de difícil acceso quirúrgico (segundos y terceros molares inferiores, raíces palatinas).
- Ápices en proximidad anatómica de riesgo (seno maxilar, fosa nasal, conducto mandibular, foramen mentoniano)
- Raíces muy cortas o que ya sufrieron apicectomías anteriores.

### 3.3 Instrumental

En la última década, las técnicas y materiales nuevos han cambiado el instrumental quirúrgico clásico de forma notable. Los instrumentos actuales están diseñados para proporcionar la máxima visibilidad operatoria mediante microscopios.<sup>2</sup>

La mejor visualización de la zona tendría poca utilidad sin instrumentos microquirúrgicos, como las puntas ultrasónicas los microespejos para la exploración.<sup>1</sup> (Figura 1)



Figura 1. Comparación de un espejo intraoral, con microespejos.  
<http://www.sdpt.net/microscopio1A.htm>

Para realizar la apicectomía, se utilizan fresas troncocónicas números 699, 700, 701 o 702, para pieza de mano recta, de baja velocidad (Figura 2).

El grosor de la fresa dependerá del volumen de la raíz que se cortará. Cuanto mayor el volumen, tanto mayor debe ser el volumen de la fresa que se utilice.<sup>4,5</sup>



Figura 2. Fresas troncocónicas quirúrgicas.  
<https://www.proclinic.es/fresa-acero-mallefer>

### 3.4 Longitud de la resección apical

Dos principios básicos dictan la extensión de la resección del extremo radicular. El primero y más importante es que se debe eliminar la causa de una enfermedad persistente; esto incluye la resección del tejido enfermo y, cuando esté indicado la reducción de una raíz fenestrada en la zona apical. En segundo lugar, se debe proporcionar un espacio adecuado para inspección y tratamiento del extremo radicular.<sup>2,4</sup>

Complejidades anatómicas se convierten en comunicación entre el sistema de conductos contaminados y el tejido periapical, exponiendo al fracaso a la cirugía endodóncica. Por ello las comunicaciones deben ser eliminadas antes de realizar la preparación de retrocavidad. En general se indica un recorte de aproximadamente tres milímetros de ápice, ya que con esto se remueve el 98% de las ramificaciones apicales y 93% de conductos laterales. (Figura 3)

Aproximadamente el 75% de los dientes tiene aberraciones del conducto (p. Ej. deltas apicales) en los 3mm apicales del diente. Una resección apical de 3mm aproximadamente debe incluir la mayoría de los conductos accesorios, y de esta manera eliminará la mayor parte de los gérmenes irritantes residuales. Existen varios factores que deben ser considerados para determinar el grado de resección del extremo radicular:

- Acceso visual y operativo del sitio quirúrgico.
- Anatomía de la raíz, forma, longitud y curvatura.
- Número de conductos y su posición en la raíz.
- Presencia y ubicación de errores del operador durante el procedimiento endodóncico.
- Presencia y extensión de defectos periodontales.<sup>2,4</sup>

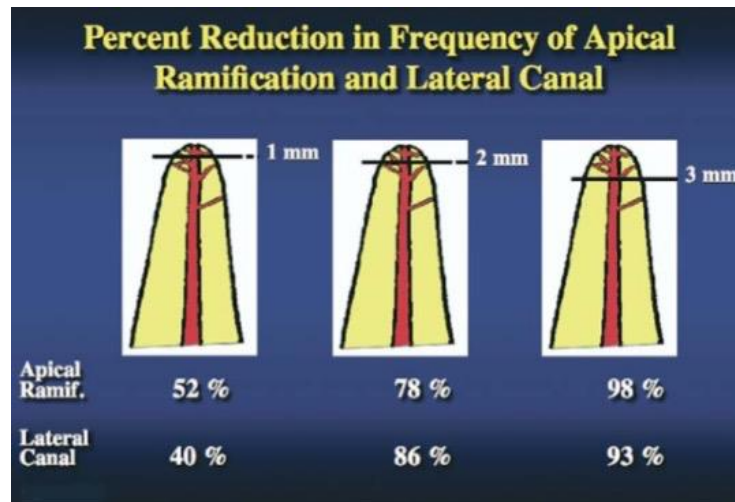


Figura 3. Frecuencia de ramificaciones apicales y canales laterales.<sup>2</sup>

### 3.5 Ángulo de corte

Desde una perspectiva biológica, el ángulo más adecuado para la resección del extremo radicular es perpendicular al eje principal del diente. El fundamento de la resección perpendicular del extremo radicular se basa en varios parámetros anatómicos:

En primer lugar, una resección perpendicular aproximadamente a 3mm del ápice anatómico tiene mayor probabilidad de incluir todas las ramificaciones apicales de esa región del diente.<sup>2,6</sup>(Figura 4)

Segundo, a medida que aumenta el ángulo de la resección aumenta también significativamente el número de túbulos dentinarios que se comunican con la región perirradicular y el sistema de conductos radicular y, por lo tanto, también aumenta la probabilidad de que irritantes del interior del sistema de conductos accedan a los tejidos en curación a medida que aumenta el ángulo de resección.

Tercero, la extensión de la preparación de la cavidad del extremo radicular es más sencilla si la resección es perpendicular al eje longitudinal del diente. En la actualidad la ventana de osteotomía ya no es realizada en base al tamaño del instrumental, si no a la anatomía radicular.<sup>1,5</sup>

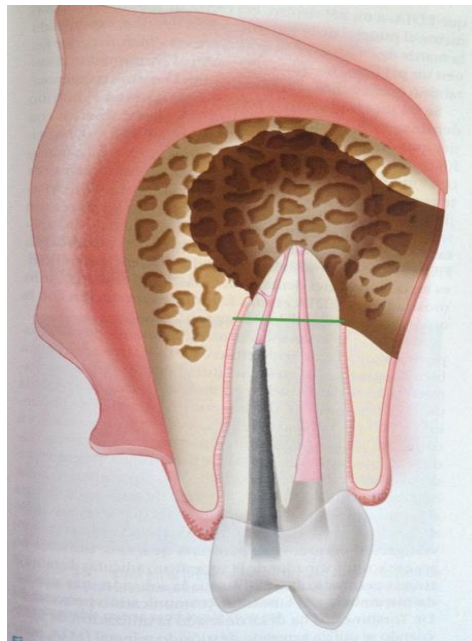


Figura 4. Se puede realizar una resección perpendicular o casi perpendicular del extremo radicular mediante la utilización de instrumentos microquirúrgicos y mejora del aumento y la iluminación.<sup>1</sup>

## 4. Retropreparación

El objetivo es hacer una cavidad en el extremo radicular cuyas dimensiones sean suficientes para aplicar un material de relleno en el extremo radicular, y para evitar al mismo tiempo cualquier lesión innecesaria de las estructuras del extremo radicular. La preparación ideal es una cavidad de clase I preparada a lo largo del eje principal del diente hasta una profundidad de al menos 3mm.<sup>2,7</sup>

### 4.1 Instrumental

Tradicionalmente se ha utilizado con este fin un microcontraángulo con una fresa rotatoria, sin embargo, con la aparición de las puntas ultrasónicas diseñadas específicamente con este fin, las preparaciones del extremo radicular se realizan en la actualidad con técnica ultrasónica.<sup>2,8</sup>(Figura 5)

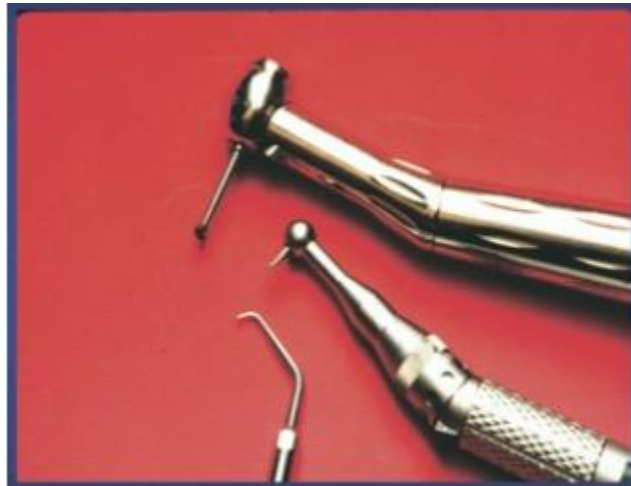


Figura 5. Comparación de un contraángulo de dimensiones convencionales, un microcontraángulo y una punta ultrasónica.<sup>2</sup>

Las técnicas de preparación ultrasónica del extremo radicular tienen varias ventajas sobre el método de microcontraángulo. Se debe retirar menos tejido óseo para obtener un acceso adecuado al extremo radicular.<sup>8</sup> Además de mejores condiciones de producir una preparación más conservadora y

centrada en el conducto. Se reduce el riesgo de perforación del extremo radicular. La preparación apical ultrasónica genera significativamente menos barrillo dentinario que cuando se utilizan fresas.<sup>1</sup> (Figura 6)

