



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO



FACULTAD DE ODONTOLOGIA

PROPIEDADES Y USOS DE LOS CEMENTOS A BASE
DE SILICATOS DE CALCIO EN ODONTOLOGÍA.

TESINA

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

CIRUJANA DENTISTA

P R E S E N T A:

ANDREA TORREJÓN HERNÁNDEZ.

TUTOR: Mtra. ALMA ROSA RESÉNDIZ JUÁREZ.

Cd. Mx.

2021

V. B.
Alma Rosa Reséndiz Juárez



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.

Dedicatorias

El presente trabajo se lo dedico a mis padres Carlos y Alice quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcar en mi el ejemplo de esfuerzo y valentía, por que gracias a eso he llegado hasta donde estoy el día de hoy.

A mi hermano Carlos por su cariño y apoyo incondicional, durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento, por sus consejos y palabras que hicieron de mi una mejor persona.

Gracias a todos mis maestros y maestras que estuvieron conmigo durante toda mi etapa escolar por que me compartieron todo su conocimiento para poder concluir mi carrera.

Gracias a todos mi compañeros que conocí en la facultad por que formaron parte de una etapa increíble y me ayudaron a lo largo de toda mi carrera.

Índice

Introducción	5
Contenido temático	7
1.Historia de los cementos a base de silicato de calcio	7
2. Cementos a base de silicato de calcio	9
2.1 Agregado de trióxido mineral (MTA).....	9
2.2 BIODENTINE	9
2.3 THERACAL LC	10
3.Composición	11
3.1 Agregado de trióxido mineral (MTA).....	11
3.2 BIODENTINE	11
3.3 THERACAL.....	12
4. Reacción química	12
4.1 Agregado de trióxido mineral (MTA).....	13
4.2 BIODENTINE	13
4.3 THERACAL.....	13
5. Propiedades (Físicas, Químicas y Mecánicas).....	15
5.1 Propiedades del MTA	15
5.2 Propiedades del BIODENTINE	16
5.3 Propiedades del THERACAL.....	18
6. Usos y aplicaciones	19
6.1 Agregado de trióxido mineral (MTA).....	19
6.2 BIODENTINE	21
6.3 THERACAL.....	24
7. Respuesta biológica	26
7.1 Agregado de trióxido mineral (MTA).....	26
7.2 BIODENTINE	26
7.3 THERACAL.....	26
8. Ventajas	28
8.1 Agregado de trióxido mineral (MTA).....	28
8.2 BIODENTINE	28

8.3 THERACAL.....	28
9. Manipulación.....	30
9.1 Agregado de trióxido mineral (MTA).....	30
9.2 BIODENTINE.....	30
9.3 THERACAL.....	31
10. Comparación entre MTA, BIODENTIN y THERACAL.....	34
Conclusiones.....	35
Referencias.....	36

Introducción

Los cementos de silicato de calcio, son cementos que poseen silicato de calcio entre sus componentes. Cuando el cemento óseo entra en contacto con el fluido tisular, se liberan silicio y calcio, lo que los clasifica como materiales bioactivos porque provocan una reacción biológica en la interface entre el tejido y el material, uniéndolos así. Cuando están en contacto con el tejido de la pulpa dental, estimulan la formación de puentes de dentina y, cuando se utilizan como materiales de recubrimiento pulpar directos e indirectos, pueden promover la reparación del tejido.

A su vez, cuando entran en contacto con fluidos fisiológicos, depositan en su superficie una capa de apatita, similar a la hidroxiapatita, que es el resultado de la interacción entre el fosfato y el calcio liberado. Al incorporar calcio y dióxido de silicio en la dentina entre los tubos, la deposición de fibrillas de apatita y la formación de una estructura similar a una etiqueta, se produce una unión estrecha con la dentina.

Una de las principales ventajas del silicato de calcio es su actividad biológica. Los materiales bioactivos se definen como "materiales que inician reacciones biológicas en la interfaz entre los tejidos y los materiales, lo que lleva a la formación de enlaces entre los materiales y los tejidos. Los resultados de estos enlaces se reflejan en los materiales y tejidos blandos (como la pulpa dental y los tejidos periodontales). tejido) o tejidos duros (por ejemplo, dentina) Se observa una reacción favorable al contacto.

El tratamiento restaurador tiene como objetivo preservar la vitalidad pulpar, lo cual permite aumentar la resistencia mecánica y la duración del diente en boca. Para prolongar el tiempo de vida de una pieza dentaria se tiene en cuenta tratamientos conservadores como el recubrimiento pulpar indirecto y directo. Este procedimiento presenta una tasa de éxito que

varía desde 31,8% - 91,3%, esta tasa de éxito va depender de la evaluación diagnóstica del tejido pulpar y del material que se va a utilizar para tener un resultado favorable.

Contenido temático

1. Historia de los cementos a base de silicato de calcio

Existen muchos cementos utilizados en Odontología, sin embargo hasta el momento ninguno cumple con todas las propiedades ideales de un cemento. En los años 90 apareció un nuevo material, el Agregado Trióxido Mineral (MTA), creado en la Universidad de Loma Linda (California). Este material fue descrito por primera vez en la literatura especializada en 1993 por Lee, Monsef y Torabinejad y patentado en 1995 por Torabinejad y White.

A partir de ese momento el MTA ha sido investigado y usado en varias intervenciones clínicas en odontología, además fue aprobado en 1998 por La Administración de Alimentos y Medicamentos (FDA).

Según Boj y col. (2004), la respuesta pulpar al agregado de trióxido mineral como material de recubrimiento pulpar hasta ahora ha mostrado éxito clínico y radiográfico, cuando se usa en pulpotomías en dientes temporales. Es biocompatible, excelente sellador de cámara pulpar, conductos y perforaciones de furca con la superficie externa de los dientes. (1)

El Trióxido Mineral (MTA) es un polvo, al principio de color gris y en la actualidad blanco. Esta compuesto por partículas hidrofílicas que se endurecen en presencia de humedad. Al hidratar el polvo se crea un gel coloidal con un pH medio de 12.5 que demora al menos 4 horas en solidificarse (Torabinejad y col. 1995) (Fisher y col. 1998) (Torabinejad y col. 1993) (Torabinejad y col. 1994). (1)

El MTA (agregado trióxido mineral) se comienza a utilizar en el año 2001 (Catalayud y col, 2006). El MTA se describe por Lee y col. en 1993 y es aprobado por la FDA como material para obturar endodoncias en humanos en 1998 (Bellet y col, 2006) (Chaple y col. 2006). Según Aguado (2009) fue descrito por Torabinejad y col. en 1993, aceptado por la FDA en 1998 y lanzado comercialmente en 1999 con el nombre de ProRoot

