



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
CARRERA DE ODONTOLOGÍA**

“Uso del agregado trióxido mineral y Biodentine en perforaciones de furca”

Trabajo de Titulación para optar al título de Odontólogo

Autor:

Perdomo Sangoquiza, Lenin Damian

Tutor:

Dr. Carlos Alberto Albán Hurtado

Riobamba, Ecuador. 2024

DERECHOS DE AUTORÍA

Yo, Lenin Damian Perdomo Sangoquiza, con cédula de ciudadanía 1803758661, autor del trabajo de investigación titulado: “Uso del agregado trióxido mineral y Biodentine en perforaciones de furca”, certifico que la producción, ideas, opiniones, criterios, contenidos y conclusiones expuestas son de mí exclusiva responsabilidad.

Asimismo, cedo a la Universidad Nacional de Chimborazo, en forma no exclusiva, los derechos para su uso, comunicación pública, distribución, divulgación y/o reproducción total o parcial, por medio físico o digital; en esta cesión se entiende que el cesionario no podrá obtener beneficios económicos. La posible reclamación de terceros respecto de los derechos de autor de la obra referida será de mi entera responsabilidad; librando a la Universidad Nacional de Chimborazo de posibles obligaciones.

En Riobamba, a la fecha de su presentación.



.....
Lenin Damian Perdomo Sangoquiza

C.I.: 1803758661

ESTUDIANTE UNACH

DICTAMEN FAVORABLE DEL TUTOR Y MIEMBROS DE TRIBUNAL

Quienes suscribimos, catedráticos designados Miembros del Tribunal de Grado del trabajo de investigación “Uso del agregado trióxido mineral y Biodentine en perforaciones de furca”, presentado por Lenin Damian Perdomo Sangoquiza, con cédula de identidad número 1803758661, emitimos el DICTAMEN FAVORABLE, conducente a la APROBACIÓN de la titulación. Certificamos haber revisado y evaluado el trabajo de investigación y cumplida la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba 23 de abril del 2024.

Dra. Silvia Verónica Vallejo Lara
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



Firma

Dra. Tania Jacqueline Murillo Pulgar
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



Firma

Dr. Carlos Alberto Albán Hurtado
TUTOR



Firma

CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Quienes suscribimos, catedráticos designados Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación “Uso del agregado trióxido mineral y Biodentine en perforaciones de furca” presentado por Lenin Damian Perdomo Sangoquiza, con cédula de identidad número 1803758661, bajo la tutoría del Dr. Carlos Alberto Albán Hurtado; certificamos que recomendamos la **APROBACIÓN** de este con fines de titulación. Previamente se ha evaluado el trabajo de investigación y escuchada la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba 29 de abril del 2024.

Dr. Raciél Jorge Sánchez Sánchez
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE GRADO

.....
Firma

Dra. Tania Jacqueline Murillo Pulgar
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO

.....
Firma

Dra. Silvia Verónica Vallejo Lara
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO

.....
Firma



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO CID
Ext. 1133

Riobamba 16 de abril del 2024
Oficio N°024 -2023-2S TURNITIN-CID-2024

Dr. Carlos Alberto Albán Hurtado
DIRECTOR CARRERA DE ODONTOLOGÍA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
UNACH
Presente. -

Estimado Profesor:

Luego de expresarle un cordial saludo, en atención al pedido realizado por el **Dr. Carlos Alberto Albán Hurtado**, docente tutor de la carrera que dignamente usted dirige, para que en correspondencia con lo indicado por el señor Decano mediante Oficio N°0807-FCS-ACADÉMICO-UNACH-2023, realice validación del porcentaje de similitud de coincidencias presentes en el trabajo de investigación con fines de titulación que se detalla a continuación; tengo a bien remitir el resultado obtenido a través del empleo del programa TURNITIN, lo cual comunico para la continuidad al trámite correspondiente.

No	Documento número	Titulo del trabajo	Nombres y apellidos del estudiante	% TURNITIN verificado	Validación	
					Si	No
1	0807-D-FCS-18-09-2023	Uso del agregado trióxido mineral y Biodentine en perforaciones de furca	Perdomo Sangoquiza Lenin Damian	6	x	

Atentamente,



PhD. Francisco Javier Ustáriz Fajardo
Delegado Programa TURNITIN
FCS / UNACH
C/c Dr. Vinicio Moreno – Decano FCS

DEDICATORIA

El presente trabajo lo quiero dedicar primeramente a Dios y a la Santísima Virgen del “Quinche” que con su bendición, protección y sabiduría me han permitido lograr culminar esta etapa profesional, a mis padres Olga Sangoquiza y Luis Perdomo pilares fundamentales en mi vida, gracias a su sacrificio y esfuerzo y al apoyo incondicional que siempre me brindaron convirtiéndose en mi principal fuente de motivación he podido volar y cumplir mis sueños sin desfallecer y convertirme en un triunfador.

A mis hermanas Adriana (+), Tatiana y Scarlett Perdomo Sangoquiza que de una u otra forma me han apoyado en este caminar y nunca me han dejado solo en cada paso que doy.

A mis sobrinos Valentina y Maximiliano Pilco Perdomo, que con su inocencia, amor y compañía me recargan cada vez que las cosas se ponen difíciles.

A mi cuñado Robert Pilco, que gracias a su apoyo constante y a sus palabras en cada momento difícil que tuve en este largo camino me sirvieron de aprendizaje y de valentía para salir adelante.

A mis mejores amigos Marian López, Coralia Ortega y Sebastián Ramírez, quiero expresar mi más sincera gratitud y aprecio por su invaluable amistad y apoyo incondicional en este largo proceso. Ustedes han estado a mi lado en cada paso del camino brindándome sabiduría, paciencia y solidaridad. Su amistad ha sido un regalo que ha enriquecido mi vida de una manera incalculable.

A todos ustedes les dedico y les pertenece este logro por nunca dejarme solo, siempre confiar en mí y brindarme en todo momento su apoyo incondicional que fue el motor para impulsarme a cumplir mi sueño y enseñarme que el amor de familia y de amigos lo puede todo.

Lenin Damian Perdomo Sangoquiza

AGRADECIMIENTO

Mi agradecimiento especial a mi tutor académico Dr. Carlos Alberto Albán Hurtado por ser mi guía en este proceso, quien, con su conocimiento me orientó en el desarrollo de este trabajo de investigación. Su experiencia y profesionalismo fueron fundamentales para el progreso y conclusión exitosa de esta investigación.

Del mismo modo, deseo expresar mis más sinceros agradecimientos a los miembros del tribunal: Dr. Raciél Sánchez, Dra. Silvia Vallejo y Dra. Tania Murillo, quienes amablemente aceptaron evaluar mi trabajo. Sus observaciones y sugerencias fueron de gran ayuda para perfeccionar el contenido de mi trabajo de investigación.

A la Universidad Nacional de Chimborazo por darme la oportunidad de pertenecer a tan prestigiosa institución de la que me llevo la mejor experiencia estudiantil. A todos mis docentes que formaron parte de mi formación profesional desde el primer día quienes me compartieron sus conocimientos los que me han permitido desempeñarme de la mejor manera en esta vida universitaria, han contribuido en mi formación profesional y personal les expreso un sincero agradecimiento.

Lenin Damian Perdomo Sangoquiza

ÍNDICE GENERAL

DERECHOS DE AUTORÍA

DICTAMEN FAVORABLE DEL TUTOR Y MIEMBROS DE TRIBUNAL

CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

CERTIFICADO ANTIPLAGIO

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE GRÁFICOS

RESUMEN

ABSTRACT

1.	INTRODUCCIÓN.....	15
2.	MARCO TEORICO.....	17
2.1	Anatomía estructural de molares y premolares.....	17
2.2	Tipos de materiales biocerámicos para perforaciones en tratamientos endodónticos	18
2.3	Agregado Trióxido Mineral (MTA).....	18
2.3.1	Definición	18
2.3.2	Composición.....	19
2.3.3	Aplicaciones Clínicas	19
2.3.4	Propiedades Fisicoquímicas	19
2.4	BIODENTINE	23
2.4.1	Definición	23
2.4.2	Composición.....	23
2.4.3	Aplicaciones Clínicas	23
2.4.4	Propiedades Fisicoquímicas	24
2.5	PERFORACIONES.....	27
2.5.1	Definición	27

2.5.2	Etiología	27
2.5.3	Clasificación	28
2.5.4	Incidencia.....	30
2.5.5	Factores que inciden en el pronóstico.....	31
3.	METODOLOGÍA.	32
3.1	Pregunta pico	32
3.2	Criterios de selección	33
3.2.1	Criterios de inclusión.....	33
3.2.2	Criterios de exclusión	33
3.3	Tipo de estudio	33
3.4	Procedimiento de la recuperación de la información y fuentes documentales.....	34
3.5	Instrumentos empleados	36
4.	VALORACIÓN DE LA CALIDAD DE ESTUDIOS.....	39
4.1	Número de publicaciones por año	39
4.2	Publicaciones por factor de impacto y año de publicación	40
4.3	Año de publicación por promedio de conteo de citas.....	41
4.4	Publicaciones por cuartil	42
4.5	Publicaciones por área y base de datos.....	43
4.6	Publicaciones por tipo de estudio y área	44
4.7	Publicaciones por tipo de estudio y enfoque de investigación	45
4.8	Publicaciones por tipo de estudio y base de datos	46
4.9	Publicaciones por base de datos	47
4.10	Publicaciones por país.....	48
5.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	49
5.1	RESULTADOS	49
5.1.1	Analizar el uso del Agregado Trióxido Mineral y Biodentine en perforaciones de furca... ..	49

5.1.2	Material con mayor porcentaje de éxito en perforaciones de furca.....	54
5.1.3	Efectividad del Agregado Trióxido Mineral y Biodentine en perforaciones de furca.....	57
5.1.4	Identificar las causas principales que originan las perforaciones de furca.....	61
6.	DISCUSIÓN.....	62
7.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	65
7.1	CONCLUSIONES.....	65
7.2	RECOMENDACIONES.....	66
8.	BIBLIOGRAFÍA.....	67
9.	ANEXOS.....	73

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Pregunta pico	32
Tabla 2. Términos de búsqueda y extracción de utilización en las bases de datos.	35
Tabla 3. Criterios de selección de estudios	36

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Metodología con ecuación y algoritmo de búsqueda.	37
Gráfico 2. Número de publicaciones por año	39
Gráfico 3. Publicaciones por factor de impacto y año de publicación	40
Gráfico 4. Año de publicación por promedio de conteo de citas	41
Gráfico 5. Publicaciones por cuartil.....	42
Gráfico 6. Publicaciones por área y base de datos	43
Gráfico 7. Publicaciones por tipo de estudio y área	44
Gráfico 8. Publicaciones por tipo de estudio y enfoque de investigación	45
Gráfico 9. Publicaciones por tipo de estudio y base de datos.....	46
Gráfico 10. Publicaciones por base de datos.....	47
Gráfico 11. Publicaciones por país.....	48
Gráfico 12. Cuadro Resumen	52
Gráfico 13. Cuadro Resumen	55
Gráfico 14. Cuadro Resumen	59
Gráfico 15. Cuadro Resumen	61

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo general analizar el uso del agregado trióxido mineral y Biodentine en perforaciones de furca por medio de una revisión bibliográfica científica, en base a las indicaciones PRISMA (1) (Preferred Reporting Items for Systemic Reviews and Meta-Analysis). Además de establecer el material con mayor porcentaje de éxito en perforaciones de furca, determinar la efectividad del agregado trióxido mineral y Biodentine en perforaciones de furca y de identificar las causas principales que originan las perforaciones de furca. Para elaborarlo se empleó fuentes bibliográficas de revistas indexadas por medio de bases de datos consideradas las más distinguidas como PubMed, Google Scholar, Scielo y Elsevier dentro de un intervalo de tiempo de 10 años es decir del 2013 al 2023, donde a través de un análisis minucioso de información se eligieron 52 publicaciones de excelencia para el proceso de revisión. Teniendo como resultado que el MTA y Biodentine tienen buenas propiedades biológicas, porque provocan una respuesta tisular positiva para promover la regeneración del periodonto, el Biodentine tenía una mejor capacidad de sellado que MTA Angelus, el MTA y Biodentine pueden promover respuestas regenerativas en tejidos naturales, como la osteoinducción. De igual forma tienes buenas propiedades de biocompatibilidad y bioactividad, Dentro de las principales causas encontramos la reabsorción radicular interna/externa, lesión cariosa, mala dirección de una fresa durante la preparación del acceso, sobreinstrumentación, procedimientos dentales durante la remoción inadvertida e incontrolada de dentina durante la apertura del acceso, identificación y ubicación errónea del conducto radicular, al tratar con cámaras pulpares calcificadas y durante la preparación del espacio posterior.

Palabras claves: Perforaciones de furca, MTA, Biodentine, reparación de perforaciones, biomateriales en endodoncia, Endodoncia, tratamiento endodóntico.

ABSTRACT

The general objective of this research work is to analyze the use of mineral trioxide aggregate and Biodentine in furcation drillings through a scientific literature review, based on the PRISMA indications (1) (Preferred Reporting Items for Systemic Reviews and Meta-Analysis). In addition to establishing the material with the highest percentage of success in furcation perforations, determining the effectiveness of the mineral trioxide aggregate and Biodentine in furcation perforations and identifying the main causes that cause furcation perforations. To prepare it, bibliographic sources from journals indexed through databases considered the most distinguished such as PubMed, Google Scholar, Scielo and Elsevier were used within a time interval of 10 years, that is, from 2013 to 2023, where through an analysis After a thorough analysis of information, 52 excellent publications were chosen for the review process. As a result, MTA and Biodentine have good biological properties, because they provoke a positive tissue response to promote periodontal regeneration, Biodentine had a better sealing capacity than MTA Angelus, MTA and Biodentine can promote regenerative responses in natural tissues, such as osteoinduction. Likewise, it has good biocompatibility and bioactivity properties. Among the main causes we find internal/external root resorption, carious lesion, poor direction of a drill during access preparation, overinstrumentation, dental procedures during inadvertent and uncontrolled removal of dentin. during access opening, identification, and misplacement of the root canal, when dealing with calcified pulp chambers and during posterior space preparation.

Keywords: Furcation perforations, MTA, Biodentine, perforation repair, biomaterials in endodontics, Endodontics, endodontic treatment.



Reviewed by:

Mgs. Doris Chuquimarca

060449038-3

1. INTRODUCCIÓN

La Endodoncia es la especialidad de la Odontología que se encarga del estudio de la morfología, fisiología y enfermedades relacionadas con la pulpa dental junto con los tejidos perirradicular, con el tiempo ha experimentado una intensa evolución en los diferentes tratamientos a las múltiples complicaciones que puede presentarse. Entre las más comunes encontramos las perforaciones de furca que es considerada una de las más habituales al momento de realizar un tratamiento endodóntico. La perforación de furca es la comunicación entre el piso de la cámara pulpar y el espacio del ligamento periodontal, que pueden ser causadas por factores patológicos o iatrogénicos. (2)

Las perforaciones causadas por factores patológicos encontramos reabsorción interna /externa y lesiones cariosas, mientras que las perforaciones causadas por factores iatrogénicos son producto de un accidente durante la localización de los conductos con instrumentación dirigidas incorrectamente ya sean manual o rotatorios y durante la preparación intrarradicular para la colocación de un poste, esta complicación puede traer consigo un impacto negativo en el resultado final del tratamiento. Ya que puede ocasionar la presencia de odontalgia, resorción ósea, sensibilidad dental por la presencia de purulencia y la formación de fistulas o abscesos producto de una respuesta inflamatoria ocasionada por la entrada de bacterias desde el sistema de conductos a los tejidos periodontales o viceversa. (3)

Además, el éxito en el tratamiento de las perforaciones de furca tiene que ver con el tiempo de ocurrencia de la perforación, la extensión, ubicación y el tratamiento apropiado con un material biocompatible que presente propiedades ideales para su reparación como un sellado óptimo para evitar contaminación y pérdida dentaria. Dentro del material sugerido para este tipo de casos sobresale el Biodentine que es un material de silicato de calcio de amplia pureza ampliamente recomendado para la reparación endodóntica. También se destaca el uso de Agregado de Trióxido Mineral que es un material que permite la reparación de estos accidentes de forma satisfactoria. (5)

Por otro lado, es importante el abordaje de esta investigación ya que pretende analizar las diferentes características y propiedades que presentan el MTA Y Biodentine en las perforaciones de furca, de esta manera al momento de presentar esta complicación

podríamos determinar con certeza el material que presente mejores beneficios y garantice el éxito y eficacia del tratamiento indicado.

