



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

Diferentes materiales biocerámicos usados en
odontología.

TRABAJO TERMINAL ESCRITO DEL PROGRAMA DE TITULACIÓN POR ALTO PROMEDIO

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

CIRUJANA DENTISTA

P R E S E N T A:

MARILÚ AMANTE MARÍN

TUTORA: Mtra. ALMA ROSA RESÉNDIZ JUÁREZ



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.

DEDICATORIAS Y AGRADECIMIENTOS

A mi madre, Elvira, por creer en mí, por su amor y apoyo incondicional, por desvelarse a mi lado en esas largas noches y darme todo lo que necesitaba para conseguir lo que me proponía, por su guía y consejos tan sabios. Este logro también es tuyo.

A mi padre, Armando, por creer en mí, por corregirme y apoyarme, por motivarme desde pequeña y ser un guía. Gracias por estar.

A mi hermana, Miriam, por ser mi segunda madre, por cuidarme y procurarme, por estar en los momentos difíciles y abrazarme fuerte, por darme a mi pequeña sobrina, Aisha, por estar cuando la necesito. Gracias por siempre estar.

A mi novio, Adrián, por su constante apoyo, por su amor incondicional, sus palabras de motivación, por creer en mí, por su ayuda y consejos, por estar siempre para mí, por ser mi mejor amigo, por sorprenderme día con día. Gracias por ser todo lo que soñaba y llegar a mi vida.

A mi tutora, La Doctora Alma Rosa Reséndiz Juárez, por permitirme estar con ella los últimos dos años y guiarme, por su paciencia y consejos, por transmitirme todos sus conocimientos y enseñarme tanto desde mi 2do año, por ayudar a mi formación profesional y su apoyo incondicional. Gracias por creer en mí.

A mis profesores, por todo el conocimiento transmitido, por sus llamados de atención y felicitaciones, por motivarme a ser mejor cada día, tenerme paciencia y resolver cada duda que tenía.

A mis compañeros, por brindarme su amistad incondicional y hacer el camino más fácil, por tantos momentos de diversión, de trabajo y estudio, hoy termina una etapa más de nuestras vidas y debo agradecerles por siempre estar conmigo.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	5
OBJETIVO	6
CAPÍTULO 1. ¿QUÉ SON LOS CEMENTOS BIOCERÁMICOS?	7
1.1 Beneficios	7
1.2 Historia y Evolución	8
1.3 Generaciones	10
1.4 Propiedades Físico – Químicas.	11
1.4.1 Fuerza de unión	11
1.4.2 Radiopacidad	11
1.4.3 Tiempo de fraguado	12
1.4.4 Estabilidad dimensional	13
1.4.5 Fluidez	13
1.4.6 pH	13
1.4.7 Citotoxicidad	13
1.4.8 Resistencia a la compresión	14
1.4.9 Humectabilidad	14
1.5 Propiedades Biológicas	15
1.5.1 Biocompatibilidad	15
1.5.2 Bioactividad	15
1.5.3 Capacidad antibacteriana	15

1.6	Mecanismo de acción	16
CAPÍTULO 2. BIOCERÁMICOS EN EL MERCADO		20
2.1	Dentsply, Tulsa Dental. USA	21
2.2	Angelus, Londrina. Brasil	22
2.3	Ultradent, Utah. USA	24
2.4	Septodont, Saint-Maur-des-Fosses. Francia	25
2.5	Innovative Bioceramix. Canadá	26
2.6	Brasseler, Savannah. USA	27
2.8	BioMTA, Seul. República de Corea	28
CAPÍTULO 3. APLICACIONES CLÍNICAS		30
3.1	Obturación retrograda	30
3.2	Reparación de perforaciones laterales y en furca	31
3.3	Reabsorciones radiculares internas, externas e idiopáticas ..	32
3.4	Recubrimiento pulpar directo	33
3.5	Recubrimiento pulpar indirecto	34
3.6	Pulpotomía	34
3.7	Fracturas verticales en dientes con endodoncia previa	35
3.8	Endodoncia regenerativa	35
CAPÍTULO 4. FUTURO DE LOS BIOCERÁMICOS		38
CONCLUSIONES		39
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		40

INTRODUCCIÓN

La búsqueda de diferentes materiales con buenas propiedades en un ambiente húmedo como es la cavidad bucal y con buena respuesta biológica del organismo y los tejidos, han llevado al uso de los materiales biocerámicos en el área odontológica.

Los cementos biocerámicos son biocompatibles con nuestro organismo, son estables en el entorno biológico de nuestro cuerpo, capaces de formar hidroxiapatita si hay presencia de agua.

Entran en la clasificación de materiales cerámicos, son inorgánicos y su uso se extiende en el ámbito odontológico y médico.

De acuerdo con la interacción que tienen con los tejidos, se pueden clasificar en bioinertes, bioactivos y biodegradables.

El primer biocerámico que nuestro cuerpo produce se encuentra en los huesos en forma de una apatita biológica que carece de calcio, a lo largo de años de investigación se han logrado reproducir y tener en el mercado odontológico varios materiales biocerámicos para diferentes usos, fabricados por varias casas comerciales.

Se aplican ampliamente en la reparación y reemplazo de tejido óseo, se usan en todas las áreas odontológicas, pero en la más se aplican es en endodoncia en diferentes procedimientos y con diversos fines.

En el presente trabajo se realizó una revisión bibliográfica sobre cementos biocerámicos, en éste podremos encontrar su historia, evolución, así como las propiedades, mecanismo de acción, usos y casas comerciales de cada producto en el mercado odontológico.

OBJETIVOS

Mediante una revisión bibliográfica recopilar y analizar toda la información encontrada del tema cementos biocerámicos utilizados en odontología.

Con este trabajo se pretende que los cirujanos dentistas tengan una referencia de todos los biocerámicos del mercado, así como las casas comerciales y los beneficios de cada uno, también usos y posibles desventajas.

CAPÍTULO 1. ¿QUÉ SON LOS CEMENTOS BIOCERÁMICOS?

Son materiales biocompatibles constituidos por alúmina, zirconio, vidrio bioactivo, cerámica de vidrio, silicato de calcio, hidroxiapatita y fosfatos de calcio reabsorbibles.¹

Hay tres categorías de Biocerámicos:

- *Bioinertes*: estos se adaptan al organismo y su función es la de rellenar tejidos.
- *Bioactivos*: se adaptan al organismo y tienen propiedades osteoconductoras, en este grupo se pueden encontrar varios cementos selladores endodónticos.
- *Biodegradables*: estos materiales después de aplicarlos en la zona a tratar, pueden inducir a la proliferación de tejido óseo.

En los últimos años se han usado más los cementos biocerámicos biodegradables.

1.1 Beneficios

A lo largo de años, los cementos biocerámicos han desempeñado un papel importante en medicina y odontología.

Son de los pocos materiales bioactivos, el más grande de sus beneficios es su función fisiológica que logra formar un vínculo fuerte con los tejidos.

La hidroxiapatita que producen estos materiales, sirve para reparar defectos óseos, ya que funciona como andamio para el crecimiento óseo.

1.2 Historia y Evolución

A finales de los años 60's, varios investigadores notaron que algunos vidrios y cerámicas, podrán adherirse al tejido ósea vivo, con esto crearon un material nuevo llamado "Bioglass".³

El desarrollador del Bioglass 45S5 fue Larry Hench, obtuvo un biovidrio del sistema $\text{Na}_2\text{O} - \text{CaO} - \text{SiO}_2 - \text{P}_2\text{O}_5$ que generó bioactividad, por ende, logro una buena aceptación por parte del organismo.