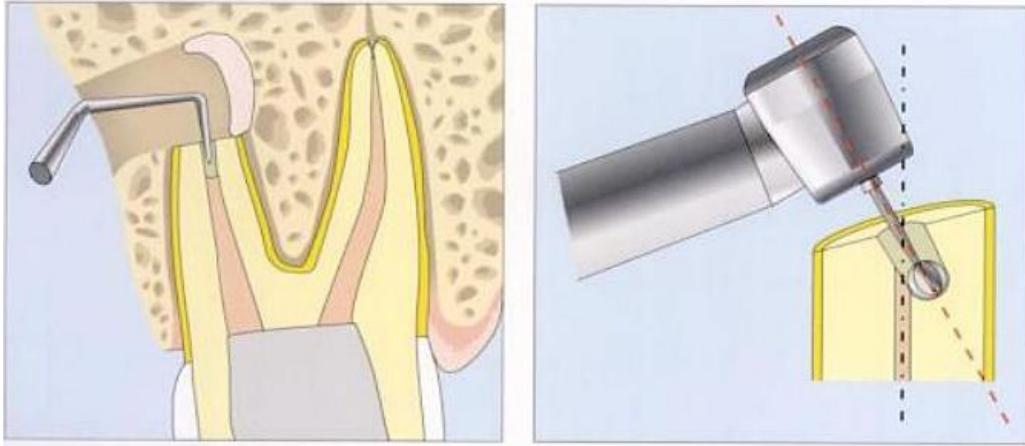


Figura 6. Izq. Preparación de la cavidad con puntas ultrasónicas. Der. Preparación con microcontaangulo y fresa.<sup>3</sup>

Se dispone de varios tipos de puntas ultrasónicas para la preparación del ápice radicular (Figura 7), incluyendo puntas de diferentes longitudes y diámetros, construidas de acero inoxidable, estas puntas pueden estar recubiertas de diamante o nitruro de circonio, lo que mejora la eficiencia de corte, lo que se traduce en tiempo menor necesario para la preparación.<sup>9,10</sup>

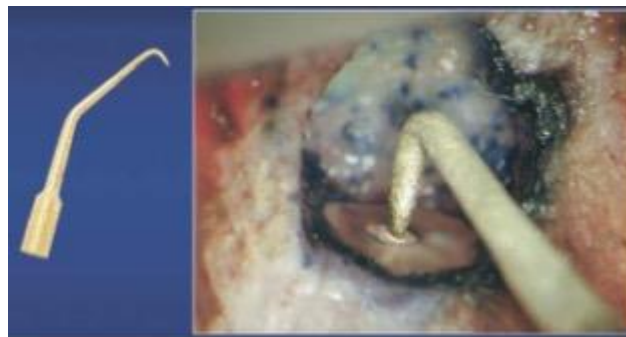


Figura 7. Utilización de la punta ultrasónica recubierta de diamante.<sup>2</sup>





## 4.2 Profundidad de la preparación

La preparación ideal es una cavidad a lo largo del eje radicular hasta una profundidad de al menos 3mm. El diseño de la cavidad debe permitir un volumen suficiente de material de obturación.<sup>2</sup> (Figura 8)



Figura 8. Diafragma de una preparación perpendicular del extremo y una preparación de una cavidad de 3mm de profundidad a lo largo del eje de la raíz.<sup>1</sup>

## 5. Retroobtención

Es el procedimiento por el cual se cierra el conducto por vía apical cuando no es posible logra un acceso por la cámara pulpar. Entre sus indicaciones, están los dientes que tienen prótesis con perno, instrumentos fracturados que comprometen una gran extensión del conducto, perforaciones radiculares y en algunos casos de anomalías anatómicas, como dens in dente.<sup>10,11</sup>

Consiste en la compactación del material de obturación en el interior de la cavidad retrógrada con el fin de obtener el sellado apical.<sup>4</sup>



Figura 9. Colocación de la obturación en el extremo radicular.<sup>1</sup>

Primeramente se secará la cavidad, puesto que los materiales de obturación están influenciados por la humedad, en esta fase será oportuno aspirar todos los líquidos de la cavidad ósea y mantener una adecuada hemostasia.<sup>6,7</sup>

El transporte del material será con transportadores o jeringas estériles, la compactación y la condensación del material se realiza con el fin de adosarlo contra las paredes y crear una masa libre de burbujas que garantice un cierre hermético, se realiza con obturadores manuales con medidas adecuadas (Figura 9), el exceso de material se retirará con una cucharilla quirúrgica.<sup>7</sup>

## 5.1 Instrumental

Para la obturación retrógrada del extremo radicular se utilizan jeringas diseñadas para la aplicación de cementos (Figura 10), así como microcondensadores.<sup>2,8</sup> (Figura 11)

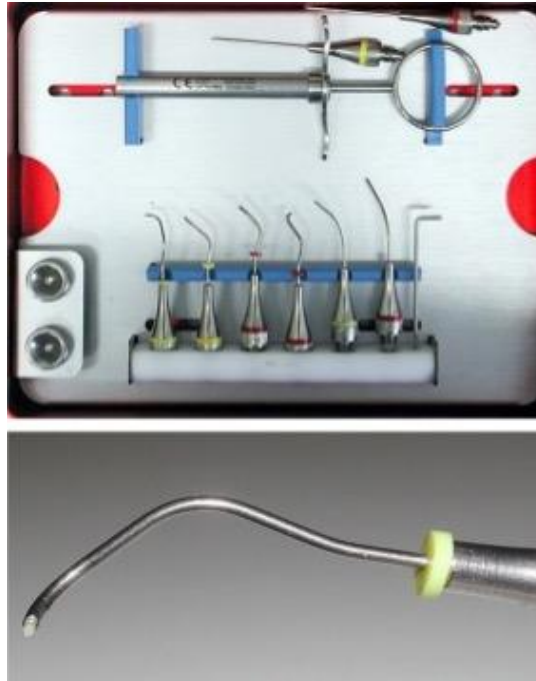


Figura 10. Sistema MAP de Dentsply.  
<http://www.dentamedical.com/>



Figura 11. Microcondensadores de diferentes formas y tamaños para la obturación del ápice radicular.<sup>1</sup>



## 6. Materiales para la retroobtusión

El material usado para la obturación del extremo radicular deberá el contenido del sistema de conducto radicular en el interior del conducto impidiendo la salida de bacterias, los productos derivados de las bacterias o materiales tóxicos hacia los tejidos perirradiculares circundantes.<sup>4</sup>

### 6.1 Antecedentes

Prácticamente todos los materiales de restauración concebibles han sido utilizados en algún tiempo como un material de relleno retrógrado. La amalgama fue uno de los materiales más antiguos que se llegó a utilizar, sin embargo, esta presentó importantes desventajas entre ellas toxicidad, filtración marginal y liberación de iones de mercurio y zinc.

Por esta razón la amalgama se fue sustituyendo por diferentes materiales como el IRM, Cavit, cementos de ionómero de vidrio, el Súper EBA y el MTA.<sup>4,12</sup>

### 6.2 Propiedades

El material debe ser reabsorbible, biocompatible y estable dimensionalmente a lo largo del tiempo.

Debe ser capaz de inducir la regeneración del ligamento periodontal (LP), específicamente la cementogenia sobre la propia obturación del extremo radicular. Que no se vea afectado por la presencia de humedad. Capaz de adherirse a las paredes de la cavidad y mantener la capacidad de sellado por largo tiempo.<sup>4,13</sup>

Finalmente las propiedades de manipulación y el tiempo de trabajo deben ser tales que el cirujano pueda aplicar la obturación del extremo radicular con suficiente facilidad.<sup>11</sup>



### 6.3 Amalgama

El manejo clínico de la amalgama de plata es sencillo, incluso en condiciones de humedad, pero tiene tendencia a difundir por los tejidos de alrededor ocasionando tinciones. Su capacidad de sellado es media (no se trata de un adhesivo, sella la cavidad mecánicamente) y su biocompatibilidad es mala, causando una exacerbable respuesta inflamatoria tisular de particular relevancia si la amalgama contiene zinc. Aunque la amalgama suele contener mercurio, no se ha observado toxicidad sistémica por su causa<sup>14</sup> (Figura 12)



Figura 12. Presentación de la amalgama.  
<http://www.worldwork.it/>

### 6.4 IRM

El Intermediate Restorative Material (IRM) es un cemento de óxido de cinc y eugenol.

El IRM está formado por un polvo que contiene más del 75% de óxido de cinc y aproximadamente el 20% de polimetacrilato, mezclado a partes iguales con un líquido 99% eugenol y 1% de ácido acético.(Figura 13)

El IRM se tolera en tejido perirradicular, pero no tiene capacidad regenerativa de los tejidos duros. La respuesta es similar a la que se con otros materiales



basados en ZOE. In vitro el IRM impide la adhesión las proteínas de la matriz del esmalte. <sup>14</sup>



Figura 13. Presentación comercial IRM.  
[www.dentalsuppliesstore.com/](http://www.dentalsuppliesstore.com/)

## 6.5 Súper EBA

Está formado por un polvo que contiene el 60% de cinc, 34% de óxido de aluminio y el 6% resinas naturales. Se mezcla en proporción 1:1 con un líquido que contiene 37% de eugenol y 63% de ácido o-etoxibenzoico. Se dispone de SuperEBA en dos formas: de fraguado rápido y de fraguado normal.(Figura 14)

El SúperEBA tiene radiopacidad y efectos de sellado similares a los del IRM, con menos filtración que la amalgama. El patrón de las filtraciones de SuperEBA no parece depender de las técnicas de acondicionamiento y de acabado del extremo radicular.