El presente trabajo se realizará debido a su viabilidad, ya que se encuentra respaldado por un especialista en el área de endodoncia, con experiencia y conocimientos sólidos en el tema. Además, el tesista dispone de recursos adecuados para llevar a cabo la investigación de manera efectiva. De igual forma dispone de acceso a diversas bases de datos científicas garantizando la obtención de fuentes literarias de alta calidad, asegurando una investigación bien fundamentada en relación con el tema elegido, abordando de esta manera la problemática planteada de forma adecuada.

El beneficio directo que se conseguirá al realizar este trabajo de investigación será utilidad para estudiantes, profesionales, especialistas en el área de odontología y público en general quienes se les proporcionará información actualizada, pertinente y confiable, abordando de manera efectiva preguntas o inquietudes que puedan desarrollarse con relación al tema tratado en este trabajo investigativo.

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo mediante una revisión sistemática de la literatura, basada en el análisis exhaustivo de artículos científicos de alta calidad, que se encuentren posicionados en los primeros 4 cuartiles (Q) que sean evaluados bajo índices de calidad como Scimago Journal Ranking (SJR) y que se encuentren publicados en los últimos 10 años (2013-2023) que se obtuvieron de diversas bases de datos científicas como PubMed, Google Scholar, Scielo y Elsevier.

La finalidad del trabajo de investigativo es analizar el uso del agregado trióxido mineral y Biodentine en perforaciones de furca, establecer el material con mayor porcentaje de éxito en perforaciones de furca, determinar la efectividad del agregado trióxido mineral y Biodentine en perforaciones de furca e identificar las causas principales que originan las perforaciones de furca.

2. MARCO TEORICO

2.1 Anatomía estructural de molares y premolares

Comprender la anatomía de las piezas dentarias multirradiculares es de mucha importancia para establecer un buen diagnóstico y seleccionar el plan de tratamiento adecuado. Dentro de su anatomía encontramos:

- **Complejo radicular:** Porción del diente que se extiende desde la unión amelo-cementaria hasta el ápice de la raíz.
- **Tronco radicular:** Sección anatómica que se extiende desde la unión amelo-cementaria hasta la entrada de la furca.
- **Entrada de la furca:** Zona donde empieza la furca dentaria.
- **Cono radicular:** Son las secciones divididas del complejo radicular es decir son las raíces radicales.
- **Fórnix:** Parte superior o techo de la furca.
- **Separación de las raíces:** Segmento entre las raíces desde la furca con dirección hacia apical.
- **Ángulo de divergencia:** Ángulo formado por las raíces radicales a nivel de la entrada de la furca, donde la divergencia de las raíces representa un ángulo positivo mientras que la unión de las raíces representa un ángulo negativo. (5)

Molares superiores: Presentan generalmente tres raíces, una medio-vestibular, otra disto-vestibular y una palatina. Poseen un tronco radicular de aproximadamente \geq a 3mm de altura. Donde el promedio de la entrada mesial de la furca al LAC (limite amelo-cementario) es de 3,5mm a 3,6mm, mientras que a nivel de la entrada vestibular es de 3,5mm a 4,2mm y la distal de 4,1mm a 4,8mm, esto hace que el fórnix presente una inclinación y ubicación más cercana al LAC en mesial y más apical a nivel distal.

Molares inferiores: Presentan generalmente dos raíces una mesial y otra distal, por lo que la apertura de la bifurcación se sitúa en sentido vestíbulo-lingual. Poseen un tronco radicular de aproximadamente 4mm de altura, donde a nivel vestibular es de 2,8mm mientras que en lingual se encuentra más hacia apical a 3,5mm del LAC a la entrada de la furca por lo que el fórnix presenta una inclinación en sentido vestíbulo-lingual. El grupo de molares tanto

superiores como inferiores cumplen su función de triturar, masticar y moler los alimentos convirtiéndolos en partículas pequeñas facilitando de esta manera su digestión.

Premolares superiores: El 40% de los casos los primeros premolares superiores presentan dos raíces una vestibular y otra palatina. Poseen una furcación en sentido mesio-distal que por lo general se encuentra situada e el tercio medio o apical del complejo radicular ya que presentan un tronco radicular de 8mm desde el LAC a la entrada de la furca.

Este grupo de premolares cumplen su función de desgarrar y pretriturar los alimentos en partículas mas pequeñas cortadas anteriormente por el grupo de los incisivos y caninos y finalizando con la trituración completa por el grupo de los molares. (5)

2.2 Tipos de materiales biocerámicos para perforaciones en tratamientos endodónticos

- Cemento Portland (CP)
- Cementos basados en Silicato Tricálcico Hidráulico (CSCH)
- Cemento Hidróxido de Calcio
- Cemento Glassionomer
- Cavit
- Cementos de óxido de zinc-eugenol (IRM y Super- EBA)
- Agregado de trióxido mineral (MTA)
- Biodentine. (6)

2.3 Agregado Trióxido Mineral (MTA)

2.3.1 Definición

El agregado de trióxido mineral (MTA) constituye un tipo de cemento bioactivo que se clasifica dentro del grupo de los cementos de silicato de calcio. Su introducción data del año 1990, y en sus primeros años se empleó en diversas intervenciones, tales como reparaciones de perforaciones, apexificación, procedimientos regenerativos, apexogénesis y pulpotomías. Los excelentes resultados obtenidos inicialmente llevaron a que en la actualidad se utilice ampliamente en diversos tratamientos odontológicos, gracias a sus propiedades beneficiosas. (6)

2.3.2 Composición

El MTA está constituido por un polvo compuesto de partículas finas hidrofílicas que experimentan un proceso de endurecimiento al entrar en contacto con la humedad. Al hidratarse, este polvo se transforma en un gel coloidal que da lugar a una estructura sólida. La composición principal del MTA comprende partículas de silicato tricálcico, aluminato tricálcico, silicato dicálcico y aluminato férrico tetracálcico, representando el 75% del contenido total. Además, contiene un 20% de óxido de bismuto, así como sulfato de calcio dihidratado y sílice cristalina en un 4.4%. Se observa también la presencia de residuos insolubles, como óxido de calcio, sulfato de potasio y sulfato de sodio, los cuales constituyen el 0.6% restante. (7)

2.3.3 Aplicaciones Clínicas

- Recubrimiento pulpar Directo o Indirecto
- Perforación suelo cámara pulpar
- Pulpotomía vital de dentición primaria.
- Apexificación
- Sellado apical
- Obturación retrógrada. (8)

2.3.4 Propiedades Físicoquímicas

2.3.4.1 Tiempo de Fraguado

El MTA presenta un período de mezcla de 30 segundos, su fraguado se produce después de 3 horas aproximadamente, no obstante, tras este lapso, el material no experimenta una hidratación completa. Por lo que el MTA para poder desarrollar sus propiedades de manera eficaz necesita de la presencia de humedad, por lo que se vio la necesidad de colocar una bolita de algodón humedecida directamente al material, aportando de esta manera una humedad adicional al MTA. (9)

2.3.4.2 Valor de pH

Después de la mezcla, el MTA presenta un pH de 10,2 y se estabiliza en 12,5 a las 3 horas de su preparación, dado que el MTA presenta un pH semejante al hidróxido de calcio, es

probable que este pH pueda incitar a la formación de tejido duro después de su aplicación. (10)

2.3.4.3 Resistencia Mecánica

El MTA presenta una resistencia a la flexión de 14.27 MPa. Alcanzando su punto máximo de resistencia después de las 72 horas, justo antes de realizar una restauración permanente, aproximadamente 28 días la resistencia continúa desarrollándose, llegando a superar los 50 MPa cuando se realiza una preparación con una proporción de polvo a líquido 3 a 1. (11)

2.3.4.4 Radiopacidad y Solubilidad

La radiopacidad promedio del MTA es de 7,17 mm, un espesor similar al aluminio. En comparación con la gutapercha o la amalgama, el MTA muestra una menor radiopacidad. En cuanto a su solubilidad, hay indicaciones de que un incremento en la proporción de agua-polvo resultaría en una mayor liberación de calcio del MTA, acelerando así su solubilidad. Asimismo, si se agrega más agua durante la preparación, aumentara su solubilidad. Cuando el MTA fraguado entra en contacto con el agua, libera hidróxido de calcio, lo cual podría ser la razón de su capacidad para inducir la cementogénesis. (12)

2.3.4.5 Propiedades Biológicas

El MTA presenta una respuesta tisular positiva, ya que promueve una respuesta inflamatoria leve-moderada en las etapas iniciales a su aplicación, la cual al trayecto de 30 a 60 días tiende a disminuirse. Alrededor del MTA presenta una cápsula fibrosa que incita a la generación de tejido mineralizado. Por su gran biocompatibilidad, el MTA a través de su capacidad para la formación de dentina, cemento y hueso posibilita la reparación, facilitando el crecimiento de células óseas, motivo por el cual es un material de gran aporte a diferentes procedimientos endodóntico. (13)

2.3.4.6 Citotoxicidad

El MTA presenta una baja citotoxicidad, al poseer un pH alcalino tiende a favorecer a la inhibición microbiana frente a ciertas bacterias anaerobias. En su estado fresco, el MTA, presenta una citotoxicidad prácticamente nula. (14)

2.3.4.7 Biocompatibilidad

El MTA es biocompatible ya que tiene la capacidad de estimular la formación de tejido mineralizado. Se considera un material biocompatible si, con el tiempo, la respuesta inflamatoria disminuye a un nivel moderado. Además, el MTA es cementoinductiva, osteoconductor, no mutagénico ni neurotóxico, y tiene efectos antiinflamatorios en el tejido de la pulpa. Con su pH alcalino y la presencia de iones de calcio en el líquido circundante del MTA contribuye al desarrollo acelerado del tejido duro. La liberación de estos iones de calcio por el MTA es beneficiosa, mejorando la viabilidad, la proliferación y la diferenciación osteoblástica. La presencia de hidróxido aumenta la alcalinidad del medio ambiente, que es altamente beneficiosa para prevenir el crecimiento bacteriano. (15)

2.3.4.8 Capacidad de sellado

Se han realizado diversas investigaciones con el objetivo de evaluar la capacidad de sellado el MTA y su comparación con otros materiales. Varias de estas investigaciones utilizaron la técnica de filtración bacteriana con diferentes microorganismos, para su resultado se obtuvo que el MTA exhibió una mejor capacidad de sellado a comparación de la amalgama, el IRM Y el Super-EBA. Otro método que de igual forma nos brinda grades resultados sobre su capacidad de sellado es la técnica de filtración de tinta, con la ayuda de diferentes soluciones como el azul de metileno, rodamina B y tinta india, nos arrojaron los resultados evidenciando que el MTA presenta un sellado más efectivo a comparación de la amalgama, el IRM y el Super-EBA. (16)

2.3.4.9 Propiedades Antimicrobianas

La actividad antimicrobiana del MTA puede ser atribuido a su pH de 10 siendo de alta alcalinidad provocando que no se existan condiciones óptimas para la proliferación bacteriana. El MTA tiene acción antimicrobiana contra algunas bacterias facultativas como *Lactobacillus sp*, *Streptococcus mitis*, *Streptococcus mutans*, y *Streptococcus salivarius*. Mientras que el MTA no impide la proliferación de bacterias anaeróbicas estrictos como *Enterococcus Faecalis*, *Staphylococcus aureaus*, *Bacillus Subtilis* y *E. Coli*. (17)

2.3.4.10 Mecanismo de Acción

El mecanismo de acción del MTA al entrar en contacto directo con tejidos humanos, produce la liberación de iones de calcio para estimular la proliferación celular, gracias a su pH alcalino crea un entorno antibacteriano, participa en la regulación de la producción de citoquinas, estimula la migración y la diferenciación de las células encargadas de la generación de tejido duro, en la superficie del MTA genera hidroxiapatita promoviendo de esta manera un sellado biológico eficaz. (18)

2.1.5 Ventajas y Desventajas

Entre sus ventajas más importantes encontramos las siguientes:

- Se mezcla fácilmente y resulta manejable al introducir la mezcla en la cavidad, gracias a su capacidad hidrofílica, no hay la necesidad de utilizarlo en un campo seco ya que con la humedad de igual forma cumple su función sin ninguna alteración y es fácil limpiar los excesos no deseados.
- Genera hidróxido de calcio que libera iones de calcio facilitando la adherencia y la propagación de células.
- Su pH alcalino, creando un medio que inhibe la proliferación bacteriana.
- Modula la formación de citoquinas.
- Estimula la distinción y migración de las células encargadas de la producción de tejido duro, y forma hidroxiapatita en su superficie promoviendo de esta forma un un sellado biológico eficaz. (19)

Entre sus desventajas encontramos las siguientes:

- Presenta un tiempo de fraguado prolongado.
- Costo más alto.
- Presenta mala capacidad de adhesión a la dentina.
- Resistencia a la flexión es baja.
- Resulta difícil su manipulación.
- Posibilita las decoloraciones dentales. (19)

2.4 BIODENTINE

2.4.1 Definición

El Biodentine fue introducido al mercado en 2009 como un material “sustituto de la dentina”. Es un material a base de silicato de tricálcico sustituto dentinario bioactivo, que forma dentina reactiva al incitar a las células de la pulpa, gracias a sus diferentes propiedades mecánicas semejantes a la dentina sana puede ser utilizada como sustituto tanto a nivel coronario como radicular. Es completamente biocompatible ya que se encuentra elaborado con elementos minerales de alta pureza sin la presencia de monómeros en su composición. (20)

2.4.2 Composición

El Biodentine está compuesto por dos componentes: la parte del polvo del material está constituido por silicato tricálcico, silicato dicálcico, carbonato de calcio, dióxido de Zirconio y óxido de hierro. El silicato tricálcico se destaca como el componente principal en el componente polvo y el silicato dicálcico se encarga de la regulación de la reacción del fraguado, el carbonato actúa como material de rellano mientras que el óxido de zirconio le proporciona la radiopacidad al Biodentine. En cuanto a la parte líquida, se encuentra constituida por cloruro de calcio que actúa como un acelerador, y un polímero hidrosoluble que actúa como agente reductor de agua reduciendo la viscosidad del cemento, facilitando de esta manera su manipulación. (21)

2.4.3 Aplicaciones Clínicas

- Recubrimiento pulpar directo luego de una exposición pulpar por caries.
- Recubrimiento pulpar directo luego de un traumatismo dentoalveolar.
- Reparación de perforaciones en conductos radiculares o piso de cámara pulpar.
- Cirugía endodóntica retrógrada.
- Pulpotomía en molares temporarios.
- Apexificación. (22)

2.4.4 Propiedades Fisicoquímicas

2.4.4.1 Tiempo de Fraguado

El Biodentine exhibe un tiempo de fraguado inicial de 6 minutos, seguido de un proceso de fraguado final que se completa en un lapso de 10 a 12 minutos. En comparación con otros materiales, el Biodentine muestra un tiempo de fraguado más prolongado debido al incremento en el tamaño de sus partículas, la inclusión de cloruro de calcio que actúa como catalizador de la reacción, y la disminución del contenido líquido presente en la composición. (23)

2.4.4.2 Valor de pH

El Biodentine presenta un pH alcalino de 12 que genera un efecto bacteriostático en la zona de interés, manteniéndose constante durante un periodo de 28 días sin sufrir alteraciones significativas. La naturaleza alcalina del biodentine actúa como un factor limitante para el aumento bacteriano, contribuyendo a la disminución del dolor postoperatorio y a la reducción del riesgo de desarrollo de caries secundarias. (24)

2.4.4.3 Resistencia Mecánica

El Biodentine muestra una resistencia a la compresión de 100 MPa una hora después de su aplicación y aproximadamente hasta 200 MPa después de 24 horas, consiguiendo este valor puede mejorar alcanzando los 300 MPa un mes después de su aplicación. Este valor se compara con la resistencia de la dentina natural del diente que presenta un rango muy similar el cual es de 297 MPa. (25)

2.4.4.4 Radiopacidad y Solubilidad

La radiopacidad en el Biodentine se logra gracias a la presencia de óxido de zirconio, el cual es un material biocompatible con notables propiedades mecánicas y resistencia al desgaste, este componente confiere al Biodentine una radiopacidad equivalente a 3mm de aluminio. Además, exhibe una baja solubilidad, lo que implica que tiene una capacidad limitada para disolverse. Combinada con la capacidad para depositar sustancias como hidroxiapatita en la dentina subyacente al entrar en contacto con los fluidos del tejido conectivo, proporciona estabilidad dimensional al Biodentine. Los resultados negativos en la prueba de solubilidad son apropiados, ya que se refleja en la falta de disolución de partículas, lo que contribuye a preservar la estabilidad dimensional del material. (26)