Larry Hench dijo que son esenciales tres características en la formulación para que genere una respuesta en la superficie del biomaterial cuando se colocan en el medio biológico, las cuales son:

- Menos de 60% molar de SiO
- Elevado contenido de Na_2O y CaO
- Elevada relación $\text{CaO} / \text{P}_2\text{O}_5$

Encontró que ciertas proporciones de sus componentes de algunos vidrios, constituyen una fase soluble bioactiva cuando se colocaban en el medio y eran sometidos a un iónico por parte del entorno en el que se encontraban.³

Este sistema está compuesto por cuatro químicos diferentes que son:

- SiO_2
- CaO
- Na_2O
- P_2O_5 (Constante, nos permite modificar las propiedades del material).

Composición química del Bioglass 45S5			
(% en peso)			
SiO₂	Na₂O	CaO	P₂O₅
45	24.5	24.5	6

Fig 1. Composición química del Bioglass.³

Larry Hench y Cols. fueron quienes lograron por primera vez producir un material que generara enlaces fuertes y duraderos con tejido vivo.⁴



Fig 2. Larry Hench.¹⁷

En los últimos años, se han descubierto materiales bioactivos que tienen propiedades osteoinductivas, son químicamente estables y lo más importante, son biocompatibles. Se aplican tanto en medicina, como en odontología.

1.3 Generaciones

Se pueden identificar tres generaciones desde sus comienzos.

Primera generación:

Se inicio en la década de los 60's, su objetivo era tener un material que no provocara reacciones adversas, como la alúmina y la zirconia; estos materiales tenían varias ventajas, como su biocompatibilidad, estabilidad y tenían alta resistencia al desgaste.¹⁶

Segunda generación:

En los años 80's empezaron la búsqueda de obtener materiales que interactuaran favorablemente con el organismo, su composición se basaba en biovidrios, fosfatos o sulfatos de calcio.¹⁶ Su objetivo era estimular a las células para la producción de tejido óseo.

Tercera Generación:

Esto materiales se investigan hasta la actualidad y su objetivo o lo que buscan es regenerar los tejidos donde son aplicados, tanto en cirugía maxilofacial, cirugía de trauma y odontología en general.¹⁶

1.4 Propiedades Físico - Químicas

Son las características que presenta el material ante diferentes acciones, debido a su estructura y composición.

1.4.1 Fuerza de unión

La biomineralización del material puede influir en la fuerza de unión, ya que aumenta la retención mecánica.¹² En este caso hay diferentes medidas de la fuerza de unión dependiendo del uso de cada cemento.

Para selladores: Canales húmedos 1.8 MPa y canales secos 3 MPa.

Materiales de reparación: Entre 6 y 9 MPa.

1.4.2 Radiopacidad

Cumple con la norma ISO 6876:2012, para materiales de sellado del conducto radicular en la que se especifica los requisitos necesarios para materiales endodónticos.^{1,19}

Cumple con la norma ISO 4049:2019, para materiales de restauración en la que se especifica los requisitos para los materiales de restauración usados en rehabilitación, pediatría, etc.

Se han integrado a la composición varios radiopacificadores como óxido de bismuto, óxido de zirconio, sulfato de bario y tungstato de calcio.

En un estudio in vitro de Gandol, se demostró que el óxido de bismuto puede afectar la biocompatibilidad de los biocerámicos, y por esto hay algunos libres de radiopacificadores, estos solo están indicados en recubrimientos pulpares y o apicogénesis.¹²

1.4.3 Tiempo de fraguado

Todos los cementos biocerámicos son hidrofílicos, el agua presente en dentina les ayuda a su hidratación.¹ Dependerá de la humedad que se presente y se puede ver afectado por presencia de proteínas en los líquidos corporales, el pH e incluso la técnica para incorporar el polvo – líquido.

El promedio es de 40 a 120 minutos (inicial de 40 a 50 minutos y final de 120 a 170 minutos).

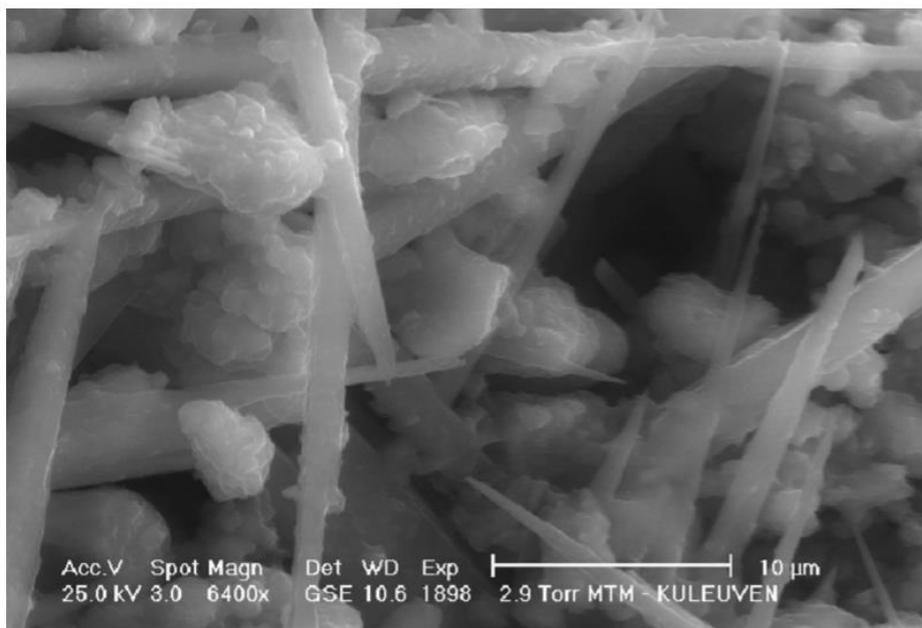


Fig 3. Fraguado inicial de un biocerámico a base de silicato de calcio visto desde un microscopio electrónico de barrido. Hay un proceso de disolución – precipitación con disolución gradual de las partículas de silicato de calcio sin hidratar y la formación de productos hidratados de como cristales de hidrato de silicato de calcio en forma de aguja. Etapa de formación del gel amorfo.¹²

1.4.4 Estabilidad dimensional

Los cementos biocerámicos selladores y para restauración no presentan contracción, al contrario, presentan expansión al fraguado. (Cumplen con la norma ISO 6879/2001). Estos materiales expanden entre un 0.2 y 0.6% de su volúmen inicial, la absorción de agua contribuye a esta acción.¹²

1.4.5 Fluidez

Cumplen con la norma ISO 6876:2012 para materiales de sellado de conductos radiculares, en la que se incluyen los materiales que fraguan con o sin agua y se utilizan para obturaciones permanentes solo en la corona de un diente^{1,19}

Cumple con la norma ISO 4049:2019, para materiales de restauración en la que se especifica los requisitos para los materiales de restauración,

Esta propiedad permite la penetración del material en cualquier espacio, está relacionado con un correcto sellado, lo que determina esta capacidad es el tamaño de partícula, en este caso asociado a 2 μm (micras).

1.4.6 pH:

Los cementos biocerámicos, las primeras 24 horas de aplicación presenta un pH de 10 a 12 aproximadamente, se mantiene alcalino y va descendiendo poco a poco hasta el día 28, que alcanza un pH de 7 a 8.¹

1.4.7 Citotoxicidad:

Es observar el impacto de la viabilidad de poblaciones celulares al aplicar un material, para evaluar la respuesta inflamatoria o inmunológica.³⁵

Cumple con la norma ISO 10993-5:2009 Evaluación biológica de productos sanitarios, parte 5: Ensayos de citotoxicidad in vitro, en la que se habla de pruebas para evaluar equipos o materiales médicos. Los estudios aplicados determinan la respuesta biológica de las células de mamíferos in vitro utilizando parámetros biológicos apropiados.^{1, 4, 23}

Esta prueba consta de estudios *In vitro*, *In vivo* y pruebas de uso. En los estudios *In vitro* (el material se pone en contacto, en este caso, con dientes extraídos), se analiza el crecimiento celular, la permeabilidad de la membrana celular, la biosíntesis enzimática, las pruebas de barreras indirecta y las pruebas de barrera dentinal. En los estudios *In vivo* se observa la respuesta de los tejidos, se aplican en animales en los que su organismo se parece al nuestro.³⁵

1.4.8 Resistencia a la compresión

En cementos biocerámicos indicados para restauración, la resistencia a la compresión, está relacionada con la etapa de hidratación y la presión a la hora de empacar o condensar el material.¹² Su resistencia varía de los 220 MPa, esto es equivalente a los valores medios de la dentina que son de 290 MPa aproximadamente.³⁶

1.4.9 Humectabilidad:

En los cementos biocerámicos usados como selladores, la humectabilidad es de suma importancia, ya que también dependerá del ángulo de contacto entre el material y el tejido del diente. El ángulo de contacto también influye en la adsorción de líquidos, entre menos valor tenga mejor adhesión tendrá.⁹

1.5 Propiedades Biológicas

Son las características que proporciona el material, como actúa y se comporta en un medio biológico.