MTA (Dentsply) y de color gris, fue hasta el año 2002 que salió de color blanco y con la misma composición. (1)

El laboratorio de la Universidad del Mediterráneo en Marsella, Francia, basándose en las características del MTA y el cemento Portland, desarrolló un material a base de silicato de calcio llamado Biodentine "Bioactive Dentin Substitute". Su composición incluye una fase de polvo de silicato tricálcico, a la que se le añade carbonato cálcico como carga y óxido de circonio como elemento radiopaco. Y la fase líquida de cloruro de calcio, agua y agente reductor. En comparación con el MTA, las principales propiedades del material están relacionadas con mejores propiedades físicas y biológicas, como mejor manipulación, tiempo de fraguado más rápido, mayor resistencia a la compresión, mayor densidad, menor porosidad y reparación temprana.

La acción antibacteriana del Biodentine está determinada por los componentes de calcio, los cuales son convertidos en soluciones acuosas de hidróxido de calcio. La disociación de los iones de calcio e hidróxilo aumenta el pH de la solución. Además promueve un ambiente desfavorable para el crecimiento bacteriano. De acuerdo con los estudios Badana y col que demuestran mayores zonas de inhibición para el grupo de *Streptococcus mutans*, *Candida* y *E. coli*, y *E. Faecalis*.

Además el incremento en el pH y la concentración del ion de calcio los cuales mejoran la biocompatibilidad. Otras pruebas biológicas han demostrado que este nuevo material no reporta citotoxicidad, genotoxicidad y mutagenicidad, lo cual es de particular importancia clínica, ya que indica que el material se puede colocar directamente en el tejido, donde la capa de odontoblastos ha sido destruida parcialmente, sin ningún efecto adverso sobre el proceso de la cicatrización pulpar. (2)

En estudios in vitro, se ha demostrado que este material puede estimular la dentina reparadora y completar la formación de un puente, sin signos de inflamación después del recubrimiento pulpar en los dientes estudiados (2).

2. Cementos a base de silicato de calcio

2.1 Agregado de trióxido mineral (MTA)

El MTA es el primer silicato de calcio desarrollado para uso en odontología, el cual fue desarrollado y patentado en 1995 por Torabinejad y White. Su principal componente es cemento de Portland tipo I (silicato de calcio), conocido como cemento de Portland ordinario, usado en construcción, al que se le ha agregado óxido de bismuto para proveer radiopacidad. (3)

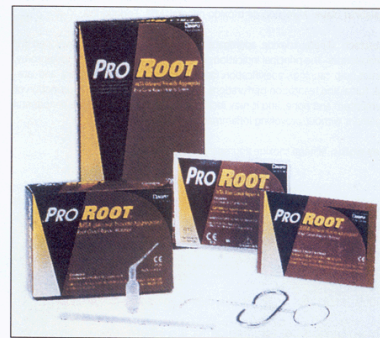


Figura 1. Presentación comercial del MTA (Maillefer-Dentsply; Ballaigues, Suiza).

Imagen 1 Presentación comercial del MTA (Maillefer- Dentsply, Ballaigues, Suiza). (4)

2.2 BIODENTINE

Biodentine es un cemento a base de silicato de calcio, el cual ha sido publicitado como “el primer material todo-en-uno para ser usado toda vez que la dentina ha sido dañada”. Este material ha sido desarrollado para crear un silicato de calcio con mejores propiedades mecánicas y un menor tiempo de endurecimiento. (4)



Imagen 2 Avío del producto (5)

2.3 THERACAL LC

TheraCal LC es un cemento de silicato de calcio que esta modificado con resina, para que pueda tener un buen resultado como barrera y protección del complejo pulpo-dentinario. Su presentación es en una jeringa que contiene una pasta fotopolimerizable, que esta compuesta de óxido de calcio, partículas de silicato de calcio, vidrio de estroncio, silicio, sulfato de bario, zirconato de bario y resina (BisGMA y PEGDMA).



Imagen 3 Presentación del TheraCal LC (2)

Está diseñado para su uso en revestimientos de pulpa directos e indirectos, ya que se utiliza como revestimiento de cavidades.

Varios estudios de laboratorio han investigado sus propiedades físicas y químicas.

Camilleri señaló que Biodentine era similar a TheraCal LC en que podía permitir que el fosfato de calcio precipitara en su superficie cuando se exponía a soluciones fisiológicas; Sin embargo, la liberación de iones de calcio al medio es mucho menor que la de Biodentine.

Gandolfi demostró que la solubilidad de TheraCal LC es menor que la del MTA y el hidróxido de calcio. Además, tiene una opacidad radiante baja (menor que la requerida por ISO 6976) y es capaz de manejar luz con un espesor de 1,7 mm.

3.Composición

3.1 Agregado de trióxido mineral (MTA)

El MTA es un polvo que contiene partículas finas hidrofílicas que fraguan en presencia de humedad. La hidratación del polvo genera un gel coloidal que forma una estructura dura.

El material MTA está compuesto principalmente por partículas de:

- Silicato tricálcico
- Silicato dicálcico
- Aluminato férrico tetracálcico
- Sulfato de calcio dihidratado
- Óxido tricálcico
- Óxido de silicato

Además de una pequeña cantidad de óxidos minerales, responsables de las propiedades físicas y químicas de este agregado. Se le ha adicionado también óxido de bismuto que le proporciona la radiopacidad. (6)

75 %	Silicato tricálcico: 3CaO-SiO_2 Aluminato tricálcico: $3\text{CaO-Al}_2\text{O}_3$ Silicato dicálcico: 2CaO-SiO_2 Aluminato férrico tetracálcico: $4\text{CaO-Al}_2\text{O}_3\text{-Fe}_2\text{O}_3$	
20 %	Oxido de Bismuto: Bi_2O_3	
4,4 %	Sulfato de calcio dihidratado: $\text{CaSO}_4\text{-2H}_2\text{O}$	
0,6 %	Residuos insolubles	Sílica cristalina Oxido de calcio Sulfato de potasio y sodio

Tabla número 1 Componentes fundamentales del MTA 6)

3.2 BIODENTINE

Biodentine viene en forma de cápsulas de polvo y un líquido contenido en una ampolla. El contenido del tubo debe exprimirse en la cápsula y luego

mezclarse en la mezcla durante 30 segundos, de esta manera se puede colocar biodentina en la cavidad.

