

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO

FACULTAD DE MEDICINA

ESCUELA DE ODONTOLOGÍA



Comparación de la resistencia compresiva del agregado Trióxido Mineral y Biodentine en perforaciones de furca de molares inferiores permanentes

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
SEGUNDA ESPECIALIDAD PROFESIONAL EN CARIELOGÍA Y ENDODONCIA**

AUTOR

Jheymy Gerardo Huatuco Granda

ASESOR

Rosa Josefina Roncal Espinoza

<https://orcid.org/0000-0002-1102-9613>

Chiclayo, 2024

**Comparación de la resistencia compresiva del agregado Trióxido
Mineral y Biodentine en perforaciones de furca de molares
inferiores permanentes**

PRESENTADA POR

Jheymy Gerardo Huatuco Granda

A la Facultad de Medicina de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de

**SEGUNDA ESPECIALIDAD PROFESIONAL EN
CARIOLOGÍA Y ENDODONCIA**

APROBADA POR

Rocío Lizet Torres Verástegui
PRESIDENTE

Denisse Mabel Arones Mazzeto
SECRETARIO

Rosa Josefina Roncal Espinoza
VOCAL

Dedicatoria

A mis padres y hermana por su apoyo incondicional y por acompañarme en cada uno mis pasos. Gracias a ellos, hoy puedo ver alcanzada una de mis metas, ya que siempre estuvieron impulsándome a seguir creciendo profesionalmente. Porque su amor, confianza y ejemplo fueron la principal motivación durante todo este tiempo.

Comparación de la resistencia compresiva del Agregado Trióxido Mineral y Biodentine en perforaciones de furca de molares inferiores permanentes

INFORME DE ORIGINALIDAD

15% INDICE DE SIMILITUD	13% FUENTES DE INTERNET	3% PUBLICACIONES	5% TRABAJOS DEL ESTUDIANTE
-----------------------------------	-----------------------------------	----------------------------	--------------------------------------

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.umsa.bo Fuente de Internet	2%
2	repositorio.uwiener.edu.pe Fuente de Internet	1%
3	ri-ng.uaq.mx Fuente de Internet	1%
4	repositorio.ug.edu.ec Fuente de Internet	1%
5	tesis.usat.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
7	repositorio.uan.edu.co Fuente de Internet	1%
8	Submitted to Universidad Peruana Cayetano Heredia Trabajo del estudiante	1%
9	repositorio.uchile.cl Fuente de Internet	1%
10	fr.scribd.com Fuente de Internet	1%
11	www.dspace.uce.edu.ec:8080 Fuente de Internet	1%
12	Submitted to Universidad Privada San Juan Bautista Trabajo del estudiante	1%
13	cybertesis.unmsm.edu.pe Fuente de Internet	<1%

Índice

Resumen	6
Abstract	7
Introducción.....	8
Revisión de la literatura.....	9
Materiales y métodos	15
Resultados y discusión	20
Conclusiones	25
Recomendaciones	25
Referencias	26
Anexos	30

Resumen

Objetivo: comparar la resistencia compresiva del agregado trióxido mineral y Biodentine™ en perforaciones de furca de molares inferiores permanentes.

Materiales y métodos: se seleccionaron 30 molares inferiores humanas. Se preparó un acceso cavitario endodóntico en cada uno de los dientes para luego decoronarlos y seccionarlos eliminando las raíces, se aplicó silicona por debajo de furca y se agregó acrílico alrededor de los especímenes, empleando un molde cilíndrico. Las muestras fueron divididas aleatoriamente en 3 grupos: Grupo 1: 10 especímenes en los que se creó una perforación de furca, sellada con MTA. Grupo 2: 10 especímenes en los que se creó una perforación de furca, sellada con Biodentine™. Grupo control negativo: 10 especímenes sin perforación. Después de 30 días, los especímenes fueron sometidos a fuerzas compresivas empleando una máquina de ensayos universales registrando la fuerza necesaria para producir la fractura. Los datos fueron procesados con las pruebas estadísticas ANOVA y Tukey, con un nivel de significancia $p < 0.05$.

Resultados: La resistencia compresiva del Biodentine™ (190.84 MPa) no presentó diferencias estadísticamente significativas al ser comparada con MTA (165.29 MPa) en perforaciones de furca de molares inferiores permanentes, a los 30 días de evaluación. Sin embargo, la resistencia compresiva del MTA sí presentó diferencia estadística significativa al ser comparada con el grupo control (213.46 Mpa).

Conclusión: El Biodentine™ presenta valores similares al ser comparado con el grupo control y MTA. Mientras que, MTA presenta diferencias con el control, además de los valores más bajos respecto a los demás grupos.

Palabras clave: Endodoncia regenerativa, defectos de furcación, cemento de silicato, fuerza compresiva.

Abstract

Objective: to compare the compressive strength of mineral trioxide aggregate and Biodentine™ in furca perforations of permanent lower molars.

Materials and methods: 30 human lower molars were selected. An endodontic cavity access was prepared in each of the teeth and then decoronated and sectioned eliminating the roots, silicone was applied under the furcation and acrylic was added around the specimens, using a cylindrical mold. The specimens were randomly divided into 3 groups: Group 1: 10 specimens in which a furcation perforation was created, sealed with MTA. Group 2: 10 specimens in which a furcation perforation was created, sealed with Biodentine™. Negative control group: 10 specimens without perforation. After 30 days, the specimens were subjected to compressive forces using a universal testing machine recording the force required to produce the fracture. The data were processed with ANOVA and Tukey statistical tests, with a significance level of $p < 0.05$.

Results: The compressive strength of Biodentine™ (190.84 MPa) did not present statistically significant differences when compared to MTA (165.29 MPa) in furcation perforations of lower permanent molars at 30 days of evaluation. However, the compressive strength of MTA did show a statistically significant difference when compared to the control group (213.46 MPa).

Conclusion: Biodentine™ presented similar values when compared with the control group and MTA. While, MTA presents differences with the control, in addition to the lower values with respect to the other groups.

Keywords: Regenerative endodontics, mineral trioxide aggregate, tricalcium silicate, compressive strength.

