

L.O. ARELY FAJARDO LEYVA

EVALUACIÓN COMPARATIVA *IN VITRO* DEL TIEMPO DE MICROFILTRACIÓN
BACTERIANA, EN EL SELLADO CAMERAL CON CEMENTO BIODENTINE, MTA Y
PORTLAND, PARA SU USO EN PULPOTOMÍAS

2024



Universidad Autónoma de Querétaro

Facultad de Medicina

“EVALUACIÓN COMPARATIVA *IN VITRO* DEL TIEMPO DE
MICROFILTRACIÓN BACTERIANA, EN EL SELLADO CAMERAL CON
CEMENTO BIODENTINE, MTA Y PORTLAND, PARA SU USO EN
PULPOTOMÍAS.

Tesis

Que como parte de los requisitos
para obtener el Diploma de la

ESPECIALIDAD EN ENDODONCIA

Presenta:

L.O. Arely Fajardo Leyva

Dirigido por:

C.D E. E. Roberto Gustavo Sánchez Lara y Tajonar

Querétaro, Qro. a agosto 2024

La presente obra está bajo la licencia:
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es>



CC BY-NC-ND 4.0 DEED

Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 Internacional

Usted es libre de:

Compartir — copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato

La licenciante no puede revocar estas libertades en tanto usted siga los términos de la licencia

Bajo los siguientes términos:



Atribución — Usted debe dar [crédito de manera adecuada](#), brindar un enlace a la licencia, e [indicar si se han realizado cambios](#). Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que usted o su uso tienen el apoyo de la licenciante.



NoComercial — Usted no puede hacer uso del material con [propósitos comerciales](#).



SinDerivadas — Si [remezcla, transforma o crea a partir](#) del material, no podrá distribuir el material modificado.

No hay restricciones adicionales — No puede aplicar términos legales ni [medidas tecnológicas](#) que restrinjan legalmente a otras a hacer cualquier uso permitido por la licencia.

Avisos:

No tiene que cumplir con la licencia para elementos del material en el dominio público o cuando su uso esté permitido por una [excepción o limitación](#) aplicable.

No se dan garantías. La licencia podría no darle todos los permisos que necesita para el uso que tenga previsto. Por ejemplo, otros derechos como [publicidad, privacidad, o derechos morales](#) pueden limitar la forma en que utilice el material.



Universidad Autónoma de Querétaro

Facultad de Medicina

Especialidad en Endodoncia

“Evaluación comparativa *in vitro* del tiempo de microfiltración bacteriana, en el sellado cameral con cemento Biodentine, MTA, y Portland, para su uso en pulpotomías”

Tesis

Que como parte de los requisitos para obtener el Diploma de la
Especialidad en Endodoncia

Presenta:

L.O. Arely Fajardo Leyva

Dirigido por:

C.D.E. E .Roberto Gustavo Sánchez Lara y Tajonar

C.D.E.E. Roberto Gustavo Sánchez Lara y
Tajonar
Presidente

Dr. Irak Osiris Villareal Vera
Secretario

Dr. Luciano Tinajero Bueno
Vocal

Dr. Miguel Ángel Almanza Vega
Suplente

Dr. Santiago Andaracua García
Suplente

Centro Universitario, Querétaro, Qro. Agosto 2024

Resumen

Introducción: El sellado cameral es una de las determinantes principales del éxito clínico en la terapia pulpar vital, sin embargo hoy en día y pese a los múltiples estudios realizados, no se ha determinado cuál de los materiales disponibles impide por completo la difusión y paso de bacterias en la interfaz del órgano dental y el material restaurador, logrando un sellado hermético que permita el éxito clínico a largo plazo, es por esto que se continua en la búsqueda y comparación de estos materiales. **Objetivos:** Determinar que cemento evita por mayor tiempo la microfiltración bacteriana en el sellado cameral en la entrada de los conductos, el cemento MTA Angelus®, el cemento Biodentine™(Septodont) o el cemento portland. **Material y métodos:** Estudio experimental *in vitro*. Se evaluaron 37 órganos dentales humanos unirradiculares divididos en 5 grupos aleatoriamente, se realizó pulpotomía en todas las muestras y fueron selladas, grupo 1 sellado con MTA Angelus®, grupo 2 sellado con Biodentine™(Septodont), grupo 3 sellado con cemento Portland, 2 grupos control, control positivo sellado con teflón y control negativo sellado con ionómero de vidrio®(Fuji GC), todas las muestras se colocaron en un dispositivo de doble cámara, y fueron sometidos a microfiltración bacteriana, se observaron periódicamente hasta el día 60 que mostro filtración la última muestra. Fueron evaluados mediante la prueba exacta de Fisher. **Resultados:** en los primeros 30 días 4/9 muestras de Biodentine™(Septodont) mostraron microfiltración y 5/9 muestras del grupo MTA Angelus®, 7/9 muestras de cemento portland, todas las muestras del control positivo mostraron filtración, sin embargo, las muestras de MTA Angelus®, fueron las que mostraron filtración hasta el día 60, por lo que al realizar el análisis estadístico si hubo diferencia significativa entre los grupos MTA Angelus®, y Biodentine™(Septodont). **Conclusiones:** se determinó que el cemento MTA Angelus®, impidió por mayor tiempo la microfiltración bacteriana en el sellado cameral en pulpotomías.

Palabras clave: pulpotomía, microfiltración bacteriana, sellado cameral.

Summary

Introduction: The chamber seal is one of the main determinants of clinical success in vital pulp therapy, however today and despite multiple studies, it has not been determined which of the available materials completely prevents the diffusion and passage of bacteria at the interface of the tooth and the restorative material, achieving a hermetic seal that allows long-term clinical success, which is why the search for and comparison of these materials continues.

Purpose: To determine which cement prevents bacterial microleakage in the chamber seal at the entrance of the canals for a longer time, MTA Angelus®, cement, Biodentine™(Septodont), cement or portland cement.

Material and methods: In vitro experimental study. Thirty-seven uniradicular human teeth divided into 5 random groups were evaluated, all samples were pulpotomized and sealed, group 1 sealed with MTA Angelus®, group 2 sealed with Biodentine™(Septodont), group 3 sealed with Portland cement, 2 control groups, positive control sealed with Teflon and negative control sealed with glass ionomer, all samples were placed in a double chamber device, and were subjected to bacterial microfiltration, they were observed periodically until day 60 which showed filtration in the last sample. They were evaluated by Fisher's exact test. **Results:** in the first 30 days 4/9 samples of Biodentine™(Septodont) showed microfiltration and 5/9 samples of the MTA Angelus® group, 7/9 samples of portland cement, all the positive control samples showed filtration, however, the MTA Angelus®, samples were the ones that showed filtration until day 60, so when performing the statistical analysis if there was significant difference between the MTA Angelus® and Biodentine™(Septodont) groups. **Conclusions:** it was determined that MTA Angelus® cement prevented bacterial microleakage in the chamber seal in pulpotomies for a longer period of time.

Keywords: pulpotomy, microleakage, chamber sealing

Dedicatoria

A mi hermano mayor Heriberto por su apoyo incondicional, durante toda mi carrera, que la vida me permita devolverle un poco de lo mucho que ha hecho por mi y mis sueños de vida.

Agradecimientos

A mis padres y hermanas por su paciencia, amor incondicional y acompañamiento en cada paso que doy, sin ustedes no hubiese sido posible.

A Dios por siempre guiarme y poner en mi camino a las personas indicadas para lograr mis sueños.

Al Dr. Santiago Andaracua por haber sido mi inspiración durante licenciatura y guía para decidirme por la especialidad en endodoncia y por todo su apoyo durante los 2 años de mi formación.

Al Dr. Sánchez Lara mi director de tesis por su orientación y apoyo durante este proyecto.

A mis amigos de especialidad por su acompañamiento, apoyo y más que nada por su bonita amistad.

A todos mis profesores por su valioso conocimiento y paciencia durante mi formación.

A la Universidad Autónoma de Querétaro por ser mi alma mater desde preparatoria, siempre estaré orgullosa de formar parte de su comunidad.