Biológicamente el SuperEBA se tolera bien en los tejidos perirradiculares cuando se utiliza como material para la obturación del extremo radicular. Sin

embargo, no tiene capacidad de regenerar cemento. Se ha demostrado la reparación de hueso a las 12 semanas, con persistencia de tejido fibroso. Las obturaciones del extremo radicular con SuperEBA muestran una línea que capta un colorante basófilo adyacente al material de obturación, lo que puede indicar tejido duro. El SuperEBA tiene una actividad antibacteriana escasa. La citotoxicidad del SuperEBA es similar a la de la amalgama y el IRM. La incidencia de enfermedad persistente después de la cirugía endodóncica en la que se utilizó SuperEBA como material de obturación retrógrada varía desde el 4% hasta 20%.<sup>14</sup>



Figura 14. SuperEBA.  
<http://www.dentalcity.com/>

## 6.6 Cementos de ionómero de vidrio

El cemento de ionómero de vidrio (CIV) está formado por ácidos poliméricos acuosos, como ácido poliacrílico, polvos de vidrio básicos, aluminosilicato cálcico. El CIV fragua mediante una reacción de neutralización del aluminosilicato, que es dado por grupos carboxilato para establecer enlaces cruzados con poliácidos.

Los cementos de ionómero de vidrio se encuentran en presentación polvo-líquido. El polvo está hecho a base de sílice, aluminio, calcio y flúor. El líquido es ácido poliacrílico, agua y pequeños porcentajes de ácido tartárico y maléico.

Tiene características de compuesto iónico o cerámico y plástico. Tiene valores altos de resistencia a la compresión y alcanza la más baja solubilidad de todos los cementos después de 24hrs de colocado. Al entrar en contacto con dentina, el fluoruro del cemento lleva a cabo un intercambio iónico con la hidroxiapatita del diente, formando flúor-apatita lo que lo hace más duro y resistente a ácidos.<sup>14</sup>(Figura 15)

Los elementos de ionómero de vidrio son susceptibles al ataque por la humedad durante el periodo de fraguado inicial, lo que da lugar a una mayor solubilidad y una menor fuerza de unión. La contaminación con humedad o sangre afectó de manera adversa al resultado cuando se utilizó CIV como material de obturación retrograda; esto se produjo con una frecuencia significativamente mayor en los caso donde no se tuvo éxito. La respuesta tisular al CIV es mucho más favorable que la respuesta a la amalgama y similar a la que se observa con materiales basados en ZOE. <sup>11,14</sup>



Figura 15. Cemento de ionómero de vidrio de la casa comercial 3M ESPE. <http://solutions.3m.com.hk/>





## 7. Biocementos Biocerámicos

Se consideran materiales biocerámicos aquellos materiales cerámicos cuya inercia química les hacen adecuados para su uso, de tal manera que puedan lograr un específico comportamiento biológico y fisiológico. Esto significa que han de reunir una serie de características las cuales imponen a su vez una serie de limitaciones al desarrollo de estos materiales. Dentro de estas características destacan:

- Biocompatibilidad.
- Adaptabilidad y resistencia permanente y continua.
- Compatibilidad funcional.<sup>15</sup>

Así, todo biomaterial, aparte de ser aceptado por los tejidos vivos del organismo de forma adecuada, debe ser capaz de responder a un compromiso de sus propiedades, resultante de la conjunción de varios factores físicos, clínicos y técnicos.<sup>16,17</sup>

Los materiales biocerámicos, con su naturaleza biocompatible y excelentes propiedades físico-químicas, son ampliamente utilizados en endodoncia. Pueden funcionar como cementos, materiales de reparación de la raíz, selladores de conductos radiculares y materiales de relleno, los cuales tienen la ventaja de una mayor biocompatibilidad, el potencial de aumenta la resistencia de la raíz después de la obturación, propiedades antibacterianas y la capacidad de sellado. Los nuevos materiales biocerámicos han demostrado la capacidad de superar algunas de las limitaciones importantes de las generaciones anteriores de materiales de endodoncia. La mayoría de los materiales biocerámicos han demostrado ser biocompatibles y tienen buenas características físico-químicas, por lo tanto tienen un uso potencial uso en endodoncia.<sup>15</sup>

La mayoría de los fracasos de endodoncia se producen como resultado de la invasión bacteriana de la raíz tratada y de la fuga de material de relleno de los conductos a los tejidos periapicales. El material de sellado debe bloquear las



vías de comunicación entre el sistema de conductos radiculares y los tejidos circundantes para asegurar el éxito a largo plazo en endodoncia.<sup>15,16</sup>

Por lo tanto, los criterios para el material ideal para su uso en endodoncia incluye las siguientes características: no tóxicos, insolubles en fluidos tisulares, dimensionalmente estable, antibacteriano, conductivo de tejido duro, biocompatible, y radiopaco, fáciles de manejar. .

Los materiales biocerámicos son cerámicos biocompatibles adecuados para su uso en el cuerpo humano. Los materiales biocerámicos fueron introducidos en endodoncia en la década de 1990, primero como materiales de obturación retrógrada y entonces como cementos de reparación de la raíz, selladores de conductos radiculares, y recubrimientos para conos de gutapercha. Las potenciales ventajas de los materiales biocerámicos en endodoncia están relacionados con sus propiedades físico-químicas y biológicas.

Los cementos biocerámicos son biocompatibles, no tóxicos, sin contracción, y por lo general químicamente estable dentro del entorno biológico. Una ventaja adicional de estos materiales es su capacidad para formar hidroxiapatita y crear un vínculo entre la dentina y el material. El MTA se ha reconocido como el material biocerámico estándar de oro para una variedad de situaciones clínicas y es quizás más cercano a la propiedad reparadora de los materiales ideales, debido a sus excelentes propiedades físico-químicas y biológicas. Recientemente, han aparecido en el mercado una clase de nuevos materiales biocerámicos, poseen características similares in vitro y algunas in vitro con cementos ya utilizados.<sup>17</sup>

## 7.1 Primera Generación

Los biomateriales han experimentado una clara evolución, pasando de utilizar materiales inertes a materiales bioactivos y biodegradables.<sup>17</sup>



### 7.1.1 MTA

El Agregado Trióxido Mineral, MTA por sus siglas en inglés Mineral Trioxide Aggregate, fue desarrollado en la Universidad de Loma Linda entre los años 1993-1998. Reportado por primera vez en 1993 por Torabinejad como material de relleno del extremo radicular en cirugía endodóncica (Zmer y cols 2012)

El MTA es derivado del cemento Portland (material de construcción de alta calidad, fabricado con piedra caliza, arcilla de caolín con bajo contenido de hierro y yeso) que ha demostrado eficacia clínica en los protocolos y estudios de investigación aplicada; gracias a sus cualidades considerado actualmente como el “nuevo estándar de oro” a pesar de sus dos grandes desventajas: el largo tiempo de fraguado final y la necesidad de humedad para que esto se logre. El MTA es comercializado actualmente por la marca Dentsply, con el nombre de ProRoot MTA, en presentación de sobres herméticamente sellados que contienen polvo de MTA y se adjuntan pipetas con agua estéril.<sup>18,19</sup> (Figura 16)



Figura 16 Presentación de ProRoot MTA  
<http://www.uadent.com/prorut-proroot-mta-material-dlya-vosstanovleniya-dentina-kornevyyx-kanalov/>

El uso del MTA está indicado en las siguientes situaciones clínicas (Figura 17)

- Tratamiento quirúrgico de perforación radicular por reabsorción interna.
- Cirugía periapical con obturación retrógrada.
- Recubrimiento pulpar directo.
- Pulpotomía (remoción de la porción coronaria afectada de la pulpa para preservar la vitalidad y la función de la pulpa radicular remanente).
- Apicogénesis (inducción del término de la formación radicular en dientes permanentes vitales).
- Apicoformación (inducción de la formación de barrera apical de tejido duro en dientes permanentes jóvenes, con raíces no completamente formadas y pulpa necrótica).<sup>19</sup>

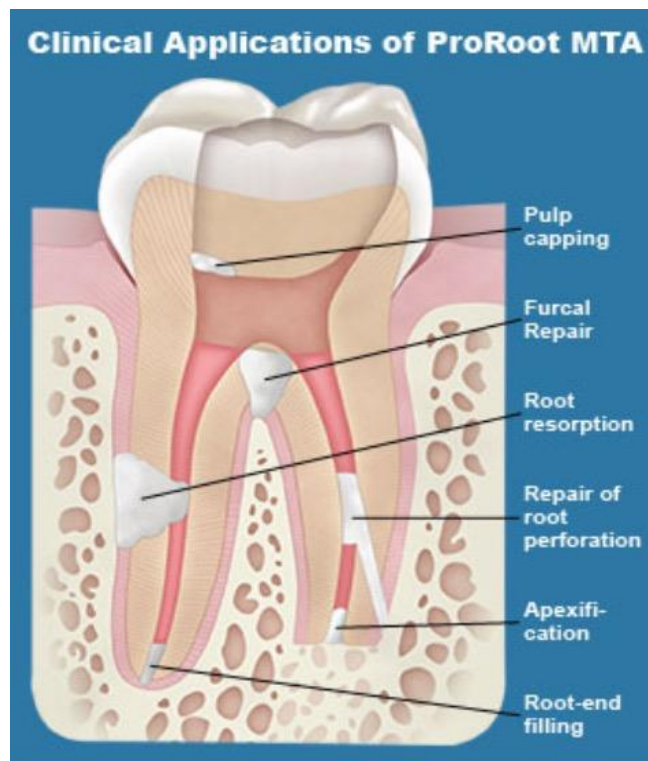


Figura 17 Indicaciones del MTA.  
<http://www.carlosboveda.com/>



### 7.1.1.1 Composición

El MTA es un polvo que consta de partículas finas hidrofílicas que fraguan en presencia de humedad. La hidratación del polvo genera un gel coloidal que endurece completamente formando una fuerte barrera impermeable a cuatro semanas de su colocación.