Introducción

La endodoncia tiene como principal objetivo la limpieza, desinfección y conformación del sistema de conductos radiculares, culminando el tratamiento con el sellado hermético y tridimensional del mismo.¹ Sin embargo, durante el procedimiento clínico existen una variedad de accidentes y/o complicaciones que podrían comprometer la tasa de éxito del tratamiento.² Uno de los accidentes más frecuentes que ocurren durante la realización del acceso cameral es la perforación a nivel del piso de la cámara pulpar, definida como una comunicación entre el periodonto y la cavidad pulpar, dando como resultado una inflamación crónica del tejido periodontal con una consecuente formación de tejido de granulación que puede desencadenar en una pérdida del tejido de inserción, filtración bacteriana, movilidad dental, y en una fractura a largo plazo de dicha pieza dentaria, siendo todos ellos indicativos del fracaso del tratamiento endodóntico.³⁻⁵

Por lo cual, el pronóstico del tratamiento dependerá de varios factores como el tamaño, la localización, el tiempo de la perforación, grado de contaminación y de la viabilidad para sellar la perforación. Las perforaciones pueden repararse mediante un procedimiento quirúrgico externo o a través de un manejo intracoronal, empleando para ambos casos un material que presente las siguientes características: biocompatible, sellado hermético, no reabsorbible, radiopaco, bacteriostático y alta resistencia a las fuerzas compresivas.⁵

Durante años, varios materiales han sido sugeridos para reparar las perforaciones: amalgama, cementos de óxido de zinc – eugenol reforzados, ionómero de vidrio, hidróxido de calcio, agregado trióxido mineral (MTA) y Biodentine™. Siendo los dos últimos los más utilizados en la actualidad por su biocompatibilidad y capacidad osteoinductura.⁶

Aunque el MTA ha sido ampliamente estudiado, y sus propiedades se han valorado tanto *in vitro* como *in vivo* a través de diversas investigaciones, destacando siempre su biocompatibilidad, capacidad de sellado y adaptación marginal, elevada alcalinidad, con un pH de 12.5 que posibilita su efecto antibacteriano; sin embargo, también presenta ciertos inconvenientes: tiempo de fraguado prolongado, difícil manipulación, precio elevado, cambio de color en la pieza dental, porosidad y baja resistencia a las fuerzas compresivas, por lo cual no puede ser utilizado en zonas funcionales.^{7,8}

Por otro lado, Biodentine™ es un material introducido al mercado en el 2009 como un sustituto bioactivo de la dentina, compuesto por silicato tricálcico y cloruro de calcio que destaca en

comparación con el MTA por poseer propiedades mecánicas similares a la dentina, baja porosidad, fácil manipulación, no genera un cambio de color en la pieza dental en la que se aplica y presenta además un tiempo de fraguado rápido (10 – 12 minutos), lo cual permitiría reparar una perforación y culminar el tratamiento endodóntico en una misma sesión, reduciendo por ende los tiempos clínicos, simplificando el procedimiento, y disminuyendo además el riesgo de fractura de la pieza dentaria.^{9,10}

Sin embargo, pocas investigaciones se han realizado hasta la fecha comparando la resistencia compresiva de ambos materiales. En tal sentido, esta investigación es importante, dado que, se enfoca en la resistencia a la fuerza compresiva de los cementos empleados para la reparación de perforaciones dentales por ser esta propiedad mecánica uno de los factores más importantes a tomar en cuenta para mejorar la resistencia a la fractura de las piezas dentales, el pronóstico y la tasa de supervivencia a largo plazo. De allí que, este tipo de estudios contribuyen a otras investigaciones en la misma línea a proporcionar un aporte clínico al endodoncista, estableciendo criterios más sólidos para la selección del cemento reparador ideal a utilizar en casos de perforaciones de furca, mejorando la tasa de éxito de este tipo de tratamientos y reduciendo el riesgo de fractura de los dientes que presenten esa situación clínica; presentando además un beneficio indirecto hacia los pacientes que presenten algún tipo de perforación dentaria, u otro tipo de patología, que requieran del sellado de las mismas con algún tipo de cemento, dando una alternativa de tratamiento conservador en lugar de una quirúrgica que podría incluso involucrar la pérdida del diente.

Por lo cual, el objetivo principal del presente estudio fue comparar la resistencia compresiva del agregado trióxido mineral y Biodentine™ en perforaciones de furca de molares inferiores permanentes; considerando además la variable tiempo, por lo que se determinó la resistencia compresiva en megapascales (MPa) del cemento reparador MTA y del Biodentine™ a los 30 días de evaluación.

Revisión de la literatura

Antecedentes

En el 2023 Kabtoleh *et al.*,¹¹ evaluaron la resistencia a la fractura de molares con perforaciones laterales (SP) simuladas reparadas con diferentes cementos de silicato de calcio: MTA, biocerámico en presentación *putty* y cemento enriquecido con calcio (CEM). Un total de 75 molares fueron divididos aleatoriamente en cinco grupos: en G1, los conductos radiculares

fueron obturados con gutapercha y sellador (control negativo); los grupos G2-G5 tenían una SP realizada con fresas *Gates Glidden* en la raíz mesial de las molares, y fueron obturadas con gutapercha y sellador hasta el área de la perforación. En G2, la SP se rellenó con gutapercha y sellador (control positivo); G3 se usó MTA para reparar la SP; en G4 se utilizó biocerámico *putty*; y en G5 se utilizó CEM. Las pruebas de resistencia a la fractura se realizaron en dirección corona-apical utilizando una máquina de ensayo universal. Los resultados demostraron que las SP redujeron la resistencia a la fractura de los molares tratados endodónticamente. Además, la resistencia a la fractura de las molares reparadas con MTA y biocerámico *putty* fue mejor que la tratada con CEM y similar a los molares sin SP.

En el 2022 Mohite *et al.*,¹² compararon la resistencia a la fractura de dientes inmaduros simulados después de usar diferentes espesores de MTA y Biodentine como tapón apical. Se seleccionaron 40 dientes anteriores maxilares humanos. Los dientes se dividieron aleatoriamente en ocho grupos (n=5). Grupo de control positivo = 5 dientes; sin cavidad de acceso. Luego en los otros 35 dientes se prepararon las cavidades de acceso y se instrumentaron con fresas *Peeso*. Control negativo = 5 dientes; obturados con hidróxido de calcio. Los 30 dientes restantes fueron divididos en los Grupos 1 (MTA) y 2 (Biodentine) y cada grupo fue dividido a su vez en tres subgrupos: subgrupo A - tapón apical de 3 mm; subgrupo B - tapón apical de 6 mm; y subgrupo C: longitud total del canal. Los milímetros coronales de los canales de los subgrupos A y B se obturaron con gutapercha y sellador AH Plus, y la cavidad de acceso de todos los dientes fue sellada con restauraciones con resina compuesta. Después de 4 semanas las muestras fueron sometidas a pruebas de resistencia a la fractura utilizando una máquina de ensayo universal. Los resultados mostraron que el grupo de control negativo presentó la resistencia a la fractura más baja en comparación con los otros grupos. El subgrupo de tapones apicales de 6 mm de biodentine presentó la mayor resistencia a la fractura.

En el 2021 Rodrigues *et al.*,¹³ compararon la fuerza de unión a la dentina, modo de falla y la resistencia a la compresión de los cementos biocerámicos BiodentineTM, MTA repair HP y Bio-C Repair. Un total de 54 cortes obtenidos del 1/3 cervical de premolares mandibulares humanas se distribuyeron de forma aleatoria (n=18), se colocaron los cementos biocerámicos y se realizó la prueba de expulsión, el análisis del modo de falla fue analizado a través de estereomicroscopía. A la vez se prepararon muestras de forma cilíndrica con los 3 cementos biocerámicos antes mencionados (N=10) para evaluar la resistencia a la compresión. Los resultados demostraron que BiodentineTM presentó una fuerza de unión a la dentina más alta que MTA Repair HP y Bio-C Repair. En el grupo BiodentineTM, el modo de falla más frecuente

fue mixto, mientras que en los grupos MTA Repair HP y Bio-C Repair fue adhesivo. Además, Biodentine™ mostró mayor resistencia a la compresión que MTA Repair HP y Bio-C Repair.