2.4.4.5 Propiedades Biológicas

El Biodentine es un material bioactivo debido a su capacidad para incrementar la proliferación celular en células pulpares, estimulando su biomineralización creando puentes dentinarios y lograr un sellado hermético de los túbulos dentinarios. Además, incrementa la expresión del factor de crecimiento transformante beta 1(TGF-b1) en células pulpares humanas, generando zonas de mineralización a su vez produce una mayor liberación de iones de calcio en comparación con el MTA, así como una mayor precipitación intratubular de iones de calcio y silicato. El Biodentine es biocompatible, producto que muestra una alta viabilidad celular de los fibroblastos expuestos a este material, quienes manifiestan una capacidad de adhesión y dispersión sobre su superficie, similar al MTA. (27)

2.4.4.6 Citotoxicidad

La citotoxicidad es importante considerarla cuando el material se va a utilizar en aplicaciones clínicas como sellante en perforaciones o reparación de furca. El Biodentine no tiene un efecto citotóxico evidente, lo cual se evidenció que no era citotóxico como el MTA. (28)

2.4.4.7 Biocompatibilidad

Debido a la alta pureza del silicato tricálcico y a su composición sin resina, el Biodentine puede ser aplicado directamente sobre la pulpa y los tejidos vivos, sin generar riesgos de reacción tisular o pulpar. En presencia de los iones fosfato en los fluidos corporales, se produce una interacción con el silicato de calcio, resultando en la formación de depósitos de apatita y nódulos de mineralización. Su biocompatibilidad ha mostrado ser viable, ya que, en el transcurso del fraguado, promueve una diferenciación odontogénica considerable. Se le clasifica como un biomaterial debido a su capacidad para diferenciar odontoblastos, lo que sugiere su potencial en la regeneración del tejido dental. No causa daño a las células pulpares, siendo bioactivo, estimula la formación de dentina reparadora para preservar la vitalidad pulpar, no es irritante, citotóxico ni mutagénico. Su elevado pH le confiere propiedades antibacterianas, es hidrofílica, presenta una mejorada biocompatibilidad, ausencia de contracción y reabsorción, obteniendo destacadas habilidades de sellado y rápido endurecimiento. (29)

2.4.4.8 Capacidad de sellado

Biodentine posee la habilidad de sustituir la dentina presente tanto en la corona como en la raíz, reduciendo el riesgo de desarrollar caries secundaria mediante la creación de tags minerales en los túbulos dentinarios. Este material se ha consolidado como una elección sumamente confiable y eficaz en la odontología contemporánea, gracias a su destacada capacidad para sellar y reparar. La excelente capacidad de sellado marginal del Biodentine se atribuye a su mayor densidad, menor porosidad y partículas más pequeñas en comparación con el MTA. Estas características, combinadas con un proceso de fraguado más rápido, contribuyen efectivamente a prevenir filtraciones prolongadas y, en consecuencia, reducen el riesgo de contaminación bacteriana. (30)

2.4.4.9 Propiedades Antimicrobianas

El Biodentine presenta propiedades antibacterianas y antifúngicas gracias a su naturaleza alcalina. Debido a su elevado pH, impide el desarrollo de bacterias y desinfecta la dentina. El Biodentine alcanza un pH de 12 a las 3 horas después de su fraguado, gradualmente va disminuyendo, llegando a un pH de 9 a los 28 días de su aplicación. Un pH en el rango de 10,5 a 11 reduce la propagación del *Enterococcus faecalis*, a diferencia de pHs superiores a 11,5, es irrealizable su propagación. La capacidad antibacteriana y antifúngica del Biodentine supera al MTA. (31)

2.2.4.10 Ventajas y Desventajas

Entre sus ventajas más importantes encontramos las siguientes:

- Ofrece un costo menor.
- Fácil manipulación de la mezcla.
- Sus características mecánicas son semejantes a la dentina humana.
- Exhibe propiedades mecánicas superiores en comparación con el MTA.
- Su tiempo de fraguado es más rápido que el del MTA, lo que reduce al mínimo el riesgo de infección bacteriana. (32)

Entre sus desventajas encontramos las siguientes:

- Presenta una menor radiopacidad en contraste con el MTA.

- La decoloración dental que provoca es significativamente inferior en comparación con el MTA. (32)

2.5 PERFORACIONES

2.5.1 Definición

El profesional durante la terapia endodóntica puede enfrentarse a algunas complicaciones, una de ellas es con la tarea de abordar la perforación en la estructura dental, siendo esta una comunicación artificial entre el sistema de conductos y los tejidos de soporte de la pieza dentaria. Estas situaciones pueden surgir como resultado de procesos patológicos como resorciones internas/ externa o caries dental, así como procesos iatrogénicos que pueden ser producidos durante o después del tratamiento de conductos. (33)

2.5.2 Etiología

2.5.2.1 Patológicas

Las perforaciones radiculares pueden surgir debido a eventos patológicos, tales como:

- Lesiones cariosas de considerable magnitud.
- Reabsorción externa inducida por tratamientos ortodónticos.
- Reabsorciones internas que progresan de manera continua hasta alcanzar el contacto con los tejidos periodontales. (34)

2.5.2.2 Iatrogénicas

Las perforaciones radiculares iatrogénicas son causadas por el profesional, y pueden surgir ya sea por:

- Falta de experiencia clínica.
- Interpretación incorrecta de radiografías.
- Falta de rectificación en el proceso de apertura.
- Deficiencia en la atención y conocimiento limitado de la anatomía dental.
- Uso incorrecto de fresas y aplicación excesiva de fuerza durante la instrumentación.
- Empleo de instrumentos no precurvados durante el tratamiento del conducto radicular en terapias pulpares.

- En procedimientos prostodónticos, especialmente al preparar el canal radicular para la colocación de un perno en dientes posteriores. (35)

2.5.3 Clasificación

2.5.3.1 Según se Ubicación

En función de su ubicación, las perforaciones pueden ser clasificadas en:

- ✓ **Cervicales:** Por lo general las perforaciones cervicales, ocurren durante el proceso de preparación del acceso coronal.
- ✓ **Furcación:** Por lo general las perforaciones de furca ocurren cuando la cámara pulpar se encuentra muy retraída dificultando de esta manera la sensación de entrada de esta. De igual forma se presenta en situaciones donde localizar las entradas de los conductos resulta complicado.
- ✓ **Radicales:** Generalmente las perforaciones radicales ocurren en la sección convexa de la curvatura del conducto, donde la rectificación se completa, de igual forma puede presentarse en la porción cóncava de la curvatura como resultado del desgaste descomunal de la pared debido al empleo de instrumentos rotatorios. (36)

2.5.3.2 Según su Forma

En función de su forma las perforaciones pueden ser clasificadas en:

- ✓ **Redondas:** Por lo general, se presentan en la región cervical o a nivel de la furca como resultado de iatrogenias en la trayectoria durante el acceso. De igual forma pueden presentarse en la convexidad de la curvatura del conducto debido a la persistencia en una dirección incorrecta.
- ✓ **Elongadas:** Se pueden manifestar en cualquier parte de la estructura dental, siendo frecuentes a nivel de la furca, en la porción coronal del conducto y en la región apical, como consecuencia del desplazamiento del foramen apical.
- ✓ **Irregulares:** Por lo general son producidas debido a un enorme desgaste en el segmento del conducto donde la pared dentinaria es más fina, específicamente en el segmento cóncavo de la curvatura radicular. De igual forma se puede presentar en el fondo de la cámara pulpar, especialmente en situaciones en las que resulta complicado encontrar las entradas de los conductos. (37)

2.5.3.3 Según su Localización

En función a los tejidos de soporte dentarios, se clasifican en:

- ✓ **Perforación coronal:** Se encuentra situada por encima de la cresta ósea y de la inserción epitelial, con un impacto mínimo en los tejidos de soporte. Presenta un pronóstico favorable.
- ✓ **Perforación crestal:** Se encuentra situada a la altura de la inserción epitelial y cresta ósea. Presenta un pronóstico incierto
- ✓ **Perforación apical:** Se encuentra situada apical al hueso crestal y a la inserción epitelial. Presenta un pronóstico favorable.
- ✓ La localización de la perforación es un factor de suma importancia para determinar el pronóstico del tratamiento. (38)

2.5.3.4 Según su situación en la superficie radicular

Se clasifican en:

- ✓ **Perforaciones en tercio coronal:** Son las más tratables y accesibles para su tratamiento, y su pronóstico puede variar dependiendo de su relación con el surco gingival. En este grupo encontramos las perforaciones de furca, las cuales son aberturas que se desarrollan en la región anatómica que abraza la zona de división de las raíces en dientes con múltiples raíces.
- ✓ **Perforaciones en el tercio medio:** Aunque su accesibilidad resulta más compleja, presenta un pronóstico más favorable a comparación de las perforaciones en el tercio coronal.
- ✓ **Perforaciones en el tercio apical:** A medida que la ubicación se sitúa más hacia la región apical, el pronóstico mejora, a pesar de que la técnica de reparación se vuelva más complicada por su accesibilidad. En muchos casos, puede ser necesario realizar una cirugía apical. (39)

2.5.3.5 Según su orientación

Se clasifican en:

- ✓ **Perforaciones vestibulares, vestibulomesial y vestibulodistal:** Poseen un acceso razonablemente sencillo, y su reparación puede llevarse a cabo de manera factible.
- ✓ **Perforaciones mesial-distal:** Presentan un acceso complicado, especialmente cuando la lesión se ubica en la región palatina.

- ✓ **Perforaciones palatinas:** Presentan un acceso dificultoso, generalmente suelen tener un pronóstico desfavorable. (40)

2.5.3.6 Según su tamaño

Se clasifican en:

- ✓ **Perforaciones de pequeño calibre:** Normalmente generan una menor inflamación juntamente con una menor destrucción del tejido; además, la cicatrización tiende a ser más previsible. Presentan un pronóstico más favorable debido a su mayor facilidad para sellar, y la probabilidad de que el material de obturación se introduzca en los tejidos de soporte es mínimo.
- ✓ **Perforaciones de mayor tamaño:** Por lo general, surgen como consecuencia de la preparación del espacio para un poste. Las perforaciones que superan los 3 mm muestran un pronóstico menos favorable. (41)

2.5.3.7 Según tiempo transcurrido

Se clasifican en:

- ✓ **Perforaciones inmediatas:** El intervalo de tiempo entre la detección de la perforación y la ejecución del tratamiento se ha identificado que juega un rol importante en el proceso de cicatrización, obteniendo una mejor cicatrización cuando las perforaciones son selladas de inmediato. En casos en los que se realiza y se obtura inmediatamente la perforación, el hueso actúa como una matriz para retener el material de obturación.
- ✓ **Perforaciones tardías:** A medida que el lapso entre la aparición de una perforación y su tratamiento se prolonga, aumenta la probabilidad de producir contaminación bacteriana y la consiguiente destrucción del ligamento periodontal. Esto podría resultar en lesiones endoperiodontales de difícil tratamiento. (42)

2.5.4 Incidencia

Las perforaciones radiculares representan el 9,62 % de los fracasos endodónticos siendo considerada la segunda causa más importante. Con la creciente necesidad de atención odontológica en la actualidad para preservar la dentición natural, los profesionales se ven

confrontados con un número progresivo de casos endodónticos complicados. Esto aumenta la incidencia de provocar errores durante los procedimientos endodónticos siendo una de las más importantes las perforaciones endodónticas en la actualidad. (43)

2.5.5 Factores que inciden en el pronóstico

- ✓ **Tiempo:** El factor tiempo juega un papel fundamental e importante en la eficacia de la reparación después de la aparición de una perforación. Se aconseja llevar a cabo la reparación de manera temprana en lugar de tardía, ya que la demora podría generar complicaciones periodontales de difícil manejo y aumentar el riesgo de contaminación bacteriana en el defecto. En contraste, las perforaciones selladas de inmediato han demostrado obtener resultados positivos en el tratamiento.
- ✓ **Tamaño:** Constituye un factor crucial que tiene un impacto significativo en el pronóstico definitivo de una perforación. Las perforaciones de menor tamaño muestran pronósticos favorables porque generan una afectación mínima del tejido dentinario, a diferencia de las perforaciones más extensas, que resultan en una mayor afectación del tejido dentinario y, por lo tanto, presentan un pronóstico desfavorable en la reparación. (44)
- ✓ **Localización:** Se vincula directamente con las caras (bucal, lingual, mesial, distal) involucradas en la perforación. Este factor carece de importancia si se elige un tratamiento no quirúrgico; no obstante, en ciertos casos se vuelve fundamental ya que puede obstaculizar el acceso quirúrgico si se elige esta técnica. Sin embargo, cuando se selecciona un tratamiento no quirúrgico, la afectación en varias caras implica un tamaño aumentado, lo cual dificulta el sellado.
- ✓ **Nivel:** Las perforaciones en la raíz pueden presentarse en la porción cervical, medio o apical. Una perforación a nivel apical muestra mayores probabilidades de reparación, dado que presenta mínima contaminación en comparación a nivel coronal, que se encuentra en contacto con las bacterias del surco gingival. Por otro lado, una perforación en la región coronal provoca un defecto óseo difícil de abordar ya que afecta los tejidos periodontales. Además, las perforaciones en bifurcaciones, se las clasifica como coronales con posibilidades de reparación mínimas ya que amenazan la inserción de las fibras en el surco. (45)

3. METODOLOGÍA.

Este trabajo de investigación se ejecutó gracias a las recomendaciones PRISMA (1) (Prerrefered Reporting Items for Systemic Reviews and Meta-Analysis). La pregunta pico (población, Intervención, comparación, outcomes) usada fue: ¿Cuál es la ventaja del uso del Biodentine sobre el MTA en perforaciones de furca? Los componentes de esta pregunta pico fueron: “P” (población); artículos científicos, “I” (intervención); uso de biocerámicos en perforaciones de furca, “C” (comparación); agregado trióxido mineral y Biodentine “O” (outcomes); ventaja del uso del Biodentine sobre el MTA en perforaciones de furca.

Por el contrario, esta investigación se realizó mediante un análisis exhaustivo de diferentes artículos con literatura científica en el campo de la salud, particularmente en odontología. Los artículos fueron selectos de las principales revistas indexadas a través de las bases de datos más distinguidas como PubMed, Elsevier, Google Scholar y Scielo, eligiendo los artículos que fueron publicados en los últimos 10 años. El estudio se estructuró para que se llevara a cabo de forma organizada con el fin de abordar las variables dependientes (uso del agregado trióxido mineral y Biodentine) como la variable independiente (perforaciones de furca). Se compiló un total de 52 artículos científicos, de los cuales 2 del idioma español y 50 en inglés.

3.1 Pregunta pico

Pregunta: ¿Cuál es la ventaja del uso del Biodentine sobre el MTA en perforaciones de furca?

Tabla 1. Pregunta pico

Componente 1		Componente 2
P	Población	Artículos científicos
I	Intervención	Uso de biocerámicos en perforaciones de furca.
C	Comparación	Agregado trióxido mineral y Biodentine
O	Outcomes (resultados)	Ventaja del uso del Biodentine sobre el MTA en perforaciones de furca.

3.2 Criterios de selección

3.2.1 Criterios de inclusión

- Se escogieron fuentes bibliográficas de alto impacto con información relevante sobre el uso del agregado trióxido mineral y Biodentine en perforaciones de furca.
- Se recopilaron fuentes bibliográficas de estudios aleatorizados, estudios de casos clínicos, intervenciones clínicas, metaanálisis y revisiones sistemáticas, todos publicados dentro de los últimos 10 años.
- Se tomará en cuenta artículos científicos cuyo factor de impacto SJR (Scimago Journal Ranking) y promedio de conteo de citas ACC (Average Count Citation) sean superados del mínimo establecido, valores que garantizan la calidad del contenido literario de cada uno de los artículos científicos.
- Fuentes bibliográficas de acceso gratuito en idioma español e inglés.

3.2.2 Criterios de exclusión

- Artículos científicos que no se encuentren dentro del período de investigación establecido (últimos 10 años).
- Investigaciones que se basen en experimentación con animales.
- Documentos de bases de datos científicas que no contribuyan con información relevante y destacada sobre el tema propuesto en esta investigación.
- Estudios que, a pesar de contener información científica, no estén directamente relacionados con los objetivos de análisis del tema investigado.
- Estudios como tesis, monografías, ensayos, páginas web, foros, revistas sin aval académico fueron excluidos del análisis realizado.