Está compuesto por silicato tricálcico, aluminato tricálcico, salicilato dicálcico, aluminato férrico, tetracálcico, óxido de bismuto, sulfato de calcio hidratado, óxido de calcio, sulfato de sodio y potasio.

El óxido de bismuto es agregado a la fórmula para proporcionarle radiopacidad al material.( Tabla 1) <sup>20.16</sup>

Tabla 1. Composición del MTA.

<b>Silicato tricálcico, aluminato tricálcico, aluminato férrico, tetracálcico.</b>	<b>75%</b>
<b>Óxido de bismuto</b>	<b>20%</b>
<b>Sulfato de calcio hidratado</b>	<b>4.4%</b>
<b>Óxido de calcio, sulfato de sodio y potasio</b>	<b>0.6%</b>

### 7.1.1.2. Propiedades físicas y químicas

- **Alcalinidad:** el MTA es un cemento alcalino después de mezclado el pH es de 10.2, después de 3 horas se estabiliza en 12.5, muy similar al pH del hidróxido de calcio, lo cual favorece efectos antibacterianos.
- **Radiopacidad:** La radiopacidad del MTA es de 7.17 mm equivalente a espesor de aluminio, es decir, mayor radiopacidad que la dentina.



- **Fuerza compresiva:** La fuerza compresiva del material es baja, lo que quiere decir que no debe ser usado en áreas donde se requiera resistencia. La fuerza compresiva en 21 días es de alrededor de 70 MPa, la cual es comparable a la del IRM y Súper EBA, pero significativamente menor que la de la amalgama que es de 311 MPa.
- **Solubilidad:** Baja, lo que representa una ventaja, ya que los materiales utilizados para obturación retrógrada están normalmente en contacto con fluidos del tejido periapical hasta que son cubiertos por un tejido conectivo fibroso o cemento. Investigaciones realizadas respecto a la solubilidad concluyen que no se evidencian signos relevantes de solubilidad en agua para SúperEBA, amalgama y MTA.
- **Adaptación marginal:** tiene buena adaptación marginal lo que ayuda a reducir la microfiltración de bacterias. Torabinejad y cols. , realizaron un estudio para evaluar la capacidad de adaptación marginal del MTA, el SuperEBA y la amalgama; los resultados muestran que, excepto para las muestras obturadas con MTA, la mayoría de las raíces seccionadas longitudinalmente muestran presencia de brechas y vacíos entre el material de obturación y las paredes de la cavidad. Las cavidades apicales obturadas con amalgama tienen un grado más bajo de adaptación a las paredes dentinarias; por el contrario en cavidades obturadas con MTA se observa mayor adaptación y menor cantidad de brechas presentando también un significativo grado menor de microfiltración.

Stabholz y col. (1985) examinan el potencial de adaptación marginal de 5 materiales de obturación a retro, por réplicas de resina bajo el SEM y demuestran la correlación existente entre la adaptación marginal y la capacidad del sellado. A la luz de sus resultados se puede decir que el MTA proporciona mejor adaptación y sellado que los materiales comúnmente utilizados



como obturadores a retro; sus propiedades físicas funcionan de igual manera in vivo e in vitro.

- **Microfiltración:** Tiene un excelente sellado a la microfiltración. La capacidad selladora del MTA es probablemente debida a su naturaleza hidrofílica y su poca expansión cuando endurece dentro de un ambiente húmedo.

Ha demostrado ser un material biocompatible, aumenta la expresión de colagena tipo I y la osteocalcina en osteoblastos. Estimula la producción ósea.

- **Tiempo de fraguado:** la hidratación del MTA resulta en un gel coloidal y su tiempo de fraguado es de 3 a 4 horas posteriores a la mezcla, las características del agregado dependen del tamaño de la partícula, de la proporción polvo líquido, temperatura, presencia de agua y aire comprimido. <sup>18, 20</sup>

### 7.1.1.3 Manipulación

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

Las instrucciones de manipulación según el fabricante son:

1. Mezclar lentamente, no tan rápido como otros cementos para facilitar su manejo.
2. Incorporar gradualmente el líquido en el cemento usando el stick mezclador ProRoot MTA



3. Mezclar el material con el líquido alrededor de un minuto, asegurando que todas las partículas de polvo estén hidratadas, si es necesario se puede usar una ampolleta extra de líquido o agua esterilizada, una o dos gotas para obtener una consistencia cremosa y deshechar el líquido sobrante pues no se mantiene la esterilidad después de abierta la unidad de la dosis.
4. Llevar el material a la cavidad con la ayuda de Root Canal Messing Gun (Figura 18)
5. El material puede estar abierto por un periodo de cuatro horas, pero el tiempo de trabajo es de aproximadamente cinco minutos, si se necesita más tiempo de trabajo se debe cubrir el material mezclado con una gasa para prevenir la evaporación.

Las precauciones indicadas por el fabricante en cuanto a la manipulación del material son: las bolsas de MTA deben permanecer perfectamente cerradas para evitar su degradación por la humedad; el material debe ser almacenado en lugares secos para evitar su degradación por humedad. Debe ser administrado intraoral inmediatamente después de ser mezclado con el líquido para prevenir su deshidratación durante la colocación; limitar el empleo del material al interior del conducto, debido a que el material por su naturaleza y componentes puede producir decoloración, evitar el exceso de agua debido que retrasará el proceso de fraguado, la humedad mínima requerida se mantendrá con torundas de algodón no irrigar después de colocar MTA, eliminar la humedad excesiva con torundas de algodón.<sup>21</sup>



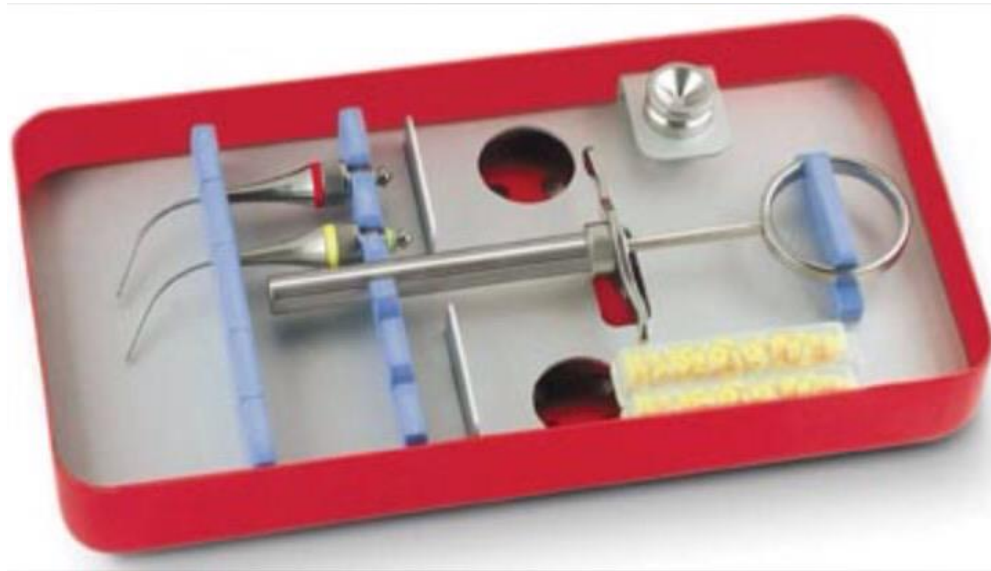


Figura 18. Root Canal Messin Gun.  
<http://www.nature.com/>

#### 7.1.1.4. Biocompatibilidad

En estudios sobre la composición química del MTA, se ha establecido que sus compuestos básicos son el óxido tricálcico, el silicato tricálcico, el aluminato tricálcico y el óxido de silicato; también contiene óxidos minerales en menor proporción, que determinan sus características físicas y químicas, al igual que óxido de bismuto, que le proporciona la característica de radiopacidad. El alto contenido de calcio y fósforo del MTA determina su gran biocompatibilidad, al inducir la cementogénesis con la formación de tejido conectivo fibroso y escasa inflamación; además, se han reportado ventajas adicionales, como su capacidad antibacteriana y la facilidad de la remoción de excesos.<sup>19</sup>