Índice

Contenido	Paginas
Resumen	I
Summary	II
Dedicatorias	III
Agradecimientos	IV
Índice	V
Índice de cuadros	VI
Abreviaturas y Siglas	VIII
I. Introducción	1
II. Antecedentes	3
III. Fundamentación Teórica	9
IV. Hipótesis	16
IV.1. Hipótesis de trabajo	16
IV.2. Hipótesis nula	16
V. Objetivos	17
V.1. Objetivo General	17
V.2. Objetivo Especifico	17
VI. Materiales y Método	18
VI.1. Tipo de investigación	18
V.I.2. Muestra y tipo de muestra	18
V.I.2.1. Criterios de selección	18
V.I.3. Procedimiento	19
V.I.3.1. Análisis estadístico	23
VII. Resultados	24
VIII. Discusión	26
IX. Conclusiones	30
X. Propuestas	31
XI. Bibliografía	32

Índice de cuadros

Cuadro		Página
VII. Cuadro1	Comparación del tiempo de microfiltración bacteriana en la entrada de los conductos, en el sellado cameral con cemento Biodentine™(Septodont), MTA Angelus® y Portland.	24

Abreviaturas y Siglas

CPT	Terapia pulpar coronal
MTA	Trioxide mineral agregado
CP	Cemento Portland
WMTA	Trioxido mineral agregado blanco
LC-GIC	Ionomero de vidrio reforzado con resina fotopolimerizable
EBA	Cemento de óxido de zinc reforzado

I. Introducción

La pulpitis es la inflamación del tejido pulpar de los órganos dentales en respuesta a estímulos nocivos, incluida la invasión bacteriana de la estructura dental. Por lo general, progresa desde una etapa que se considera reversible, si se elimina el estímulo, a etapas que se consideran irreversibles (Santos et al., 2021).

Como un enfoque mínimamente invasivo, la terapia pulpar vital incluye la excavación por etapas de los tejidos cariados, el recubrimiento pulpar directo/indirecto, la pulpotomía parcial/total y la pulpectomía parcial, han demostrado preservar la pulpa vital y mantener sus funciones fisiológicas y defensivas, eliminar menos tejido duro y dar como resultado un aumento en la resistencia/supervivencia de los dientes, ahorrar tiempo, reducir costo, resolver el dolor/ malestar, y formar un puente dentinario que protege el tejido pulpar vital restante de futuros irritantes (Asgary et al., 2022).

Los estudios histológicos y clínicos también han demostrado que la CPT se puede utilizar con éxito para tratar la exposición pulpar vital cariada en órganos dentales maduros con ápices radiculares cerrados. Esta opción también puede servir como un sustituto de la extracción cuando el tratamiento de conducto no se puede realizar para pacientes de bajos ingresos y sin seguro o en áreas desatendidas (Alqaderi et al., 2016).

La endodoncia a utilizado agentes de recubrimiento pulpar biocompatibles/ bioactivos para redirigir la reparación del tejido pulpar hacia la regeneración. Se han introducido un mínimo de 20 cementos endodónticos bioactivos en los tratamientos de conductos radiculares; sin embargo, una revisión sistemática reciente ha recomendado el agregado de trióxido mineral (MTA), y Biodentine™(Septodont) como las primeras opciones para su uso en terapia pulpar vital (Asgary et al., 2022). La pulpotomía parcial para tratar exposiciones pulpares directas en dientes permanentes inmaduros empleando productos con hidróxido de calcio demostró en

sus inicios ser una opción de tratamiento fiable si la selección de casos es la adecuada, sin embargo, ya se ha demostrado que las pulpotomías con MTA no presentan complicaciones como la reabsorción interna, que se observa típicamente en las pulpotomías con hidróxido de calcio, formocresol y sulfato férrico.

El MTA es un material compuesto de calcio, sílice y bismuto, con un elevado pH y baja resistencia a la compresión. Se considera un material bioactivo, es decir, un material biocompatible capaz de inducir la formación de tejidos mineralizados. Posee, además, capacidad antibacteriana y antifúngica. Por tanto, en base a la información científica disponible, el MTA es considerado en la actualidad el material de elección para la protección pulpar directa en órganos dentales permanentes (Canalda y Brau., 2014).

Un nuevo cemento derivado del silicato tricálcico denominado Biodentine™ (Septodont), está indicado también como material de recubrimiento directo en la herida pulpar, además, en contacto con la dentina presenta una excelente capacidad de sellado confirmada en estudios *in vitro* (Canalda y Brau., 2014).

Recientemente, algunos estudios que compararon el MTA con el Cemento Portland (PC) concluyeron que los principales ingredientes del PC son similares a los del MTA; estos incluyen silicato dicálcico, silicato tricálcico, silicato tricálcico, aluminato y aluminoferrita tetracálcica. Por lo tanto, el PC puede considerarse como un posible sustituto del MTA en la aplicación endodóntica debido a su bajo costo y propiedades similares (Shahi Shahriar., 2011).

Los estudios clínicos con cemento Portland que encontramos en la bibliografía no son muchos. Una investigación realizada con células animales demostró que el cemento Portland y el MTA muestran un efecto similar sobre las células de la pulpa cuando se utilizan para la realización de recubrimiento pulpar directo y ambos también pueden estimular la formación de puentes dentinarios después de los tratamientos de pulpotomía (Barreiro et al., 2016).

Dentro de los materiales disponibles para los tratamientos de pulpotomía además de sus propiedades bioactivas y antibacterianas, estos deben proporcionar un sellado impermeable, que evite la filtración de microorganismos, por lo que es imprescindible saber el tipo de material que ofrezca una menor microfiltración

bacteriana, esto debido a que el principal agente etiológico del fracaso de los tratamientos endodónticos ortógrados y retrógrados es la presencia de bacterias (Ruiz et al., 2006).

La porosidad es una medida de los espacios vacíos en una sustancia, puede aumentar la permeabilidad del material fraguado y tener un impacto en muchos otros factores, como la absorción, la permeabilidad, la resistencia y la densidad. Puede actuar como un portal de entrada para microorganismos por microfiltración y está directamente relacionada con el comportamiento de filtración del material (Eslava & Gutiérrez, 2021).

II. Antecedentes

Estudios recientes han informado que los factores más importantes que contribuyen al éxito de la CPT son el sellado máximo del complejo pulpar dentario mediante el uso de un material que selle en su totalidad y una restauración final adecuada para asegurar un sellado impermeable y evitar la fuga bacteriana hacia la pulpa remanente en los conductos. Los productos MTA y sus similares tienen una excelente biocompatibilidad y una gran capacidad de sellado que podría crear una fuerte barrera contra futuras fugas bacterianas hacia la pulpa remanente en los conductos. (Stringhini Junior et al., 2019).

El sellado inadecuado es la principal causa de fracaso en cualquier tratamiento endodóntico. El material de obturación del extremo radicular o coronal utilizado debe evitar la salida de posibles contaminantes al tejido periapical. (Shahi Shahriar., 2011).

En una revisión general de las propiedades del cemento portland con respecto a la capacidad de sellado, los cementos hidráulicos han demostrado un buen desempeño en el sellado de perforaciones de raíz y furca en comparación con otros materiales. Estudios *in vitro* han evaluado la capacidad del cemento Portland para prevenir fugas por infiltración bacteriana, fugas de colorantes, infiltración de líquidos, fugas de albúmina sérica bovina y microscopía electrónica de barrido y la mayoría de ellos afirmó que el cemento Portland y el MTA tienen una capacidad de sellado similar. Una posible razón de la capacidad de sellado del cemento Portland es la ligera expansión al fraguar, se ha informado que la expansión promedio es del 0,47 % para el cemento Portland blanco y del 0,45 % para el cemento Portland gris, que fueron significativamente mayores que las del MTA (Shahi et al., 2022).

Shahi Shahriar (2011). comparó la capacidad de sellado de cuatro materiales: MTA, MTA gris, cemento Portland blanco (PC) y PC gris mediante una prueba de fuga de colorante. En noventa y seis órganos dentales, se dividieron aleatoriamente en cuatro grupos experimentales (A: MTA blanco, B: MTA gris, C: PC blanco y D: PC gris; a=20) y dos grupos de control (grupos de control positivo y negativo; a=8). Los

órganos dentales fueron expuestos a tinta china durante 72 horas. El grado de penetración del tinte se midió con un microscopio estereoscópico con un aumento de 16 ×. Sin embargo, no hubo diferencia estadísticamente significativa entre los cuatro grupos experimentales (PAGS> 0,05).

Dorileo et al. (2014) evaluaron las propiedades de solubilidad, alteración dimensional y radiopacidad, los resultados mostraron que el cemento Portland estructural (PC) blanco presentó la mayor solubilidad, mientras que los cementos a base de agregado mineral trióxido (MTA), ProRoot® MTA (Dentsply-Tulsa Dental) y MTA BIO® (Ângelus Ind. Prod.), presentaron los valores más bajos, además que MTA BIO® presentó los valores más bajos de alteración dimensional y PC blanco presentó los valores más altos.