1.5.1 Biocompatibilidad

Se les atribuye una excelente respuesta del huésped en las diferentes aplicaciones de estos materiales, eso se atribuye a la presencia de fosfato de calcio (también es el principal componente de los tejidos duros), lo que permite la proliferación de fibroblastos y osteoblastos.¹ No presentan respuesta inflamatoria a los tejidos circundantes.

La biocompatibilidad se le atribuye a los fosfatos de calcio que están dentro de los componentes principales de todos los biocerámicos.⁷

1.5.2 Bioactividad

Se refiere a la propiedad de un material para inducir una respuesta biológica específica. Los cementos biocerámicos al hidratarse forman una capa de hidroxiapatita, esto lleva a una biomineralización.³

1.5.3 Capacidad antibacteriana

Se adquieren a través de la reacción de pH al fraguado. La reacción de hidratación produce hidróxido de calcio, esto hace que el pH se eleve y provoca que se presente una difusión continua en los túbulos dentinarios y por lo tanto hay eliminación de bacterias. La liberación de iones sílice, calcio y fosfato causan perturbaciones en el potencial de membrana de las bacterias y determinan mayor presión osmótica.⁴

Esta actividad antimicrobiana tiene una actividad del 98% contra *E. coli* (Gram negativa) y *S. aureus* (Gram positiva); también es efectiva ante los microorganismos aeróbicos y anaeróbicos.

En dientes con lesiones periapicales la principal bacteria presente es *E. fecalis*, para asegurar un tratamiento exitoso de conductos radiculares es necesario un buen sellado; se ha demostrado que los selladores biocerámicos pueden matar a *E. fecalis* después de 2 minutos de entrar en contacto.¹⁰

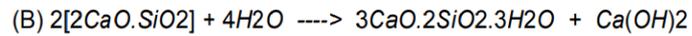
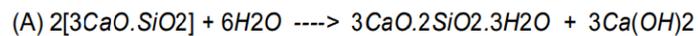
Test Group 1	Test Group 1	p-value
Bioceramic 2 minutes (fresh)	Bioceramic 4 hours (initial setting)	0.046*
	Bioceramic 1 day	0.827
	Bioceramic 7 days	0.369
Bioceramic 4 hours (initial setting)	Bioceramic 1 day	0.246
	Bioceramic 7 days	0.043*
Bioceramic 1 day	Bioceramic 7 days	0.817
*Mann-Whitney test, significance value p< 0.05		

Fig 4. Se muestran los valores significativos sobre las colonias de *E. fecalis* después del contacto con el sellador Bioceramic a los 2 minutos (fresco), 4 horas (fraguado inicial) y 1 día y 7 días después.¹⁰

1.6 Mecanismo de Acción

Son materiales hidrofílicos, quiere decir que son afines al agua y favorece su reacción de fraguado. Cuando estos materiales fraguan, los silicatos de calcio del polvo forman un gel de silicato de calcio e hidróxido de calcio, posterior a esto, el agua reacciona con los silicatos de calcio para que estos se precipitan formando hidrato-silicato de calcio, así generando un precipitado de hidroxiapatita.³

Las reacciones de hidratación de los silicatos de calcio pueden ser de la siguiente manera:



La reacción de precipitación de la hidroxiapatita ocurre de la siguiente manera:

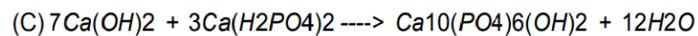


Fig 5. Reacción de hidratación de los silicatos de calcio y precipitación de la hidroxiapatita.³

La bioactividad de los cementos biocerámicos se produce al por la biodegradación provocada por los grupos silanol, gracias a la interacción de con los iones presentes en el medio en el que se aplica.

Etapa 1

El intercambio iónico entre los fluidos biológicos y la matriz amorfa del biocerámico produce la hidrólisis de los grupos silice produciendo la creación del silanol (Si-OH) sobre el biomaterial y aumento de pH.

Etapa 2

Cuando el pH aumenta se presenta un ataque en la red de SiO₂ a la disolución de del silice en forma de ácido silicico Si(OH₄) en la solución y en la formación de más grupos silanoles sobre la superficie.

Etapa 3

Se produce la condensación y polimerización de una capa rica en silanoles, que puede ser de 1 a 2 mm de espesor sobre la superficie del biomaterial.

Etapa 4

Se produce una capa rica en $\text{CaO-P}_2\text{O}_5$ en la superficie del biomaterial por la incorporación del silanolol, después la capa amorfa se cristaliza. La capa de silice incrementa su tamaño. En esta etapa la capa de silanol recién formada actúa como andamio para recolectar iones calcio y fosfato presentes en el huésped, dando lugar a un estrato de fosfato y calcio amorfo sobre el gel de silice.

Etapa 5

El material continúa con su disolución y la capa de fosfato y calcio amorfo comienza a cristalizarse para dar lugar a la hidroxiapatita.

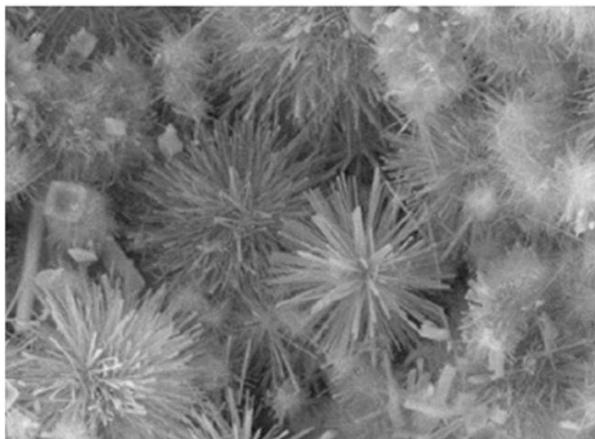


Fig 6. Morfología típica de la cristalización.¹²

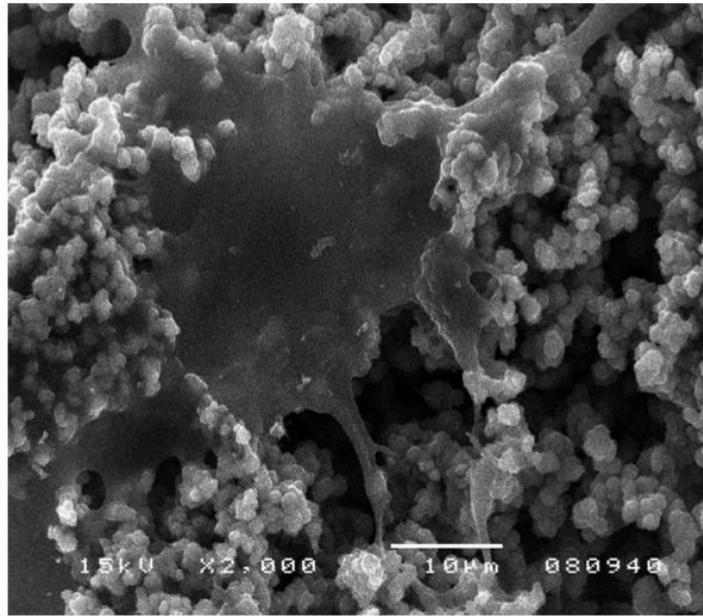


Fig 7. Se puede observar un osteoblasto adherido a las partículas del biocerámico fraguado.¹²

CAPITULO 2. BIOCERÁMICOS EN EL MERCADO

Cementos biocerámicos a base de Silicato de Calcio

Son materiales hidrofílicos con una base de silicato de calcio, también conocidos como cementos de agregado de trióxido mineral o MTA. Estos disilicatos y trisilicatos forman un gel de silicato cálcico autoajustable.