3.3 Tipo de estudio

Dado que el presente estudio de revisión bibliográfica se distribuye en un estudio descriptivo, puesto que se encamina en desarrollar, establecer e identificar el uso del agregado trióxido mineral y Biodentine en perforaciones de furca. Con la utilización de herramientas para elegir, ordenar, recopilar y armar toda la información y datos conseguidos. Igualmente, es un trabajo de carácter transversal puesto que se abarcó el estudio y registro de la información relacionada con el uso del agregado trióxido mineral y Biodentine en

perforaciones de furca. Finalmente, se considera un estudio de carácter retrospectivo ya que agrupó información relevante sobre el uso del agregado trióxido mineral y Biodentine en perforaciones de furca, durante un plazo específico de 10 años.

3.4 Procedimiento de la recuperación de la información y fuentes documentales

Para la realización de este trabajo de investigación se aplicó los operadores booleanos “AND, OR, NOT” para la búsqueda preliminar de fuentes bibliográficas de las diferentes bases de datos científicas previamente nombradas. Aquello operadores booleanos se combinaron con palabras claves como: Perforaciones de furca, MTA, Biodentine, reparación de perforaciones, biomateriales en endodoncia, Endodoncia, tratamiento endodóntico. Esta búsqueda inicial nos arrojó 1943 resultados, después se aplicaron los criterios de selección mencionados anteriormente reduciendo el número de artículos que se encuentran en relación con el tema formulado, resultando en 371 investigaciones. Consecutivamente se realizó un estudio y análisis minucioso y completo de los resúmenes y de la literatura de cada artículo científico elegido.

De igual forma, se llevó a cabo la verificación de los valores SJR (Scimago Journal Ranking) y ACC (Average Count Citation) con la finalidad de proceder a la selección definitiva de las fuentes bibliográficas que cumplían con los índices propuestos en los criterios de selección nombrados a lo largo de este estudio. Con la finalidad de respaldar la calidad y excelencia de la literatura utilizada en la realización de este trabajo investigativo.

Como se indicó anteriormente, se realizará una revisión de los valores SJR y ACC de los diferentes artículos científicos seleccionados. Es de suma importancia mencionar que el valor SJR determina el factor de impacto de las revistas en las cuales se han publicado dichos estudios, organizándolos en 4 cuartiles (Q), partiendo por el cuartil 1 (Q1) que representa el factor de impacto más alto, a diferencia del cuartil 4 (Q4) que representa el impacto más bajo. Por otra parte, el ACC determina el promedio de conteo de citas que ha recibido cada artículo y el año de su publicación, este ACC indica la frecuencia con la que un artículo ha sido citado por diversos autores, concediéndoles mayor relevancia académica a los estudios que han sido mayormente citados. Por ende, es importante destacar que estos valores

avalaron la excelencia en la literatura utilizada para desarrollar el presente trabajo investigativo.

Finalmente, después de ser aplicados todos los criterios de selección mencionados con anterioridad y a manera de filtro, de los 371 artículos científicos se resumió a un total de 52 artículos para desarrollar este trabajo de investigación. Es de suma importancia mencionar que se utilizaron otras fuentes como referencias bibliográficas, únicamente como complemento, siendo los artículos científicos validados y que cumplieran con todos los criterios de selección los considerados como los pilares fundamentales en el desarrollo de este trabajo.

Tabla 2. Términos de búsqueda y extracción de utilización en las bases de datos.

Fuente	Ecuación de búsqueda
PubMed (PMC)	Biomaterials in endodontics Endodontics Biodentine MTA Furcation Perforation
Google Scholar	Tratamiento endodóntico MTA Biodentine Reparación de perforaciones
Elsevier	Endodoncia Perforaciones de furca Biomateriales en endodoncia
Scielo	MTA Biodentine

Los criterios que serán considerados en el desarrollo de este trabajo investigativo serán: tipo de estudio, población, idioma de publicación, disponibilidad del texto y tiempo de publicación.

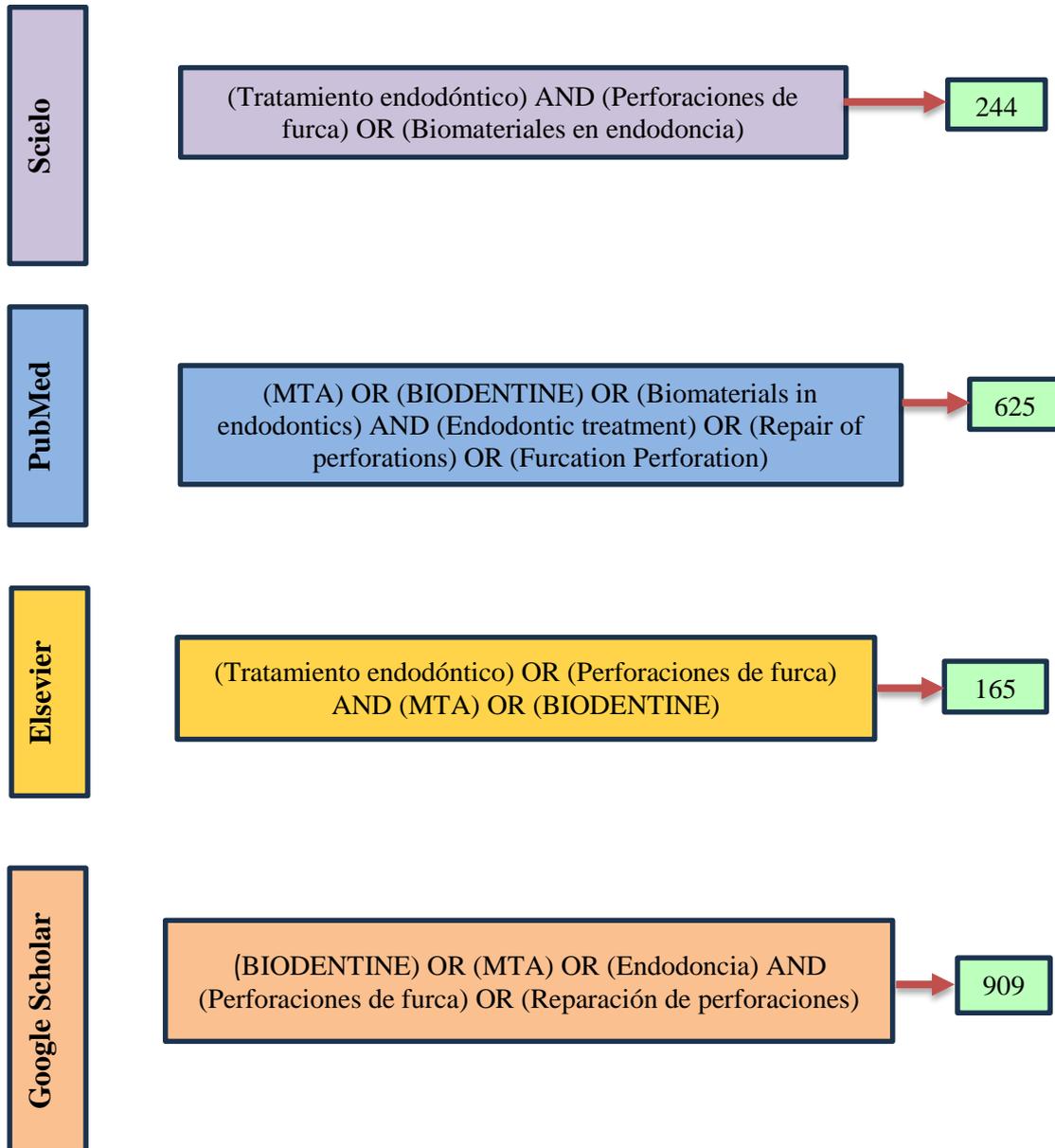
Tabla 3. Criterios de selección de estudios

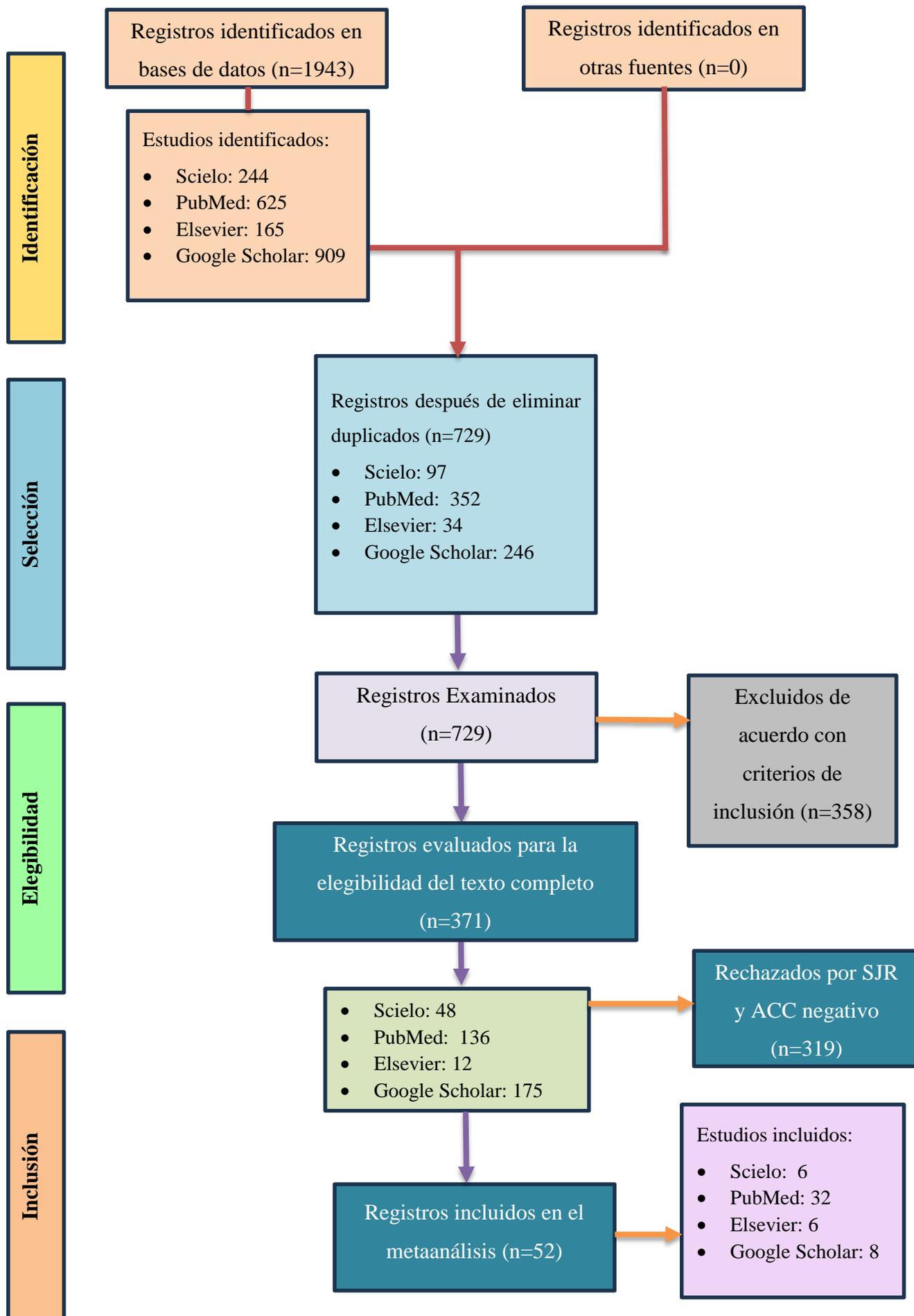
Componentes de estudio	Criterios
Tipo de estudio	Estudios de caso Estudios experimentales Revisión bibliográfica Estudios observacionales Estudios descriptivos
Población	52 artículos científicos de alto impacto MTA Biodentine Perforaciones de furca
Idioma de la publicación	Español e inglés
Disponibilidad del texto	Textos completos y de acceso gratuito
Tiempo de publicación	Últimos 10 años: 2013-2023

3.5 Instrumentos empleados

- Fuentes bibliográficas de alto impacto
- Matriz para realizar el metaanálisis
- Matriz guía de artículos científicos
- Lista de cotejo

Gráfico 1. Metodología con ecuación y algoritmo de búsqueda.

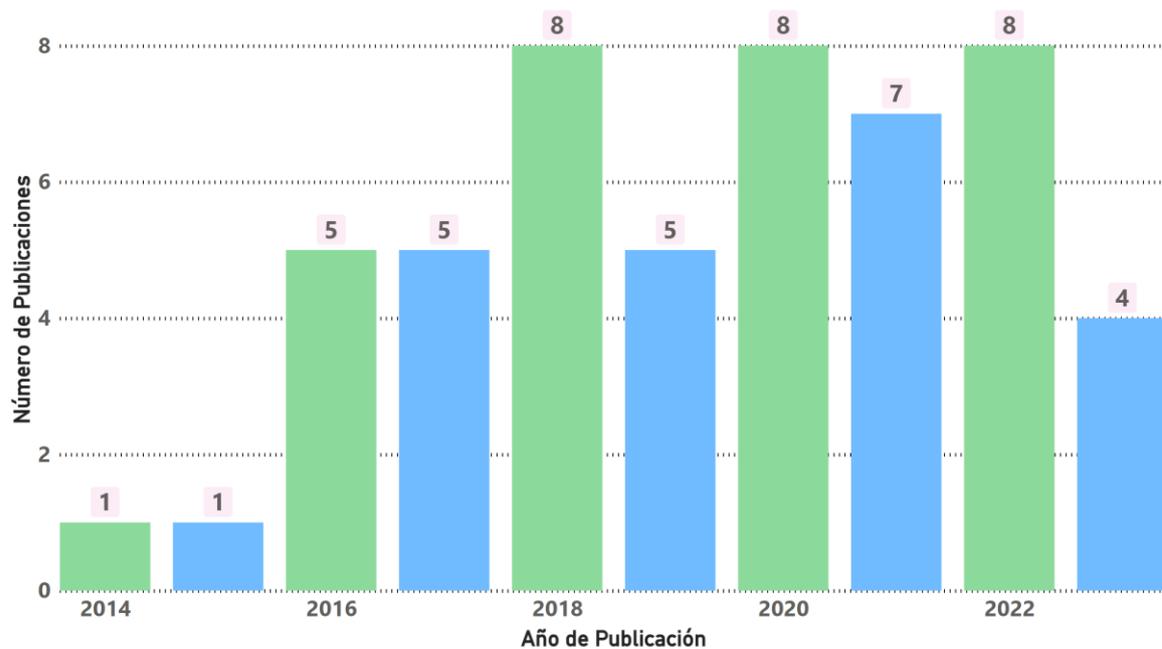




4. VALORACIÓN DE LA CALIDAD DE ESTUDIOS

4.1 Número de publicaciones por año

Gráfico 2. Número de publicaciones por año



Realizado por: Lenin Damián Perdomo Sangoquiza

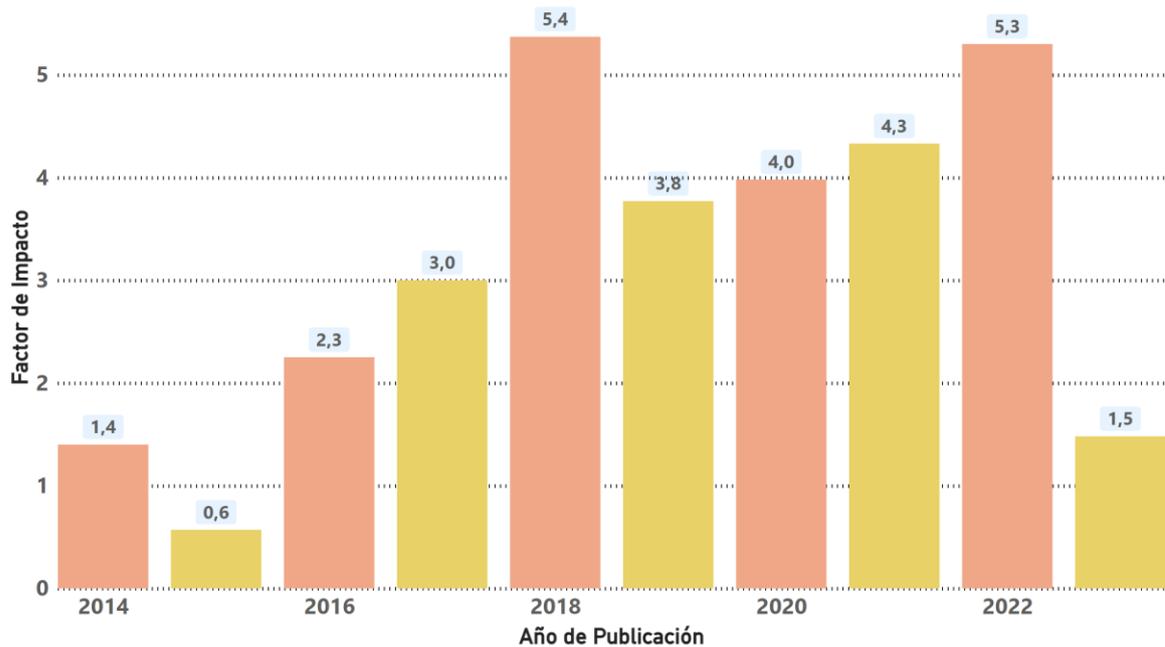
Fuente: Microsoft Power BI 2023

Análisis:

El análisis del gráfico señala la cantidad de fuentes de literatura que se emplearon para desarrollar el trabajo de investigación de acuerdo con el año en que fueron publicados, de este modo se aprecia cierta relatividad equitativa en el número de artículos científicos, con mayor énfasis en el deseo de crear estudios similares en los últimos años. Demostrando así el interés que persiste en el tema que se trata en este trabajo.