La biocompatibilidad del MTA-g ha sido profundamente estudiada, in vitro e in vivo. La mayoría de investigaciones muestran resultados excelentes, tanto en solitario como comparado con otros materiales de obturación retrógrada. Además, ha mostrado numerosos casos de creación de puentes dentinarios en recubrimientos directos y pulpotomías y de aposición de cemento y hueso en regeneración tisular. Juárez y cols. muestran que no hay diferencias



significativas de capacidad regenerativa entre las dos marcas principales de MTA-g, el ProRoot® y el MTA-Angelus®. Respecto a su capacidad de regeneración ósea, para algunos autores el MTA-g no sólo es biocompatible sino que además es bioactivo, es decir que el aporte de iones de calcio provenientes del material, al reaccionar con los fosfatos del medio vivo, permite la formación de moléculas de hidroxiapatita, generando hueso. Además, la superficie del material permite la adhesión de células precursoras de cemento. La biocompatibilidad del material recién mezclado se ha comparado con la del material ya fraguado y se ha observado que aunque es menor, estas diferencias no son significativas. Autores opinan que el contraste respecto a la biocompatibilidad entre MTA-g y el MTA-b está, fundamentalmente, en la diferencia morfológica de sus partículas. Si la microsuperficie que forman esas partículas del material no es la adecuada, las células con capacidad regenerativa no se adhieren a dicha superficie y la regeneración completa se compromete y, según los datos las partículas del MTA-g son más favorables para estos procesos de regeneración. El estudio de Vosoughhosseini y cols. en cambio, muestra valores significativos de respuesta inflamatoria severa a los 7 días de MTA-g y MTA-b tras implantar estos materiales en tejido conectivo subcutáneo de rata, aunque dicha respuesta inflamatoria se va moderando hasta la normalidad de los 7 a los 90 días, límite del estudio. Sin embargo, Bozeman y cols. publican resultados excelentes y similares de MTA-b y MTA-g, incluso con creación de cristales de hidroxiapatita por parte de ambos. Estos autores opinan que la gran capacidad de sellado del material proviene de su carácter bioactivo. Al generar moléculas bioactivas y favorecer crecimiento celular, los pocos microespacios que pudiera dejar el material en su interfase con la dentina y/o el cemento, se obturarían con esas moléculas. Respecto a la equiparación, desde el punto de vista de la biocompatibilidad, del MTA con el cemento Portland, existen estudios que obtienen resultados similares y satisfactorios en ambos. Holland y cols. observaron fenómenos de cierre biológico periapical al emplear



cemento Portland y MTA en perros. Este hecho, al combinarse con el de que el MTA resulta un material costoso económicamente, hace opinar a algunos autores que el cemento Portland puede ser una alternativa al MTA para la práctica dental.<sup>18,19</sup> En cambio, otros investigadores opinan que algunos componentes como metales pesados y el mayor tamaño de las partículas del cemento Portland pueden tener repercusión negativa, no sólo en el éxito del tratamiento sino en la propia salud general del paciente. Además, Camilleri muestra en su estudio que el MTA libera mucho más calcio y, por tanto, es más biocompatible que el cemento Portland. Otros estudios opinan que el MTA es capaz de comportarse como el hidróxido de calcio, compuesto muy biocompatible que fomenta la regeneración de tejido duro como hueso o dentina. El MTA-g y el MTA-b presentan un pH y mecanismo de acción similar y existen estudios que demuestran que liberan iones cálcicos y que por eso se comportan como el hidróxido de calcio. Para clarificar aún más la relación entre el MTA y el calcio, Tunca y cols. observaron que el MTA es capaz de tener efecto vasoconstrictor en recubrimientos pulpares por el efecto del calcio sobre la hemostasia del sangrado pulpar. Camilleri y cols. opinan que el MTA puede ser considerado un material de hidróxido de calcio contenido en una matriz de silicato más que un agregado de óxidos. Por estas afirmaciones, el MTA-g y el MTA-b también se han empleado como material de apicoformación alternativo al hidróxido de calcio, con muy buenos resultados.<sup>18</sup>

## 7.2 Segunda generación.

La segunda generación de biocerámicos tiene como objetivo reparar los tejidos. Se empiezan a utilizar cerámicas que tengan dos características: bioactividad y biodegradabilidad. Por bioactividad se entiende que puedan unirse directamente al hueso sin cápsula fibrosa.<sup>17</sup>

### 7.2.1 Biodentine

Actualmente, los materiales basados en silicato de calcio son reconocidos por su biocompatibilidad y por ser inductores de tejidos mineralizados, sin embargo, sus propiedades mecánicas no son las ideales y su manipulación es difícil. El principal objetivo de los fabricantes fue desarrollar un material basado en silicato de calcio, con propiedades superiores a los ya existentes en relación al tiempo de fraguado, propiedades mecánicas y manipulación.

Biodentine es un material “sustituto de dentina”. Fue desarrollado inicialmente como material de restauración, reúne grandes propiedades mecánicas, lo que lo hace un material indicado para procedimientos endodóncicos. Comercializado desde 2009 por la casa comercial Septodont, tiene dos presentaciones. Caja con 15 cápsulas, 15 unidades de líquido y caja con 5 cápsulas, 5 unidades de líquido.<sup>22</sup> (Figura 19)



Figura 19 Presentación de Biodentine. Hallado <http://www.septodont.es/products/biodentine>

Biodentine tiene una amplia gama de aplicaciones en endodoncia, como material de reparación en perforaciones radiculares, apexificación, lesiones de resorción, obturación en cirugía endodóncica y recubrimiento pulpar.<sup>23</sup> (Figura 20)

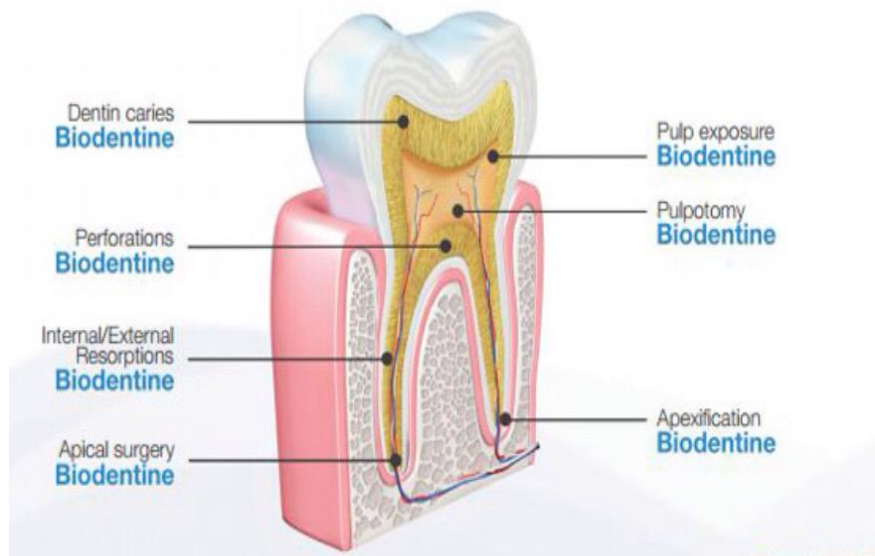


Figura 20. Indicaciones de Biodentine.  
<http://www.dentaltvweb.com/producto/biodentine>

#### 7.2.1.1 Composición

El reporte científico de Biodentine establece que la composición del polvo consta de silicato tricálcico, silicato dicálcico y carbonato de calcio, óxido de hierro y óxido de zirconio como materiales de relleno (Tabla 2)

El silicato tricálcico y silicato dicálcico se indican como materiales principal y secundario respectivamente, mientras que el óxido de zirconio sirve como un radiopacador. El óxido de zirconio posee características biocompatible y se indica como material bioinerte con propiedades mecánicas favorables y resistencia a la corrosión.

El líquido contiene cloruro cálcico como un acelerador y un polímero hidrosoluble que sirve como agente reductor de agua.<sup>22,23</sup>



Tabla 2. Composición de Biodentine.<sup>23</sup>

Polvo	
<b>Silicato tricálcico</b>	Material principal del núcleo
<b>Silicato dicálcico</b>	Material secundario del núcleo
<b>Carbonato y óxido de calcio</b>	Relleno
<b>Óxido de hierro</b>	Tono
<b>Óxido de zirconio</b>	Material radiopaco

Líquido	
<b>Cloruro de calcio</b>	Acelerador
<b>Polímero hidrosoluble</b>	Agente secante

Según el fabricante, ha afirmado que el tiempo de fraguado es más rápido, en comparación con MTA, esto se consigue mediante el tamaño aumentado de las partículas de adición de cloruro de calcio en el componente líquido. El periodo de fraguado del material es de entre 9 a 12 minutos, este periodo se considera un tiempo corto y es una mejora en comparación con otros materiales de silicato de calcio.

El material se caracteriza por la liberación de calcio cuando está en solución. Los materiales a base de silicato tricálcico se definen también como fuente de hidroxiapatita cuando están en contacto con los fluidos de los tejidos.<sup>23</sup>



### 7.2.1.2 Propiedades físicas y químicas

- **Tiempo de fraguado:** el tiempo de fraguado de la mezcla se calcula como el tiempo transcurrido desde el inicio de la mezcla hasta que el explorador no deja marca en la superficie del material conjunto. El tiempo de fraguado se determinó en 12 minutos. Este tiempo menor se atribuyó a la adición de cloruro de calcio al líquido.
- **Resistencia a la compresión:** la resistencia a la compresión se considera como una de las principales características físicas de los cementos hidráulicos. Teniendo en cuenta las indicaciones de uso de productos tales como Biodentine, es esencial que el cemento tenga la capacidad de soportar fuerzas masticatorias, es decir, la resistencia suficiente a la compresión de impactos externos.

Una característica específica de Biodentine es su capacidad para seguir mejorando con el tiempo, en términos de resistencia a la compresión, hasta llegar a un rango similar a la dentina. En el estudio de Grech y cols., Biodentine mostró la más alta resistencia a la compresión en comparación con los demás materiales probados; los autores atribuyeron este resultado a la baja relación agua-cemento. (Figura 21)

- **Solubilidad:** Se ha demostrado valores de solubilidad negativos para Biodentine, atribuyeron este resultado a aposición de sustancias tales como hidroxapatita en la superficie del material cuando entra en contacto con los fluidos tisulares. Esta propiedad es favorable, ya que indica que el material no pierde partículas, lo que podría provocar inestabilidad dimensional.
- **Radiopacidad:** la radiopacidad del Biodentine es de 3.5mm equivalente al espesor de aluminio. Tanalp y cols., realizaron un estudio donde se encontró que la radiopacidad de Biodentine era más baja en comparación con otros materiales de reparación probados (MTA) y ligeramente inferior al valor de referencia de 3mm, establecido por ISO. En los casos donde



hay contacto directo con tejido conectivo circundante, la biocompatibilidad es de importancia primaria.