Se ha estudiado que el MTA crea puentes dentinarios de mayor calidad, ya que no son porosos y provocan menos inflamación de la pulpa, también producen un buen sellado y excelente biocompatibilidad. Se puede recalcar que tiene la capacidad de inducir la adhesión, migración y unión de células para formar los puentes dentinarios⁵, ya mencionados antes.

Este material tiene algunas desventajas, como lo son el difícil manejo, el tiempo de fraguado.⁵

Cementos biocerámicos a base de fosfato de Calcio

Estos materiales tienen una excelente biocompatibilidad, liberan iones calcio que ayudan a la mineralización. Estos materiales cuando entran en contacto con la humedad y mediante un proceso complejo, forma hidroxiapatita, son osteoconductores y se puede integrar a tejidos duros o blandos.⁵

2.1 Dentsply, Tulsa Dental. USA.

Nombre	Polvo	Vehículo	Usos
ProRoot MTA Gris	Silicato tricálcico, silicato dicálcico, oxido de bismuto, aluminato, sulfato de calcio dihidratado, aluminoferrito de calcio.	H2O	Recubrimiento pulpar Apicectomía Perforaciones Apicoformación
ProRoot MTA Blanco	Silicato tricálcico, silicato dicálcico, oxido de bismuto, aluminato, sulfato de calcio dihidratado.	H2O	Recubrimiento pulpar Apicectomía Perforaciones Apicoformación



Fig 8. ProRoot MTA.²⁴

2.2 Angelus, Londrina. Brasil.

Nombre	Polvo	Vehículo	Usos
MTA Angelus Gris	Silicato tricálcico, silicato dicálcico, óxido de bismuto, aluminato, óxido de calcio, óxido de aluminio, dióxido de silicio.	H2O	Recubrimiento pulpar Apicoformación Apicectomía Perforaciones Reabsorciones Apexificación
MTA Angelus Blanco (Fig. 9)	Silicato tricálcico, silicato dicálcico, óxido de bismuto, aluminato, óxido de calcio, óxido de aluminio, dióxido de silicio.	H2O	Recubrimiento pulpar Apicoformación Apicectomía Perforaciones Reabsorciones Apexificación
MTA Angelus HP (Fig. 10)	Silicato tricálcico, silicato dicálcico, aluminato tricálcico, óxido de calcio, tungstato de calcio.	H2O Plastificante	Recubrimiento pulpar. Pulpotomía. Complicaciones Endodónticas.
BIO – C Sealer (Fig. 11)	Silicato de calcio, aluminato de calcio, óxido de calcio, óxido de zirconio, óxido de hierro, dióxido de silicio, agente de dispersión.	Premezclado	Relleno de Conducto Radicular



Fig. 9. MTA Angelus.²⁵

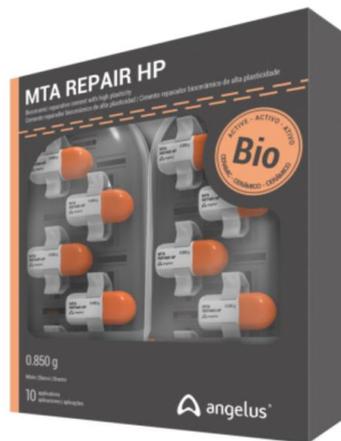


Fig 10. MTA Repair HP.²⁶



Fig 11. BIO-C SEALER.²⁷

2.3 Ultradent, Utah. USA.

Nombre	Polvo	Vehículo	Usos
Endo – Eze MTAFlow	Silicato tricálcico, silicato dicálcico, sulfato de calcio, sílice, trióxido de bismuto.	Gel soluble en agua a base de silicona	Apexificación Apicectomía



Fig 12. Endo-Eze™ MTAFlow™ 28

2.4 Septodont, Saint-Maur-des-Fosses. Francia.

Nombre	Polvo	Vehículo	Usos
Biodentine (Fig 13)	Silicato tricálcico, carbonato de calcio, óxido de calcio, óxido de zirconio.	Solución acuosa de cloruro de calcio y policarboxilato modificado.	Recubrimiento pulpar Apicoformación Apicectomía Perforaciones Material de restauraciones directas. Reabsorciones Pulpotomía.
Bioroot RCS (Fig 14)	Silicato tricálcico, óxido de zirconio, povidona.	Solución acuosa de cloruro de calcio y policarboxilato.	Sellador endodóntico. Perforaciones



Fig 13. Biodentine.²⁹



Fig 14. BioRoot.³⁰

2.5 Innovative Bioceramik. Canadá.

Nombre	Polvo	Vehículo	Usos
BioAggregate	Silicato de calcio sin aluminio, fosfato monocálcico, óxido de tantalio.	Agua desionizada.	Perforaciones Reabsorciones



Fig 15. BioAggregate.³¹

2.6 Brasseler. Savannah. USA

Nombre	Polvo	Vehículo	Usos
EndoSequence Root Repair (Fig 32)	Silicato de calcio, fosfato de calcio monobásico, hidróxido de calcio, óxido de zirconio, óxido de tantalio, agentes de carga, agentes espesantes.	H2O	Apicectomía Perforaciones Reabsorciones Recubrimiento pulpar. Apexificación



Fig 16. EndoSequence. ³²

2.7 BioMTA, Seoul. República de Corea.

Nombre	Polvo	Vehículo	Usos
Ortho MTA (Fig 17)	Silicato tricálcico, silicato dicálcico, aluminato tricálcico, aluminoferrita teracalcica, oxido de calcio, oxido de bismuto.	Agua desionizada	Apexificación, Sellador de raíces Reabsorción Perforaciones. Apicoformación.
Retro MTA (Fig. 18)	Silicato tricálcico, silicato dicálcico, aluminato tricálcico, aluminoferrita tetracalcica, oxido de calcio, oxido de bismuto.	Agua desionizada	Apicectomía Perforaciones Reabsorciones Recubrimiento pulpar. Pulpotomía Apexificación Apicoformación



Fig 17. Ortho MTA. ³³



Fig 18. RetroMTA.³⁴

CAPITULO 3. APLICACIONES CLINICAS

Como ya se mencionó anteriormente, los cementos biocerámicos tienen un amplio campo de aplicación.