4.2 Publicaciones por factor de impacto y año de publicación

Gráfico 3. Publicaciones por factor de impacto y año de publicación



Realizado por: Lenin Damián Perdomo Sangoquiza

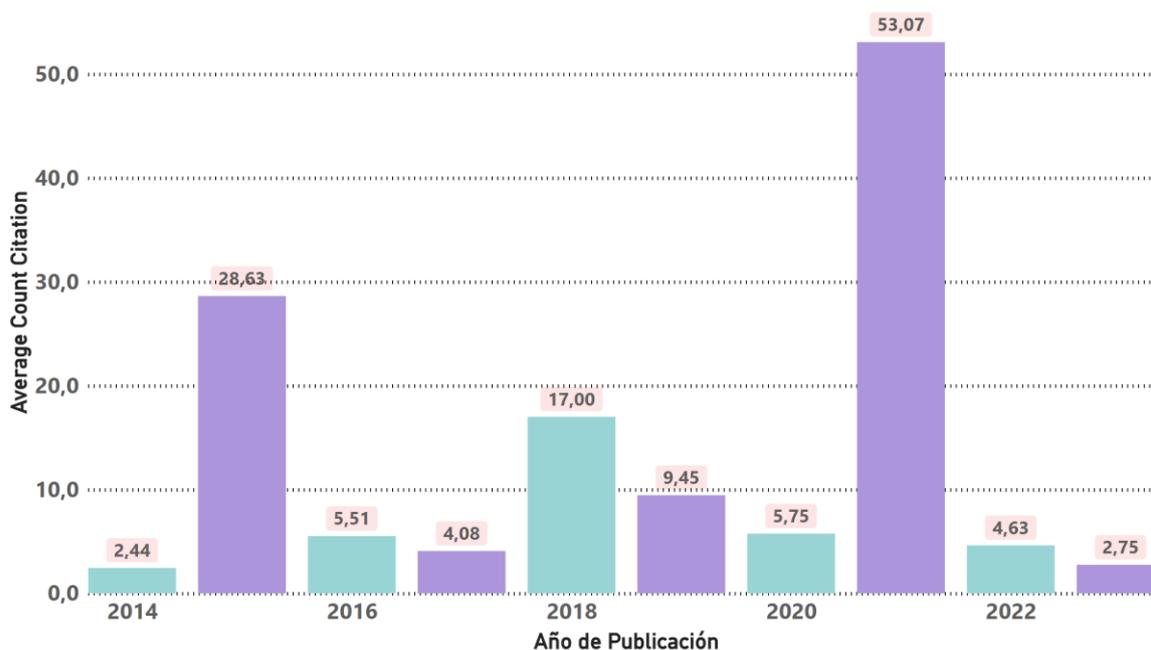
Fuente: Microsoft Power BI 2023

Análisis:

En este caso se evidencia el promedio de factor de impacto obtenido por cada año de publicación de las fuentes bibliográficas, siendo claro que en casi la totalidad de estos se superó el promedio mínimo establecido y aceptado de 1.5, pues este índice avala la calidad literaria de los artículos científicos, al mismo tiempo señala una tendencia con cierto equilibrio en el valor del factor de impacto conseguido de los estudios empleados.

4.3 Año de publicación por promedio de conteo de citas

Gráfico 4. Año de publicación por promedio de conteo de citas



Realizado por: Lenin Damián Perdomo Sangoquiza

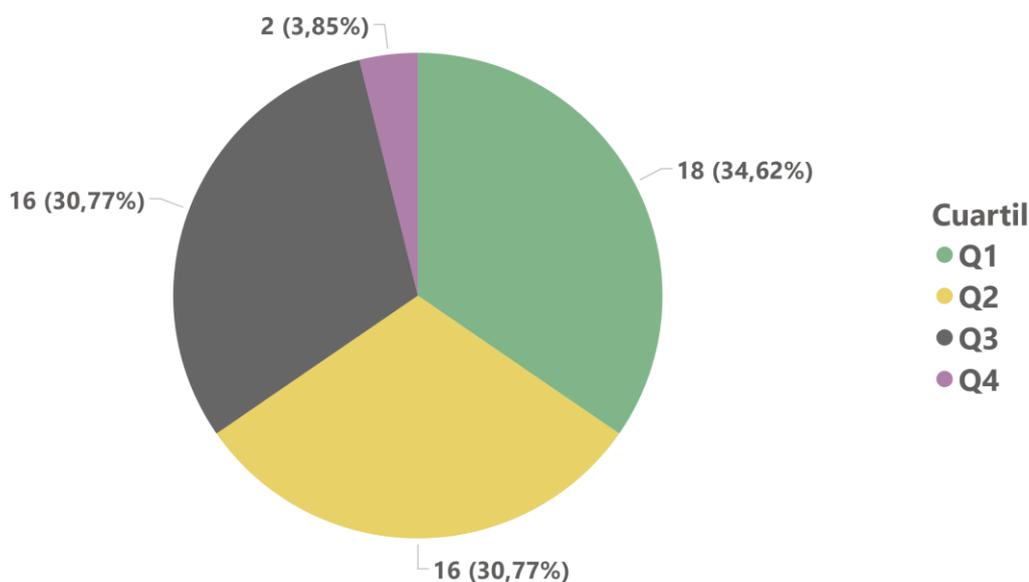
Fuente: Microsoft Power BI 2023

Análisis:

Para obtener un análisis adecuado de este gráfico se considera el promedio de conteo de citas logrado de todas las fuentes bibliográficas que participaron y su correspondiente año de divulgación, siendo importante señalar que mientras los artículos científicos poseen un alto número de citas por diferentes autores alcanzan mayor relevancia a nivel académico, así las cosas se aprecia que en los años 2015 y 2021 se logra un despunte en este índice, marcado por un descenso evidente en los años restantes.

4.4 Publicaciones por cuartil

Gráfico 5. Publicaciones por cuartil



Realizado por: Lenin Damián Perdomo Sangoquiza

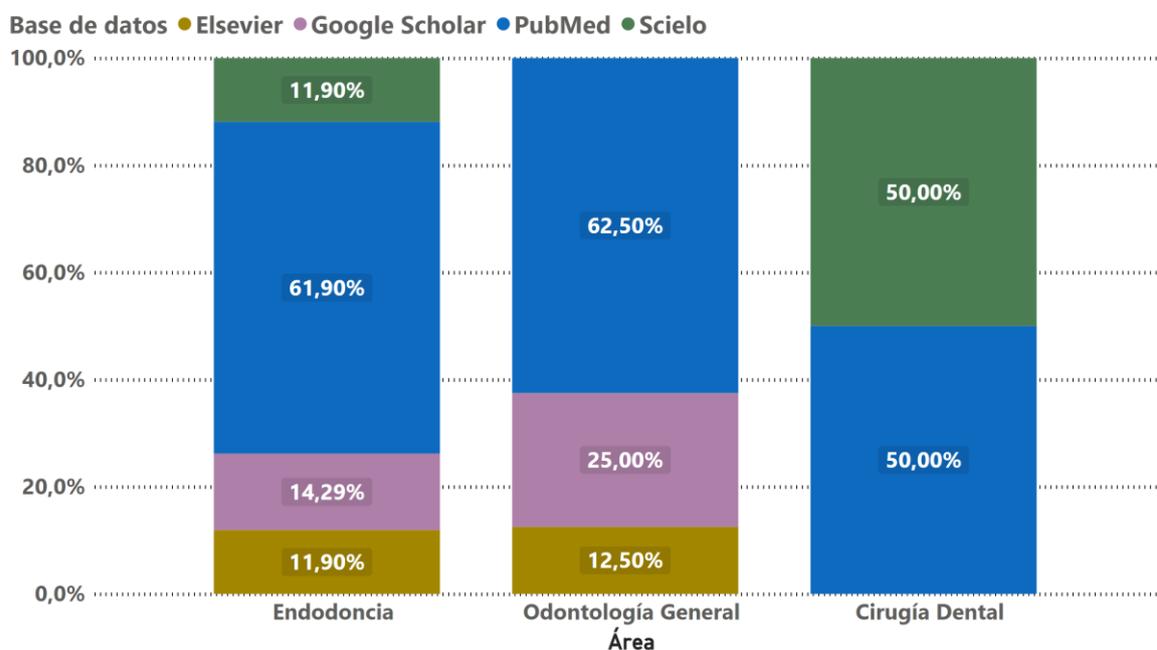
Fuente: Microsoft Power BI 2023

Análisis:

El gráfico muestra la distribución en los respectivos cuartiles y la cantidad de fuentes literarias utilizadas para desarrollar la investigación, pues la mayoría de estas se encuentran en los primeros cuartiles (Q1 y Q2), los mismos que superan el 50% del total, avalando la excelencia académica con la que se contó. Sin embargo, las restantes fuentes bibliográficas se fraccionan en los cuartiles faltantes (Q3 y Q4). Para lo cual es relevante comprender que esta clasificación en cuartiles establece el grado de factor de impacto de los estudios, donde Q1 es el de mayor impacto y Q4 el de menor.

4.5 Publicaciones por área y base de datos

Gráfico 6. Publicaciones por área y base de datos



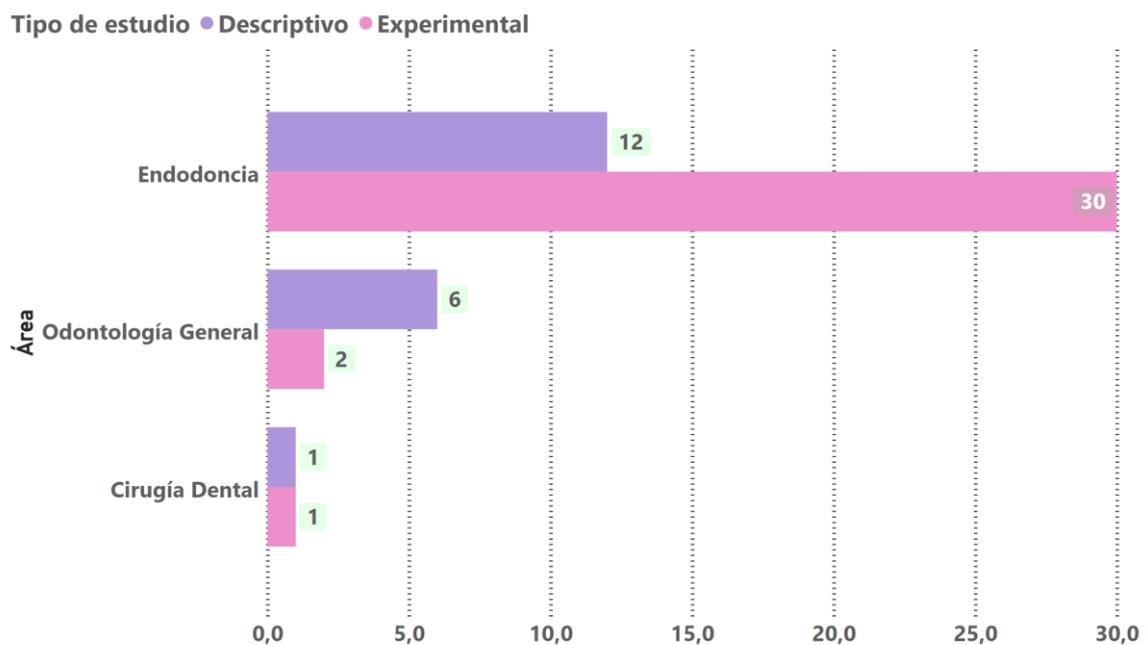
Realizado por: Lenin Damián Perdomo Sangoquiza
Fuente: Microsoft Power BI 2023

Análisis:

El gráfico se establece las áreas de la Odontología involucradas y representadas en las fuentes bibliográficas de acuerdo con las bases de datos científicas de donde se los seleccionó. Visto de otro modo indica la cantidad porcentual, que cada base de datos aportó con artículos científicos, y el área que estos simbolizan. Ejemplificando con el área de Endodoncia, el 11,90% de estudios se adquirieron de la base de datos Elsevier, el 14,29% de Google Scholar, el 61,90% de PubMed y el faltante 11,90% de Scielo. El mismo análisis se ejecuta con las áreas restantes.

4.6 Publicaciones por tipo de estudio y área

Gráfico 7. Publicaciones por tipo de estudio y área



Realizado por: Lenin Damián Perdomo Sangoiquiza

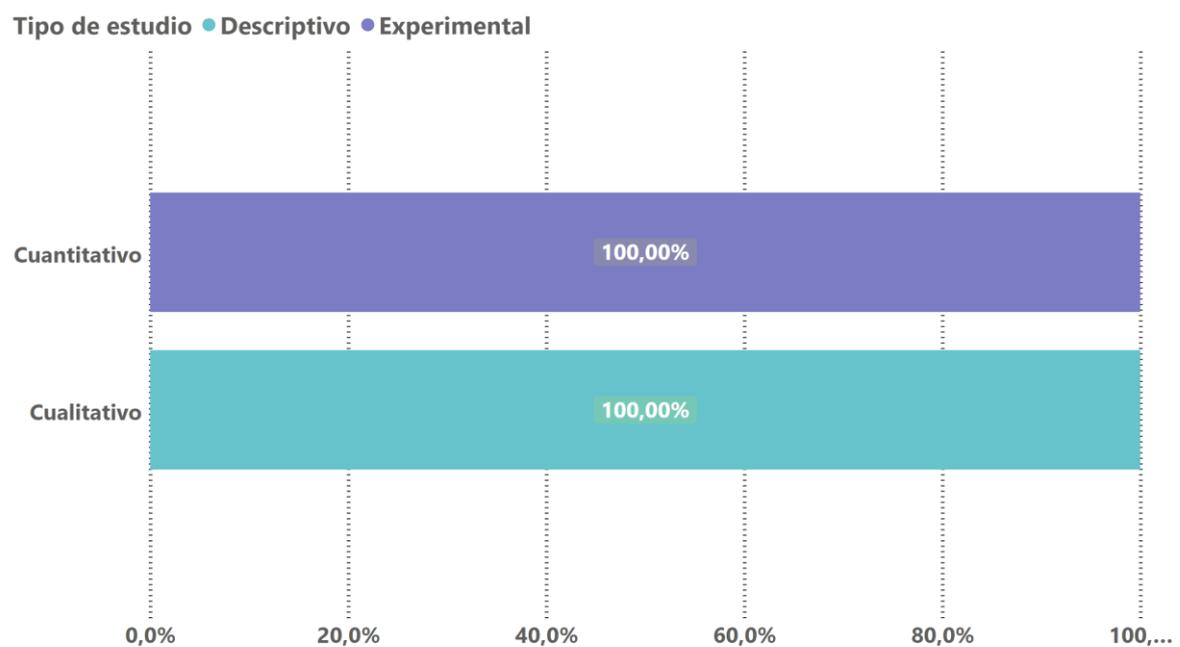
Fuente: Microsoft Power BI 2023

Análisis:

Para este caso el gráfico permite señalar el tipo de estudio encontrado en cada fuente bibliográfica empleada para desarrollar la investigación de acuerdo con el área de la Odontología participante, en donde es evidente la hegemonía del área de Endodoncia, pues proporciona 42 artículos científicos distribuidos en 12 descriptivos y 30 experimentales. El análisis es adaptable para las áreas restantes, lógicamente con sus respectivos valores.