En el 2021 Koç *et al.*,¹⁴ realizaron un estudio con el objetivo de evaluar la capacidad de sellado de tres diferentes materiales diferentes a base de silicato de calcio en perforaciones de furca. Se seleccionaron 76 molares mandibulares humanos, se crearon perforaciones en el centro del piso de la cámara pulpar y posteriormente se dividieron de forma aleatoria en tres grupos (n=22). Las perforaciones se repararon con MTA Angelus, Endocem MTA y BioCeramic Root Repair Material Fast Set Putty (BC-RRM Putty). La microfiltración se midió mediante un método de filtración de fluidos computarizado a intervalos de 24 y 72 horas. Los resultados demostraron que no hubo diferencias estadísticamente significativas entre ambos intervalos de tiempo. Para los grupos Endocem MTA y BC-RRM Putty la diferencia entre los valores de fuga medidos en ambos períodos no fue estadísticamente significativa. Sin embargo, hubo una diferencia significativa para el grupo MTA Angelus.

En el 2016 Nagas *et al.*,¹⁵ evaluaron la resistencia a la fractura de las raíces mediante el uso de barreras intraorificios utilizando MTA ProRoot y Biodentine reforzadas con fibra de vidrio. Se seleccionaron 60 especímenes de 14mm de largo obtenidos de premolares mandibulares, las cuales fueron instrumentadas de forma estandarizada con limas rotatorias de níquel-titanio y posteriormente obturadas con gutapercha + sellador AH Plus. Posteriormente, se retiraron los 3 mm coronales de las obturaciones radiculares y se dividieron los especímenes de acuerdo al material de barrera intraorificio con el que se selló (n = 12/grupo): (1) MTA ProRoot, (2) MTA ProRoot con 5% de fibras de vidrio, (3) Biodentine, (4) Biodentine con 5% de fibras de vidrio y (5) control (sin barrera intraorificio). Los especímenes fueron sometidos a presión vertical empleando una máquina de ensayo universal a una velocidad de 1 mm/min hasta que se produjo la fractura vertical de la raíz. Los resultados del estudio demostraron que los especímenes con barreras de Biodentine reforzadas con fibra de vidrio demostraron la mayor resistencia a la fractura al ser comparados con todos los demás grupos; sin embargo, el estudio también demostró que ambos materiales (Biodentine y MTA ProRoot) presentan una mayor resistencia a la fractura cuando son reforzados con fibras de vidrio.

En el 2014 Elnaghy¹⁶ evaluó la microdureza superficial, resistencia de unión, resistencia a la compresión y la microestructura morfológica de Biodentine™ (BD) y del Agregado de Trióxido Mineral blanco (WMTA) luego de ser expuestos a diferentes niveles de pH: 7.4, 6.4, 5.4 y 4.4 durante 7 días. La microdureza superficial se determinó usando el ensayo de dureza Vickers.

La resistencia de unión y la resistencia a las fuerzas compresivas fueron medidas utilizando una máquina de ensayo universal a 0.5 mm/min de velocidad. Y la microestructura morfológica de los especímenes fueron evaluadas utilizando microscopía electrónica de barrido. Los resultados demostraron que BD presentó una mayor fuerza de unión a la dentina, mayor dureza superficial, resistencia a la compresión al ser comparado con WMTA. En conclusión, Biodentine™ parece más apropiado para su uso cuando se expone a un ambiente ácido en comparación con WMTA.

Bases teóricas

Perforaciones

Una perforación dental es una comunicación patológica o iatrogénica entre el espacio del conducto radicular y el aparato de fijación. La caries dental, la reabsorción patológica, y las iatrogenias durante la apertura cameral son las causas más frecuentes de perforación. Durante el tratamiento endodóntico, la perforación de furca se refiere a una abertura a nivel del piso de la cámara pulpar en el área en que se bifurcan las raíces de dientes multirradiculares, y suele estar comúnmente asociado a errores durante la apertura cameral, a la búsqueda de conductos calcificados como medios mesiales de molares inferiores o conductos mesiopalatinos de molares superiores, a la remoción de cálculos intrapulpares, al uso inapropiado de fresas *Peeso* o *Gates Glidden*, durante retratamientos de endodoncia o colocación de postes.^{17,18}

La perforación a nivel de furca produce una inflamación secundaria del ligamento periodontal adyacente, que puede llevar a la pérdida del diente si no se trata oportuna y adecuadamente. Durante el tratamiento, se debe prevenir la infección bacteriana en el sitio de la perforación para un mejor pronóstico. El pronóstico de un diente con perforación depende de varios factores entre los que destacan: el tiempo de exposición de la perforación que comprende desde el momento en que fue realizada hasta el instante que será sellada, la ubicación de la perforación, el tamaño de la perforación, la posibilidad de sellar adecuadamente la perforación y la accesibilidad a los conductos radiculares.^{17,19}

El grado de respuesta de los tejidos a las perforaciones tratadas con diversos materiales depende de varios factores tales como la severidad del daño inicial al tejido periodontal, la capacidad de sellado, la citotoxicidad de los materiales de reparación, la contaminación bacteriana, el tiempo transcurrido antes de la reparación del defecto, el tamaño y la ubicación de las perforaciones.¹⁷ Las perforaciones pequeñas, aquellas que se sellan inmediatamente y las que se producen lo más lejano posible del surco gingival muestran un pronóstico favorable.¹⁹

En el manejo de las perforaciones de furca, es importante detener el proceso inflamatorio y la pérdida de la fijación del tejido en la zona de la perforación. Por lo cual el material de reparación ideal debe inducir la osteogénesis, la cementogénesis, debe ser biocompatible, no tóxico, no carcinogénico, barato y de fácil manipulación. También debe ser no poroso, garantizar un sellado hermético y poseer buenas propiedades mecánicas, como una alta resistencia a las fuerzas compresivas a las que está sometida toda pieza dental normalmente.^{17,19}

Cementos de reparación

1. MTA

El agregado trióxido mineral o MTA fue mencionado por primera vez en 1993 por Lee *et al.*⁷ y patentado por Torabinejad y White²⁰ en 1995, y aprobado por la FDA (Food and Drug Administration) en 1998 para ser empleado en tratamientos de endodoncia en humanos.