3.1 Obturación retrograda

Cementos biocerámicos usados en cirugía apical. Se ha observado un excelente sellado y tiempo acción prolongado. La ventaja de estos biocerámicos es la producción de cemento y hueso en apical del diente tratado. (histológicamente demostrado en animales).^{1, 12}

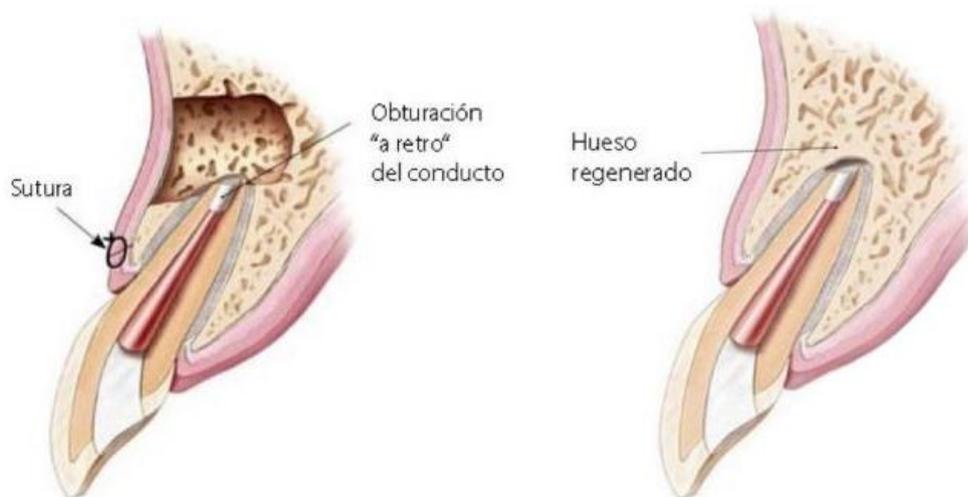


Fig 19. Obturación retrograda en una apicectomía.¹⁸

3.2 Reparación de perforaciones en laterales y en furca

Las perforaciones son comunicaciones accidentales o causadas por procesos patológicos entre el sistema de contactos radicular y la región de tejidos perirradiculares.²¹

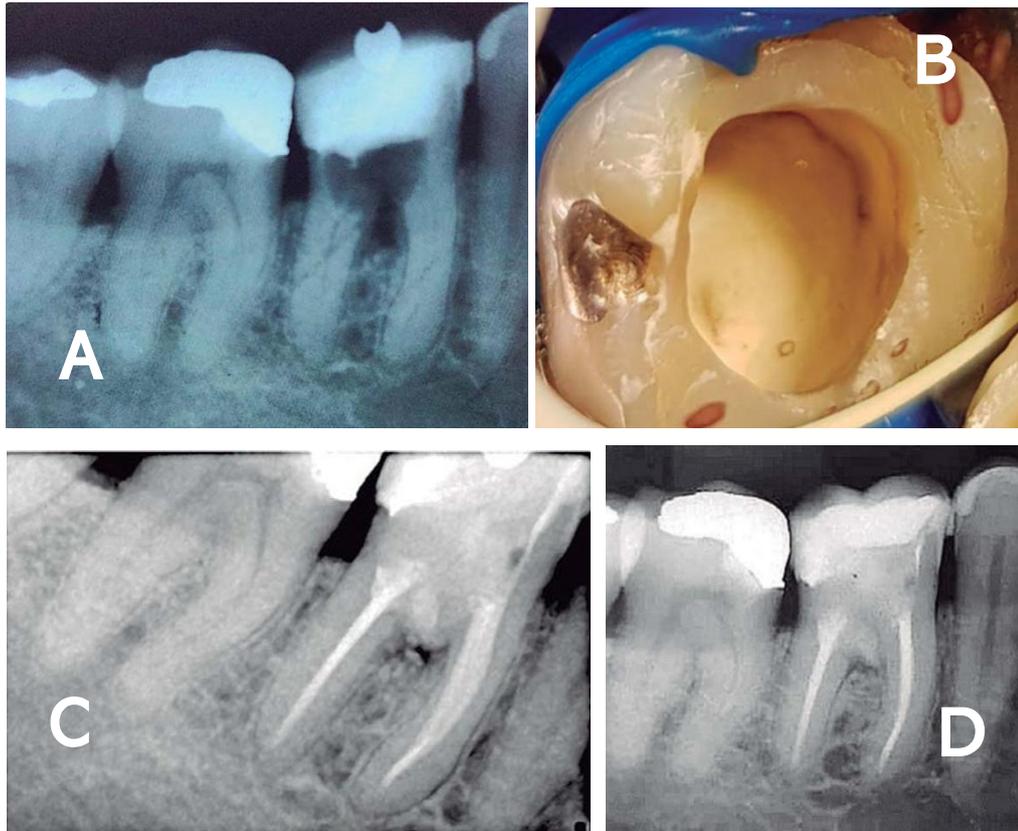


Fig 20. A) Radiografía inicial donde se observa la perforación de furca en OD 46. B) Colocación de Biodentine en todo el piso de la cámara pulpar. C) Obturación final de conductos con técnica de compactación lateral. D) Radiografía control a los 14 meses, se observa la reparación ósea a nivel de la furca.²¹

La aplicación de cementos biocerámicos usados en casos como este aumenta el buen pronóstico a largo plazo.¹ Se pueden aplicar en

perforaciones pequeñas y apicales a la unión cemento esmalte, con pronósticos favorables, ya que los biocerámicos garantizan un buen sellado a largo plazo.

En perforaciones extensas de furca, se puede colocar una matriz de colágeno reabsorbible antes de colocar el cemento biocerámico.¹

3.3 Reabsorciones radiculares internas, externas e idiopáticas.

Las reabsorciones radiculares son procesos multifactoriales en donde hay pérdida del tejido dental (cemento y dentina) por las células osteoclasticas.²⁰ Entre los factores que pueden provocar reabsorciones, están los traumas dentoalveolares, ortodoncia, blanqueamientos internos, etc.

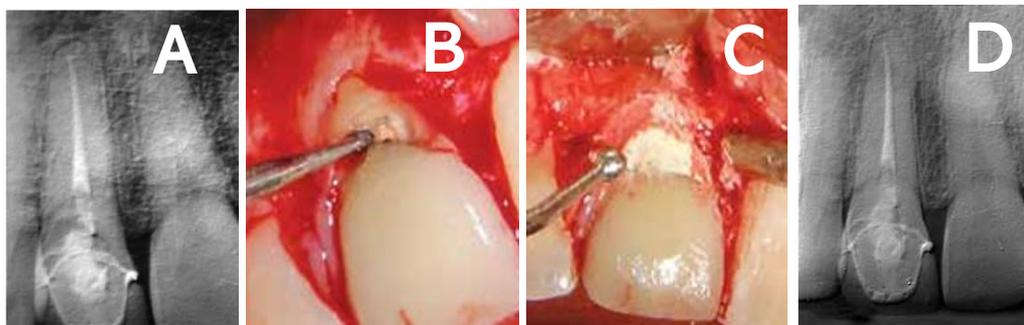


Fig 21. A) En la radiografía se observa una lesión radiolúcida en distocervical del Organo Dental 11. B) Preparación del defecto. C) Aplicación de Biodentine. D) Control radiográfico a los 16 meses.²⁰

Durante años se ha empleado el MTA en estas lesiones, pero actualmente se puede usar Biodentine.

3.4 Recubrimiento pulpar directo

Es la aplicación de un revestimiento dental en la pulpa expuesta para tratar de preservar la vitalidad y las funciones de la pulpa e inducir la producción de puentes dentinarios para proteger la pulpa.

Los cementos biocerámicos demostraron en diversos estudios efectos positivos en las células madre de la pulpa y células del estroma, ya que promovieron la producción de dentina de reparación, esto puede darse gracias a la continua liberación de calcio y la formación de hidroxiapatita.^{12, 15} El éxito de este tratamiento, también depende de una correcta barrera impermeable para las bacterias que entrarían en el tejido dental expuesto.