Borges et al. (2014) en un estudio *in vitro* determinaron la relación líquido-polvo, el tiempo de fraguado, la solubilidad, el cambio dimensional, el pH y la radiopacidad del cemento Portland blanco estructural y no estructural, ProRoot® MTA y MTA Bio®. Los resultados obtenidos con respecto a la solubilidad, los PC blancos estructurales y no estructurales fueron similares entre sí, pero ambos mostraron valores más altos en comparación con otros grupos (P >0.05). MTA Bio® mostró el valor de solubilidad más bajo (P <0.05), en el análisis de cambio dimensional, el valor más bajo se asoció con ProRoot® MTA (P <0.05), y el PC no estructural blanco mostró el valor más alto.

Kaur et al. (2017) en un análisis comparativo entre las propiedades del MTA y Biodentine™(septodont), se encontró que, con respecto a la porosidad no había diferencias significativas entre los cementos, sin embargo, debido al bajo contenido de agua en la etapa de mezcla, Biodentine, exhibe una porosidad más baja que MTA.

Ruiz et al. (2006) evaluaron la microfiltración de *E. faecalis* en órganos dentales extraídos, retroobturados con amalgama, SUPER EBA®, MTA y cemento Portland, utilizando microtubos(eppendorf) adaptados a cada raíz, los órganos dentales se inocularon con 5 µL de una suspensión de *Enterococcus faecalis*, se registró el tiempo en el que cambió de color del medio, indicando el desarrollo bacteriano. El grado de microfiltración se evaluó cualitativamente de acuerdo a las UFC (unidades

formadoras de colonias) contabilizadas; en los resultados todos los materiales de retroobtención analizados presentaron microfiltración. El grupo B (SEBA) y D (MTA) presentaron ambos la menor microfiltración (46.66%), el grupo C (cemento Portland) una microfiltración del 80.00% y el grupo A (amalgama) fue el que presentó la mayor microfiltración bacteriana (93.33%).

En un estudio *in vitro* al comparar la capacidad del MTA y el cemento Portland para sellar perforaciones furcales en molares primarios extraídos utilizando el modelo de fuga de extracción de colorante. Utilizaron sesenta molares primarios y se dividieron al azar en cuatro grupos: Grupo I (a=20) en el que se repararon las perforaciones con MTA (ProRoot MTA, MTA-Angelus), grupo II (a= 20) en el que se repararon perforaciones con cemento Portland, grupo III (a=10) en el que las perforaciones se dejaron sin sellar (control positivo), y el grupo IV (a= 10) sin perforaciones (control negativo). En los resultados obtenidos no hubo una diferencia estadísticamente significativa entre los valores de absorbancia del tinte en el grupo de reparación con cemento Portland y el grupo de reparación con cemento MTA y los valores de ambos grupos fueron significativamente más altos que el grupo de control negativo (Mohammad et al., 2019).

Bidar et al. (2007) en un estudio comparativo de la adaptación marginal de MTA blanco, gris y cemento Portland. Compararon la adaptación marginal de tres materiales de obturación de raíces, bajo microscopía electrónica de barrido, se midieron los espacios entre el material y la pared dentinaria. Los datos se analizaron mediante la prueba de Kruskal-Wallis, y los resultados obtenidos indican que la brecha entre el MTA gris y la pared de la dentina es menor que con otros materiales, pero no hubo una diferencia significativa entre los materiales probados en este estudio ($P > 0,05$).

Shahi et al. (2009) al comparar la capacidad de sellado del agregado de trióxido mineral gris (MTA), el MTA blanco (WMTA) y el cemento Portland blanco y gris como materiales de reparación de perforaciones de furca. Usaron un modelo de pérdida de proteínas que utiliza albúmina de suero bovino al 22%; en los resultados obtenidos, se encontraron fugas en las muestras del grupo A (WMTA), grupo B (GMTA) y en los otros dos grupos (cemento Portland blanco y gris). No hubo

diferencias estadísticamente significativas entre GMTA y WMTA o cemento Portland blanco y gris, pero sí se observaron diferencias significativas entre los grupos de MTA y los grupos de cemento Portland, por lo que se concluyó que los cementos Portland tienen mejor capacidad de sellado que el MTA, y pueden ser recomendados para reparación.

Eslava & Gutiérrez. (2021) compararon las características de porosidad entre el cemento Portland, MTA Angelus® y Biodentine™ Septodont, observados con microscopio electrónico de barrido, los cementos se prepararon y empaquetaron en tubos de polietileno; Se identificó que el MTA Angelus® tiene la mayor cantidad de poros, le sigue Biodentine Septodont y por último, el Portland; por lo que se concluyó que tanto el Biodentine™ Septodont como el MTA Angelus® tienen mejores propiedades de resistencia y permeabilidad para evitar la microfiltración y por tanto son mejores para la solución de casos clínicos.

Jain et al. (2016) al comparar la capacidad de sellado de cuatro materiales de obturación del extremo radicular MTA, cemento Portland, IRM y LC-GIC, en dientes con ápices radiculares usando el método de penetración de colorante bajo microscopio fluorescente. Se seleccionaron 100 órganos dentales permanentes con raíz intacta y sin caries, se expusieron a una solución acuosa de un tinte fluorescente (naranja de acridina) durante 24 horas, se seccionaron longitudinalmente y luego se midió el grado de penetración del tinte usando un microscopio fluorescente. El análisis estadístico se realizó utilizando ANOVA, para probar cualquier significación. MTA mostró la diferencia estadísticamente significativa en la microfiltración, en comparación con el cemento Portland, IRM y LC-GIC. El cemento Portland mostró una diferencia estadísticamente significativa con IRM, pero no una diferencia estadísticamente significativa con LC-GIC.

Zanatta et al. (2007) evaluaron la capacidad de sellado de tapones apicales hechos de MTA-Angelus blanco y gris y cemento Portland blanco de diferentes espesores (2, 5 y 7 mm). Noventa dientes humanos extraídos de una sola raíz se instrumentaron, los dientes fueron asignados a 3 grupos (n = 30), según el material utilizado para la fabricación de los tapones apicales: A = MTA gris; B = MTA blanco; C = cemento Portland blanco. Los grupos se subdividieron en grupos de 10 dientes

cada uno según el grosor del tapón apical (2, 5 y 7 mm). La pérdida de colorante apical marginal se evaluó utilizando una solución de rodamina B al 0,2% en la que se sumergieron las muestras durante 72 horas a 37°C, se tomaron y analizaron fotografías digitales con el software de análisis de imágenes Image Tool. Los datos se analizaron estadísticamente mediante las pruebas de Kruskal-Wallis y Dunn. El menor porcentaje de fuga se observó para tapones de 5 y 7 mm de espesor ($p < 0.05$) entre el MTA gris y el cemento Portland blanco. Entre los tres materiales analizados, el MTA blanco presentó la mayor fuga marginal.

Agrafioti et al. (2016) evaluaron la capacidad de sellado y la microestructura morfológica de Biodentine en comparación con el agregado de trióxido mineral (MTA) ProRoot después del almacenamiento en un ambiente ácido. Veinte especímenes de cada material se dividieron aleatoriamente en dos grupos según el medio de almacenamiento: grupo A: materiales con solución salina como medio de almacenamiento; grupo B: materiales con ácido cítrico tamponado a pH 5,4 como medio de almacenamiento. La capacidad de sellado se evaluó a 1, 3, 6 y 24 h y 1 o 3 meses, utilizando un modelo de transporte de fluidos para obtener resultados cuantitativos. Durante las primeras 24 h, MTA mostró mayores valores de transporte de fluidos que Biodentine en ambos ambientes. En la medición de 3 meses, cuando los materiales se almacenaron en solución salina, MTA mostró una mayor capacidad para prevenir el movimiento de fluidos que Biodentine.

III. Fundamentación teórica

Tejido pulpar

La pulpa dental forma parte del complejo dentino-pulpar, se compone principalmente de odontoblastos, fibroblastos, capilares, fibras nerviosas y células dendríticas, se aloja en la cámara pulpar. En su porción coronal la pulpa secreta colágeno activamente, y se localizan células indiferenciadas, llamadas también células madre, las cuales forman importante en el proceso de cicatrización de las heridas pulpares, en particular en la formación de puentes dentinarios después de una exposición pulpar o pulpotomía (Cohen et al., 2011).

Pulpitis

La pulpitis es la inflamación del tejido pulpar de los dientes en respuesta a estímulos nocivos, incluida la invasión bacteriana de la estructura dental. Por lo general, progresa desde una etapa que se considera reversible si se elimina el estímulo, a etapas que se consideran irreversibles (Santos et al., 2021).

Pulpitis reversible sintomática

Diagnóstico clínico basado en hallazgos subjetivos y objetivos en donde la pulpa vital inflamada retornara a la normalidad, no existen antecedentes de dolor espontaneo, sino provocado por estímulos de frio, calor o dulce, que va de leve a moderado. Con respuesta a las pruebas de sensibilidad, térmicas y eléctricas (AAE., 2009).