El MTA está compuesto por un polvo muy fino hecho a base de partículas que fraguan en un medio húmedo. Al ser hidratado por el medio se forma un gel coloidal que llega a solidificarse después de 4 horas aproximadamente. Presenta un pH alcalino de 10.2 inmediatamente después de haber sido mezclado, llegando a alcanzar niveles superiores a 12.5 después de su fraguado final. Siendo precisamente esta alcalinidad la que le confiere sus propiedades antibacterianas.²¹

Las principales características del MTA son: alcalinidad elevada y estable, excelente biocompatibilidad, capacidad antibacteriana, adhesión osteoblástica, capacidad de inducir osteogénesis y cementogénesis, lo cual favorece la formación de dentina de reparación o puentes dentinarios. Sin embargo, también ofrece ciertas desventajas como: pigmentación en el diente donde ha sido aplicado, difícil manipulación, tiempo de fraguado prolongado, precio elevado, ausencia de un solvente conocido, difícil remoción y cierto grado de porosidad.²¹

- Composición

El MTA está compuesto principalmente por óxido de calcio en un 50 a 75%, dióxido de silicio en un 15 a 25%, que al ser combinados generan silicato dicálcico, silicato tricálcico, aluminato tricálcico, tetracalcio aluminoferrita, bismuto, yeso y trazas de otros minerales como óxido de calcio, óxido de silicio, óxido de magnesio, sulfato de sodio y sulfato de potasio, y se diferencia del cemento tipo Portland por poseer un tamaño de partícula más pequeño, uniforme, y porque además en su composición se adiciona óxido de bismuto (Bi_2O_3), el cual le otorga radioopacidad.²²

2. Biodentine™

El Biodentine™ es un cemento a base de silicato de calcio que fue introducido en el mercado en el 2009 (Septodont, St. Maur-des-Fossés, France). Según la firma comercial posee propiedades físico - mecánicas semejantes a la dentina y puede sustituirla tanto a nivel coronario como a nivel radicular sin la necesidad de un acondicionamiento previo.^{9,22}

Las principales características del Biodentine™ son: excelente biocompatibilidad, fácil manipulación, baja porosidad, capacidad de inducir la mineralización de la dentina, tiempo de fraguado corto (12 min. aproximadamente), fuerza de compresión superior, no sufre un cambio de color, y es además un material dimensionalmente estable.^{10,22}

Biodentine™ a diferencia de otros cementos reparadores hechos a base de silicato de calcio mejora sus propiedades mecánicas gracias a la integración de su tecnología biosilicato activo, la cual controla la pureza del silicato de calcio; y a través de la disminución de su nivel de porosidad mejora su capacidad de sellado y a la vez aumenta su resistencia mecánica. Para lo cual en su composición se añadió al componente líquido un polímetro hidrosoluble que funciona como un agente reductor de agua que tiene por función mantener la consistencia de la mezcla y el balance del contenido de agua. Estas mejoras hacen de Biodentine™ un excelente material que puede llegar a funcionar como un sustituto de la dentina, alcanzando una resistencia mecánica de 300 MPa en un mes.²³

- Composición

Se presenta en forma de polvo y líquido. El polvo está compuesto por: óxido de zirconio, carbonato de calcio y silicato tricálcico; y el líquido está compuesto por: cloruro de calcio, policarboxilato modificado y agua.²³

Su presentación es en forma de cápsulas pre dosificadas para el polvo y el líquido viene en pipetas plásticas, siendo más fácil de transportar y utilizar.

- Propiedades de los componentes

- Carbonato de calcio: funciona como relleno.
- Silicato tricálcico: es el que regula el proceso de fraguado y constituye el componente principal del polvo.
- Cloruro de calcio: acelera el proceso de fraguado.

- Dióxido de zirconio: brinda la radiopacidad al cemento.
- Agente reductor de agua: es un policarboxilato modificado que tiene como función: reducir la cantidad de agua que se requiere para la mezcla, reducir la viscosidad del cemento y lograr una alta resistencia a corto plazo.^{24,25}

- **Mezcla**

Para la preparación de Biodentine™, se añaden 5 gotas del líquido proporcionado al polvo contenido en el interior de la cápsula de plástico suministrada por el fabricante y luego se mezclan mecánicamente durante 30 segundos a 4000 rpm usando un amalgamador.¹¹

Materiales y métodos

El presente estudio fue aprobado por el Comité de Ética en Investigación de la Facultad de Medicina de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, mediante resolución decanal N° 181-2023-USAT-FMED. (Anexo 01)

Para el desarrollo de esta investigación de nivel explicativo, de tipo transversal, con diseño experimental *in vitro*, que tuvo como método de investigación la observación estructurada, se seleccionaron 30 primeras y/o segundos molares inferiores. El tamaño muestral se determinó en base a estudios previos.²⁶ Para la selección de las muestras, se consideró la inclusión de primeras y segundas molares inferiores permanentes con raíces bifurcadas, ápice cerrado y con el piso de la cámara pulpar intacta. Además, se excluyeron a las molares con raíces fusionadas o que presentaran fisuras, líneas de fractura, caries radicular o a nivel de furca. La especificación de las variables involucradas en el estudio se encuentra en la tabla de operacionalización (Anexo 02).

Recolección de la muestra

Los 30 molares permanentes inferiores obtenidos a manera de donación del servicio de odontología del Hospital José Cayetano Heredia de la ciudad de Piura fueron limpiados de debris y almacenados en solución salina fisiológica (cloruro de sodio 0.9 %), secados para luego ser inspeccionados de manera individual bajo magnificación de 3.0X utilizando lupas *brilliance* de la marca *Eighteenth*. Posteriormente se almacenaron en solución salina fisiológica (cloruro de sodio 0.9 %) con recambios cada 3 días a temperatura de 37° centígrados hasta su uso.

Preparación de la muestra

Se preparó un acceso cavitario endodóntico estándar (apertura cameral) en cada uno de los dientes,^{27,28} para luego, decoronarlos 5 mm por encima del piso de la cámara pulpar y las raíces fueron seccionadas 5 mm por debajo de la furcación usando un disco diamantado (*Jota*) de 0.2mm de espesor, activado con un micromotor *Kavo* y refrigerado por agua. (Figura 01)



Figura 01: Fotografía de dientes luego de ser decoronados y con amputación radicular.

Luego, se aplicó una pequeña cantidad de Silicona *putty* de condensación (*Zetaplus*, *Zhermack*) por debajo de la zona de furca. (Figura 02) Posteriormente, se agregóacrílico transparente de autocurado alrededor de los especímenes, empleando un molde cilíndrico. (Figura 03)

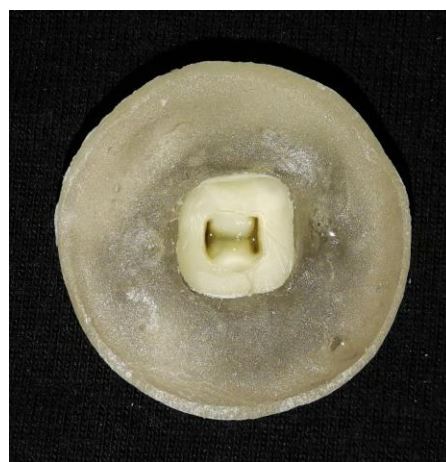


Figura 02 (izquierda): Muestras con silicona *putty* en la zona de furca. Figura 03 (derecha): Especímenes fijados conacrílico transparente alrededor.