- **Adaptación marginal:** El fabricante explicó la buena integridad marginal de Biodentine con la capacidad de formar cristales de hidroxapatita en la superficie, estos cristales tienen el potencial de aumentar el sellado, especialmente cuando se forman en la interfase del material con las paredes de la dentina. Adicionalmente la nano estructura y el pequeño tamaño de la formación de gel del cemento de silicato de calcio como uno de los factores que influyen en la capacidad de sellado, permite que el material tenga una mejor propagación sobre la superficie aplicada.
- **Microfiltración:** Tiene un excelente sellado a la microfiltración. La capacidad selladora es probablemente debida a su naturaleza hidrofílica y poco cambio dimensional cuando fragua dentro de un ambiente húmedo. Otra propiedad importante de Biodentine es que no requiere preparación específica de las paredes de la dentina.<sup>227</sup>

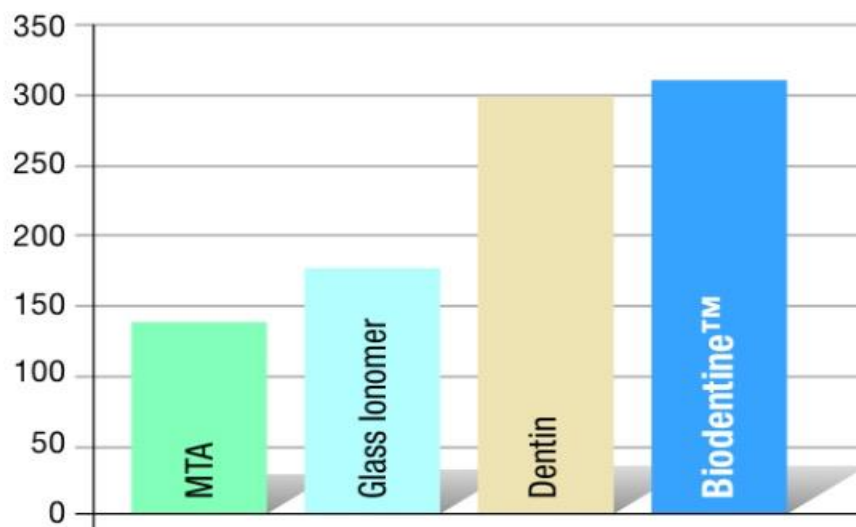


Figura 21. Gráfica comparativa de la resistencia a la compresión, MPa (1 mes)  
<http://www.infomed.es/septodont/biodentine/>





### 7.2.1.3 Manipulación

Las instrucciones de manipulación señaladas por el fabricante son:

- 1) Tomar una cápsula y golpearla ligeramente para asentar el polvo.
- 2) Abrir la cápsula y colocarlo en el soporte.
- 3) Golpear ligeramente la pipeta de líquido con el fin de hacer descender la totalidad del líquido.
- 4) Girar la punta de la pipeta para abrirla con cuidado para no dejar caer el líquido.
- 5) Colocar 5 gotas exactas en la cápsula.
- 6) Volver a cerrar la cápsula. Colocarla en vibrador, de tipo technomix, TAC400, Silamat, CapMix, Rotomix, Ultramat, etc. El mezclador debe tener una velocidad de entre 4000 a 4200 oscilaciones por minuto.
- 7) Mezclar durante 30 segundos.
- 8) Abrir la cápsula y comprobar la consistencia del material. Si se desea una consistencia más gruesa, esperar de 30 segundos a 1 minuto antes de revisar de nuevo.
- 9) Tomar el material con ayuda de la espátula suministrada en la caja. En función del uso deseado, es posible tomar el material con la ayuda de un portaamalgama, de una espátula o de un dispositivo de tipo Root Canal Messing Gun, o el sistema MAP de denstply.<sup>24</sup>

### 7.2.1.4 Biocompatibilidad

A pesar que Biodentine es un material prometedor ha habido pocos estudios que evalúen sus características, especialmente la biocompatibilidad con los tejidos; sus propiedades deben ser analizadas antes de su uso clínico rutinario, sin embargo los datos disponibles, están a favor del material por su baja toxicidad.<sup>25</sup>

La biocompatibilidad de los materiales dentales es fundamental para permitir reparación y evitar reacciones inflamatorias significativas, ya que estos se encuentran en contacto directo con los tejidos y tiene el potencial para afectar



la viabilidad de las células periradiculares; es un factor importante que debe ser tomado en consideración específicamente cuando se utiliza en reparación de perforaciones o en la obturación retrograda. Durante los procedimientos anteriormente mencionados la muerte celular se produce por apoptosis o necrosis, por lo tanto es esencial que los materiales tóxicos se eviten y se busque el uso de materiales de reparación que biológicamente sean neutros. Laurent y cols. fueron los primeros en mostrar las propiedades biológicas prometedoras de Biodentine en cultivos de fibroblastos humanos. En este estudio al aplicar Biodentine en células de la pulpa se observó la formación de osteodentina y el TGF-B1, que favorecen la mineralización en el área de forma similar a lo que logra el MTA.<sup>26</sup>

Un material biocompatible debe presentar baja toxicidad sin promover una reacción inflamatoria que debe ser no significativa o leve cuando está presente. El material puede ser considerado biocompatible si la reacción inflamatoria se reduce a niveles significativos en una cantidad razonable de tiempo, 14 días aprox. En un estudio realizado por Garrido y cols. se evaluó la biocompatibilidad de Biodentine en el tejido subcutáneo de ratas. Este estudio fue realizado en 15 ratas, en él se concluyó que Biodentine mostró respuesta inflamatoria inicial, pero después de 2 semanas la respuesta del tejido que estaba en contacto con el material fue aceptable.<sup>26,22</sup>



### 7.2.2 ERRM Putty

EndoSequence Root Repair Material Putty de la casa comercial Brasseler. Está compuesto de silicato de calcio, fosfato de calcio monoblástico, óxido de zirconio, óxido de tántalo y agentes espesantes. Se encuentra disponible en dos presentaciones, jeringa con pasta o masilla condensable. (Figura 22) Sus aplicaciones en endodoncia son como material de reparación en perforaciones radiculares, reparación en lesiones de resorción, material de obturación retrograda, apicoformación y recubrimiento pulpar.



Figura 22. Presentación del Endosequence RRM.  
<http://brasselerusadental.com/product-category/endosequence/>

#### Propiedades:

- Biocompatible
- pH alto (+12) Lo que le confiere efecto antibacterial.
- Resistencia a la compresión de 70-90 MPa
- Excelente radiopacidad.



## 8 Cuadro comparativo

En la siguiente tabla se hace una comparación de las propiedades de los materiales objetos de la presente revisión bibliográfica. (Tabla 3)<sup>18, 20,22</sup>

Tabla3. Comparación de MTA y Biodentine

	MTA	Biodentine
Alcalinidad	pH 12.5	pH 12.4
Solubilidad	Baja	Negativa
Adaptación marginal	Aceptable	Adecuada
Resistencia a la compresión	70 MPa	300MPa
Microfiltración	Baja	Ausente
Radiopacidad	7.17 mm	3.5mm
Tiempo de fraguado	3 a 4 hrs	15 min
Respuesta inflamatoria	Moderada	Mínima/Nula



MTA es un clásico material biocerámico con la adición de metales pesados. MTA es uno de los materiales dentales más ampliamente investigado. Tiene las propiedades de todos los materiales biocerámicos, es decir, un pH alto, biocompatible y bioactivo, proporciona un excelente sellado con el tiempo. Sin embargo, tiene algunas desventajas. El tiempo de fraguado inicial es por lo menos 3 horas, se requiere la mezcla (que resulta en considerables residuos), que no es fácil de manipular, y es difícil de eliminar. Clínicamente tanto gris y blanco MTA tiende manchar la dentina, presumiblemente debido a la adición metales pesados.

Por último, la MTA es difícil de aplicar en conductos estrechos, por lo que es poco adecuado para su uso como un sellador. <sup>16</sup>

Las investigaciones han demostrado que tiene menores cantidades de hierro, aluminio y magnesio. El componente de óxido de bismuto también se ha utilizado para producir la radiopacidad y mejorar las propiedades físicas en otro cemento de silicato de calcio.

Desde su introducción en el mercado de endodoncia, MTA ha alcanzado un uso generalizado como material de relleno retrógrado en el recubrimiento pulpar, pulpotomía, formación de la barrera apical, apexificación y reparación perforación. MTA se prepara mezclando el polvo con agua estéril en una proporción de 3 de polvo a 1 de líquido (3:1). El ajuste de la hora media de MTA ha sido informado de que aproximadamente 165 minutos, que es más larga que la amalgama, el Super EBA e IRM. MTA-g tiene tiempos de fraguado inicial y final significativamente más altos.

El valor de pH de MTA es 10,2 después de la mezcla y se eleva hasta 12,5 después de 3 horas. MTA muestra un valor de pH significativamente mayor de 60 minutos después de la mezcla. El alto valor de pH se atribuye a la liberación constante de iones de calcio a partir de MTA y la formación de hidróxido de calcio.