La tecnología Active Biosilicate, utilizada para la producción de Biodentine, garantiza la pureza del silicato de calcio, a diferencia de otros cementos de silicato de calcio que contienen mezclas impuras con bajas concentraciones de impurezas minerales.

El fabricante sugiere que el tiempo de fraguado reducido (12 m) de este material, en comparación con el silicato de calcio convencional, como el MTA ($70 \pm 8,5$ m), se debe al tamaño de partícula del polvo más pequeño. área de respuesta más grande.

El fabricante también afirma que las mejores propiedades mecánicas se deben a la ausencia de impurezas, así como a la adición de carbonato cálcico al polvo y a la densidad óptima del polvo obtenido en la mezcla. Es probable que los polímeros solubles en agua desempeñen un papel importante para lograr una mejor densidad del polvo, ya que se pueden obtener mezclas fácilmente procesables con menos agua.

3.3 THERACAL

TheraCal es un relleno ligero de silicato de calcio modificado con resina fotopolimerizable diseñado para la preparación de pulpa directa e indirecta, con aproximadamente 45% en peso de mineral (cemento Portland de grado III), 10% en peso como parte radiopaca del componente, 5% en peso como espesante de agua (humo de sílice) y aproximadamente 45% de trementina. La patente establece que la resina comprende un componente hidrófobo (que incluye monómeros hidrófobos) tal como dimetacrilato de uretano (UDMA), metacrilato de difenol-a-glicidilo (BisGMA) y dimetacrilato de trietilenglicol (que contiene el compuesto de trietileno o compuesto de (TEGDMA), tales como metacrilato de hidroxietilo (HEMA) y dimetacrilato de polietilenglicol (PEGDMA). TheraCal tiene una buena capacidad de sellado y es bien tolerado por los ovocitos inmortales.

4. Reacción química

4.1 Agregado de trióxido mineral (MTA)

La mezcla del polvo con el agua estéril lleva a la formación de un gel coloidal. Cuando se mezcla se produce una reacción de hidratación de sus componentes, lo que lleva a la formación de un gel de silicato de calcio hidratado e hidróxido de calcio como subproducto. Ya que se inicia la mezcla, el valor de pH aumenta fuertemente, alcanzando un pH de 12 luego de 20 m, que permanece por tres horas.

Camilleri ha estudiado los cambios químicos que ocurren cuando se hidrata el cemento, se ha observado que una alta proporción de iones de calcio es liberada rápidamente, debido a la disolución del hidróxido de calcio y a una progresiva descalcificación. Esto ocurre con mayor rapidez que la liberación de sílice y bismuto. Se piensa que los altos niveles de calcio liberados se relacionan con la biocompatibilidad de este material.(3)

4.2 BIODENTINE

Este cemento de silicato de calcio cristaliza cuando se mezcla con agua, lo que hace que el material se endurezca y endurezca. Se produce por la reacción de hidratación del silicato de calcio, que produce silicato de calcio hidratado y gel de hidróxido de calcio. Esta disolución ocurre en la superficie de cada partícula de silicato de calcio.

Biodentine tiene un tiempo de fraguado inicial de más de 6 minutos y un tiempo de fraguado final de 10 a 12 minutos. Esta mejora en el tiempo en comparación con otros cementos se debe a la diferencia en el tamaño de las partículas, cuanto mayor es la superficie, menor es el tiempo de fraguado y la adición de cloruro de calcio al vehículo aumenta la velocidad de reacción y reduce el contenido de líquido.

4.3 THERACAL

La reacción de fraguado de TheraCal LC muestra una microestructura distinta, donde destaca la presencia de grandes partículas de silicato tricálcico y silicato dicálcico, las cuales reaccionan en menor medida que

en otros de estos cementos, resultando en una formación significativamente menor de silicato de calcio hidratado y en la ausencia de hidróxido de calcio como subproducto. Otra partícula detectada en la reacción, es el óxido de zirconio, el que no es declarado por el fabricante como componente del cemento. (7)

5. Propiedades (Físicas, Químicas y Mecánicas)

5.1 Propiedades del MTA

El tiempo de fraguado del material está entre tres y cuatro horas. El MTA es un cemento muy alcalino, con un pH de 12,5, tiene una fuerza compresiva baja, baja solubilidad y una radio- opacidad mayor que la dentina. (8)

Además el MTA ha demostrado una buena biocompatibilidad, un excelente sellado a la micro filtración, una buena adaptación marginal y reduce la micro filtración de bacterias. (8)

- **Valor del pH**

El pH obtenido por el MTA después de mezclado es de 10,2 y a las 3 horas, se estabiliza en 12,5. Esta lectura se realizó a través de un pH- metro en vista que el MTA presenta, un pH similar al cemento de hidróxido de calcio, por lo que puede posibilitar efectos antibacterianos y luego de aplicar esta sustancia como material de obturación apical, probablemente, este pH pueda inducir la formación de tejido duro. (8)

- **Radio- opacidad**

La medida de radio- opacidad del MTA es de 7.17 mm equivalente al espesor de aluminio. Entre las características ideales para un material de obturación, encontramos que debe ser más radio- opaco que sus estructuras limitantes cuando se coloca en una cavidad. (8)

- **Tiempo de endurecimiento**

La hidratación del MTA resulta en un gel coloidal que solidifica de 3 a 4 horas, las características del agregado dependen del tamaño de la partícula, de la proporción polvo líquido, temperatura, presencia de agua y aire comprimido. (8)

- **Resistencia compresiva**

La resistencia compresiva es un factor importante para considerar cuando se coloca el material de obturación en una cavidad que soporte cargas oclusales. Debido a que los materiales de obturación apical no soportan una presión directa, la resistencia compresiva de estos materiales no es tan importante, como en los materiales usados para reparar defectos en la superficie oclusal. La fuerza compresiva del MTA en 21 días es de alrededor de 70 Mpa (Megapascales). (8)

- **Solubilidad**

La falta de solubilidad es una de las características ideales de un material de obturación. El desgaste de los materiales de restauración puede ocurrir por los ácidos generados por las bacterias, ácidos presentes en comidas y bebidas, o por desgaste por contacto oclusal. (8)

Los materiales comúnmente utilizados para el sellado de perforaciones y de obturación retrógrada están normalmente en contacto con el fluido del tejido periapical hasta que son cubiertos por un tejido conectivo fibroso o cemento. (8)

5.2 Propiedades del BIODENTINE

- **Reacción de fraguado**

Este cemento de silicato de calcio cristaliza cuando se mezcla con agua, lo que hace que el material se endurezca. Esto ocurre a través de la reacción del agua del silicato tricálcico, lo que da como resultado silicato cálcico hidratado y gel de hidróxido cálcico. Esta disolución ocurre en la superficie de cada partícula de silicato de calcio..