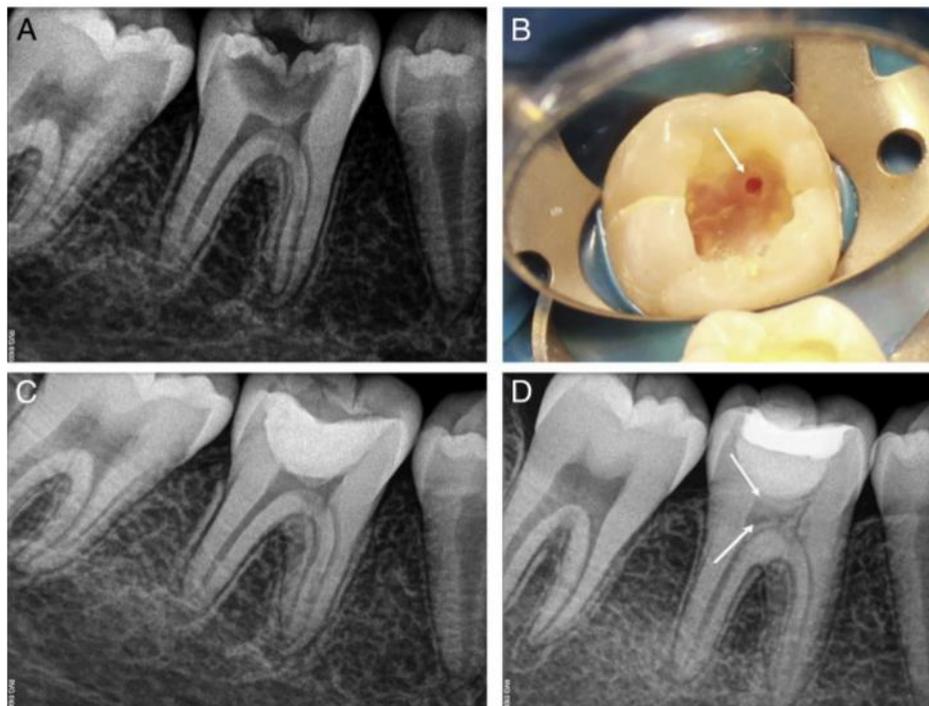


Fig 22. Caso representativo Biodentine. A)Radiografía inicial, se observa caries profunda. B)Comunicación pulpar despues de eliminar la caries. C)Radiografía despues de colocar un material bioceramico (Biodentine). D)Radiografía control despues de un año, se observan puentes de dentina y las flechas indican la formación de la calcificación de la cámara pulpar.¹⁵

3.5 Recubrimiento pulpar indirecto

Es la aplicación de un base o liner en cavidades profundas causadas por caries. Diversos estudios comprobaron la capacidad de inducir a la formación de una capa de dentina más gruesa y una menor presencia de bacterias en un periodo de aproximadamente 6 meses.¹²

3.6 Pulpotomía

Es el procedimiento mediante el cual se retira la pulpa cameral y se sella la entrada de los conductos radiculares, la aplicación de cementos biocerámicos induce la formación de puentes de dentina en la cámara pulpar y provoca que se preserve la capa de odontoblastos.¹²

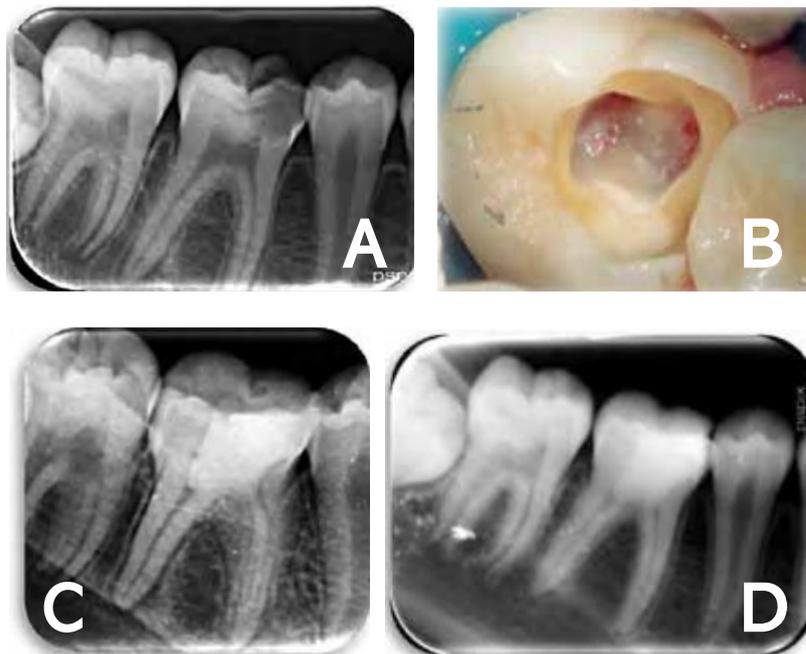


Fig 23. A) Radiografía inicial donde se aprecia caries profunda. B) Retiro de pulpa cameral, se observa la entrada de los conductos. C) Radiografía final con Biodentine. D) Radiografía control a los 12 meses, la px se encontro asintomatica.²²

3.7 Fracturas verticales en dientes con endodoncia previa

En algunos estudios y artículos, se habla de colocar selladores biocerámicos en el conducto radicular, aumenta la resistencia y puede llegar a prevenir las fracturas verticales, así como dar un mejor pronóstico en los dientes que están sometidos a más cargas oclusales, esto por el mecanismo de fraguado del biocerámico, al producir hidroxiapatita puede llegar a unir en un solo bloque el material de obturación del conducto con la dentina.⁸

Este método, se basa en crear las condiciones que promuevan la cicatrización de tejidos con los tejidos de ápice y los efectos antiinflamatorios y osteoconductores que le pueden proporcionar a estos dientes.

3.8 Endodoncia regenerativa

Se refiere a la colocación de cementos biocerámicos como selladores sobre los coágulos de sangre para observar la proliferación y diferenciación de células madre de la papila apical. Las ventajas de este método es proporcionar un mayor desarrollo de la raíz, el refuerzo de las paredes dentinarias y la respuesta del diente posterior al tratamiento.¹³

En un estudio comparativo se pudo observar que tres biocerámicos (Biodentine, ProRootMTA y RetroMTA) indujeron la proliferación de células madres desde el día 1 de su aplicación.

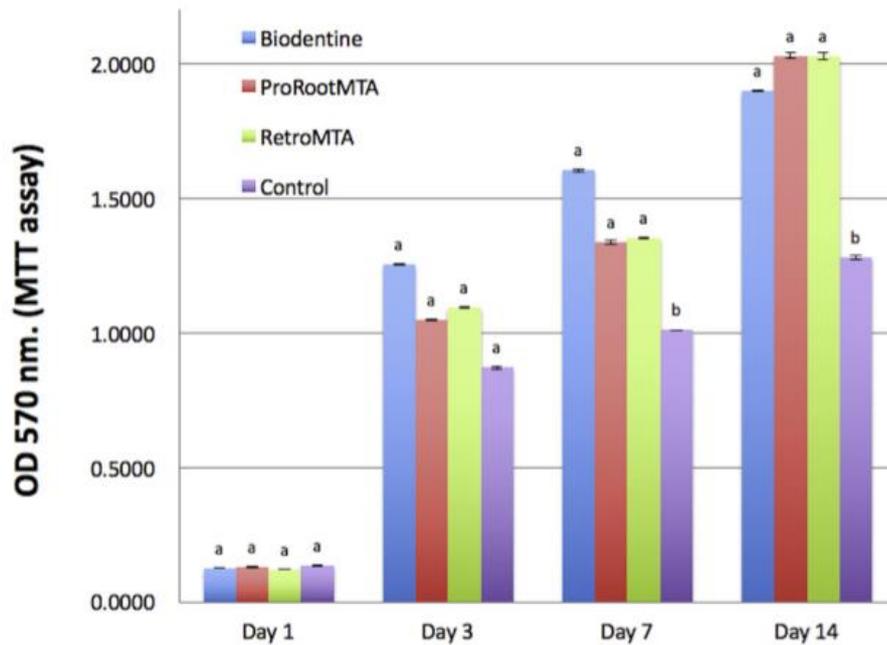


Fig 24. Se puede observar los efectos del material sobre la proliferación de células madre. La proliferación aumentó en todos los grupos a los 7 y 14 días; los tres materiales provocaron la proliferación.¹³