Pulpitis irreversible sintomática

Diagnóstico clínico basado en hallazgos subjetivos y objetivos indicando que la pulpa vital inflamada es incapaz de repararse. Se presenta dolor a los cambios térmicos, espontaneo de moderado a severo, disminuye con el frio y aumenta con el calor, además de dolor a la percusión, puede presentar caries. A las pruebas de sensibilidad responde de manera positiva ter micas y eléctricas, el dolor permanece después de retirar el estímulo (AAE., 2009).

Pulpitis irreversible asintomática

Diagnóstico clínico que indica que la pulpa vital inflamada es incapaz de repararse. Ausencia de síntomas clínicos, la inflamación es producida por caries trauma,

fractura coronal complicada sin tratamiento, a las pruebas de sensibilidad se presenta respuesta anormal prolongada, en ocasiones retardadas (AAE 2009).

Terapia pulpar vital

Preservar la vitalidad pulpar es determinante para la supervivencia del órgano dental a largo plazo, la terapia pulpar vital (TPV) está diseñada para preservar y mantener la vitalidad en un diente que ha sido sometido a un procedimiento restaurador o se ha visto comprometido por algún traumatismo o caries. (Arandi NZ et al., 2021).

Se ha demostrado que la pulpa vital expuesta con caries tiene la capacidad de repararse, sanar y permanecer vital después de eliminar el tejido pulpar inflamado. Los estudios histológicos y clínicos también han demostrado que la pulpotomía se puede utilizar con éxito para tratar la exposición pulpar vital cariosa en dientes maduros con ápices radiculares cerrados. Esta opción también puede servir como un sustituto de la extracción cuando el tratamiento de conducto no se puede realizar para pacientes de bajos ingresos y sin seguro o en áreas desatendidas (Alqaderi et al., 2016).

El tratamiento de conductos radiculares ha sido por mucho tiempo el tratamiento indicado para las exposiciones pulpares ya sea por caries, traumatismo, sin embargo, la perspectiva de la odontología mínimamente invasiva y la endodoncia preventiva, han introducido alternativas de procedimiento, como lo son el recubrimiento pulpar en exposiciones pequeñas o la pulpotomía, siempre que el estado pulpar sea favorable (Arandi NZ et al., 2021).

Pulpotomía

La pulpotomía consiste en eliminar sólo parte de la pulpa, eliminando el tejido que ha sufrido cambios inflamatorios y degenerativos, dejando intacto el tejido pulpar sano subyacente; es una técnica establecida para preservar las funciones de la pulpa vital en dientes inmaduros sometidos a un traumatismo con exposición pulpar (Cohen et al., 2011).

Está indicada en exposiciones pulpares traumáticas de gran tamaño y en las más pequeñas, cuando el tiempo transcurrido es elevado (superior a las 18-24 horas, aproximadamente (Canalda y Brau., 2014).

La endodoncia a utilizado agentes de recubrimiento pulpar biocompatibles/ bioactivos para redirigir la reparación del tejido pulpar hacia la regeneración. Se han introducido un mínimo de 20 cementos endodónticos bioactivos en los tratamientos de conductos radiculares; sin embargo, una revisión sistemática reciente ha recomendado el agregado de trióxido mineral (MTA), y Biodentine™ septodont como las primeras opciones para su uso en terapia pulpar vital (Asgary et al., 2022).

Un material bioactivo se define como un material que ha sido diseñado para inducir actividades biológicas específicas, como lo son promover la regeneración tisular estimulando la migración, proliferación y diferenciación osteogénica de las células, para inducir la formación de células similares a odontoblastos que secreten dentina terciaria debajo del material. (Arandi NZ et al., 2021).

Cemento MTA

El MTA se introdujo por primera vez en 1993, la fórmula de este material estaba compuesta de cemento Portland ordinario, silicato tricálcico, aluminato, triucalcico, silicato dicalcico y aluminoferrita tetracalcica como componentes principales además de óxido de bismuto y sulfato de calcio. Posteriormente se crearon variantes de MTA blanco, esto debido a la decoloración de los dientes causada por el MTA gris, este tenía una composición similar, la diferencia radica en la ausencia de aluminoferrita tetracalcica y la disminución de los niveles de aluminato. (Arandi NZ et al., 2021).

El MTA es un material biocompatible capaz de inducir la formación de tejidos mineralizados, con capacidad antibacteriana y antifúngica, aunque variable en función de la proporción polvo-líquido que se utilice. Los beneficios del MTA como material de apósito en la exposición pulpar se demostraron inicialmente en experimentación con monos, perros, ratas y ratones. La mayoría de estos estudios,

confirman la superioridad del MTA frente a otros materiales de recubrimiento pulpar como el hidróxido cálcico o los adhesivos dentinarios. El favorable comportamiento del MTA se materializa en una mayor frecuencia de formación de puentes dentinarios, una ausencia o menor incidencia de aparición de signos de inflamación y una mejor respuesta biológica en términos de preservación de la vitalidad pulpar. Posteriormente, los hallazgos de distintos estudios clínicos en humanos han sido consistentes con los recogidos en la experimentación animal. Por tanto, en base a la información científica disponible, el MTA es considerado en la actualidad el material de elección para la protección pulpar directa en dientes permanentes (Canalda y Brau., 2014).

El agregado de trióxido mineral (MTA) (ProRoot MTA; DENTSPLY, Tulsa Dental, Tulsa, OK), un material que se desarrolló específicamente para la obturación del ápice radicular, se ha sometido a numerosas investigaciones in vitro e in vivo comparando sus diversas propiedades, y han demostrado su capacidad de sellado in vitro y biocompatibilidad superior a otros materiales de uso habitual. Los principales componentes de este material son silicato cálcico (CaSiO_4), óxido de bismuto (Bi_2O_3), carbonato cálcico (CaCO_3), sulfato cálcico (CaSO_4) y aluminato cálcico (CaAl_2O_4) (Cohen et al., 2011).

Cemento portland

El cemento Portland en origen se obtenía de la calcinación de la mezcla de la piedra caliza de la ciudad de Portland (Inglaterra) y materiales silico-arcillosos (Barreiro et al., 2016).

Los principales compuestos del cemento Portland son la alita (tricalcium silicato tricálcico (Ca_3SiO_5)), belita (silicato dicálcico (Ca_2SiO_4)), aluminato (aluminato tricálcico ($\text{Ca}_3\text{Al}_2\text{O}_6$)), y ferrita (tetracalcio ($\text{Ca}_2\text{AlFeO}_5$)). Basado en diferentes proporciones de los cuatro compuestos principales, el cemento Portland se clasifica en cinco tipos: el cemento tipo I tiene un alto contenido de silicato tricálcico con usos generales mientras que el tipo II tiene bajo contenido de aluminato tricálcico (<8%) y el tipo III tiene algo más de silicato tricálcico con finas partículas y alta resistencia. Los tipos IV y V poseen menores cantidades de aluminato tricálcico.

El alito es la principal composición del cemento Portland y es responsable de su fraguado y resistencia temprana. Reacciona con el agua y forma siete fases cristalinas polimórficas dependiendo de la temperatura y las impurezas (Shahi et al., 2022).

La principal diferencia en la composición de este material con respecto al MTA reside en que este último presenta óxido de bismuto que proporciona radiopacidad a la mezcla. Los estudios clínicos con cemento Portland que encontramos en la bibliografía no son muchos. Una investigación realizada con células animales demostró que el cemento Portland y el MTA muestran un efecto similar sobre las células de la pulpa cuando se utilizan para la realización de recubrimiento pulpar directo y ambos también pueden estimular la formación de puentes dentinarios después de los tratamientos de pulpotomía (Barreiro et al., 2016).

Cemento Biodentine

Biodentine™ septodont se introdujo en el mercado en 2011 como un sustituto de dentina bioactivo de fraguado rápido, se compone predominantemente de silicato tricalcico altamente purificado (80,1%) como material principal del núcleo, carbonato de calcio (14,9%) como relleno y óxido de zirconio como radiopacificante. El líquido contiene agua, cloruro de calcio y un polímero hidrosoluble como agente reductor de agua (Arandi NZ et al., 2021).

Desarrollado inicialmente como material de restauración, está indicado también como material de recubrimiento directo en la herida pulpar. Como ventajas respecto a otros cementos en base a MTA presenta un reducido tiempo de fraguado (pocos minutos frente a algunas horas que requiere el MTA) y mejores propiedades mecánicas. Además, en contacto con la dentina presenta una excelente capacidad de sellado confirmada en estudios *in vitro*. Aunque aún no existe suficiente evidencia sobre la bioactividad del material derivada de estudios clínicos, los resultados de estudios preliminares *in vitro* y en animales de experimentación lo sitúan como una alternativa interesante a los materiales existentes hasta el momento para la regeneración del complejo dentinopulpar (Canalda y Brau., 2014).