- **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.(5)

- **Resistencia mecánica**

Una de las limitaciones de los cementos a base de silicato de calcio son sus bajas propiedades mecánicas, ya que la presencia de componentes como la alúmina determina la fragilidad del producto. Para mejorar esto, Septodont controla la pureza del silicato de calcio, mientras que lograr un bajo nivel de porosidad determina una mayor resistencia mecánica. Se ha introducido en el líquido un agente secante cuya función es mantener un equilibrio entre el contenido de agua y la consistencia de la mezcla.

Se ha demostrado que Biodentine es biocompatible porque no daña las células pulpares y puede estimular la formación de dentina restauradora. La formación de tejido duro es el resultado del tratamiento pulpar realizado con Biodentine.

Biodentine tiene las características de dureza, baja solubilidad y produce un buen sellado. Consiste en elementos minerales de alta pureza, no contiene monómeros, es altamente biocompatible, además de no ser citotóxico, mutagénico o irritante, es higroscópico, por lo tanto reduce la fuga de líquido de los capilares, controla la cantidad de líquido intersticial, controla la formación de exudado, por lo que durante la inflamación, el dolor disminuye, la sensibilidad posoperatoria disminuye.

Esta sustancia ayuda a obtener las condiciones adecuadas para mantener la vitalidad de la pulpa y mejorar la durabilidad de la restauración, estimulando las células pulpares para formar dentina reactiva. Los puentes de dentina se forman con mayor rapidez y son más resistentes que los creados con materiales equivalentes, una condición necesaria para lograr una cicatrización excelente de la pulpa. Tiene acción mitogénica por que provoca el aumento del número de divisiones celulares.

Presenta un pH de 12 lo que le confiere una alta alcalinidad, característica que influye en el crecimiento, metabolismo y división celular bacteriana dándole poder bactericida, la radiopacidad es de 3.5 mm. (5)

Posee propiedades mecánicas similares a la dentina sana cuya resistencia es: 297 Mpa, la Biodentine después de una hora de colocado presenta 100 MPa, 200 Mpa a las veinticuatro horas y al mes se obtienen 300 Mpa, valor que se mantiene estable y si lo comparamos con la resistencia de la dentina sana son valores similares, por lo que puede reemplazar , tanto a nivel coronario como a nivel radicular, sin tratamiento previo de superficie de los tejidos calcificados. (5)

5.3 Propiedades del THERACAL

Es un material de base y revestimiento que esta relleno de silicato de calcio modificado con resina fotopolimerizable, esta diseñado para usarse como recubrimiento pulpar directo e indirecto, aproximadamente con un 45 % en peso de material mineral (cemento Portland de tipo III), un 10 % en peso de componente radiopaco, un 5 % en peso de sustancia hidrófila espesante (sílice pirogenada) y aproximadamente un 45 % de resina. La resina consta de un componente hidrófobo como dimetacrilato de uretano (UDMA), metacrilato de bisfenol Aglicidilo (BisGMA) y un componente hidrófilo como metacrilato de hidroxietilo (HEMA) y dimetacrilato de polietilenglicol (PEGDMA). Se caracteriza por que es un material con excelente capacidad de sellado y compatible con las células inmortales de odontoblastos.

6. Usos y aplicaciones

6.1 Agregado de trióxido mineral (MTA)

- **Recubrimiento directo**

El MTA es un material para preservar la vitalidad pulpar cuando se utiliza como material en recubrimientos pulpares directos. Los autores indican que este parece ser el material de elección para terapias de recubrimiento directo. En el 2011, Aguilar y Linsuwanont publicaron una revisión sistemática sobre terapia pulpar en dientes permanentes con exposiciones pulpares por caries tratadas con MTA. Se encontró que ambos materiales pueden generar resultados satisfactorios en terapias pulpares, como recubrimiento directo y pulpotomía parcial y total. (3)

- **Recubrimiento pulpar directo e indirecto**

El Agregado de Trióxido Mineral es prometedor para utilizarse en el tratamiento de exposiciones pulpares, ya que tienen la cualidad de formar puentes dentinarios, ser biocompatible, tener un pH alcalino, nula solubilidad, adaptación marginal, microfiltración disminuida y que no favorece la inflamación. En un recubrimiento pulpar con MTA se forma una capa odontoblástica y dentina secundaria o de reparación en tres semanas, si la asepsia es adecuada. (9)

- **Apicogénesis en dientes permanentes jóvenes**

Es el tratamiento de elección para la exposición pulpar causada por un trauma erosivo o caries en un diente apical. El objetivo de este tratamiento es preservar la pulpa y permitir el crecimiento fisiológico, el engrosamiento de la pared del conducto y el desarrollo completo de la raíz. La adición de trióxido mineral puede sellar cualquier comunicación entre el conducto radicular y la cavidad bucal; asegurando al mismo tiempo una alta biocompatibilidad en la pulpa.

- **Apicoformación o apexificación en diente permanentes jóvenes**

El objetivo de este tratamiento es lograr el crecimiento radicular y el cierre apical que luego permitirá sellar la raíz con gutapercha. Si los procedimientos de endodoncia convencionales se realizan después de que la pulpa se ha desgastado, el canal tiene forma de tren, entonces no se puede lograr la obturación apical. El MTA provoca una formación de tejido duro más frecuente y menos inflamación, reduce el tiempo de tratamiento y la restauración final se puede realizar de inmediato, ya que no hay cambios en las propiedades de la dentina. Los componentes solubles de MTA oral y recién mezclado mostraron la capacidad de solubilizar las proteínas de la matriz dentinaria capaces de influir en las respuestas celulares a la reparación y regeneración de la dentina, además de promover la cicatrización del tejido y no causa periodontitis.

- **Pulpotomías en dientes temporales**

La pulpotomía es un procedimiento realizado en un diente con caries profunda que ya está cerca a la pulpa, donde la pulpa coronal se elimina para conservar la totalidad de la pulpa radicular.

El MTA tiene la capacidad de estimular la liberación de citoquinas de las células óseas, lo que indica una formación de tejido duro. También se ha demostrado que tiene propiedades antimicrobianas similares al óxido de zinc y eugenol.