4.7 Publicaciones por tipo de estudio y enfoque de investigación

Gráfico 8. Publicaciones por tipo de estudio y enfoque de investigación



Realizado por: Lenin Damián Perdomo Sangoquiza

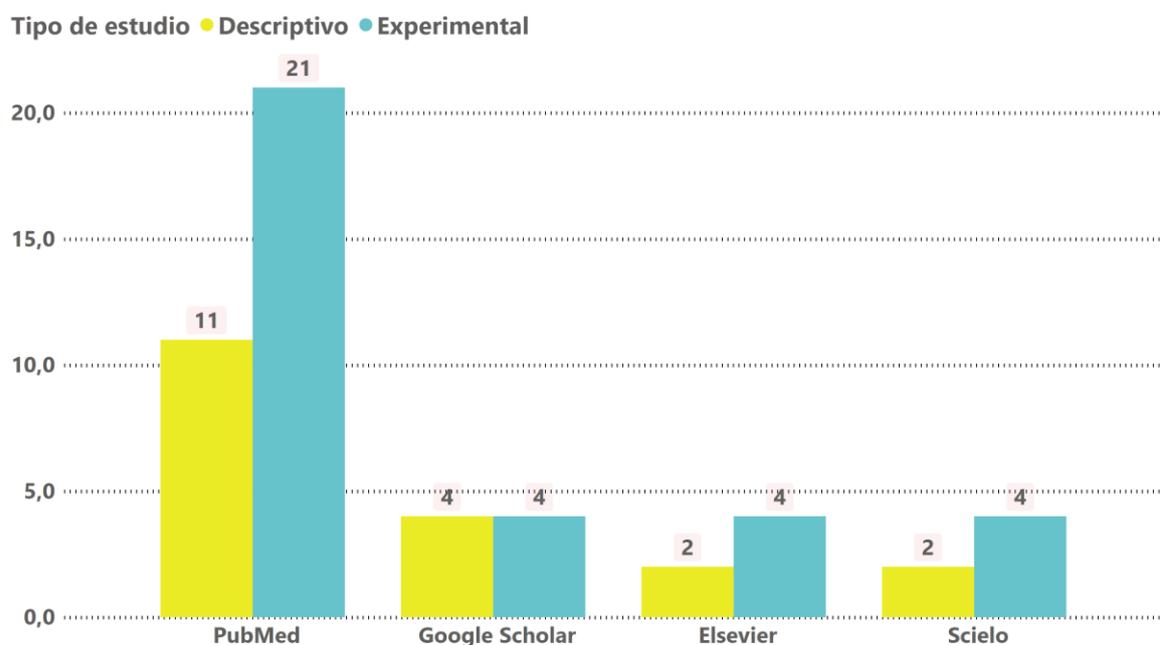
Fuente: Microsoft Power BI 2023

Análisis:

El gráfico determina que el 100% de estudios cuantitativos que participaron en la ejecución de este trabajo son de tipo experimental, en tanto que para el 100% de investigaciones con enfoque cualitativo son descriptivas. Así se establece la relación directa que persiste entre el enfoque y tipo de estudio.

4.8 Publicaciones por tipo de estudio y base de datos

Gráfico 9. Publicaciones por tipo de estudio y base de datos



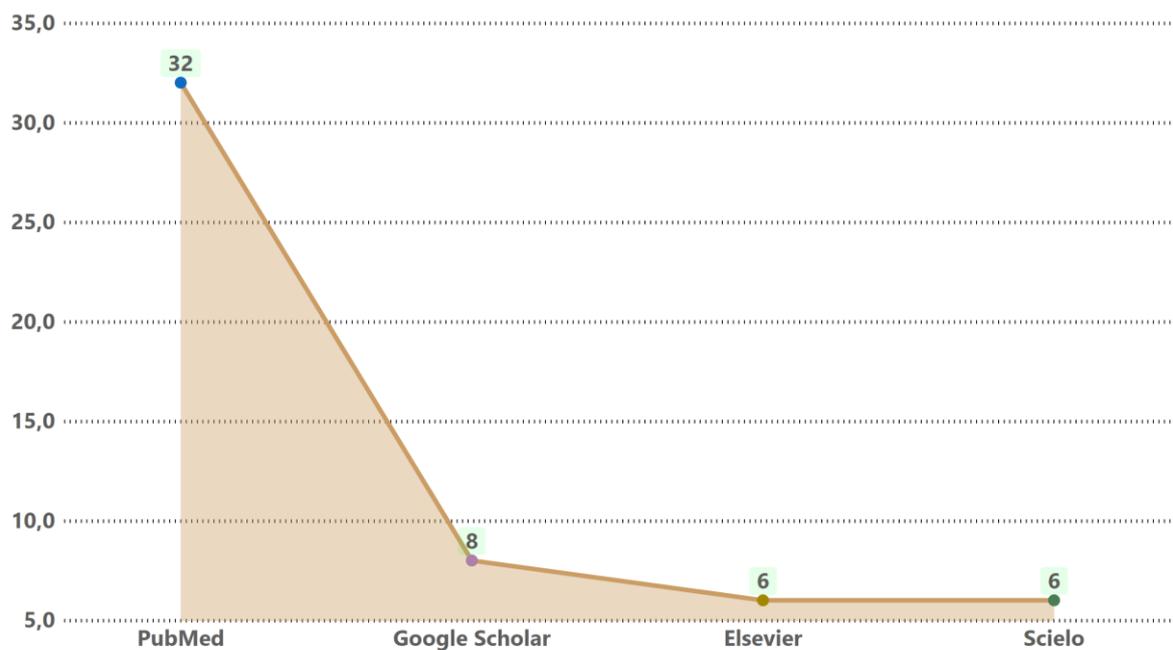
Realizado por: Lenin Damián Perdomo Sangoquiza
Fuente: Microsoft Power BI 2023

Análisis:

El gráfico permite evidenciar el número de fuentes bibliográficas alcanzado de acuerdo con el tipo de estudio al que simbolizan y la base de datos científica de donde se los seleccionó. Siendo clara la supremacía en aportaciones de PubMed, con un total de 32 artículos científicos, que se dividen en 11 de tipo descriptivo y 21 experimentales. La misma observación es válida para las bases de datos faltantes.

4.9 Publicaciones por base de datos

Gráfico 10. Publicaciones por base de datos



Realizado por: Lenin Damián Perdomo Sangoquiza

Fuente: Microsoft Power BI 2023

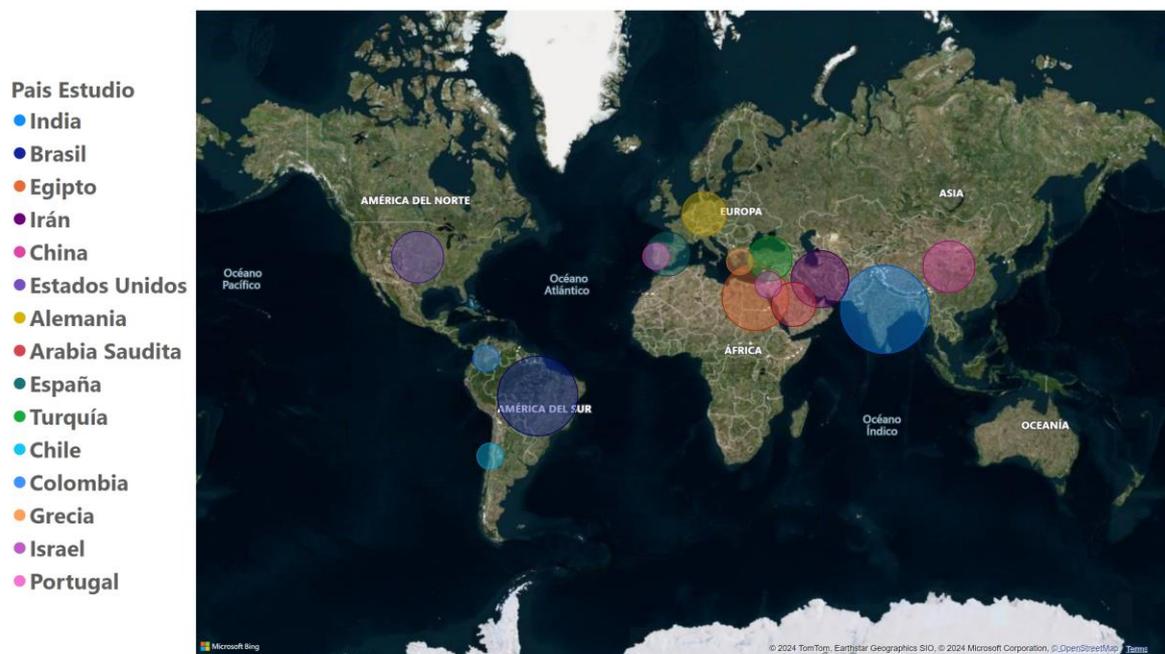
Análisis:

En este caso se aprecia la cantidad de fuentes bibliográficas captadas de acuerdo con la base de datos científica de donde se los identificó. Siendo PubMed la principal responsable de aportar con mayor número de investigaciones, para luego desarrollar una curva descendente

por la reducción del valor de artículos científicos contribuidos por las bases de datos restantes.

4.10 Publicaciones por país

Gráfico 11. Publicaciones por país



Realizado por: Lenin Damián Perdomo Sangoquiza

Fuente: Microsoft Power BI 2023

Análisis:

El gráfico determina el país con mayor cantidad de aportaciones de fuentes bibliográficas, estando a la cabeza India, seguido de Brasil, Egipto y el resto de los países identificados en la lista. Además, se aprecia una tendencia mayormente marcada en el norte del continente africano y sur del asiático sobre el interés que existe en la creación y publicación de estudios

similares al tema que se trata en esta investigación, pues en el mapamundi se observa una distribución hegemónica en dichos continentes.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

5.1 RESULTADOS

5.1.1 Analizar el uso del Agregado Trióxido Mineral y Biodentine en perforaciones de furca

5.1.1.1 Agregado Trióxido Mineral (MTA)

El agregado trióxido mineral (MTA) es un material odontológico con múltiples aplicaciones a las diferentes complicaciones en los tratamientos endodónticos como: recubrimientos pulpares y pulpotomías, reparación de perforaciones dentales, apexificaciones, obturaciones retrogradadas, etc., porque presenta una mejor adaptación marginal. Se ha demostrado que sella todas las vías entre el conducto radicular y los tejidos perirradiculares. Incluso, se ha comprobado que el MTA tiene malas propiedades de manipulación. (2) (11) (16) (31) (43) (46)

Su buena biocompatibilidad y capacidad de sellado se han verificado en la práctica clínica a largo plazo. Sin embargo, los inconvenientes del MTA, como la posibilidad de decoloración de los dientes, las características de difícil manipulación y el largo tiempo de fraguado, limitan sus aplicaciones. (4) Además presenta baja citotoxicidad porque es un cemento bioactivo que puede generar el microambiente ideal para la reparación debido a su compatibilidad tisular y propiedades antibacterianas. (5) (9) (10) (12) (14) (15) (17) (20) (22) (23) (28) (29) (30) (36) (38) (40) (47) (48)

Se ha comprobado que cuando entra en contacto con los fluidos tisulares, su óxido de calcio se convierte en hidróxido de calcio. La molécula se disocia en iones calcio e hidroxilo,

aumentando así el valor del pH a aproximadamente 12,5 y dando como resultado la liberación de iones calcio. (6) También presenta otras propiedades favorables como la radiopacidad, disponibilidad y promoción de la regeneración de tejidos, así como la inducción de cementogénesis y osteogénesis. (8) (18) (30) (33) (35) (49)

Incluso en estudios in vivo han demostrado una respuesta favorable del tejido perirradicular al uso de MTA en perforaciones de furcación y la inducción de la formación de tejido mineralizado. Además, su buen comportamiento biológico ha sido demostrado en informes de casos que indican éxito clínico y radiográfico. (25) Porque su respuesta biológica demostró que presenta buen comportamiento tisular. (50) También se habla de sus propiedades de fraguado en presencia de humedad o incluso sangre son características importantes que pueden dar lugar a mayores tasas de éxito. (26)

Estudios avalan que la excelente capacidad de sellado del MTA puede estar asociada con su sello mecánico inicial y la posterior formación de cristales de hidroxiapatita que es inducida por la producción disuelta de MTA y capaz de reaccionar con la dentina para obtener una adhesión química. (32) Además estimula la formación de hueso y cemento. (34) Porque los resultados de los estudios en la revisión actual confirmaron su papel en la curación del defecto de perforación. (39) Mejorando el pronóstico de la reparación. (42)

5.1.1.2 Biodentine

Biodentine es un nuevo material de cemento a base de silicato tricálcico que fue creado como un material sustituto de la dentina, tiene varias aplicaciones clínicas como: recubrimiento pulpar, pulpotomía, perforaciones endodónticas, apexificaciones, etc. Se menciona mejores propiedades de manipulación, la buena consistencia, pH alcalino alto y un tiempo de fraguado más corto que el MTA. Además, posee propiedades físicas muy similares a las de la dentina y presenta un bajo riesgo de decoloración de los dientes. (4) (9) (10) (17) (18) (20) (35) (40) (46)

Estudios avalan que el Biodentine induce la curación de perforaciones de furca cuando entra en contacto con tejidos perirradiculares porque crea un microambiente biomineralizante con

una reacción inflamatoria mínima. (5) Además no solo tiene una capacidad de sellado mejorada sino también posee propiedades de biocompatibilidad, bioactividad y biomineralización. (8) Por lo tanto es otro biomaterial popular en endodoncia con resultados prometedores. (9) Porque está indicado en el sellado de comunicaciones entre el espacio pulpar y el ligamento periodontal. (14) (28) (40) (50) (51)

También se habla de otras propiedades que presenta el Biodentine como: alta resistencia a la compresión, mayor fuerza de unión por compresión y empuje, alta densidad, disminución de la porosidad, y microfiltración, estabilidad del color, inducción de proliferación celular, formación inmediata de hidróxido de calcio, alta liberación y profundidad de incorporación de iones calcio, baja citotoxicidad, preservación de la viabilidad de los fibroblastos gingivales, y amplia aplicabilidad clínica. Por lo tanto, podría ser una alternativa eficaz a las formulaciones de agregados de trióxido mineral. (15)

Otros estudios mencionan que el Biodentine mostró una mejor capacidad de sellado, no es reabsorbible, es menos soluble, hidrófilo, estable y forma un sello hermético. (22) Porque al igual que el MTA, tiene compatibilidad tisular, mantiene la interfaz hueso-biomaterial, y no es genotóxico. (25) (49) Además el tiempo de fraguado, según el fabricante es de 12 minutos, se acorta debido a algunos de sus componentes, como el carbonato de calcio y la solución a base de agua, que contiene cloruro de calcio y carboxilato en el líquido. (48)

5.1.1.3 Comparación entre MTA Y Biodentine

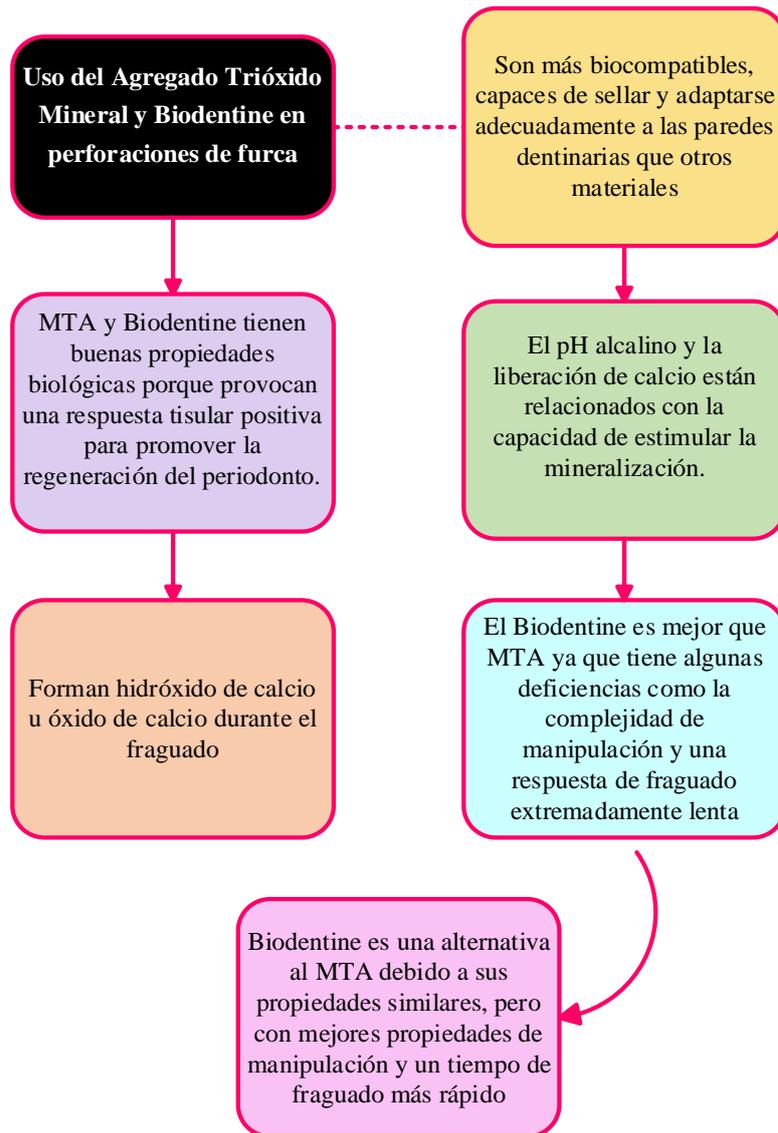
El agregado trióxido mineral “MTA” y el Biodentine son biomateriales utilizados ampliamente en la actualidad ya que brindan grandes beneficios en los diferentes tratamientos endodónticos por sus altas características físicas y químicas que presentan.