Distribución de las muestras

Las muestras seleccionadas fueron divididas de forma aleatoria en 3 grupos: 2 experimentales y 1 grupo control negativo; cada grupo estuvo constituido por 10 especímenes. (Figura 04)

Los grupos fueron distribuidos de la siguiente manera:

- Grupo experimental 1: formado por 10 especímenes en los que se creó una perforación a nivel de furca, la cual fue sellada con MTA.
- Grupo experimental 2: formado por 10 especímenes en los que se creó una perforación a nivel de furca, la cual fue sellada con Biodentine™.
- Grupo control negativo: formado por 10 especímenes en los que no se realizaron perforaciones y no se aplicó ningún cemento reparador.



Figura 04: Distribución de las muestras de forma aleatoria en 3 grupos.

Respecto a la perforación creada en los grupos experimentales, esta se realizó en el área de furca desde la superficie externa del diente usando una fresa redonda diamantada de vástago largo de alta velocidad de codificación ISO 801-016. Todas las perforaciones fueron realizadas lo más centradas posible por un mismo operador y tuvieron un diámetro de 2mm. (Figura 05)



Figura 05: Perforación creada en uno de los especímenes.

Aplicación de los cementos reparadores

MTA

Se mezcló el MTA con agua estéril, según las indicaciones del fabricante, y se colocó en la zona de la perforación para cada uno de los especímenes del grupo empleando un porta-amalgamas pequeño. Se condensó el material empleando un condensador *Machtou* #3-4, se eliminaron los excesos y se colocó una bolita de algodón húmeda junto al MTA por 4 horas para permitir el fraguado del material. (Figura 06)

Biodentine™

Se mezcló el Biodentine™ en un amalgamador por 30 segundos a 4000 RPM de acuerdo a las indicaciones del fabricante. Posteriormente, se llevó el material hacia la zona de la perforación para cada uno de los especímenes del grupo empleando un porta-amalgamas pequeño. Se condensó el material empleando un condensador *Machtou* #3-4 y se eliminaron los excesos. (Figura 07)

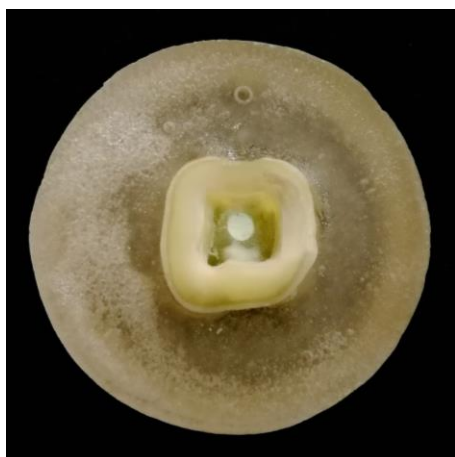


Figura 06 (izquierda): Aplicación del MTA en el grupo experimental 01. Figura 07 (derecha): Aplicación de Biodentine™ en el grupo experimental 02.

Evaluación de la resistencia compresiva de los cementos reparadores

Todas las muestras se almacenaron en una incubadora a 37°C y 100% de humedad relativa durante 30 días, después de este periodo los especímenes fueron sometidos a fuerzas compresivas con una presión variable y una velocidad constante de 0.75 mm/min. empleando una máquina digital de ensayos universales modelo CMT- 5L LG; registrando la fuerza necesaria con la cual el material se desprendió del espécimen o hasta que se produjo la fractura del mismo. (Figura 08)

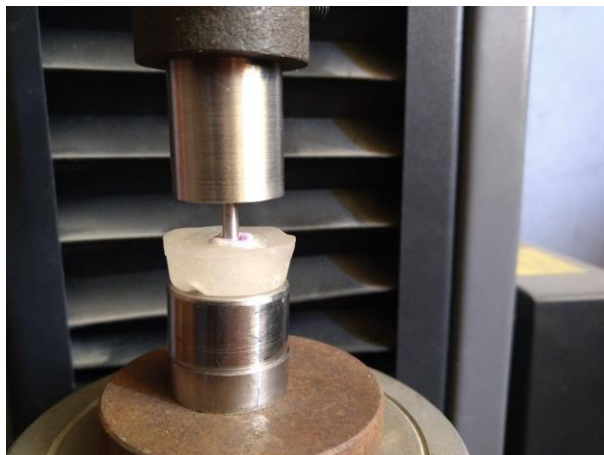


Figura 08: Máquina digital de ensayo universal.

Plan de procesamiento y análisis de datos

Los datos recolectados fueron almacenados en una ficha de recolección de datos y, para el procesamiento de datos se utilizó el programa estadístico SPSS versión 22 Chicago ILL.

Para evaluar la normalidad de los datos se utilizó la prueba estadística Shapiro Wilk, obteniendo un valor > 0.05 . Por tanto, los datos fueron procesados con la prueba estadística paramétrica ANOVA, además para determinar donde se encontraban las diferencias estadísticamente significativas se utilizó la prueba post hoc de Tukey; con un nivel de significancia $p < 0.05$.

Resultados y discusión

Resultados

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo comparar la resistencia compresiva del agregado trióxido mineral y Biodentine™ en perforaciones de furca de molares inferiores permanentes. Los resultados obtenidos fueron que, los grupos experimentales: MTA y Biodentine y el grupo control presentaron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$).

Biodentine no presentó diferencias estadísticamente significativas al ser comparado con MTA y el grupo control; sin embargo, el MTA mostró significancia estadística al ser comparado con el grupo control, siendo este último quien obtuvo valores más altos. Estos resultados se pueden observar en la tabla 1.

Tabla 1

Comparación de la resistencia compresiva del agregado trióxido mineral y Biodentine™ en perforaciones de furca de molares inferiores permanentes.

Grupos	Valor mínimo	Valor máximo	Media	Desviación estándar	*p
MTA	120.34	250.08	165.29 a	39.07	
Biodentine	134.38	224.62	190.84 ac	27.32	0,012
Control	167.33	269	213.46 bc	32.83	

*Prueba estadística Anova de una vía $p < 0,05$. Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas.

Tabla 2

Resistencia compresiva en MPa del cemento reparador MTA en perforaciones de furca de molares inferiores permanentes.

Espécimen	MTA (Grupo 1)	Grupo control
1	138.14	245.59
2	155.40	190.93
3	120.34	251.69
4	147.94	269.00
5	173.23	191.11
6	209.18	203.15
7	155.94	167.33
8	250.08	200.13
9	172.79	225.70
10	129.81	190.00
Media	165.29	213.46

La tabla 2 muestra los valores numéricos en MPa obtenidos en cada una de las muestras del grupo correspondiente al cemento reparador MTA. En este grupo los valores arrojaron una media de 165.29 MPa comparado con la media del grupo control que resultó en 213.46 MPa.