Maturo (2009) propone el MTA como el material adecuado para ser utilizado en las pulpotomías, ya que algunas características específicas como su biocompatibilidad, su capacidad para endurecerse en entornos húmedos y sus propiedades de sellado determinan el éxito del tratamiento. (9)

- **Perforación de furca y fractura vertical**

Los accidentes en la práctica odontológica son muy frecuentes y tienen diversas causas, algunas de ellas están relacionadas con la falta de experiencia al realizar los tratamientos, entre estos accidentes, la perforación de las piezas dentales es una consecuencia grave ya que afecta al diente que se está tratando.

Se ha comparado la capacidad selladora del MTA con la de la amalgama y el IRM (óxido de zinc eugenol reforzado con polímeros) para la reparación de perforaciones radiculares laterales, inducidas experimentalmente en dientes extraídos, mostrando que el MTA presenta significativamente menos filtración que el IRM (óxido de zinc eugenol reforzado con polímeros) o la amalgama, incluso en casos de sobreobturbación y de subobturbación. (9)



Imagen 4 Molar transparentado mostrando la perforación de furca sellada con MTA. No se observa filtración. (10)

6.2 BIODENTINE

El Biodentine está indicado para ser usado como sustituto de la dentina, tanto en la porción coronal como en la radicular. Las indicaciones aplicadas a la odontología restauradoras son:

- Restauración temporal de esmalte
- Restauración definitiva de dentina
- Restauración de lesiones de caries profundas y/o extensas (técnica de sándwich)
- Restauración de lesiones cervicales o radiculares profundas
- Recubrimiento pulpar directo e indirecto

El fabricante indica que para aplicar el producto no hay necesidad de efectuar ningún tratamiento previo a la aplicación y que, una vez endurecido, el cemento se debe tratar como si fuese dentina sana.(3)

- **Recubrimiento pulpar directo**

A la fecha solo se ha publicado un estudio clínico que evalúa Biodentine como material restaurador en recubrimientos pulpares directos. En el estudio de Nowicka y colaboradores se realizaron perforaciones pulpares en premolares con indicación de extracción por ortodoncia y se hicieron recubrimientos con Biodentine (n = 11) y MTA (n = 11). Luego de 6 semanas se observó que la mayoría de los premolares presentaba formación de puente dentinario completo, con ausencia de respuesta pulpar inflamatoria; no se encontraron diferencias significativas entre Biodentine y MTA durante el período de observación. (3)

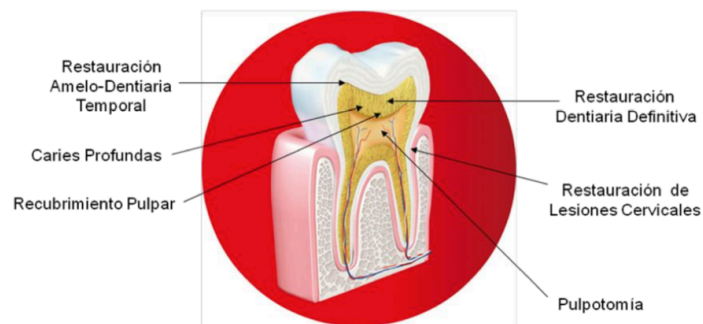


Imagen 5 Indicaciones a nivel coronal del Biodentine (16)

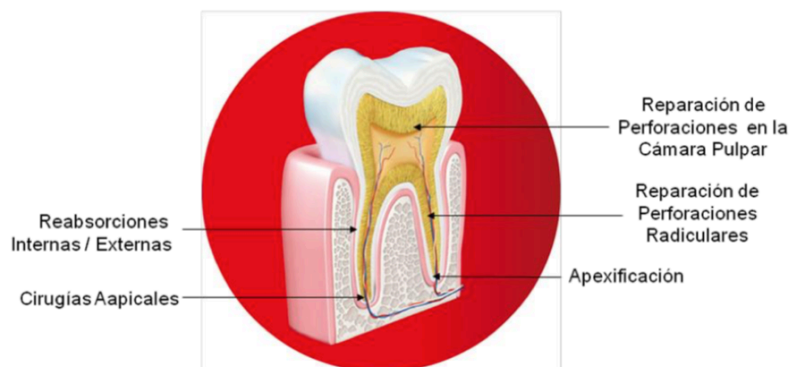


Imagen 6 Indicaciones a nivel radicular del Biodentine (6)

Dentición temporal

- **Recubrimiento pulpar indirecto (RPI) y tratamiento pulpar indirecto (TPI)**

El RPI es el tratamiento de elección en dientes temporales con caries profundas próximas a la pulpa sin sintomatología de afectación irreversible.(11)

El procedimiento consiste en eliminar toda la dentina cariada infectada, manteniendo la dentina afectada más próxima a la pulpa, evitando la exposición pulpar. Encima de la dentina afectada se coloca un biomaterial con la finalidad de remineralizar la lesión mediante la formación de dentina de reparación , bloqueando el paso de bacterias y protegiendo la pulpa para poder conservarla .

El TPI es un procedimiento que se puede realizar en dientes asintomáticos clínica y radiográficamente con una lesión de caries muy profunda y cercana a la pulpa. Consiste en la remoción parcial de la caries dejando en el lugar la dentina cariada más próxima a la pulpa evitando la exposición pulpar y protegiéndola después con un material biocompatible que estimule la reparación dentinaria. (11)

- **Pulpotomía**

En los casos en que la caries es tan profunda cerca de la pulpa que queda expuesta durante el desgaste de la dentina, la pulpectomía sigue siendo el tratamiento de elección en muchos casos. El material ideal para el tratamiento del conducto radicular debe ser bactericida, biocompatible y no tóxico para la pulpa y los tejidos circundantes, no inhibiendo la reabsorción radicular fisiológica natural y preservando los dientes pulpares sin síntomas clínicos o radiográficos en el momento de la disección.

Biodentine tiene propiedades bioactivas que promueven la regeneración del tejido duro mediante la regeneración celular sin inducir signos

moderados o graves de inflamación pulpar. Muchos estudios se han centrado en evaluar el éxito clínico y radiológico de Biodentine.

- **Pulpectomía**

Cuando se aplica el Biodentine durante una pulpectomía, puede tener dos aplicaciones que se van a analizar por separado:

- 1) tratamiento de perforaciones de furca iatrogénicas.
- 2) obturación de los conductos.

La dentición temporal tiene un esmalte más fino, cámaras pulpares más amplias, cuernos más altos y un suelo pulpar más delgado. Estas variaciones son la causa mas frecuente de las perforaciones iatrogénicas al estar tratando un diente temporal. En esta situación la aplicación del Biodentine sería exactamente igual que en un molar permanente, es decir, tras localizar el área perforada y controlar el sangrado, se colocaría el Biodentine directamente sobre la perforación.