Biodentine™ septodont libera iones de silicio adyacentes ala dentina, induciendo la proliferación de osteoblastos y la expresión genética, participando en el metabolismo y síntesis de colageno, además promueve la mineralización y facilita la formación de puentes de dentina (Arandi NZ et al., 2021).

Microfiltración

Se ha demostrado que la filtración bacteriana interfiere en la respuesta a los materiales de recubrimiento, ya que estimula la actividad inflamatoria del tejido pulpar y reduce el área de formación del puente dentinario, independientemente del material utilizado en el tratamiento. (Arandi NZ et al., 2021).

La microfiltración es el paso constante de irritantes del conducto radicular al tejido periapical y viceversa a través de huecos y grietas en el material, o la unión con los tejidos circundantes. (Džanković et al.,2020).

La microfiltración bacteriana se define como la difusión de bacterias, fluidos orales, iones y moléculas entre la interfaz diente y material de obturación o restaurador, la cual es indetectable clínicamente, por lo que múltiples estudios destacan la importancia de considerar que los materiales de obturación dental no poseen bordes inertes e impenetrables, sino que presentan microfisuras, que favorecen la difusión y paso de bacterias y moléculas.

Debido a que esta microfiltración puede ser clínicamente indetectable, pero influye en el éxito a largo plazo de la terapia endodóntica y de cualquier tratamiento dental, ya que causa múltiples efectos biológicos que conducen a la recidiva de la patología y por ende al fracaso del tratamiento, un sellado coronal y apical adecuado, son de los objetivos más importantes del tratamiento para lograr un rendimiento clínico óptimo (Jayapalan et al.,2014).

IV. Hipótesis

Hipótesis de trabajo

El cemento Biodentine™ septodont evita por mayor tiempo la microfiltración bacteriana en el sellado cameral en la entrada de los conductos que el cemento MTA ® Angelus y el cemento Portland.

Hipótesis nula

El cemento MTA ® Angelus evita por mayor tiempo la microfiltración bacteriana en el sellado cameral en la entrada de los conductos que el cemento Biodentine™ septodont y el cemento Portland.

V. Objetivos

Objetivo general

Determinar que cemento evita por mayor tiempo la microfiltración bacteriana en el sellado cameral en la entrada de los conductos, el cemento MTA® Angelus, el cemento Biodentine™ septodont o el cemento portland.

Objetivos específicos

Cuantificar los días hasta que ocurra la microfiltración bacteriana en el sellado cameral en la entrada de los conductos con cemento Biodentine™ septodont.

Cuantificar los días hasta que ocurra la microfiltración bacteriana en el sellado cameral en la entrada de los conductos con cemento MTA® Angelus.

Cuantificar los días hasta que ocurra la microfiltración bacteriana en el sellado cameral en la entrada de los conductos con cemento Portland.

Comparar la cantidad de días hasta que ocurra la microfiltración bacteriana en el sellado cameral del cemento Biodentine™ septodont, cemento MTA® Angelus y cemento Portland.

VI. Materiales y métodos

VI.1 Tipo de experimentación: Experimental *in vitro*

VI.3 Muestra: Se seleccionaron 60 premolares

divididos en tres grupos experimentales, cada uno conformado por 20 especímenes para la realización del sellado cameral con los cementos MTA® Angelus, Biodentine™septodont y Portland.

VI.3.1 Criterios de selección

Criterios de inclusión

Órganos dentales humanos que presentaron las siguientes características:

- Premolares superiores e inferiores sin caries, indicados para extracción por fines ortodónticos o enfermedad periodontal.
- Premolares que posterior a su extracción fueron inmersos en un medio acuoso.
- Premolares con superficie coronal completa e integra.
- Premolares con un periodo de almacenamiento no mayor a 12 meses de su extracción.
- Premolares con conductos permeables.

Criterios de exclusión

Premolares humanos que presentaron las siguientes características:

- Premolares con ápice abierto
- Premolares con reabsorción
- Premolares con presencia de restauraciones
- Premolares con fractura o fisuras visibles
- Premolares con deshidratación

Criterios de eliminación

Premolares que, durante la realización del acceso endodóntico, hayan sufrido alguna fractura coronal

Premolares que durante el procesamiento se hayan contaminado.

VI.5 Procedimientos

Fase I: selección de especímenes

1. Se recolectaron primeros y segundos premolares extraídos por fines ortodónticos o enfermedad periodontal, los cuales fueron donados por los pacientes para ser utilizados en este estudio.
2. Se eligieron 37 premolares que cumplieran con los criterios de inclusión.
3. Cada premolar se examinó visualmente al microscopio para descartar grietas, caries, y reabsorciones.
4. Se limpiaron los premolares de restos de ligamento periodontal y calculo presente, posterior a esto se almacenaron en solución salina.
5. Se realizó el acceso cameral con fresa de bola #2, exponiendo completamente la cámara pulpar al exterior.
6. Se lavó y desinfectó la cámara pulpar con 10 ml de NaOCL al 5.5% seguidos de lavado con 5mm de solución salina.
7. Se asignaron a cada grupo de manera aleatoria los premolares preparados, cada grupo con 9 especímenes.



Fase II: Sellado cameral

8. En el grupo experimental 1, sellado cameral con cemento MTA® Angelus se colocó la barrera cameral.
9. Se preparó el cemento siguiendo las indicaciones del fabricante, polvo-liquido, proporción 1:1.
10. Se llevó la mezcla a la cámara pulpar con ayuda del porta MTA, y se condensó obturando hasta la superficie coronal.

11. En el grupo experimental 2, sellado cameral con cemento Biodentine™ septodont, se mezcló el cemento siguiendo las indicaciones del fabricante.

12. Se colocó el líquido de la pipeta dentro de la capsula, se llevó al amalgamador 30 segundos.

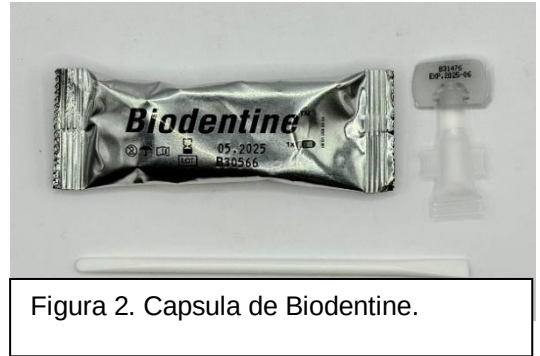


Figura 2. Capsula de Biodentine.

13. Se retiró de la capsula ya mezclado el cemento y se llevó a la cámara pulpar compactando hasta sellar por completo la cámara pulpar.

14. En el grupo experimental 3, sellado cameral con cemento Portland, se mezcló de igual forma que el MTA, polvo-líquido, proporción 1:1.

15. Se colocó el cemento dentro de la cámara pulpar y se compactó hasta sellar por completo la cámara pulpar.

16. En el grupo 4, control positivo permaneció sin sellado cameral.

17. En el grupo 5, control negativo se realizó el sellado cameral con ionómero de vidrio.

18. Se mezcló siguiendo las indicaciones del fabricante y se colocó dentro de la cámara pulpar sellándola por completo.

Modelo de microfiltración bacteriana

19. Se utilizó un dispositivo de doble cámara, se cortaron cinco milímetros del extremo de 40 tubos eppendorf con disco de carburo de baja velocidad.

20. Para fabricar los modelos de doble cámara se fijaron los dientes a los tubos eppendorf usando plastilina epoxica(plastiLOKA).

21. La interfaz se selló con barniz de uñas y cianocrilato para lograr impermeabilidad.

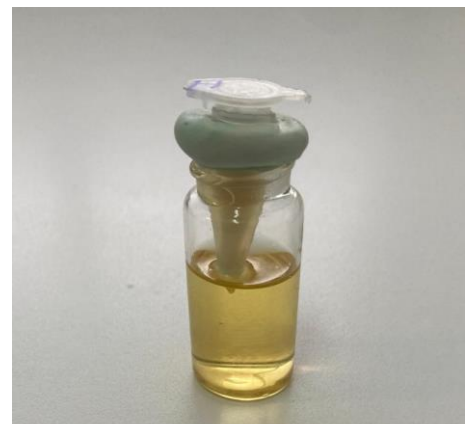


Figura 3: Modelo de doble cámara.

22. Todos los aditamentos del dispositivo se sometieron a un ciclo de esterilización en autoclave de calor húmedo, para evitar la contaminación.