Tabla 3

Resistencia compresiva en MPa del cemento reparador Biodentine™ en perforaciones de furca de molares inferiores permanentes.

Espécimen	Biodentine (Grupo 2)	Grupo control
1	165.84	245.59
2	203.39	190.93
3	224.62	251.69
4	199.53	269.00
5	134.38	191.11
6	204.90	203.15
7	179.58	167.33
8	221.60	200.13
9	198.12	225.70
10	176.46	190.00
Media	190.84	213.46

La tabla 3 muestra los valores numéricos en MPa obtenidos en cada una de las muestras del grupo correspondiente al cemento reparador Biodentine™. En este grupo los valores arrojaron una media de 190.84 MPa comparado con la media del grupo control que resultó en 213.46 MPa.

Discusión

Las perforaciones radiculares son de las complicaciones más comunes observadas durante el tratamiento de endodoncia; de las cuales del 2 al 12% tienen un origen iatrogénico que de no ser tratado adecuadamente puede conllevar al fracaso del tratamiento al generar dolor e inflamación del tejido periodontal adyacente, resultando a mediano o largo plazo en la pérdida del diente debido a la filtración bacteriana y a la disminución de la resistencia a la fuerza compresiva a la que es sometida durante la masticación habitual.^{3-5,29}

En los últimos años, los cementos biocerámicos han surgido como una posible solución ante esta problemática; sin embargo, estos productos deben ser evaluados desde varias aristas, teniendo en cuenta las diferentes propiedades que presentan cada uno de ellos; siendo una de las principales características a tener en cuenta la resistencia a la fuerza compresiva sobre todo cuando la perforación ha sido provocada en dientes que están sometidos a grandes cargas masticatorias.^{4,13}

En base a ello, el objetivo de esta investigación fue comparar la resistencia compresiva del agregado trióxido mineral y Biodentine™ en perforaciones de furca de molares inferiores permanentes, dando como resultado que el Biodentine™ presentó valores más altos al ser comparado con el MTA, pero sin mostrar diferencias estadísticamente significativas al igual que al ser comparado con el grupo control, que estuvo conformado por dientes intactos (sin perforación).

Estos resultados se corroboran con los obtenidos por otras investigaciones^{12, 13, 16,30,31} en donde se pusieron a prueba la resistencia a las fuerzas de compresión de diversos cementos biocerámicos dando como resultado en todos ellos que el Biodentine fue el cemento que alcanzó los mayores valores al ser comparado con MTA, Biosealer, MTA repair HP, Bio-C Repair y WMTA. Esto podría deberse a que Biodentine™ a diferencia de otros cementos reparadores hechos a base de silicato de calcio mejora sus propiedades mecánicas gracias a la integración de su tecnología biosilicato activo, la cual controla la pureza del silicato de calcio gracias a la integración de polímeros solubles en agua que contienen policarboxilato, y actúan como reductores de agua, disminuyendo la porosidad del material, mejorando su capacidad de sellado y consecuentemente aumentando su resistencia a la compresión.^{23, 30}

Por otro lado, los resultados obtenidos en esta investigación demostraron también que el grupo experimental constituido por el MTA si presentó diferencias estadísticamente significativas al

ser comparado con el grupo control (dientes sin perforación), al obtener valores más bajos de resistencia a la compresión, 165.29 MPa y 213.46 MPa respectivamente. Lo cual se corrobora con diversos estudios^{11,12,15,31} en los que el MTA alcanza valores inferiores de resistencia a la compresión al ser comparado con BiodentineTM y con dientes estructuralmente intactos. Esto podría atribuirse a que este cemento presenta una mayor porosidad, siendo este un factor crítico, debido a que un mayor diámetro de poro da como resultado una mayor filtración y, por lo tanto, compromete el sellado hermético, aumentando además significativamente la solubilidad del material y disminuyendo por ende la resistencia del mismo a las fuerzas de compresión; además, se debe tener en cuenta que MTA viene en presentación polvo – líquido, por lo cual una ligera variación en las proporciones dosificadas por el operador pueden alterar la consistencia del material y sus propiedades mecánicas.³²

Respecto al tiempo de evaluación, a diferencia del presente estudio en donde se evaluó la resistencia compresiva de los cementos biocerámicos pasados los 30 días, otras investigaciones^{12, 13, 16, 30,31,33} en las que abordaron periodos de tiempo distintos, evaluando la resistencia a la compresión a las 24 horas, 4, 7, 21 y 28 días, obteniendo resultados similares. Esto podría deberse a que Biodentine presenta un fraguado inicial a los 12 minutos y el MTA requiere entre 3 a 4 horas aproximadamente, por lo cual ambos materiales podrían empezar a testearse pasado este periodo de tiempo.³⁴

Cabe destacar que, la presencia del acelerador de fraguado en Biodentine da como resultado un fraguado más rápido, mejorando así sus propiedades de manejo y resistencia. Siendo además una ventaja sobre el MTA, ya que un tiempo de fraguado retardado conduce a un mayor riesgo de pérdida parcial de material y alteración de la interfaz durante la fase final del procedimiento.³²

Además, durante el fraguado de Biodentine, la resistencia a la compresión aumenta 100 MPa en la primera hora y 200 MPa a las 24 horas y continúa mejorando con el tiempo durante varios días hasta alcanzar valores de hasta 300 MPa después de un mes, siendo comparable a la resistencia a la compresión de la dentina natural (297 MPa). Por lo tanto, BiodentineTM tiene una gran mejora respecto al MTA no sólo en cuanto al tiempo de fraguado sino también a los niveles de resistencia a la compresión que puede alcanzar.³²

Finalmente, otra variable que se especifica en las diferentes investigaciones es el tipo de diente o muestra sobre la que se realizan las pruebas de laboratorio: dientes anteriores,¹² premolares,¹³

molares o especímenes cilíndricos.^{30,31} Se debe tener en cuenta que aunque los dientes con mayor predisposición a las fracturas radiculares verticales son las premolares superiores y las molares inferiores.³⁵ Pese a esto, todas las investigaciones han reportado similares resultados, lo cual podría indicar que el comportamiento de los biocerámicos es el mismo, indistintamente de la pieza a tratar.

La principal limitación encontrada en el presente estudio fue que, al tratarse de un estudio con diseño experimental *in vitro*, no es posible hacer una completa extrapolación a las condiciones reales de la cavidad oral, debido a que no se podría inferir si los cementos testeados se comportarían del mismo modo al estar en contacto con los fluidos tisulares y al ser sometidos a fuerzas masticatorias excéntricas. Sin embargo, dada la naturaleza de la investigación los resultados pueden mostrar un panorama cercano a las condiciones reales.

Conclusiones

1. La resistencia compresiva del Biodentine™ no presentó diferencias estadísticamente significativas respecto a la resistencia compresiva del MTA en perforaciones de furca de molares inferiores permanentes, a los 30 días de evaluación.
2. La resistencia compresiva del MTA en perforaciones de furca de molares inferiores permanentes, fue de 165.29 MPa a los 30 días de evaluación.
3. La resistencia compresiva del Biodentine™ en perforaciones de furca de molares inferiores permanentes, fue de 190.84 MPa a los 30 días de evaluación.