Recientemente, se introdujeron en el mercado dos nuevos materiales MTA Plus y Biodentine los fabricantes afirman que estos materiales tienen buenas propiedades de manipulación (tiempo de fraguado más rápido) y propiedades biológicas. Porque provocan una respuesta tisular positiva para promover la regeneración del periodonto. (2)

Se menciona que tanto MTA como Biodentine son capaces de provocar una regeneración completa del tejido dentoalveolar adyacente en los dientes permanentes y, por lo tanto, se utilizan en la reparación de perforaciones furcales. (3) Porque forman hidróxido de calcio u óxido de calcio durante el fraguado, presentando un cierto grado de solubilidad para mejorar el proceso de mineralización en contacto con el tejido vital. El pH alcalino y la liberación de calcio están relacionados con la capacidad de estimular la mineralización. (6) (19)

Incluso estos materiales dan como resultado respuestas apropiadas del tejido perirradicular como materiales de perforación radicular, y en el 30% de las muestras se había producido reparación del cemento. Otros estudios indicaron que la respuesta del tejido después de la implementación de MTA y Biodentine fue agradable, y ambos formaron tejido mineralizado, lo que resultó en una re inserción parcial de fibras. (7)

Gráfico 12. Cuadro Resumen



Realizado por: Lenin Damián Perdomo Sangoquiza
Fuente: Microsoft Visio 2023

Por otro lado, producen respuestas inflamatorias perirradiculares y resorción ósea similares cuando se utilizan para sellar perforaciones. Además, reducen el riesgo de estrés potencialmente dañino en la región de la perforación. (11) Porque son más biocompatibles, capaces de sellar y adaptarse adecuadamente a las paredes dentinarias que otros materiales. (21) Pero el Biodentine tiene una mejor capacidad de sellado y menos microfugas cuando se usa en la reparación de furcaciones. (28)

Estudios avalan que el Biodentine es mejor que MTA ya que tiene algunas deficiencias como la complejidad de manipulación y una respuesta de fraguado extremadamente lenta, lo que puede aumentar las fugas, la rotura de la superficie, la falla del ajuste marginal e interrupción

de la estabilidad de la sustancia que conduce a un mayor peligro de contaminación microbiana. Por lo tanto, la mayor capacidad de sellado fue observado con el uso de Biodentine. (31) Por lo que es una alternativa al MTA debido a sus propiedades similares, pero con mejores propiedades de manipulación y un tiempo de fraguado más rápido. (36)

Además, se ha comprobado que el Biodentine es biocompatible, similar al MTA, pero no contiene óxido de bismuto ni aluminato de calcio, que acorte su tiempo de fraguado. (39) Estudios menciona que el MTA tiene una mejor capacidad de sellado a largo plazo (51) Sin embargo otras investigaciones avalan que en comparación con MTA Plus, Biodentine tenía características físicas y químicas casi similares, por lo que la consistencia de Biodentine fue mejor que la de MTA Plus para uso clínico. (52)

5.1.2 Material con mayor porcentaje de éxito en perforaciones de furca

Varios factores inciden en el pronóstico de las perforaciones de furca como son: el tiempo transcurrido, el tamaño de la perforación, la localización y sobre todo el biomaterial que brinde características satisfactorias y beneficiosas para su reparación. Se menciona que el MTA Angelus tenía una capacidad de sellado superior. (2) Igualmente el Biodentine también puede considerarse como un material de elección para la reparación de perforaciones en furca. (3) (16)

Estudios avalan que tanto Biodentine como MTA son excelentes materiales de reparación de perforaciones. Sin embargo, el efecto de Biodentine sobre el tejido periapical no se ha aclarado completamente. A pesar de ello mostraron una biocompatibilidad celular comparable promoviendo la curación del hueso perirradicular. (4) Por ende el Biodentine tenía una mejor capacidad de sellado que MTA Angelus puesto que el pequeño tamaño de las partículas facilita la adaptación en la superficie de la cavidad y el contacto del relleno, por esta razón tiene una mejor propiedad de adaptación (5) (11) (12) (31) (32) (36) (52) (46)

También se habla que el Biodentine es más soluble que ProRoot MTA por esa razón la mayor solubilidad puede ser una ventaja con respecto a la bioactividad, pero es necesaria más investigaciones. Además, el Biodentine posee una microdureza superior. Por lo tanto, en

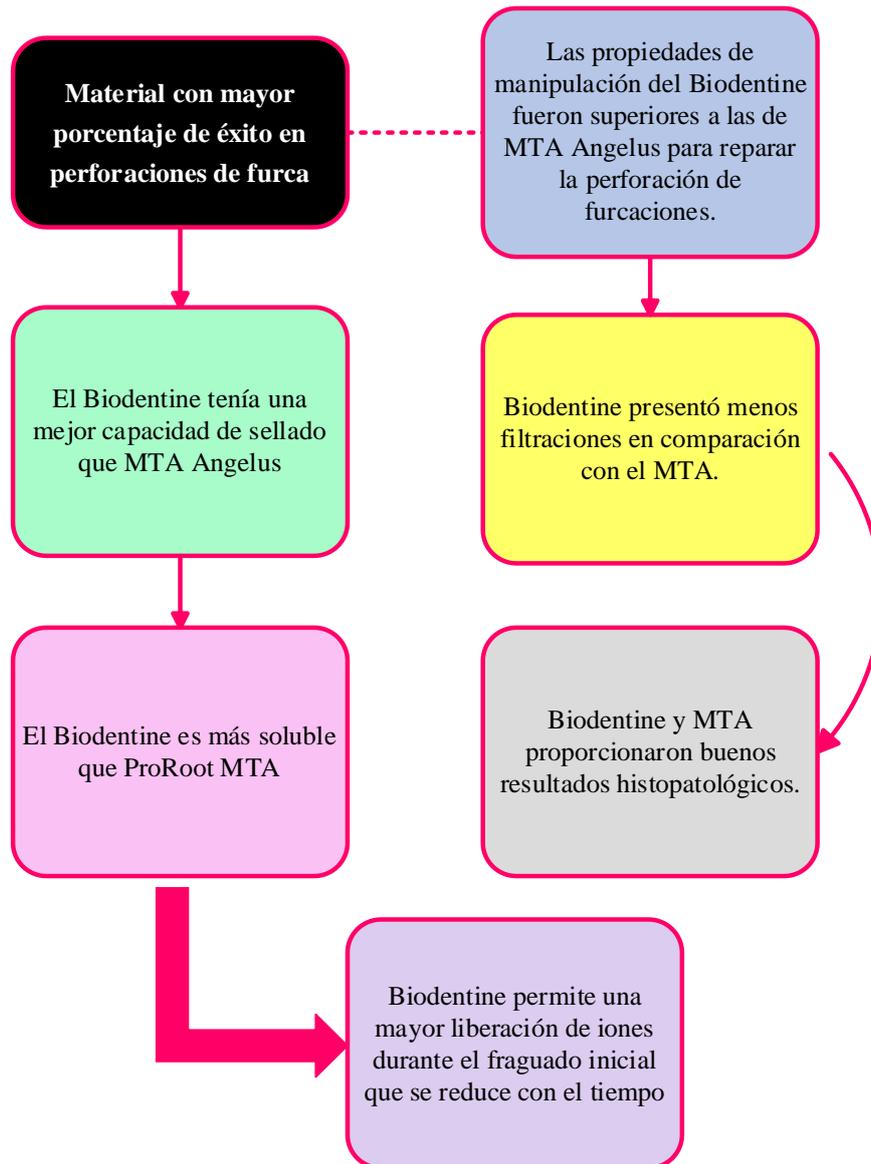
cuanto a la dureza de la superficie, este cemento puede considerarse un sustituto de la dentina porque puede tener un comportamiento mecánico similar a la dentina humana, mientras que ProRoot MTA parece inadecuado para uso clínico a largo plazo como base restauradora o para reemplazar la dentina. (6)

Se ha comprobado en estudios que las propiedades de manipulación del Biodentine fueron superiores a las de MTA Angelus para reparar la perforación de furcaciones por sus propiedades biológicas favorables de igual forma presenta menos porosidad, un tiempo de fraguado corto y propiedades de bioactividad y biomineralización. (7) (8) (28) (39) (46) Mostrando resultados prometedores por ende puede recomendarse como alternativa adecuada del MTA (9) (40)

Estudios compararon la capacidad de sellado del MTA y Biodentine en preparaciones de furcas en molares primarios por microscopia electrónica de barrido, donde los resultados indicaron que la Biodentine presentó menos filtraciones en comparación con el MTA. (13) (22) Por tal razón a pesar de la reacción inflamatoria inicial y la resorción ósea, ambos favorecen la reparación de los tejidos periodontales. (14) Sin embargo estos materiales producen los mismos compuestos químicos, pero el Biodentine permite una mayor liberación de iones durante el fraguado inicial que se reduce con el tiempo, mejorando posteriormente las condiciones, con relación a la compatibilidad tisular y la formación de tejido mineralizado. (15) (20)

Otra de las principales propiedades es la fuerza de unión por expulsión donde fue mayor el Biodentine contaminado con sangre, seguido por el MTA Angelus no contaminado con sangre. (18) Por otro lado el MTA ha demostrado que tiene el comportamiento biológico más predecible y adecuado pero el Biodentine también tuvo resultados favorables. Inclusive los hallazgos indicaron que el MTA produce una respuesta histológica más favorable que otros materiales en la reparación de perforaciones furcales. (19) (26) (47) Por lo tanto, el Biodentine y MTA proporcionaron buenos resultados histopatológicos. (25)

Gráfico 13. Cuadro Resumen



Realizado por: Lenin Damián Perdomo Sangoiquiza
 Fuente: Microsoft Visio 2023

Otros estudios nos mencionan que el tejido periodontal responde más favorablemente a la reparación con MTA cuando se coloca en perforaciones más pequeñas porque el tiempo de tratamiento se vuelve más crítico a medida que aumenta el tamaño de la perforación. (29) (42) (43) Por eso el MTA puede considerarse una opción ideal para los tratamientos inmediatos y mediatos. (30) Como resultado el pronóstico de la reparación de la perforación mejoró cuando se utilizó MTA. (37) Porque proporciona un sellado biocompatible y eficaz a largo plazo con una mayor tasa de éxito, pero carece de un buen resultado estético. (50) Sin embargo presenta mayor prevención de fugas bacterianas en comparación con el Biodentine en perforaciones más pequeñas. (49)

5.1.3 Efectividad del Agregado Trióxido Mineral y Biodentine en perforaciones de furca

La efectividad de los biomateriales va a depender de las diferentes propiedades que presentan como la biocompatibilidad, la bioactividad y la biomineralización. Otra propiedad de mucha importancia es la microfiltración donde el Biodentine fue similar en comparación con MTA Angelus y MTA Plus. Porque presenta un tiempo de fraguado más corto (12 min), naturaleza hidrófila y una leve expansión del material al fraguar, por lo tanto, presenta un menor riesgo de contaminación bacteriana, lo que lo hace superior al MTA. Sin embargo, el MTA Angelus mostró la menor microfiltración entre los materiales probados en todos los intervalos de tiempo puesto que está formado por finas partículas hidrófilas que absorben agua durante la hidratación del polvo. Por lo tanto, el material se expande durante la solidificación, lo que produce una adaptación superior a la dentina. (2) (20)

Estudios avalan que tanto MTA como Biodentine son capaces de provocar una regeneración completa del tejido dentoalveolar adyacente en los dientes permanentes y, por lo tanto, se utilizan en la reparación de perforaciones furcales. Además, la capacidad de biomineralización (absorción de Ca y Si) de estos materiales provoca modificaciones químicas y estructurales de la dentina, lo que da como resultado una capacidad de sellado cercana, porque tienen la idoneidad de formar apatita. (3) (32) Por eso se ha comprobado que la capacidad de biomineralización del Biodentine es mayor que la del MTA, ya que presenta una capa más amplia rica en calcio y silicio en la interfaz del material dentinario. (51)

Inclusive el Biodentine puede inducir la síntesis de una matriz similar a la dentina por parte de células similares a los odontoblastos humanos en forma de nódulos de mineralización que tienen las características moleculares de la dentina. Esto es de suma importancia durante el proceso de sellado, ya que la sílice puede inducir la función de mineralización de las células al afectar la proliferación celular y la expresión genética. (3) Además, el Biodentine posee una capacidad de sellado y una biocompatibilidad similar a la del MTA, así mismo regula positivamente los marcadores de mineralización de esta forma promueve la curación ósea. (4) (28) (33) (39)

Por eso el MTA puede estimular el crecimiento de las células del ligamento periodontal, la adhesión de osteoblastos y la regeneración ósea debido a sus capacidades cementogénicas y osteogénicas, porque activa los marcadores óseos necesarios para la biomineralización y la curación de los defectos óseos periapicales, al mismo tiempo que estimula las células del sistema inmunológico para generar linfocinas que promueven la reparación y regeneración del cemento. (5) (16) (29) (30) (37) (46)

Además, se ha comprobado que el MTA y Biodentine pueden promover respuestas regenerativas en tejidos naturales, como la osteoinducción. Por lo tanto, la efectividad y el resultado de las aplicaciones de endodoncia estaban intrínsecamente vinculados a la biocompatibilidad y bioactividad de estas biocerámicas a base de silicato de calcio. (5) (19) Por eso, estos cementos tienen la capacidad de formar cristales de hidroxiapatita en su superficie después del contacto con líquidos que contienen fosfato, como los fluidos corporales o el tampón fosfato salino, ya que los iones de calcio liberados de estos cementos reaccionan con el fosfato formando dichos cristales. (6) (9) (10)

También se habla que el MTA y Biodentine mostraron una resorción equivalente de tejido duro. Sin embargo, el Biodentine produjo una inflamación notablemente menor y una reparación superior del cemento. Incluso no se observó ningún impacto negativo en la resistencia a la compresión de MTA y Biodentine tras su exposición a la saliva y la sangre de la cavidad bucal. (7) (11) (32) Por tal razón, el crecimiento de una capa de apatita sobre estos cementos genera un entorno ideal para la diferenciación y colonización de células madre y osteoblastos. (10) (19) (47)