23. El proceso de montaje se realizó con guantes estériles. El microtubo se insertó en el tubo de ensayo, creando así dos cámaras separadas. Las muestras fueron identificadas con la letra inicial de cada cemento, como se muestra en la figura número 4.

24. En el tubo inferior la corona del órgano dental permaneció sumergida en el medio de cultivo Chromocult (se disolverán 36 gramos en 1 litro de agua desmineralizada, se colocaron en tubos de ensayo y se esterilizaron por 15 minutos a 121 °C. En la cámara superior se aplicó la suspensión bacteriana.

25. La interfaz del microtubo y el tubo se selló con acrílico autocurable previamente moldeado y esterilizado, plastilina epoxica kola loka, lo que proporciona impermeabilidad lateral.

Preparación microbiana:

26. Para el presente estudio se utilizó *E. faecalis*.

27. Se inocularon 50 ml de *E. faecalis* y 500 ml de suspensión estéril BHL (Brain Heart Infusion Agar) en la cámara superior.

28. Todos los vasos se incubaron a 37° C durante 60 días, después de 96 horas de incubación, se verificaron los controles positivos y negativos para garantizar la fiabilidad de la prueba.

29. Cada tres días, se aspiraron 500 ml de suspensión de la cámara y se reemplazaron por 500 ml de BHI fresco.



Figura 4: Modelos de doble cámara, identificados con la inicial de cada cemento.



Figura 5: Muestras listas, cemento Portland, Mta y Biodentine.

30. Las muestras se observaron cada tercer día para determinar si el caldo en la cámara inferior cambiaba a color azul, que indica el crecimiento bacteriano resultante de la penetración de las bacterias más allá del conducto radicular.
31. Se registraron en una bitácora, en un periodo de 60 días, una vez finalizado el estudio los residuos biológicos fueron desechados en el contenedor correspondiente de RPBI luego de ser esterilizados.
32. Terminado el estudio se procedió a analizar estadísticamente los resultados haciendo las comparaciones necesarias entre los diferentes grupos.



Figura 4: Muestra de control positivo que muestra filtración bacteriana en los primeros 3 días.

VI.5.1 Análisis estadístico

Los datos obtenidos de cada grupo fueron procesados en el programa Excel para posteriormente ser evaluados utilizando la prueba exacta de Fisher, para conocer si existía diferencia significativa entre cada grupo. Se consideró estadísticamente significativo cuando $p \leq 0.05$.

VII. Resultados

En el cuadro 1 se observa la comparación del tiempo de microfiltración bacteriana en los conductos, en el sellado cameral con cemento Biodentine, MTA y Portland.

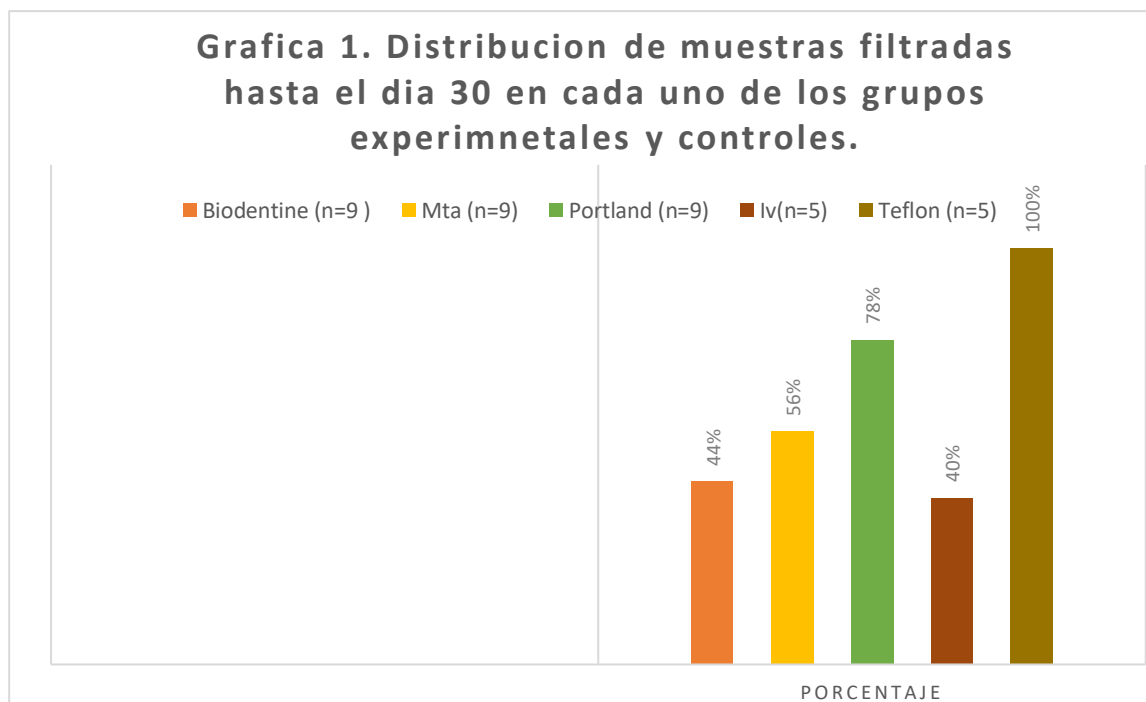
Cuadro 1. Comparación del tiempo de microfiltración bacteriana en la entrada de los conductos, en el sellado cameral con cemento Biodentine, MTA y Portland.

Grupo	Biodentine™ septodont (n=9)	Mta® Angelus (n=9)	Cemento Portland (n=9)	Ionómero de vidrio® GC (C+) (n=5)	Teflón (C-) (n=5)	Valor de P
Días hasta que ocurrió la microfiltración	Frecuencia (%)					
1-30	4(44)	5(56)	7(78)	2(40)	5(100)	
						<0.0001
30-60	5(56)	4(44)	2(22)	3(60)	0(0)	

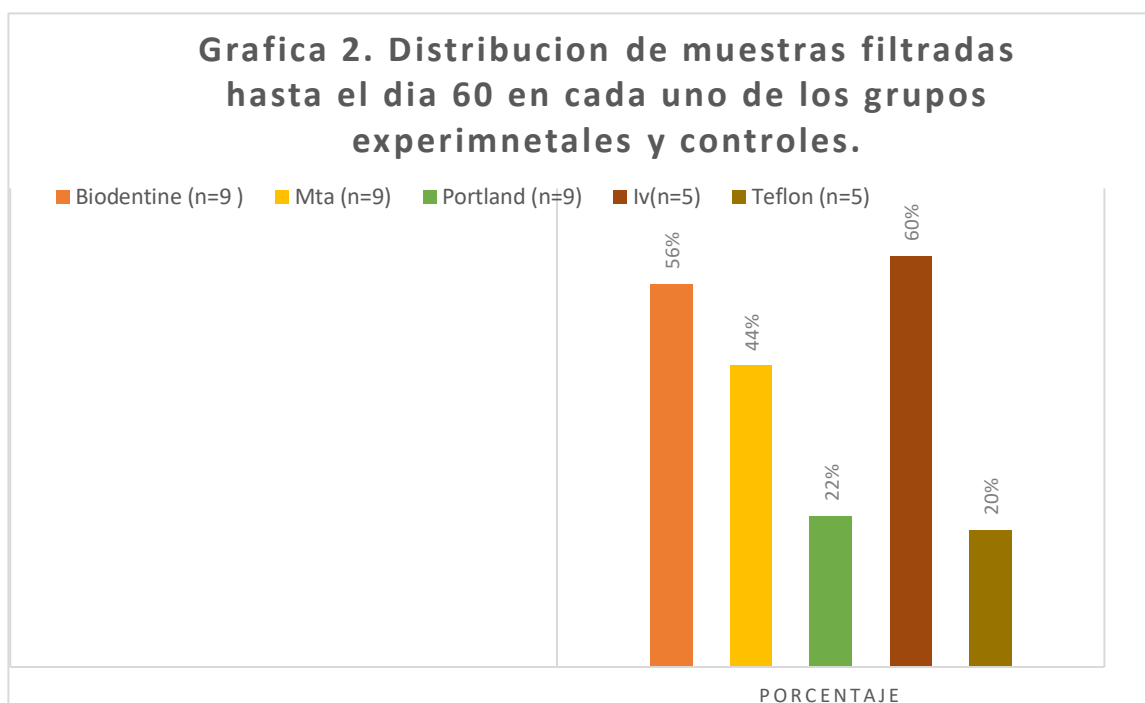
Prueba exacta de Fisher

Se pudo observar que, hubo diferencia estadísticamente significativa entre las muestras de sellado cameral con cemento Mta® Angelus y Biodentine™ septodont, las muestras de cemento Portland fueron las que mostraron mayor cantidad de muestras en mostrar microfiltración bacteriana, a los 30 días transcurridos el 78% de las muestras ya mostraban microfiltración.