Recomendaciones

- Se recomienda realizar más investigaciones respecto al tema. En estas se podrían emplear diferentes marcas de MTA (MTA Repair HP, MTA ProRoot) y otros biocerámicos (Neoputty, BIO-C® REPAIR) para la comparación con el Biodentine. Además se recomienda evaluar la resistencia compresiva en diferentes periodos de tiempo para identificar si éste es una variable relevante.
- Se recomienda realizar estudios que comparen la resistencia compresiva del Biodentine mezclado con un amalgamador y del Biodentine mezclado manualmente.
- Se sugiere desarrollar investigaciones longitudinales *in vivo*, en base a la evidencia identificada, con la finalidad de evaluar la longevidad en boca de los dientes reparados con los diferentes cementos biocerámicos MTA y Biodentine.

Referencias

1. Pérez E, Burguera E, Carvallo M. Tríada para la limpieza y conformación del sistema de conductos radiculares. *Acta Odontol Venez* [Internet]. 2003 [citado marzo 23];41(2):159-65. Disponible en: http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0001-63652003000200011&lng=es.
2. Terrazas T, González G, Liñán M, Ortiz M. Accidentes de procedimiento endodóntico. Presentación de un caso. *Rev Odont Mex* 2011;15(3):183-8. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-199X2011000300008&lng=es.
3. Marques N, Lourenço N, Oliveira T. Immediate and mediate furcal perforation treatment in primary molars: 24-month follow-up. *Eur Arch Paediatr Dent* 2016;17(6):489-94. doi: 10.1007/s40368-016-0249-5
4. Haghgoo R, Arfa S, Asgary S. Microleakage of CEM Cement and ProRoot MTA as Furcal Perforation Repair Materials in Primary Teeth. *J Iranian Endodontic Journal* 2013;8(4):187-90. PMID: PMC3808679
5. Silveira C, Sánchez-Ayala A, Pilatti G, Gomes O. Reparación de perforación de furca utilizando agregado de trióxido mineral (MTA). *Acta Odontol Venez* 2009;47(4):1-11. Disponible en: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0001-63652009000300024&lng=es.
6. Samuel A, Asokan S, Geetha Priya P, Thomas S. Evaluation of sealing ability of Biodentine and mineral trioxide aggregate in primary molars using scanning electron microscope: A randomized controlled in vitro trial. *Contemporary Clinical Dentistry* 2016;7(3):322-5. doi: 10.4103/0976-237X.188547
7. Lee S, Monsef M, Torabinejad M. Sealing ability of a mineral trioxide aggregate for repair of lateral root perforations. *J Endod* 1993;19:541-4. doi: 10.1016/S0099-2399(06)81282-3
8. Miñana M. El Agregado de Trióxido Mineral (MTA) en Endodoncia. *RCOE*. 2002;7(3):283-9. Disponible en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1138-123X2002000400006&lng=es.

9. Malkondu Ö, Kazandağ M, Kazazoğlu E. A Review on Biodentine, a Contemporary Dentine Replacement and Repair Material. *BioMed Research International* 2014;2014:160951. doi: 10.1155/2014/160951
10. Kaup M, Schäfer E, Dammaschke T. An in vitro study of different material properties of Biodentine compared to ProRoot MTA. *Head & Face Medicine* 2015;11:16-23. doi: 10.1186/s13005-015-0074-9
11. Kabtoleh A, Aljabban O, Alsayed Tolibah Y. Fracture Resistance of Molars With Simulated Strip Perforation Repaired With Different Calcium Silicate-Based Cements. *Cureus*. 2023 Jan 31;15(1):e34462. doi: 10.7759/cureus.34462
12. Mohite P, Ramteke A, Gupta R, Patil S, Gupta D. Comparative evaluation of mineral trioxide aggregate and biodentine apical plug thickness on fracture resistance of immature teeth: An *In vitro* study. *Ann Afr Med*. 2022 Jul-Sep;21(3):198-203. doi: 10.4103/aam.aam_97_20
13. Rodrigues M, Bruno K, De Alencar A, Silva J, De Siqueira P, Decurcio D *et al.* Comparative analysis of bond strength to root dentin and compression of bioceramic cements used in regenerative endodontic procedures. *Restor Dent Endod*. 2021 Nov 9;46(4):e59. doi: 10.5395/rde.2021.46.e59.
14. Koç C, Aslan B, Ulusoy Z, Oruçoğlu H. Sealing ability of three different materials to repair furcation perforations using computerized fluid filtration method. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects*. 2021 Summer;15(3):183-187. doi: 10.34172/joddd.2021.031
15. Nagas E, Cehreli Z, Uyanik O, Vallittu P, Lassila L. Reinforcing Effect of Glass Fiber-incorporated ProRoot MTA and Biodentine as Intraorifice Barriers. *J Endod*. 2016 Nov;42(11):1673-1676. doi: 10.1016/j.joen.2016.08.002.
16. Elnaghy A. Influence of acidic environment on properties of biodentine and white mineral trioxide aggregate: a comparative study. *J Endod* 2014;40(7):953-7. doi: 10.1016/j.joen.2013.11.007
17. Katge F, Shivasharan P, Patil D. Sealing ability of mineral trioxide aggregate Plus™ and Biodentine™ for repair of furcal perforation in primary molars: An in vitro study. *Contemp Clin Dent* 2016;7:487-92. doi: 10.4103/0976-237X.194100
18. Rodríguez-Ponce A. Endodoncia. Consideraciones actuales. *Actualidades Médico Odontológicas Latinoamérica CA: Colombia*; 2003.