Este tratamiento debe considerarse en dientes permanentes inmaduros que presenten necrosis pulpar o ápices abiertos, para que el cierre apical se vea beneficiado y tenga una respuesta fisiológica normal.¹⁴

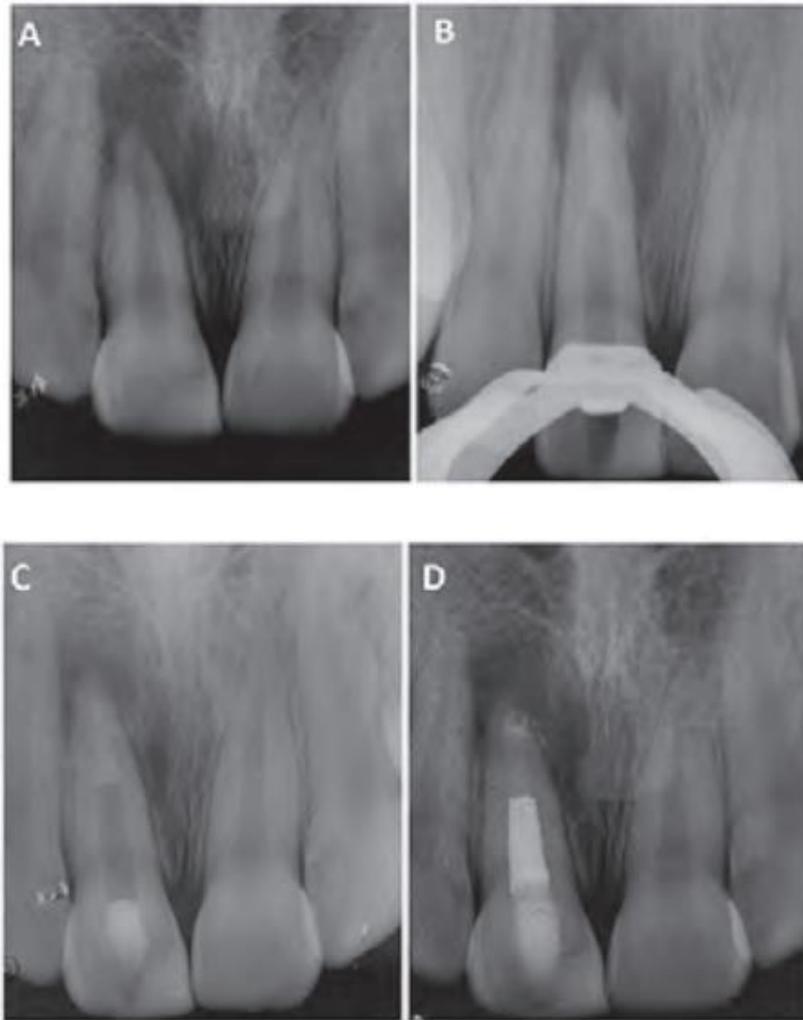


Fig 25. Incisivo central superior diagnosticado con necrosis pulpar asociado a traumatismo denta. A) Radiografía inicial, se observa apice abierto. B) Formación de un tope apical con Biodentine. C) Control radiografico una semana despues. D) Relleno del canal con gutapercha (Casi clinico del Dr. Aldo Lizana Pais).¹

CAPITULO 4. FUTURO DE LOS BIOCERÁMICOS

Hay un campo creciente de estos “nuevos” biomateriales, han llegado a revolucionar los diferentes procedimientos en los que se pueden aplicar, ya que tienen propiedades muy llamativas e innovadoras tanto en el campo odontológico y médico.

Diversos laboratorios están experimentando con los biocerámicos, tanto en hacer nuevas consistencias como tratar de unirlos con otros materiales como la gutapercha, para potencializar las propiedades de ambos materiales y darle un nuevo rumbo a la endodoncia.

Se ha pensado en desarrollar nuevos sistemas de unión y cementos compuestos con biocerámica para crear una nueva familia de materiales, con la bioactividad buscarían prevenir la desmineralización y evitar el colapso del colágeno presente en dientes. Recientemente Prati y col. propusieron un cemento temporal experimental, ellos mencionan que ayuda a la remineralización de la dentina y garantiza un excelente sellado.¹²

CONCLUSIONES

Los cementos biocerámicos representan un papel importante en el futuro de los materiales usados en Odontología gracias a sus propiedades químicas, físicas y biológicas que a través de los años se han ido describiendo y poniendo a prueba en diferentes estudios, ya que han venido a sustituir materiales antiguos.

Actualmente son una gran opción para diferentes procedimientos por sus múltiples propiedades, en especial en el área de endodoncia y odontopediatría.

Se ha buscado fusionar a los cementos biocerámicos con otros materiales para potencializar sus propiedades y beneficios, en el futuro podremos usar nuevos materiales

Los biocerámicos están definiendo un nuevo camino y abordaje para diferentes tratamientos y áreas, la nueva odontología es regenerativa.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Espinoza F. Lizana A. Muñoz P. Biocerámicos en odontología, una revisión de la literatura. Canal Abierto [Internet]. 2020; 41: 14-21. Disponible en: <https://www.canalabierto.cl/storage/articles/April2020/5oUEjxeli3GDRfSLFnJ.pdf>
2. Vellet Regi M. Bioceramicas: Evolución y aplicaciones. Real Sociedad Española de Química. [Internet]. 2011; 107(1): 28-35. Disponible en: [file:///C:/Users/maril/Downloads/Dialnet-Bioceramicas-3433464%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/maril/Downloads/Dialnet-Bioceramicas-3433464%20(1).pdf)
3. Yañez Braun A. Cementos de Obturación Biocerámicos: Una nueva alternativa en Endodoncia. Canal Abierto [Internet]. 2015; 31: 4-8. Disponible en: <https://www.socendochile.cl/upfiles/revistas/31.pdf>
4. Fernandez Monjes J, Maresca B M, Bregni C. Bioceramicos: Aspectos farmaco-tecnológicos y clínicos de uso Odontologico. RAAO. [Internet]. 2020; 62(1): 31-38. Disponible en: <https://www.ateneo-odontologia.org.ar/articulos/lxii01/articulo4.pdf>
5. Davaie S, Hooshmad T, Ansarifard A. Different types of bioceramics as dental Pulp capping materials: A systematic review. Ceramics International. [Internet]. 2021; 47. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0272884221012372>
6. Zheng T, Guo L, Du Z, Leng H, Cai Q, Yang X. Bioceramic fibrous scaffolds built with calcium silicate/hydroxyapatite nanofibers showing advantages for bone regeneration. Ceramics International. [Internet]. 2021; 47. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0272884221009238>
7. Venkata K, Ramesh S. An update on bioceramic sealers. Drug invention Today. [Internet]. 2020; 14(3): 17-20. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/348739895_An_update_on_bioceramic_sealers

8. Iliescu A, Earar K, Zaharescu A, Ramona A, Perlea P, Matei M. BIOCERAMICS IN ORAL REHABILITATION – A PUTATIVE HOPE FOR SAVING THE TEETH WITH VERTICAL ROOT FRACTURE. [Internet]. 2020; 12(4): 283-291. Disponible en: <https://doaj.org/article/d8555902468846a4a94e9e84125d17e0>
9. Qaiser S, Hedge M, Devadiga D, Yelapure M. Root dentin surface activation to improve bioceramic bonding: A scanning electron microscopic study. JODDD. [Internet]. 2020; 14(2): 117-123. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7464222/>
10. Rusdiana, Usman M, Meidywati R, Suprastiwi E, Ayu D. Antibacterial Effects of Bioceramic and Mineral Trioxide Aggregate Sealer Against Enterococcus Faecalis Clinical Isolates. Journal of International Dental and Medical Research. [Internet]. 2017; 10(3): 981-986. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/326834199_Antibacterial_effects_of_Bioceramic_and_mineral_trioxide_aggregate_sealers_against_Enterococcus_faecalis_clinical_isolates
11. Bakopoulou A, Papachristou A, Bousnaki M, Hadjichristou C, Kontonasaki E, Theocharidou A, Papadopoulou L, Kantiranis N, Zachariadis G, Leyhausen G, Geurtsen W, Koidis P. Human treated dentin matrices combined with Zn-doped, Mg-based bioceramic scaffolds and human dental Pulp stem cells towards targeted dentin regeneration. Pub Medt. [Internet]. 2016; 32. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27298239/>
12. Prati C, Gandolfi M G. Calcium silicate bioactive cements: Biological perspectives and clinical applications. Science Direct. [Internet]. 2015; 31: Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S010956411500184>
13. Wongwatansanti N, Jantarat J, Sritanaudomchai H, Hargreaves K. Effect of Bioceramic Materials on Proliferation and Odontoblast Differentiation of Human Stem Cells from the Apical Papilla. JOE. [Internet]. 2018; 44(8). Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0099239918302358>