Imagen 7 Cortesía del Dr. M. Kaup, Universidad de Münster, Alemania. (12)

6.3 THERACAL

TheraCal está indicado como un agente de recubrimiento pulpar indirecto en preparaciones profundas, como forro protector en preparaciones extensas, y como base o sellador para uso:

- Debajo de restauraciones de amalgama
- Debajo de restauraciones de compuestos de clase I y clase II
- Debajo de materiales de base
- Debajo de cementos
- Como una alternativa al hidróxido de calcio
- Como una alternativa al ionómero de vidrio/RMGI
- Como una alternativa al barniz sellador de cavidades
- Como una alternativa al fosfato de zinc (13)

7. Respuesta biológica

7.1 Agregado de trióxido mineral (MTA)

La biocompatibilidad es una propiedad que a través del tiempo ha sido demostrada con numerosos estudios en animales, así como en diversos estudios han identificado que las células se adhieren a la superficie del MTA. Balto en el 2004 demostró que fibroblastos de ligamento periodontal humano estaban bien adheridos y en crecimiento con el MTA. (9)

En un estudio realizado en el 2008, demostraron el efecto antibacteriano del MTA, ProRoot Blanco, mostró ligeramente mayor zona de inhibición contra *Streptococcus salivarius* y *Streptococcus sanguis*, en comparación con MTA Angelus blanco.(9)

7.2 BIODENTINE

Actividad antibacteriana y anti fúngica

Las propiedades antibacterianas y anti fúngicas de los cementos con base silicato de calcio como el Biodentine se identifican por su alto pH. La alcalinidad del cemento inhibe la proliferación y crecimiento de microorganismos, que ayudan a la desinfección de la dentina.

El Biodentine genera valores de pH en torno a 12 a las 3 horas y poco a poco va bajando hasta valores cercanos a 9 a los 28 días de su fraguado. Un pH de 10,5-11 atrasa la proliferación del *Enterococcus faecalis*, mientras que en pH superiores a 11,5 directamente la proliferación es inviable.

7.3 THERACAL

Induce la aceleración de los cristales de hidroxiapatita los cuales se convierten en dentina secundaria.

El Theracal es cuestionado por el contenido de resina, por su acidez pero el Theracal LC es de alto pH, es alcalino y esto es altamente positivo para reducir la proliferación bacteriana.

Camilleri et al, en el 2014 evaluaron las características de la hidratación del Biodentine y el Theracal cuando eran usados como protectores pulpaes directos, concluyendo que la presencia de una matriz de resina modifica el mecanismo de fijación, pero no así la liberación de iones de calcio del Theracal LC. (14)

8. Ventajas

8.1 Agregado de trióxido mineral (MTA)

- No es tóxico.
- Es biocompatible con los tejidos.
- No es mutagénico.
- Es radiopaco.
- Fácil de eliminar excedentes.
- Tiene propiedades hidrofílicas.
- Fácil manipulación. (15)

8.2 BIODENTINE

- Uso versátil: reparación endodóntica procedimiento restaurativo
- Ahorrar tiempo
- El diente reacciona generando dentina
- Anclaje micro mecánico natural=propiedades de sellado
- Preservación de la vitalidad de la pulpa
- Ausencia de la sensibilidad posoperatoria
- Alta Compatibilidad
- Estimulación de las células de la pulpa
- Impulso de la cicatrización pulpar.
- Propiedades de sellado duradero
- Alta estabilidad dimensional.
- Remineralización (16)

8.3 THERACAL

1. La matriz hidrófila única facilita la liberación de calcio.
2. El pH alcalino promueve la curación y la formación de apatita
3. La administración directa desde la jeringa permite una aplicación sencilla y precisa.

4. La alta radiopacidad permite una fácil identificación y diferenciación de la caries recurrente y otros materiales de restauración, lo que conduce a diagnósticos más rápidos.
5. La tolerancia a la humedad le confiere una baja solubilidad en agua.
6. Fuertes propiedades físicas.
7. Alta radiopacidad. (17)

9. Manipulación

9.1 Agregado de trióxido mineral (MTA)

El polvo de 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 en una loseta o en papel 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. (18)

9.2 BIODENTINE

El Biodentine se presenta en una caja que contiene 15 cápsulas con el polvo y 15 pipetas con el líquido.

- Tomar una cápsula y golpearla ligeramente para asentar el polvo.
- Abrir la cápsula y colocarla en el soporte blanco.
- Trasladar una pipeta del líquido, golpearla suavemente con el fin de hacer descender la totalidad del líquido de la pipeta.
- Girar la punta de la pipeta para abrirla con cuidado de no dejar caer el líquido.
- Colocar 5 gotas exactas en la cápsula.
- Volver a cerrar la cápsula y colocarla en el amalgamador a una velocidad aproximada de 4000 a 4200 oscilaciones/minuto.
- Mezclar durante 30 segundos.
- Abrir la cápsula y comprobar la consistencia del material. Si se desea una consistencia más espesa esperar unos 3 segundos más.
- Tomar el material con paletilla o, también se puede usar un porta amalgama.
- Se recomienda llenar completamente la cavidad con este cemento en un primer paso y reducir la base en una segunda visita, después de una semana para colocar la restauración definitiva. (5)

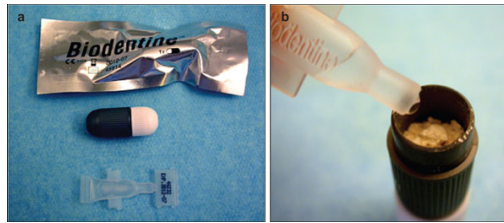


Imagen 8 a) Biodentine se comercializa como un set pre-dosificado que incluyen una cápsula que contiene el polvo y un líquido. (b) Después de colocar el líquido, la cápsula debe vibrarse a 4 000 r·min - 1 durante 30 s. (18)

Durante el ajuste oclusal el Biodentine no debe ser manipulado con instrumentos rotatorios y sobre todo con agua. Es muy importante tomar en consideración la manipulación del Biodentine y el terminado final para que el cemento no pierda sus propiedades. Se lleva el cemento a la cavidad con instrumentos condensadores realizando ligera presión, con los mismos instrumentos se ajusta la oclusión y se le puede dar una anatomía primaria. La excesiva presión al condensarlo o el exagerado recorte y terminado, puede alterar los cristales del cemento perdiendo dureza el material. (5)

9.3 THERACAL

Exposiciones pulpares (recubrimiento pulpar directo)

- Debajo del aislamiento de dique de goma, termine la preparación de la cavidad.
- Primero logre la hemostasia colocando un trozo de algodón humedecido con solución fisiológica estéril suavemente sobre el sitio de la exposición.
- Secar la preparación con una bolita de algodón. Dejar visiblemente húmeda.
- Aplique TheraCal LC directamente sobre la pulpa expuesta en capas incrementales. La profundidad de cada capa no debe ser superior a 1 mm. Cubra todas las áreas expuestas y extienda

TheraCal LC por lo menos 1 mm sobre la dentina sana que rodea el área de exposición. Fotopolimerice entre capas.