Los resultados del grado de solubilidad de MTA han sido contradictorios entre los diferentes estudios. La mayoría de las investigaciones reportaron baja o nula solubilidad para MTA.<sup>17</sup>

Biodentine se considera un biocemento de segunda generación que tiene propiedades similares a las del MTA y por lo tanto se pueden utilizar para todas las aplicaciones señaladas anteriormente. Sus ventajas sobre MTA son que tiene un tiempo de fraguado más corto (aprox. 10-12 minutos) y tiene una resistencia a la fuerza de compresión similar a la dentina. Una desventaja importante es que es necesario su pre mezclado por lo que los residuos son inevitables en la gran mayoría de los casos, ya que sólo una pequeña cantidad es necesaria.

Biodentine es el único cemento biocerámico en el que el polvo y el líquido se mezclan usando un dispositivo de mezcla (Figura 23) Biodentine es el único cemento biocerámico en el que el polvo y el líquido se mezclan usando un dispositivo de mezcla. La mezcla final y el ajuste del contenido de agua adecuado se realizan manualmente para obtener la consistencia deseada para cada caso. <sup>17, 18</sup>

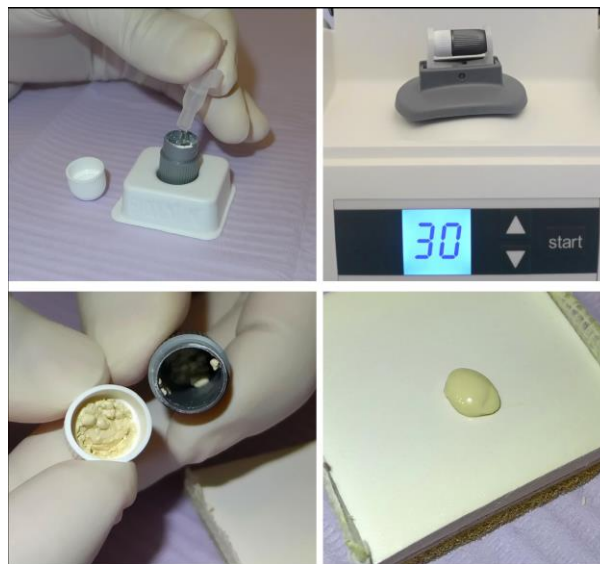


Figura 23. Proceso de mezclado de biodentine <sup>17</sup>



La comparación de liberación de iones calcio de Biodentine con otros materiales biocerámicos mostró un mayor nivel al de MTA, EndoSequence BC sealer, la incorporación de calcio y silicato se detectó en dentina radicular en superficies tratadas después de inmersión en buffer fosfato salino durante 90 días.

Como sustituto de la dentina, Biodentine exhibió altas propiedades mecánicas en términos de resistencia a la compresión, resistencia al desalojo y la microdureza.<sup>22</sup>

### 8.1 Artículos científicos

En un estudio hecho por Grech y cols. evaluó la resistencia al desalojo de Biodentine en comparación con la reparación en perforaciones de la raíz con MTA. Casi todas las muestras Biodentine manifiestan la unión cohesiva en la superficie, mientras que MTA mostró fallo de la unión adhesiva. El tamaño de partícula de los componentes de Biodentine es más pequeño y uniforme, podrían tener un papel en su capacidad para adaptarse mejor con la dentina. Zhou y cols. evaluaron la citotoxicidad de Biodentine y MTA en los fibroblastos gingivales humanos, se concluyó que ambos materiales permiten la viabilidad celular y la proliferación de éstas después de 3 a 7 días.<sup>27</sup>

Hay un número limitado de estudios sobre el rendimiento de Biodentine como material de relleno retrógrado de la raíz, Mori y cols. reportaron moderada inflamación de los tejidos en contacto con Biodentine a los 7 días, mientras que sólo un insignificante a leve reacción estuvo presente con MTA. Sin embargo, después del 14 de días, no hubo diferencias entre los dos materiales.<sup>25</sup>

El grado de porosidad juega un papel muy importante en el éxito de los tratamientos realizados, ya que es factor que determina la cantidad de fugas. La porosidad se ha demostrado que tiene un impacto sobre otros factores tales como la permeabilidad y la fuerza de compresión. Camilleri y cols. evaluaron



la interface entre dentina y el material, utilizando Bioaggregate, MTA, Biodentine y IRM, como material de obturación retrógrada en dientes humanos extraídos después de 28 días en almacenamiento seco, utilizando un microscopio confocal junto con trazadores fluorescentes y también utilizo un microscopio de barrido de emisión de campo. La prueba se realizó en dos condiciones ambientales, secos o sumergidos en una solución fisiológica. Según los resultados, Biodentine y IRM mostraron el nivel o grado de porosidad más bajo. La microscopía confocal usada junto con trazadores fluorescentes demostró que en ambiente húmedo se reduce significativamente los huecos en la interface y las grietas entre el material. En caso de la obturación retrógrada donde hay un entorno húmedo, el uso de Biodentine es ventajosa.<sup>26</sup>

Es esencial que un material sellador tenga suficiente unión con las paredes de la dentina para la prevención de un desprendimiento desde el sitio de la reparación. Aggarwal y cols. estudiaron las fuerzas de adhesión de Biodentine y MTA ProRoot en reparaciones de perforaciones. Sus resultados mostraron que en 24 horas, la fuerza de desprendimiento de MTA era menor que la de Biodentine y que la contaminación de la sangre afecta la resistencia al desalojo del MTA. Una característica favorable de Biodentine fue que la contaminación de sangre no tuvo ningún efecto sobre la fuerza de resistencia al desalojo, independientemente de la duración del tiempo de fraguado.

En un estudio realizado por Guneser y cols. Biodentine demostró un mejor rendimiento como material de reparación, incluso después de ser expuesto a diversas soluciones de irrigantes como NaCl, clorhexidina y solución salina, mientras que MTA tenía fuerza de desprendimiento más baja.<sup>18, 26</sup>

Corral y cols, hicieron un estudio cuyos objetivos fueron para determinar si el contacto directo con Biodentine o MTA afecta a la viabilidad de células de fibroblastos y para evaluar la expresión en el ARN mensajero (ARNm) nivel de interleucina -1(IL) y la IL-6 por las células de fibroblastos en contacto directo con Biodentine en comparación con MTA. Este ensayo reveló que las células





expuestas a Biodentine y MTA se comportaron, en términos de viabilidad, de manera similar el uno al otro en todos los controles de tiempo, con la excepción de 6 horas cuando la viabilidad celular se redujo para ambos compuestos.

Estos resultados concuerdan con estudios previos al evaluar la citotoxicidad de Biodentine de Laurent y cols donde prueban los efectos citotóxicos de Biodentine y MTA en cultivos de células de pulpa humana, concluyendo una ausencia de toxicidad para Biodentine en comparación con MTA. Zanini y cols. evaluó la citotoxicidad de Biodentine en células de la pulpa y observado un efecto inhibitor inicial sobre la proliferación durante las primeras 2 días cuando las células fueron expuestas a Biodentine seguido de un aumento en la proliferación.

Las células en contacto con Biodentine de más de 24 horas mostraron aumento de la viabilidad celular en comparación a MTA. Este resultado podría explicarse por las diferencias en la composición entre Biodentine y MTA. Una de las diferencias es la radioopacidad. En el caso de MTA, el radioopacador es óxido de bismuto, mientras para Biodentine es óxido de zirconio. El uso de óxido de bismuto en MTA ha sido cuestionado anteriormente, ya que no promueven el crecimiento celular. Su capacidad de citotoxicidad usando varios modelos de línea celular ha sido evaluado por la adición de óxido de bismuto a cemento Portland, revelando que sea más citotóxico en cultivo a corto plazo (1 día) de cemento Portland solo, pero con tiempo parece que las células son capaces de reparar el daño, sin diferencia en la viabilidad celular después de 48 horas.

Otro de los cambios en la composición es la supuesta falta de impurezas en Biodentine. El fabricante dice que gracias a su " Tecnología de Biosilicato activo" es posible obtener silicato de calcio sin impurezas. Esto contrasta con cementos de silicato sobre la base de cemento Portland, tales como MTA, que contiene mezclas purificadas con concentraciones bajas de impurezas metálicas. Este hecho ha sido reportado por investigadores que reportan

metales pesados tóxicos, incluyendo arsénico, cromo y plomo, en MTA. Las células en contacto con Biodentine y MTA mostraron viabilidad similar. El examen por microscopía electrónica de barrido reveló células que se adhieren a la mayor parte de la superficie del Biodentine después de 24 horas. Sin embargo, en muestras de MTA, se observaron significativamente menos células. La expresión de ARN mensajero de IL-1a y IL-6 por las células en contacto con Biodentine fue similar a las células en contacto con MTA. (Figura 24) Existen cambios morfológicos de los fibroblastos al estar en contacto con Biodentine y MTA . Las células cultivadas durante 24 horas en discos UT, revestidos con Biodentine revelaron un consistente crecimiento de fibroblastos, que cubre la mayor parte de la superficie. (Figura 24 C y D). Las células fueron, generalmente, en forma de huso con procesos celulares aplanadas y extendidas. Las células que crecen en MTA (Fig. 24 E y F) eran más escasas con apariencia más retraída.<sup>28</sup>