La frecuencia de las muestras filtradas de cada grupo experimental hasta el día 30 se muestran en la gráfica 1.



La frecuencia de las muestras filtradas de cada grupo experimental hasta el día 60 se muestran en la gráfica 2



VIII. Discusión

La terapia pulpar vital, se ha considerado una opción de tratamiento factible y con buen pronóstico a largo plazo, tiene como objetivos principales sellar herméticamente la pulpa sana, manteniendo la sensibilidad y respuesta a través de la formación de dentina reparadora, conservando a su vez la estructura natural del diente.

El enfoque terapéutico está dirigido a ser lo más conservador posible y preservar por mayor tiempo la vitalidad pulpar, ya que es nuestro objetivo como clínicos prolongar el mayor tiempo posible, la realización del tratamiento de conductos, el éxito de esta terapia depende de múltiples factores, sin embargo, una de las causas más frecuentes de fracaso en este tratamiento, y en cualquier terapia endodóntica es la filtración bacteriana. El concepto de microfiltración coronal como causa importante en el fracaso endodóntico no es nuevo (Marshall y Massler 1961).

Las fugas son la causa principal del fracaso, la filtración de líquido con microorganismos entre el sellador y la pared del diente, ya sea apical o coronalmente, es un factor concomitante en el fracaso del tratamiento, por ello el sellador debe rellenar completamente los espacios para evitar la entrada de bacterias (Vo, K., et al 2022).

La microfiltración de bacterias llega a ser indetectable, sin embargo, produce efectos biológicos que pueden provocar la recurrencia de la patología. Es por esto que, un sellado hermético es esencial para el éxito clínico a largo plazo (Jayapalan & Hafiz, 2014).

La capacidad de un material para restringir la microfiltración en todo su espesor, es imprescindible, diversas técnicas y métodos para evaluar las microfugas han sido empeladas, estas incluyen la utilización de tintes, isótopos irradiados, aire a presión, filtración de fluidos, bacterias, análisis de activación de neutrones, caries artificial, microscopía electrónica de barrido y otros métodos (Abbas et al., 2020).

Los cementos a base de silicato de calcio se han utilizado como materiales de obturación ortógrados, retrógrados, en la terapia pulpar vital, o para el sellado de perforaciones radicales, ya que han demostrado, alta capacidad de sellado,

compatibilidad con los tejidos vivos, acción para promover la remineralización de la dentina y preservar la vitalidad pulpar (Shahi, S., 2022). Sin embargo, a pesar de los múltiples estudios que se han realizado hoy en día no se ha determinado cual de estos cementos logra un sellado hermético definitivo y a largo plazo, esto debido a los múltiples métodos empleados para medir la microfiltración bacteriana *in vitro* y a la escasez de estudios *in vivo*, ya que resulta un desafío el seguimiento y valoración correspondientes.

El presente estudio comparo 5 grupos de órganos dentarios que fueron cavitados simulando pulpotomías, se realizó el sellado cameral con cemento Biodentine™ Septodont, cemento MTA® Angelus y cemento Portland(gris), en el grupo control positivo, se dejó la cavidad abierta, y en el grupo control negativo se realizó el sellado con Ionómero de Vidrio, todos los grupos fueron evaluados y comparados mediante la técnica de microfiltración bacteriana con dispositivo de doble cámara.

El objetivo principal de este estudio fue determinar cuál de los cementos a base de silicato tricálcico presento menor microfiltración en el sellado cameral, hacia la entrada de los conductos en pulpotomías.

Las marcas comerciales que se eligieron fueron las que se consideraron más representativas y con mayor accesibilidad para el clínico, el cemento Portland se incluyó debido a sus excelentes propiedades ya estudiadas en múltiples experimentos previos y por su bajo costo, con la finalidad de implementarlo como material de elección en la terapia pulpar.

Sin embargo a pese a que en su composición es muy similar al cemento Mta y Biodentine en los resultados obtenidos, las muestras selladas con cemento Portland, fueron las que presentaron microfiltración bacteriana en los primeros 10 días, seguido del grupo control positivo, estos resultados difieren de los reportados por (Shahi Shahriar., 2011). Donde compararon el MTA blanco, MTA gris, cemento Portland (PC) blanco y PC gris, mediante una prueba de fuga de colorante, durante 72 horas, en 96 muestras divididas aleatoriamente en cuatro grupos experimentales, en los resultados obtenidos, no hubo diferencias estadísticamente

significativas entre los cuatro grupos, este sesgo podría atribuirse al método experimental empleado.

El grupo de muestras con cemento MTA® Angelus fue el segundo en presentar muestras con microfiltración bacteriana en los primeros 10 días, a diferencia de las muestras con Biodentine™ Septodont, estos resultados coinciden con los obtenidos por Agrafioti et al (2015) donde la capacidad de sellado se evaluó a 1, 3, 6 y 24 h y a 1 y 3 meses, utilizando un modelo de transporte de fluidos para el análisis cuantitativo de las microfugas endodónticas, durante las primeras 24 horas, el MTA® Angelus mostró valores mayores de transporte de fluidos que Biodentine™ Septodont, Sin embargo, en ambos estudios MTA® Angelus mostro mayor supervivencia de muestras no filtradas con el paso del tiempo. A los 3 meses, cuando los materiales se almacenaron en solución salina, MTA® Angelus mostró mayor capacidad para impedir el movimiento de fluidos que Biodentine ($p < 0,0001$). Por lo que se concluyó que el MTA® Angelus muestra una buena capacidad para evitar el movimiento de fluidos a lo largo del tiempo.

Estos resultados concuerdan también con los reportados por Niher Tabassum Siddiqua Snigdha (2023) donde evaluaron la filtración bacteriana y adaptación marginal de ProRoot MTA, MTA® Angelus y Biodentine™ Septodont, la muestra para ese estudio fue de 55 (3 grupos experimentales con 15 muestras y grupos de control con 5 muestras). Durante los 25 días de observación, Biodentine™ Septodont, mostró una fuga bacteriana desde el día 6 hasta el día 16, así mismo las muestras con MTA presentaron fuga bacteriana a partir del día 9 y se prolongó hasta el día 22, para las muestras de MTA ProRoot, este impidió la fuga bacteriana durante el período más largo y tuvo mayor tiempo de supervivencia, desde el día 11 hasta el 25. Por lo que ProRoot MTA mostró la menor separación entre el material del apósito y las superficies dentinarias en comparación con MTA® Angelus y Biodentine™ Septodont. Por lo que se concluyó que ProRoot MTA como apósito pulpar de pulpotomía coronal tiene la mayor adaptación marginal y mejor capacidad de sellado frente a otros tipos de apósitos. Estos valores coinciden con los obtenidos en este estudio con respectos a los grupos MTA® Angelus que mostro mayor

cantidad de muestras con supervivencia que las muestras de Biodentine™ Septodont.

En un estudio más reciente de (Nabeel et al., 2019). evaluaron la capacidad de sellado de ProRoot MTA y Biodentine™ Septodont como materiales de obturación de raíces, utilizando el método de filtración de fluidos. En los resultados obtenidos en la primera semana, ambos materiales mostraron un mayor grado de valor medio de fuga sin diferencia significativa ($P > .05$). Al mes, las muestras de ProRoot MTA mostraron una disminución en el valor medio de fuga, mientras que las muestras de Biodentine mostraron un aumento adicional en el valor medio de fuga, por lo que se concluyó que la capacidad de sellado de ProRoot MTA es superior a la de Biodentine™ Septodont, estos son concluyentes y se asemejan a los resultados obtenidos en este estudio, solo hay discrepancia en las marcas comerciales empleadas del MTA, sin embargo en un estudio realizado por (Lolayekart et al., 2009) donde se comparó la capacidad de sellado de Pro-Root MTA con MTA® Angelus los resultados no mostraron diferencias estadísticamente significativas.

IX. Conclusiones

El éxito de cualquier tratamiento ya sea restaurativo o endodóntico, se logra a través de diferentes técnicas y uso de materiales que cumplen con propiedades y características específicas, dentro de estas, el sellado hermético es imprescindible, si bien se ha comprobado que todos los materiales presentan cierto grado de microfiltración, elegir el material que proporcione un sellado hermético por mayor tiempo permite la funcionalidad y éxito de dichos tratamientos a largo plazo. Dentro de los resultados obtenidos en este estudio el cemento MTA® Angelus resulto tener menor microfiltración que Biodentine™ Septodont, sin embargo, dentro de las limitaciones en este tipo de estudios, la evidencia científica continua y el seguimiento clínico son de suma importancia para su aplicación clínica en la práctica diaria.