- Fotopolimerice cada capa incremental durante 20 segundos.
- Coloque el adhesivo, la base o la restauración deseados siguiendo las instrucciones del fabricante. Continúe con la restauración del diente. (13)

2. Preparaciones profundas (recubrimiento pulpar indirecto), preparaciones extensas (líner), base o sellador

- Aísle el diente y realice una preparación convencional de la cavidad. Retire toda la estructura dental cariada infectada. Dejar la preparación visiblemente húmeda.
- Aplique TheraCal LC directamente en el fondo de la cavidad en capas incrementales. La profundidad de cada capa no debe ser superior a 1 mm. Manipule el producto para formar una superficie lisa que cubra todas las áreas dentinarias profundas. Fotopolimerice entre capas.
- Fotopolimerice cada capa incremental durante 20 segundos.
- Coloque el adhesivo, base o restauración deseados siguiendo las instrucciones del fabricante. Continúe con la restauración del diente. (13)



Imagen 9 Aplicación del sistema adhesivo posterior a la aplicación del protector pulpar (19)

Imagen 10 Primer incremento de la pared proximal siguiendo la técnica centripeta (19)



Imagen 11 Restauración finalizada (19)



Imagen 12 Restauraciones finalizadas con acabado y pulido (19)

10. Comparación entre MTA, BIODENTINE y THERACAL

CARACTERÍSTICAS	MTA	BIODENTINE	THERACAL LC
PRESENTACIÓN COMERCIAL Y COMPOSICIÓN QUÍMICA	mezcla mecánica de tres ingredientes en polvo: cemento Portland (75%), óxido de bismuto (20%) y yeso (5%). Polvo: Powder tricálcico silicato dicálcico silicato tricálcico aluminato Tetracalciumaluminoferrite Sulfato de calcio óxido de bismuto óxido de calcio silicio óxido de óxido de aluminio Agua Estéril	Polvo: Silicato tricálcico (3CaO.SiO ₂) (material del núcleo principal) Silicato dicálcico (2CaO.SiO ₂) (material del segundo núcleo) Carbonato de calcio (CaCO ₂) (relleno) Óxido de circonio (ZrO ₂) Óxido de hierro (agente colorante) Líquido: cloruro de calcio que actúa como un acelerador, el polímero hidrosoluble funciona como agente reductor de agua y agua	Se presenta en una jeringa como cemento fotopolimerizable, en consistencia de pasta, compuesto por un material mineral (cemento Portland tipo III), zirconato de bario y sulfato de bario como radiopacificadores, un agente hidrofílico espesante (sílica ahumada), y resina, compuesta por monómeros hidrofóbicos, como Bisfenol A Glicidil Metacrilato (BisGMA), y monómeros hidrofílicos, como Polietilenglicol Dimetacrilato (EGDMA)
pH	Es un cemento muy alcalino, con un pH de 12.5	Presenta un pH de 12 lo que le confiere una alta alcalinidad	pH alcalino de 10.66
SOLUBILIDAD	Baja o casi nula solubilidad, lo cual es atribuido a la adición del óxido de bismuto	Al entrar en contacto con fluidos de tejidos sintéticos, este presenta una deposición de sustancias como hidroxiapatita en la superficie del material	En cuanto a sus propiedades mecánicas, la solubilidad de TheraCal LC es significativamente menor que la de Gray MTA y Dycal (Gandolfi y cols., 2012).
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	Se ha demostrado que la resistencia a la compresión del MTA es de aproximadamente 60 megapascuales (MPa), pero con el paso del tiempo va aumentando, y al día 21 se observa que llega a presentar un rango de 70 MPa	Se ha observado que el Biodentine presenta una resistencia compresiva inicial de más de 100 MPa, pero tiene la capacidad de continuar mejorando con el tiempo durante varios días hasta alcanzar 300 MPa después de un mes.	
BIOCOMPATIBILIDAD	Ha sido demostrada con numerosos estudios en animales in vivo, así como en diversos estudios han identificado que las células se adhieren a la superficie del MTA, lo cual hace suponer que es muy poco o nada citotóxico. En otros estudios se ha observado que el óxido de bismuto interfiere en la biocompatibilidad del MTA	Hay autores que con base a estudios afirman que el Biodentine afecta favorablemente la cicatrización cuando se coloca directamente sobre el tejido pulpar aumentando la proliferación, migración y adhesión de las células madre de la pulpa dental, reafirmando así las características bioactivas y biocompatibles del material (Luo et al., 2014)	El Theracal LC, al ser un material que contiene monómeros de acrílico como el BIS-GMA, presenta una biocompatibilidad cuestionable en los tratamientos pulpares directos.
INDICACIONES	Recubrimiento pulpar Pulpotomía Reparación de perforaciones en furca o raíz Reabsorción	Recubrimiento pulpar Pulpotomía Sustituto dentinario Reparación de perforaciones en furca o raíz Obturación del conducto radicular y cierre del ápice	Forro cavitario Recubrimiento pulpar directo e indirecto

Tabla 2 Comparación de MTA, BIODENTINE y THERACAL (20)

Conclusiones

Desde el punto de vista clínico los cementos a base de silicato de calcio son una gran opción como un sustituto dentinario por su gran capacidad de liberar iones de calcio e hidroxilos, ayudándonos a la formación del puente dentinario el cual es el más significativo indicador histológico de la cicatrización pulpar, entre los biomateriales planteados y estudiados en este trabajo podemos mencionar que todos y cada uno de ellos son un excelente biomaterial como sustituto dentinario siempre y cuando se sigan las instrucciones del fabricante y se tenga la habilidad correcta en su manejo.

Hablando del biodentin la manipulación de dicho material es relativamente práctica, con un costo accesible, su alta biocompatibilidad y la excelente bioactividad hace de la biodentine un material de gran utilidad a nivel odontológico. Dicho material parece poseer una resistencia a la compresión y flexión superior al MTA.