14. Miller A, Takimoto K, Wealleans J Diogenes A. Effect of 3 Bioceramic Material son Stem Cells of the Apical Papilla Proliferation and Differentiation Using a Dentin Disk Model. JOE. [Internet]. 2018; 44(4). Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29426646/>
15. Linu S, Leksbmi M S, Varunkumar V S, Joseph V G. Treatment Outcome Following Direct Pulp Capping Using Bioceramic Materials in Mature Permanent Teeth with Carious Exposure: A Pilot Retrospective Study. JOE. [Internet]. 2017; 43(10). Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0099239917307707>
16. Vallet-Regí M. Bio-Ceramics with Clinical Applications. [Internet]. Reino Unido: Wiley; 2014. Disponible en: <https://pbidi.unam.mx:2443/>
17. De Guire E. University of Florida. [Internet]. Disponible en: <https://mse.ufl.edu/larry-hench-inventor-of-bioglass-and-childrens-author-dies-at-age-77/>
18. Tetuan. [Internet]. Disponible en: <https://www.centrodentaltetuan.com/tratamientos-dentales/cirurgia-oral/apicectomia/>
19. ISO 6876:2012 Dentistry – Root canal sealing materials. ISO. [Internet]. Disponible en: <https://www.iso.org/standard/45117.html>
20. Barzuna Ulloa M, Estevanovich Delgado M F, Torres Sancho G. Uso del Biodentine en el tratamiento de reabsorción cervical idiopática: Reporte de un caso clínico. Rev Odont Vit. [Internet]. 2014; 21(12): 27-34. Disponible en: <https://revistas.ulatina.ac.cr/index.php/odontologiavital/article/view/290>
21. Calero Hinostraza G G, Gallardo Gutierrez C, García Rupaya C. Reparacion de perforación de furca con Biodentine y seguimiento de 14 meses. Rev Cient Odontol. [Internet]. 2020; 8(1): 1-6. Disponible en:

- [https://www.researchgate.net/publication/340988610 Reparacion de perforacion de furca con Biodentine y seguimiento de 14 meses](https://www.researchgate.net/publication/340988610_Reparacion_de_perforacion_de_furca_con_Biodentine_y_seguimiento_de_14_meses)
22. Gonzalez A, Barzuna M, Sancho G. Pulpotomía con material biocerámico como tratamiento alternativo en pacientes diagnosticados con autismo: Reporte de un caso clínico. Rev Odont Vit. [Internet]. 2015; 1(22): 13-18. Disponible en: <https://docplayer.es/210158128-Pulpotomia-con-material-bioceramico-como-tratamiento-alternativo-en-pacientes-diagnosticados-con-autismo.html>
23. ISO 10993 – 5: 2009 Biological evaluating of medical devices – Part 5: Test for in vitro cytotoxicity. ISO. [Internet]. Disponible en: <https://www.iso.org/standard/36406.html>
24. ProRoot MTA. Dentsply Sirona. [Internet]. Disponible en: <https://www.dentsplysironachile.cl/producto/proroot-mta/>
25. MTA Angelus. Angelus. [Internet]. Disponible en: <https://www.angelusdental.com/products/details/id/3>
26. MTA REPAIR HP. Angelus. [Internet]. Disponible en: <https://www.angelusdental.com/products/details/id/207>
27. BIO-C SEALER. Angelus. [Internet]. Disponible en: <https://www.angelusdental.com/products/details/id/213>
28. Endo-Eze™ MTAFlow™. Ultradent. [Internet]. Disponible en: <https://www.ultradent.lat/products/categories/endodontics/mta-repair/mta-flow>
29. Biodentine. Septodont Corporativo. [Internet]. Disponible en: <https://www.septodontcorp.com/es/tecnologia-y-productos/endodoncia-y-restauracion/biodentine/>
30. BioRoot™ RCS. Septodont. [Internet]. Disponible en: <https://www.septodontcorp.com/es/tecnologia-y-productos/endodoncia-y-restauracion/bioroot-rcs/>
31. BioAggregate. Innovative BioCeramix. [Internet]. Disponible en: <http://www.ibioceramix.com/bioaggregate.html>
32. EndoSequence BC RRM. Brasseler. [Internet]. Disponible en: <https://brasselerusadental.com/products/bc-rrm/>

33. OrthoMTA. BioMTA. [Internet]. Disponible en: <https://www.biomta.co.kr/orthomta>
34. RetroMTA. BioMTA. [Internet]. Disponible en: http://www.biomta.com/shop/eng/product_5.php
35. Villegas A, Naranjo E, Gómez D. Pruebas de compatibilidad de los materiales de uso odontológico: Revisión de la literatura. Rev Estomat. [Internet]. 2008; 16(2): 38-44. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/11862266.pdf>
36. Molina G, Ulfohn J, Brisson G, Boetto C, Mazzola I, Lascano L, Zaya L, Sainz M, Pascualini C, Farah M, Farah M, Cabral R. Resistencia a la compresión de Biodentine: mezcla manual vs. Mecánica. Rev Met. [Internet]. 2021; 6(2): 71-76. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/350773647_Resistencia_a_la_compresion_de_BiodentineR_mezcla_manual_vs_Mecanica
37. Venkata Teja K, Ramesh S. An update on bioceramic sealers. Drug Invention today. [Internet]. 2020; 14(3): 17-20. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Kavalipurapu-Teja/publication/348739895_An_update_on_bioceramic_sealers/links/600e39de299bf14088bc5d68/An-update-on-bioceramic-sealers.pdf
38. Greenspan D. Bioglass at 50 – A look at Larry Hench’s legacy and bioactive materials. Biomed Glasses. 2019; 5: 178-184. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/338484441_Bioglass_at_50_-_A_look_at_Larry_Hench%27s_legacy_and_bioactive_materials
39. Eymirli A, Deniz Sungur D, Uyanik O, Purali N, Nagas E, Cehreli Z. Dentinal Tubule Penetration and Retreatability of a Calcium Silicate-based Sealer Tested in Bulk or with Different Main Core Material. JOE. [Internet]. 2019; 45(8). Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0099239919303279>
40. Bukhare S, Karabucak B. The Antimicrobial Effects of Bioceramic Sealer on an 8-week Matured Enterococcus faecalis Biofilm Attached

to Root Canal Dentinal Surface. JOE. [Internet]. 2019; 45(8).
Disponble en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31160079/>

41. Giacomino C M, Wealleans J A, Kubn N, Diogenes A. Comparative Biocompatibility and Osteogenic Potential of Two Bioceramic Sealers. JOE. [Internet]. 2019; 45(1): 51-56. Disponble en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0099239918305533>

42. Miranda G, Campelo F, Húngaro M, Ribeiro-Siqueira D, Gavini G. Evaluation of Radiopacity, pH, Release of Calcium Ions, and Flow of a Bioceramic Root Canal Sealer. JOE. [Internet]. 2012; 38(6). Disponble en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0099239912002361>