X. Propuestas

Realizar más estudios, empleando una técnica de microfiltración y modelo estandarizado para obtener resultados de mayor fiabilidad.

De igual manera se recomienda realizar estudios *in vivo* para la obtención de resultados con similitud a las condiciones y características clínicas orales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

AAE Consensus Conference Recommended Diagnostic Terminology Journal of Endodontics, Volume 35, Issue 12, 1634

Agrafioti, A., Tzimpoulas, N., Chatzitheodoridis, E., & Kontakiotis, E. G. (2016). Comparative evaluation of sealing ability and microstructure of MTA and Biodentine after exposure to different environments. *Clinical Oral Investigations*, 20(7), 1535–1540.

Alqaderi, H., Lee, C. T., Borzangy, S., & Pagonis, T. C. (2016). Coronal pulpotomy for cariously exposed permanent posterior teeth with closed apices: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Dentistry*, 44(1), 1–7.

Arandi, N. Z., & Thabet, M. (2021). Minimal Intervention in Dentistry: A Literature Review on Biodentine as a Bioactive Pulp Capping Material. *BioMed research international*. 55(6), 93-103.

Asgary, S., Eghbal, M. J., Shahravan, A., Saberi, E., Baghban, A. A., & Parhizkar, A. (2022). Outcomes of root canal therapy or full pulpotomy using two endodontic biomaterials in mature permanent teeth: a randomized controlled trial. *Clinical Oral Investigations*, 26(3), 3287–3297.

Barreiro López, S., Maroto Edo, M., Saavedra Marbán, G., & Leache, E. B. (2016). Artículo Original Estudio clínico comparativo entre la aplicación de cemento Portland y agregado trióxido mineral (MTA) en pulpotomías de molares temporales. *Odontología Pediátrica*, 24(2), 125-133.

Bidar, M., Moradi, S., Jafarzadeh, H., & Bidad, S. (2007). Comparative SEM study of the marginal adaptation of white and grey MTA and Portland cement. *Australian Endodontic Journal*, 33(1), 2–6.

Borges, Á. H., Bandeca, M. C., Tonetto, M. R., Faitaroni, L. A., Carvalho, E. R. de S., Guerreiro-Tanomaru, J. M., & Tanomaru Filho, M. (2014). Portland Cement Use in Dental Root Perforations: A Long Term Followup. *Case Reports in Dentistry*, 2014, 1–5.

Canalda C., Brau E. 2014. Endodoncia, técnicas clínicas y bases científicas. 3ª ed. España: Elsevier.

Cohen S., Hargreaves K.M., Berman L.H. 2011. Las vias de la pulpa. 11ª ed. España: Elsevier.

Dorileo, M. C. G. O., Pedro, F. L. M., Bandeca, M. C., Guedes, O. A., Villa, R. D., & Borges, A. H. (2014). Comparative analysis of physicochemical properties of root perforation sealer materials. *Restorative Dentistry & Endodontics*, 39(3), 201

Džanković, A., Hadžiabdić, N., Korać, S., Tahmiščija, I., Konjhodžić, A., & Hasić-Branković, L. (2020). Sealing Ability of Mineral Trioxide Aggregate, Biodentine and Glass Ionomer as Root-End Materials: A Question of Choice. *Acta Medica Academica*, 49(3), 232–239.

Eslava, L. M. B., & Gutiérrez, C. A. G. (2021). Evaluación comparativa de las características de porosidad entre el Cemento Portland, MTA y Biodentine con microscopio electrónico de barrido. *Revista Científica Odontológica*, 9(1), e043–e043.

Jain, A., Ponnappa, K. C., Yadav, P., Rao, Y., Relhan, N., Gupta, P., Choubey, A., & Bhardwaj, S. (2016). Comparison of the root end sealing ability of four different retrograde filling materials in teeth with root apices resected at different angles - an invitro study. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*, 10(1), ZC14–ZC17.

Kaur, M., Singh, H., Dhillon, J. S., Batra, M., & Saini, M. (2017). MTA versus biodentine: Review of literature with a comparative analysis. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*, 11(8), ZG01–ZG05.

Lolayekar N, Bhat SS, Hegde S. (2009). Sealing ability of ProRoot MTA and MTA-Angelus simulating a one-step apical barrier technique an in vitro study. *J Clin Pediatr Dent*. Summer;33(4):305-10.

Marshall FJ, Massler M. The sealing of pulpless teeth evaluated with radioisotopes. *J Dent Med*. 1961;16L:172–184.

Mohammad, N., Konyala, H. R., Mareddy, A. R., Reddy, N. v, Srujana, P., & Daneswari, V. (2019). Sealing Ability of MTA vs Portland Cement in the Repair of Furcal Perforations of Primary Molars: A Dye Extraction Leakage Model—An In Vitro Study. *International Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 12(2), 83–87.

Muliyar S, Shameem KA, Thankachan RP, Francis PG, Jayapalan CS, Hafiz KA. (2014). Microleakage in endodontics. *J Int Oral Health*; 6(6):99-104.

Nabeel, M., Tawfik, H. M., Abu-Seida, A. M. A., & Elgendy, A. A. (2019). Sealing ability of Biodentine versus ProRoot mineral trioxide aggregate as root-end filling materials. *Saudi Dental Journal*, 31(1), 16–22.

Nepal M, Shubham S, Tripathi R, Khadka J, Kunwar D, Gautam V, Gautam N. (2020). Spectrophotometric analysis evaluating apical microleakage in retrograde filling using GIC, MTA and biodentine: an in-vitro study. *BMC Oral Health*, 20(1):37.

Refai P, Jahromi MZ, Moughari AA. Comparison of the microleakage of mineral trioxide aggregate, calcium-enriched mixture cement, and Biodentine orthograde apical plug. *Dent Res J* 2020; 17:66-72.

Ruiz, A. C. C., Aranda, R. L. G., & Mejía, L. M. P. (2006). Evaluación de la microfiltración bacteriana en obturaciones retrógradas con MTA, súper EBA, amalgama y cemento Portland en dientes extraídos. *Revista Odontológica Mexicana*, 10(4), 157–161.

Santos, J. M., Pereira, J. F., Marques, A., Sequeira, D. B., & Friedman, S. (2021). Vital pulp therapy in permanent mature posterior teeth with symptomatic irreversible pulpitis: A systematic review of treatment outcomes. *Medicina*, 57(6), 1-14.

Shahi, S., Yavari, H. R., Rahimi, S., Eskandarinezhad, M., Shakouei, S., & Unchi, M. (2011). Comparison of the sealing ability of mineral trioxide aggregate and Portland cement used as root-end filling materials. *Journal of oral science*, 53(4), 517-522.

Shahi, S., Rahimi, S., Hasan, M., Shiezadeh, V., & Abdolrahimi, M. (2009). Sealing ability of mineral trioxide aggregate and Portland cement for furcal perforation repair: a protein leakage study. *Journal of Oral Science*, 51(4), 601–606

Shahi, S., Fakhri, E., Yavari, H., Maleki Dizaj, S., Salatin, S., & Khezri, K. (2022). Portland Cement: An Overview as a Root Repair Material. *BioMed Research International*, 2(1), 1-13.

Snigdha, N. T. S., Kamarudin, A., Baharin, F., Ghani, N. R. N. A., Bin Yhaya, M. F., Ahmad, W. M. A. W., & Karobari, M. I. (2023). Evaluation of bacterial leakage and marginal adaptation of the bioceramics pulp dressing materials: an invitro study. *BMC oral health*, 23(1), 462.

Sönmez, IS, Oba, AA, Sönmez, D. y Almaz, ME (2012). Evaluación *in vitro* de la microfiltración apical de un nuevo sellador a base de MTA. *Archivos Europeos de Odontología Pediátrica*, 13 (5), 252-255.

Stringhini Junior, E., dos Santos, M. G. C., Oliveira, L. B., & Mercadé, M. (2019). MTA and biodentine for primary teeth pulpotomy: a systematic review and meta-analysis of clinical trials. *Clinical Oral Investigations*, 23(4), 1967–1976.

Vo, K., Daniel, J., Ahn, C., Primus, C., & Komabayashi, T. (2022). Coronal and apical leakage among five endodontic sealers. *Journal of oral science*, 64(1), 95–98.

Zanatta, P., Coneglian, A., Orosco, F. A., Monteiro Bramante, C., Gomes De Moraes, I., Garcia, R. B., & Bernardineli, N. (2007). *In vitro sealing ability of white and gray mineral trioxide aggregate (mta) and white portland cement used as apical plugs. Journal of Applied Oral Science*, 15(3):181-5