Los 3 materiales de los cuales se habló en este trabajo son muy importantes para los diferentes tratamientos que se pueden utilizar, lo mas importante es hacer la correcta manipulación para poder tener éxito en las resturaciones.

Referencias

1. Rodríguez-Villalobos Patricia, Bolaños-López Violeta. Propiedades y Usos en Odontopediatría del MTA (Agregado de Trióxido Mineral). Publicación Científica Facultad de Odontología. 2011;65-70.
2. Hincapié S, Valerio AL. Biodentine: una nueva propuesta en terapia pulpar. Univ Odontol. 2015; 34(73): 69-76. [citado el 1 de noviembre de 2021]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.11144/Javeriana.uo34-73.bmtp>
3. Corral-Núñez C, Fernández-Godoy E, Martín-Casielles J, Estay J, Bersezio-Miranda C, Cisternas-Pinto P. Revisión del estado actual de cementos de silicato de calcio en odontología restauradora. Rev Fac Odontol Univ Antioq. 2016; 425-441.
4. Miñana Gómez M. El Agregado de Trióxido Mineral (MTA) en Endodoncia. RCOE. 2002; 7(3):283-9.
5. Cedrés Cecilia, Giani Andrea. Una Nueva Alternativa Biocompatible: BIODENTINE. Actas Odontológicas. 2014; Volumen XI / número 1 / Julio 2014 / Págs. 11-16.
6. Oscar Ameneiros Narciandil, Javier Gamboa Sosal, Aracelys Soto Ricoll, Ainy Martinez Betancourt, Héctor Ruiz Cardinal. El uso de materiales bioactivos en la estomatología conservadora contemporánea. Biodentine®. Invest Medicoquir. 2019; 1995-9427.
7. M. G. Gandolfi, F. Siboni y C. Prati. Laboratorio de Biomateriales y Patología Oral, Departamento de Ciencias Odontoestomatológicas, Universidad de Bolonia, Bolonia, Italia. Propiedades fisicoquímicas de TheraCal, un nuevo material de agregado de trióxido mineral (MAT) fotopolimerizable para el recubrimiento pulpar. International Endodontic Journal. 2012-2013; 1365-2591.
8. Raúl González Sánchez, Pedro Fonseca. Generalidades del Agregado de Trióxido Mineral (MTA) y su aplicación en Odontología. Revisión de la literatura. Acta Odontológica Venezolana. 2007; v.45 n.3.

9. Martínez Olguín Jeraldine Izchel, Rubí Jiménez José Luis, Robles Bermeo Norma Leticia, Medina Solís Carlo, Guerrero Castellón Martha Patricia, Robles Navarro Julio B. Indicaciones de agregado de trióxido mineral en odontopediatría. REVISTA TAMÉ. 2016; 4 (12): 436-442.
10. Katherine Blohm Lichaa. "Propiedades físicas, químicas y biológicas del agregado de trióxido mineral y del cemento de portland": Carlosboveda; 2009 [citado el 22 de noviembre de 2021]. Disponible en: https://www.carlosboveda.com/Odontologosfolder/odontoinvitadoool/odontoinvitado_58.htm.
11. Wyssenbach Kanpandegia, E. Leyda Menéndez, González Galván, Gavara Navarro. Biodentine® y su uso en dentición temporal. REVISTA ODONTOLOGÍA PEDIÁTRICA. 2020; 19(1), 49-63.
12. Septodont, Biodentine, Primera y única dentina en una cápsula. 2016 [citado el 29 de noviembre de 2021]. Disponible en: https://www.septodont.es/sites/es/files/2016-11/brochure%20Biodentine%20Spanish%20HD_0.pdf
13. Irving Park, THERACAL Resin-Modified Calcium Silicate Pulp Protectant/Liner. Bisco; [citado el 8 de noviembre de 2021]. Disponible en: https://www.bisco.com/assets/1/22/TheraCal_LC_Spanish4.pdf
14. Giani Andrea, Cedrés Cecilia. Avances en protección pulpar directa con materiales bioactivos. [Citado el 8 de noviembre de 2021]. Disponible en: <http://www.scielo.edu.uy/pdf/ao/v14n1/2393-6304-ao-14-01-00004.pdf>.
15. Verónica Castillo Cevallos, Mineral de trióxido agregado (MTA) como material de obturación usado en pulpotomías de dientes temporales. [Citado el 8 de noviembre de 2021]. Disponible en: <https://revistamedica.com/mineral-trioxido-agregado-mta-obturacion-pulpotomias-dientes-temporales/#Ventajas>

16. Slideshare.net. [citado el 8 de noviembre de 2021]. Disponible en: <https://es.slideshare.net/27cristina0996/biodentine-1>
17. Dental tribune, La innovadora tecnología de liberación de calcio abre una nueva puerta para expandir la familia de productos THERA que fabrica la empresa norteamericana BISCO. [Citado el 8 de noviembre de 2021]. Disponible en: <https://la.dental-tribune.com/news/la-ciencia-de-la-odontologia-restauradora/>
18. Chaple Gil Alain, Generalidades del Agregado de Trióxido Mineral (MTA) y su aplicación en Odontología. [Citado el 8 de noviembre de 2021]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/277871253_Generalidades del Agregado de Trioxido Mineral MTA y su aplicacion en Odontologia_revision_de_la_literatura](https://www.researchgate.net/publication/277871253_Generalidades_del_Agregado_de_Trioxido_Mineral_MTA_y_su_aplicacion_en_Odontologia_revision_de_la_literatura).
19. Joshua Anggelo Yfuma Pedroza, Romina Andrea Ñaupari Villasante, Andres Kenichi Noborikawa Kohatsu, Miguel Manuel Rolando Nuñez Gamboa, Protección pulpar: cementos a base de silicato de calcio. Relato de un caso clínico, Revista Estomatológica Herediana, vol. 30, núm. 3, pp. 196-200, 2020. [Citado el 22 de noviembre de 2021]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/4215/421566120012/html/>.
20. Itzel Catillo Gasca, Materiales Bioactivos en Remineralización Dentinaria - Diferencias Entre Mta, Biodentine y Theracal LC” (3) 11111 [Internet]. Scribd.com. [citado el 14 de noviembre de 2021]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/490987374/MATERIALES-BIOACTIVOS-EN-REMINERALIZACION-DENTINARIA-DIFERENCIAS-ENTRE-MTA-BIODENTINE-Y-THERACAL-LC-3-11111>.