19. Tsesis I, Fuss Z. Diagnosis and treatment of accidental root perforations. *Endod Topics* 2006;13:95-107. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/j.1601-1546.2006.00213.x>
20. Torabinejad M, Hong C, McDonald F, Pitt Ford T. Physical and chemical properties of a new root-end filling material. *J Endod* 1995;21(7):349-53. doi: 10.1016/S0099-2399(06)80967-2
21. Cuadros C. Estudio clínico comparativo de diferentes agentes pulpaes en pulpotomías de molares primarios. [Tesis doctoral]. Barcelona: Universitat internacional de Catalunya; 2013. Disponible en: https://www.tesisenred.net/bitstream/handle/10803/128940/Tesi_Cristina_Cuadros.pdf?sequence=1
22. Cardoso-Silva C, Barbería E, Maroto M, García-Godoy F. Clinical study of Mineral Trioxide Aggregate in primary molars. Comparison between Grey and White MTA-A long term follow-up (84 months). *J Dent* 2011;39:187-93. doi: 10.1016/j.jdent.2010.11.010
23. Laurent P, Camps J, About I. Biodentine™ induces TGF-beta1 release from human pulp cells and early dental pulp mineralization. *Int Endod J* 2012;45:439-48. doi: 10.1111/j.1365-2591.2011.01995.x
24. Pelegri M. Biodentine – Eficaz tecnología en biosilicatos. *Canal abierto* 2011; 24:16-19. Disponible en: <https://www.socendochile.cl/upfiles/revistas/24.pdf>
25. American association of endodontists. Glossary of Endodontic Terms. 10th ed. Chicago: AAE; 2020. Disponible en: <https://www.aae.org/specialty/clinical-resources/glossary-endodontic-terms/>
26. Kayahan M, Nekoofar M, McCann A, Sunay H, Kaptan R, Meraji N et al. Effect of acid etching procedures on the compressive strength of 4 calcium silicate-based endodontic cements. *Journal of Endodontics* 2013;39(12):1646–1648. doi: 10.1016/j.joen.2013.09.008
27. Soares I, Goldberg F. Endodoncia. técnica y fundamentos. Ed. Panamericana: Buenos Aires; 2002. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=P6W48Hf6tggC&printsec=copyright#v=onepage&q&f=false>
28. Ruddle C. Endodontic Access preparation an opening for success. *Advanced endodontics* 2007. Disponible en: https://www.endoruddle.com/tc2pdfs/81/EndoAccess_Feb2007.pdf

29. Gorni F, Ionescu A, Ambrogi F, Brambilla E, Gagliani M. Prognostic Factors and Primary Healing on Root Perforation Repaired with MTA: A 14-year Longitudinal Study. *J Endod.* 2022 Sep;48(9):1092-1099. doi: 10.1016/j.joen.2022.06.005.
30. Lucas C, Viapiana R, Bosso-Martelo R, Guerreiro-Tanomaru J, Camilleri J, Tanomaru-Filho M. Physicochemical Properties and Dentin Bond Strength of a Tricalcium Silicate-Based Retrograde Material. *Braz Dent J [Internet].* 2017Jan;28(1):51–6. Disponible en: <https://doi.org/10.1590/0103-6440201701135>
31. Al-Sherbiny I, Farid M, Abu-Seida A, Motawea I, Bastawy H. Chemico-physical and mechanical evaluation of three calcium silicate-based pulp capping materials. *Saudi Dent J.* 2021 May;33(4):207-214. doi: 10.1016/j.sdentj.2020.02.001.
32. Eskandarinezhad M, Ghodrati M, Pournaghi F, Jafari F, Samadi P, Abdollahi A, *et al.* Effect of Incorporating Hydroxyapatite and Zinc Oxide Nanoparticles on the Compressive Strength of White Mineral Trioxide Aggregate. *J Dent (Shiraz).* 2020 Dec;21(4):300-306. doi: 10.30476/DENTJODS.2020.82963.1034.
33. About I. Biodentine: from biochemical and bioactive properties to clinical applications. *Giornale Italiano di Endodonzia* 2016 Nov;30(2): 81-88. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.gien.2016.09.0021121>
34. Kaur M, Singh H, Dhillon JS, Batra M, Saini M. MTA versus Biodentine: Review of Literature with a Comparative Analysis. *J Clin Diagn Res.* 2017 Aug;11(8):ZG01-ZG05. doi: 10.7860/JCDR/2017/25840.10374.
35. Liao W, Chen C, Pan Y, Chang M, Jeng J. Vertical Root Fracture in Non-Endodontically and Endodontically Treated Teeth: Current Understanding and Future Challenge. *J Pers Med.* 2021 Dec 16;11(12):1375. doi: 10.3390/jpm11121375.
36. Blanco E, Cervera M. Mecánica de estructuras I. Resistencia de materiales. España: Universitat Politecnica de Catalunya. Iniciativa Digital Politecnica; 2004. Disponible en: http://cervera.rmee.upc.edu/libros/Mec%C3%A1nica_de_estructuras_I_Resistencia_de_Materiales.pdf
37. Zafar K, Jamal S, Ghafoor R. Bio-active cements-Mineral Trioxide Aggregate based calcium silicate materials: a narrative review. *J Pak Med Assoc* 2020;70(3):497-504. doi: 10.5455/JPMA.16942.

Anexos

Anexo 01: Resolución del Proyecto aprobado por el Comité de Ética en Investigación de la Facultad de Medicina.



CONSEJO DE FACULTAD
RESOLUCIÓN N° 181-2023-USAT-FMED
 Chiclayo, 23 de agosto de 2023

Vista la solicitud virtual N° TRL-2023-14220 en virtud de la aprobación con fecha 03 de julio de 2023 por el Comité de Ética en Investigación de la Facultad de Medicina del Proyecto de Investigación del Sr. HUATUCO GRANDA JHEMY GERARDO, estudiante de Segunda Especialidad en Endodoncia, de la Escuela de Odontología. Asesor: Mtra. C.D. Rosa Josefina Roncal Espinoza.

CONSIDERANDO:

Que esta investigación forma parte de las áreas y líneas de investigación de la Escuela de Odontología.

Que el proyecto de Investigación denominado: **COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA COMPRESIVA DEL AGREGADO TRIÓXIDO MINERAL Y BIODENTINE EN PERFORACIONES DE FURCA DE MOLARES INFERIORES PERMANENTES**, fue aprobado por el Comité de Ética en Investigación de la Facultad de Medicina.

En uso de las atribuciones conferidas por la Ley Universitaria N° 30220 y el Estatuto de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo;

SE RESUELVE:

Artículo 1º.- Declarar aprobado el Proyecto de Investigación para continuar con el proceso de recolección de datos y finalización del mismo.

Artículo 2º.- Dar a conocer la presente resolución al interesado.

Regístrese, comuníquese y archívese.



Med. Jorge Luis Limo Liza
Secretario Académico (e)
Facultad de Medicina



Mtro. Luis Enrique Jara Romero
Decano (e)
Facultad de Medicina

Anexo 02: Operacionalización de variables.

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	TIPO	ESCALA	INDICADOR	VALORES
RESISTENCIA COMPRESIVA	Es una de las principales propiedades físicas de los cementos. Definida como la capacidad para soportar una carga por unidad de área. Puede medirse en kg/cm ² , MPa y en libras por pulgada cuadrada. ³⁶	Es la fuerza máxima de compresión, medida en MPa, que el cemento reparador Biodentine y MTA puede soportar antes de llegar a su límite de ruptura, empleando un test de ensayo universal.	Cuantitativa continua	De Razón	Valor registrado por la máquina digital de ensayos universales	MPa
CEMENTOS REPARADORES	Material dental con la capacidad de interactuar e inducir los tejidos dentales circundantes para promover la regeneración de los tejidos pulpares y perirradiculares. ³⁷	Es la marca del material dental con la capacidad de promover la regeneración de los tejidos pulpares y perirradiculares, que difiere en su composición química, las marcas analizadas en este estudio serán: Biodentine y MTA.	Cualitativa dicotómica	Nominal	Presentación comercial	-MTA -Biodentine