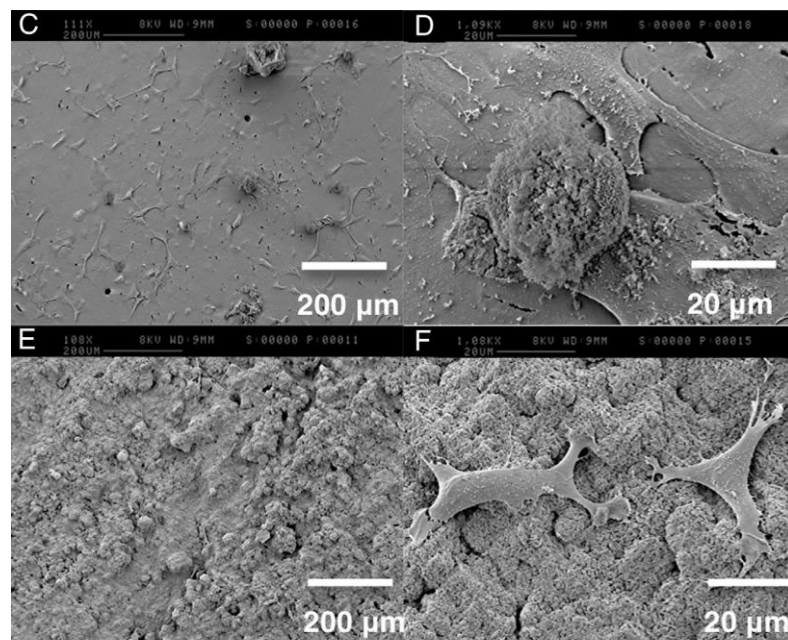


Figura 24. Microscopía electrónica de barrido de las células cultivadas durante 24 horas, (C y D) de Biodentine, (E y F) MTA. Imágenes representativas a 100x ampliación en C, E y las imágenes representativas en 1000x.<sup>28</sup>



Grech y cols. (2007) realizaron un análisis de las propiedades de biodentine como material de retroobtención comparándolo con Bioaggregate e IRM. Todos los materiales mostraron una radiopacidad que fue mayor al estándar sugerido por la norma ISO 6867;2002.

También se evaluaron los materiales para determinar la resistencia de lavado, esto se refiere a la tendencia de la pasta de cemento recién preparada a desintegrarse tras el contacto con sangre u otros fluidos. Este método da evidencia cuantitativa de la cantidad de material perdido cuando se someten a los fluidos tisulares y soluciones de irrigación durante la colocación. Biodentine demostró una tendencia muy alta de lavado con pérdida de material que aumenta con cada gota, atribuido a polímeros solubles en agua presentes en su composición. El polímero soluble en agua es añadido para reducir la relación agua-cemento sin variar el tiempo de trabajo de la mezcla de cemento resultante, para el aumento de la resistencia del material.

Biodentine fue el material con mejor desempeño tanto en la evaluación de compresión como en sus propiedades de superficie. Esto se atribuye a la íntima relación entre polvo-líquido que se utiliza en Biodentine.



## 9 Conclusiones

El fracaso endodóntico está relacionado con varios factores, siendo la microfiltración bacteriana la principal responsable, debido generalmente a la falta de un adecuado selle coronal durante el tratamiento protésico. Cuando las lesiones periapicales perduran después de haber realizado adecuadamente un tratamiento o retratamiento de endodoncia, es cuando se requiere realizar una apicectomía empleando cementos de retroobtusión, siendo el MTA el más utilizado en cirugía endodóntica, el mismo que posee una adhesión muy baja a la dentina, por ello se necesitan diseñar cavidades retentivas como prevención de desprendimiento del cemento, además es difícil de manipular y su tiempo de ajuste es muy lento, lo que podría desencadenar un mayor grado de microfiltración por pérdida de adaptación marginal.

Por este y otros factores, se ha buscado crear un cemento de retroobtusión que se acerque mucho más a las propiedades de un cemento ideal, como son los cementos de silicato de calcio, que gradualmente se han convertido en el material de elección para la reparación de defectos dentinarios o comunicaciones entre el sistema de conducto radicular y el ligamento periodontal.

El desarrollo de biocementos ha mejorado en gran medida las posibilidades para tratar con éxito casos como recubrimiento pulpar, pulpotomía, tratamiento de dientes con ápices abiertos, apicectomía (retroobtusión), y la reparación de los defectos causados por perforaciones accidentales y reabsorciones. Una amplia selección de modelos experimentales y métodos se han desarrollado para estudiar las propiedades físicas, químicas y bioactivas características de materiales biocerámicos y su desempeño in vitro e in vivo. Un reto común en el estudio de materiales biocerámicos es que muchos métodos establecidos no son adecuados de forma óptima para el estudio de este grupo de materiales, y que los nuevos métodos y modelos favorecen un material sobre otro dependiendo del aspecto del material que está siendo estudiado y qué



tipo de la metodología se emplea. Se puede esperar que en los futuros métodos de ensayo existan estudios específicos para cementos biocerámicos como normas ISO, ya que esto nos ayudaría a entender más y mejorar el rendimiento de los materiales en este grupo. Sin embargo, los materiales biocerámicos ya tienen un gran impacto en el tratamiento de endodoncia para el beneficio tanto de los dentistas y los pacientes.



## 10 Referencias bibliográficas.

1. Stephen Cohen, Kennet M. Hargreaves. Vías de la Pulpa. 9° Edición, Editorial Elsevier Mosby, 2008.
2. Syngcuk Kim, Kratchm Samuel. Modern Endodontic Surgery Concepts and Practice: A Review. JOE 2005 December. Vol. 37 number 7.
3. Ingle JI, Beveridge EE, Endodontics Success and Failure.4ª Ed. Mc Graw hill Interamericana.
4. Mahmoud Torabinjead, Richard E. Walton, Endodontics Principles and Practice, 4°Edition, Saunders Elsevier, 2009.
5. Peter Velvart, DMD. And Christine I. Peter DMD. Soft tissue manegment in endodontic surgery. Journal of endodontics Vol. 31, No. 1. January 2005
6. Williams P. Saudenrs. Consideration in the revision of previous surgical procedures. Endodontic Topics 2005,11, 206-218.
7. Stock CJ, Walker RT, Gulabivala K. Atlas en color y texto de endodoncia. 2ª Ed. España. Harcourt Brace.
8. Lasala A. Endodoncia. 4ª Ed. Barcelona España. Salvat 1992.
9. Gutman JL, Lovdahl PE. Solucion de problemas en endodoncia. 5ª Ed. España Elsevier, 2012
10. Rhodes John S. Advanced Endodontics, clinical Retreatment and surgery, 2006, Taylor and Francis, New York , pp. 147, 184, 185.
11. Stropko JJ, Doyon GE, Gutmann JL. Root-end management: resection, cavity preparation and material placement.Endodontic Topics 2005, 11, 131-151
12. Cambra J. J., Manual de cirugia periodontal, periapical y colocacion de implantes, Harcourt Brace, 1996 Madrid España, pp. 86, 88,90.



13. Caronna V., Himel V., Qingzhao Yu, Jian-Feng Zhang, Kent Sabey, Comparison of the surface Hardness among 3 Materials Used in a Experimental Apexification Model under Moist and Dry Enviroment. J Endod. Vol. 40, Issue 7, pages 986- 989, July 2014
14. Barceló FH, Palma JM. Materiales Dentales: Conocimientos Básicos aplicados. 3ª Ed. México. Trillas 2008.
15. Haapsalo M, Parhar M, Huang X. Clinical use of bioceramic materials. Endodontic Topics 2015, 32, 97-117.
16. Allen N. Sawyer SY. Nikonov AK. Effects of calcium silicate- based materials on the flexural properties of dentin. J Endod 2012; 38:680-683.
17. Wang Z. Bioceramic materials in endodontics. Endodontic Topics 2015,32, 3-30.
18. Camilleri J. Mineral trioxide aggregate: present and future developments. Endodontic Topics 2015, 32, 31-46.
19. Torabinejad M.,Pitt Ford TR, Histologic assessment of mineral trioxide aggregate as a root end filling material in monkeys. J Endod 1997; 23:225-8
20. Chong BS, Ford TR. Root-end filling materials rationale an tissue response. Endodontic Topics 2005. 11, 114-130
21. Dentsply Maillefer. Modo de empleo de MTA. Hallado en: <http://www.dentsplyargentina.com.ar/Pro%20Root%Instrucciones.pdf>
22. Malkondu O, Karapinar M, Kazanda L. A review on Biodentine, a contemporary dentine replacement and repair material. Biomed Res int. 2014. Article ID160951. 1-10
23. Septodont R&D department Biodentine Active Biosilicate Technology, Scientific File, (page 4-33)
24. Septodont, Scienttific File, Biodentine Active Biosilicate Technology, Paris2010,



---

[www.septodontusa.com/sites/default/files/BiodentinePulp\\_Capping.pdf](http://www.septodontusa.com/sites/default/files/BiodentinePulp_Capping.pdf)

25. Koubi G, Colon P, Franquin J. Clinical Evaluation of the performance and safety of a new dentine substitute. Clin Oral invest. 2014, 17 , 243-249
26. Camilleri J. Investigation of Biodentine as a dentine replacement material. J Dent, 2013, 41, 600-610
27. Shen Y, Peng B, Yang Y. What do different test tell about the mechanical properties of bioceramic materials?. Endodontic Topics. 2015, 32. 47-85.
28. Corral C, Bosomwoth H, Field C, Biodentine and Mineral Trioxide Aggregate Induce Similar Cellular Responses in a Fibroblast Cell Line. JOE Volume 40, Number 3, March 2014