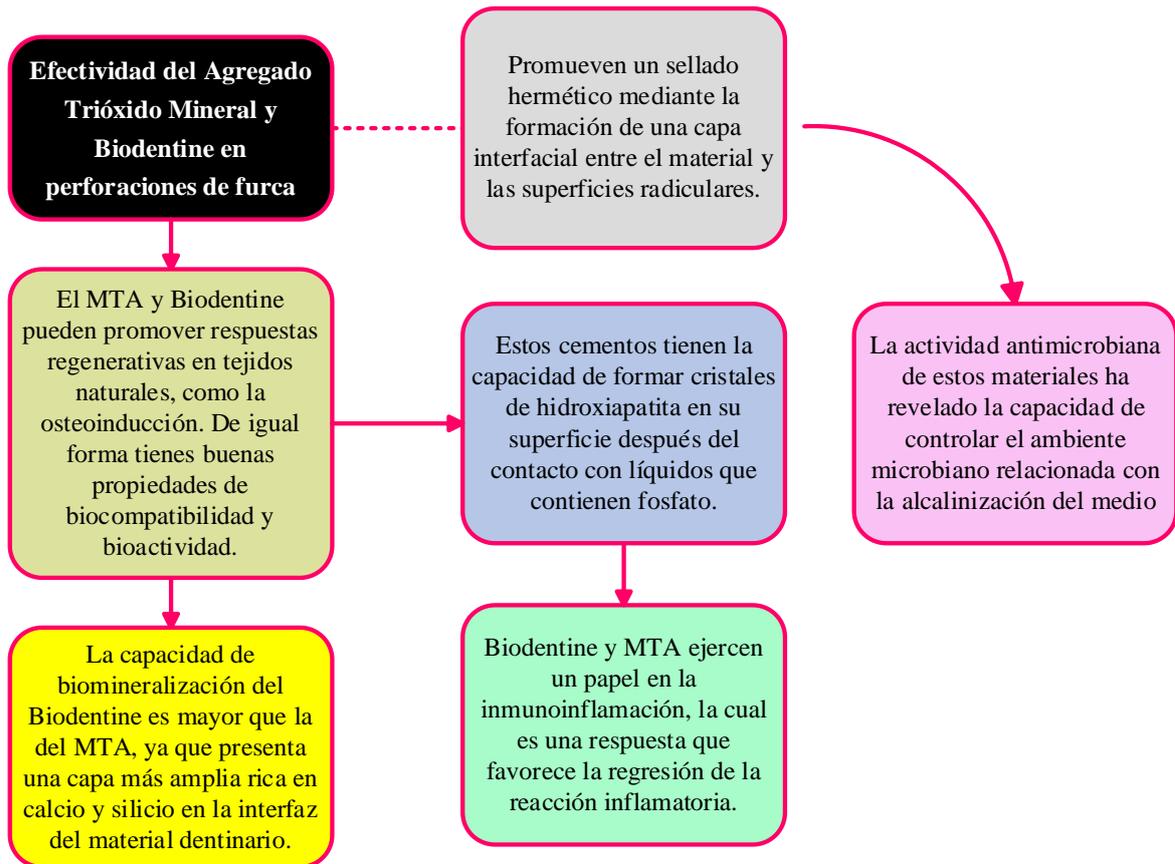
Debido a esto el MTA mejora el crecimiento de fibroblastos, osteoblastos, cementoblastos, células del estroma de la médula ósea y células de la pulpa. De manera que la liberación de iones de calcio y la alcalinidad del medio estimulan la liberación de fosfatasa alcalina y proteína morfogenética ósea 2 que son importantes en el proceso de mineralización. (12) (39) (42) (43) Por ese motivo al entrar en contacto con los tejidos, el MTA induce el reclutamiento de células inflamatorias, lo que lleva a una inflamación inicialmente moderada en los tejidos circundantes, porque con el tiempo se observa una reducción gradual en el número de células inflamatorias en respuesta al MTA, lo cual indica compatibilidad biológica de este material. (14) (21)

Por el contrario, el Biodentine presenta una adecuada respuesta biológica in vivo, similar al MTA y la inducción de una reacción inflamatoria moderada en el tejido. Debido a esto el Biodentine y MTA ejercen un papel en la inmunoinflamación, la cual es una respuesta que favorece la regresión de la reacción inflamatoria y la formación de componentes estructurales del periodonto, como fibras de colágeno y matriz ósea. (14) (26) Además el Biodentine tiene la capacidad para formar estructuras en forma de etiquetas, lo que aumenta la resistencia a las fuerzas de desprendimiento. (18) (46)

Estudio avalan que el MTA presenta compatibilidad tisular y acción antimicrobiana por eso es capaz de crear un microambiente ideal para la reparación, sin embargo, otros estudios nos mencionan que el MTA, es incapaz de inducir el crecimiento de tejidos naturales en el sitio de la perforación. (27) Por otra parte, el Biodentine estimula la activación de fibroblastos y la formación de fibras de colágeno. (25) Incluso presenta menor capacidad de microfiltración dado que el tamaño de partícula más pequeño hace que la porosidad de la interfaz de sellado y el volumen de poros en la sustancia fraguada sean menores, lo que puede contribuir a una capacidad de sellado superior. (31) (36) También tuvo un rendimiento considerable incluso después de haber sido expuesto a varios irrigantes endodónticos en comparación con MTA. (35)

Por esa razón, el MTA tiene características desafiantes desde su manipulación hasta su configuración, porque puede poner en peligro el sellado de la furca, ya que puede eliminarse a la carga oclusal temprana o a la irrigación, debido a que se comportó desfavorable al contacto con la clorhexidina. Mientras que el Biodentine presenta mejor flujo y menor tiempo de fraguado, así como una mejor resistencia a la carga oclusal. (40) Por otro lado la actividad antimicrobiana de estos materiales ha revelado la capacidad de controlar el ambiente microbiano relacionada con la alcalinización del medio debido a la liberación de iones hidroxilo y su difusión a través de la dentina. (50)

Gráfico 14. Cuadro Resumen



Realizado por: Lenin Damián Perdomo Sangoquiza
 Fuente: Microsoft Visio 2023

Otros estudios nos mencionan que una desventaja del MTA es la dificultad de manipulación y colocación debido a su consistencia, por eso a medida que el MTA se hidrata, libera cristales de hidróxido de calcio y silicato de calcio estos cristales se unen y se combinan para formar una red formada por poros. Cuando aumenta la hidratación, los micro canales disminuyen y retienen el exceso de agua. Incluso esto hace que se endurezca y mejore la capacidad de sellado del material. Porque mientras más pequeña sea la perforación, mejor se podrá conseguir el sellado. (49)

Sin embargo, los materiales bioactivos (MTA, Biodentine) promueven no sólo un sellado hermético mediante la formación de una capa interfacial entre el material y las superficies radiculares, sino que también lideran la regeneración de los tejidos periodontales y óseos mediante la liberación de iones de calcio y la producción de hidróxido de calcio y cristales de apatita. (48)

5.1.4 Identificar las causas principales que originan las perforaciones de furca

Las perforaciones se pueden definir como una abertura o interrupción de la continuidad patológica o artificial entre la cámara pulpar o el conducto radicular y los tejidos periodontales del diente, identificada como uno de los accidentes más comunes en odontología. (24) (14) De tal forma, las perforaciones furcales son comunicación iatrogénica o patológica entre el sistema de conductos radiculares y la superficie radicular externa en la zona interradicular de las piezas dentarias con múltiples raíces que unen el espacio pulpar con los tejidos periodontales. (7) (12) (28) (29) (33) (34) (36)

La reabsorción interna o externa, la caries y la actuación del operador durante el acceso y la preparación del espacio posterior son algunas de las causas más comunes. Además, también puede ocurrir debido a daños en la raíz durante la preparación y colocación de postes intrarradicales. Incluso pueden ocurrir perforaciones iatrogénicas de la furca como resultado de una mala dirección de una fresa durante la preparación del acceso y la sobreinstrumentación. (3) (27) Por ello en los dientes multirradicales, la periodontitis y la pérdida irreversible de inserción pueden resultar en perforaciones furcales del piso pulpar. (5)

Las perforaciones pueden ser patológicas (causadas por reabsorción radicular interna/externa y/o de una gran lesión cariosa que se extiende hacia el piso de la cámara pulpar) o iatrogénicas (como resultado de procedimientos dentales durante la remoción inadvertida e incontrolada de dentina durante la apertura del acceso, identificación y ubicación errónea del conducto radicular, al tratar con cámaras pulpares calcificadas o durante la preparación del espacio posterior). (8) (16) (18) (22) (23) (25) (26) (29) (30) (31) (35) (38) (39) (40) (42) (43) (50) (52) (46) Además, debido a la complejidad de los tratamientos y los desafíos de comportamiento en los niños, los accidentes de procedimiento como la perforación y la creación de una abertura artificial en el área de la furca no son infrecuentes. Se ha informado que la perforación ocurre en 2-12% de los casos. (9)

Gráfico 15. Cuadro Resumen



Realizado por: Lenin Damián Perdomo Sangoquiza
 Fuente: Microsoft Visio 2023

Representando hasta el 29% de todos los errores iatrogénicos durante el tratamiento de conducto. Siendo la segunda causa más frecuente de fracaso del conducto radicular. En consecuencia, provoca una respuesta inflamatoria crónica al crear un pasaje patológico entre el sistema de conductos radiculares y el periodonto poniendo en peligro el éxito de la terapia endodóntica, incluso llegando a producir pérdida ósea. (19) (21) (32) (49) (48)

6. DISCUSIÓN.

Esta complicación presenta incidencias significativas en la actualidad, por ejemplo a nivel del continente Asiático en el país de Irán, se han informado en estudios que la perforaciones ocurren entre 2-12% de los casos, mientras que en América Latina en los países como Brasil, se han informado que las perforaciones accidentales representan hasta el 29% de todos los errores iatrogénicos durante el tratamiento de conducto en cambio en Chile en estudios realizados en estudiantes de pregrado reportan frecuencias de perforaciones en general entre

2,4 % y 17,6 % por esa razón es importante tener conocimientos sobre las perforaciones endodónticas. (4)

Las perforaciones de furca son consideradas uno de los accidentes más comunes en la práctica odontológica por lo que se han desarrollado biomateriales como el MTA y Biodentine con propiedades como biocompatibilidad, capacidad de sellado, etc., para promover la capacidad de reparación de estos incidentes clínicos con resultados favorables. De este modo Shetty S. y colaboradores (2) (6) (19) (21) (28) en base a esta premisa, han descrito que el MTA y Biodentine presentan buenas propiedades biológicas ya que estos materiales al entrar en contacto con el tejido tisular muestran una respuesta positiva en la regeneración del periodonto, de igual forma gracias a su propiedad de manipulación presentando un tiempo de fraguado más rápido; del mismo modo Mulla S. y colaboradores (3) (7) (11) (31) concuerdan en que, estos materiales inducen la regeneración del tejido dentoalveolar ya que durante el tiempo de fraguado forman hidróxido de calcio u óxido de calcio que participan en el proceso de mineralización al entrar en contacto con el tejido vital.

Por otro lado, Alazrag M. y colaboradores (36) (4) (9) (46) (18), no están de acuerdo que estos materiales presentan las mismas propiedades, ya que mencionan que el Biodentine presenta mejores características como una mejor capacidad de sellado, menos microfugas, mejores propiedades de manipulación y un tiempo de fraguado más rápido; además, Elbahary S. y colaboradores (8) (30) (33) (35) señalan que a pesar de que el MTA presenta una buena capacidad de sellado a largo plazo, presenta desventajas considerables como: su difícil manipulación, tiempo de fraguado lento ocasionando la presencia de fugas, su falencia en el ajuste marginal puede ocasionar un mayor grado de contaminación microbiana.

En cuanto al material que presenta mayor porcentaje de éxito en perforaciones de furca Mungekar S. y colaboradores (16) (12) (32) (52) (40) mencionan que, tanto el Biodentine como MTA son materiales que presentan grandes propiedades en la reparación de perforaciones, sin embargo, el Biodentine presentó excelentes propiedades a comparación del MTA como una mejor capacidad de sellado debido a que sus partículas son más pequeñas por lo que facilita su adaptación, presenta mayor solubilidad, menor porosidad, menor microfiltración, biocompatibilidad y biomineralización; de igual forma Nagmode P. y colaboradores (5) (13) (22) (14) mencionan que estos biomateriales benefician a la

reparación de los tejidos periodontales, no obstante, el Biodentine al presentar mejores propiedades de fraguado junto con un menor tiempo, presenta mejores características en relación a la compatibilidad tisular y a la formación de tejido mineralizado.

Por otra parte, Cardoso M. y colaboradores (15) (20) (25) (26) (50) mencionan que el MTA presenta una respuesta histológica más favorable, donde el tejido periodontal respondió favorablemente a este biomaterial, proporcionando un sellado biocompatible y eficaz a largo plazo presentando una mayor prevención de fugas bacterianas cuando se utiliza en perforaciones más pequeñas pero con la única desventaja que no presenta un buen resultado estético a pesar de ello, tanto Biodentine como MTA, presentaron buenos resultados histopatológicos.

Con respecto a la efectividad de los biomateriales en las perforaciones de furca Talabani R. y colaboradores (20) (51) (39) (29) (10) señalan que el MTA y Biodentine son capaces de provocar la regeneración del tejido dentoalveolar es decir tienen la característica de osteoinducción la cual promueve la respuesta regenerativa en los tejidos naturales ya que estos cementos presentan un ambiente ideal para la colonización de células madre y osteoblastos al formar cristales de hidroxiapatita gracias a la liberación de iones de calcio y su reacción con el fosfato presente en los fluidos corporales lo que conlleva a la formación de estos cristales. De la misma forma Silva L. y colaboradores (25) (27) (50) (49) indican que tanto Biodentine como MTA cumplen un papel importante en la inmunoinflamación favoreciendo a la regresión de la reacción inflamatoria lo que conlleva a la formación de componentes estructurales del periodonto.

No obstante, Torabinejad M. y colaboradores (37) (42) (43) (26) (48) mencionan que el MTA presenta mejores características como el crecimiento de las células del ligamento periodontal, la adhesión de osteoblastos y la regeneración ósea gracias a sus capacidades cementogénicas y osteogénicas activando los marcadores óseos que participan en la biomineralización y la curación de los defectos óseos, de igual forma participa en la estimulación de las células del sistema inmunitario para la generación de linfocinas que promueve la reparación y regeneración del cemento. Sin embargo, Azim A. y colaboradores (34) (38) (47) (17) (23) mencionan que el Biodentine tiene la capacidad de estimular la activación de fibroblastos y la formación de fibras de colágeno, al igual que el MTA presenta

una capacidad de sellado y una biocompatibilidad similar regulando positivamente los marcadores de mineralización lo que estimula la curación ósea. Además, tiene la capacidad de formar estructuras en forma de etiquetas lo que favorece la resistencia a las fuerzas de desprendimiento. Y al presentar el tamaño de las partículas más pequeñas contribuye a una capacidad de sellado superior ya que la porosidad de la interfaz de sellado y el volumen de poros en la sustancia fraguada sean menores.

Al hablar de las causas principales que originan las perforaciones de furca Toloza R. y colaboradores (15) (24) (29) (8) (12) (32) señalan que son comunicaciones que pueden ser patológicas o iatrogénicas. Dentro de las perforaciones patológicas pueden ser originadas por una lesión cariosa extensa y por reabsorción radicular puede ser interna o externa, mientras que las perforaciones iatrogénicas son resultados de una mala maniobra ocasionada por el profesional durante la preparación de la cavidad de acceso, la falta de atención a la anatomía dental por variaciones en el sistema de conductos, el encontrarse con cámaras pulpares calcificadas o durante la preparación del espacio posterior para la colocación de postes de fibra de vidrio. Además, Eskandari F. y colaboradores (16) (34) (7) (48) añaden que dentro de las perforaciones iatrogénicas de igual forma pueden darse por una sobreinstrumentación por lo que las perforaciones de furca resultan ser la segunda causa más frecuente de los fracasos endodónticos, por lo que pone en riesgo el éxito del tratamiento.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

7.1 CONCLUSIONES

Se concluye que ante accidentes como las perforaciones de furca durante los tratamientos endodónticos se pudo analizar que tanto el uso de MTA y Biodentine provocaron grandes beneficios para su reparación como la regeneración del periodonto gracias a la capacidad para estimular la mineralización, respuesta tisular positiva, presentan buenas propiedades de biocompatibilidad y capacidad de sellado.

El material que establece mayor porcentaje de éxito según los diferentes artículos investigados es el Biodentine al ser un material nuevo en el mercado presenta un tiempo de fraguado más corto, mejores propiedades de bioactividad, biocompatibilidad y biomineralización, mejor capacidad de sellado, no produce decoloración de la pieza dentaria es decir es más estético a diferencia del MTA por lo que puede considerarse como una buena alternativa al MTA para la reparación de perforaciones de furca.

Se determinó que la efectividad del MTA y Biodentine en las perforaciones de furca son beneficiosas ya que estos materiales presentan la capacidad de regeneración de tejido dentoalveolar debido a que tienen la capacidad de formar cristales de hidroxiapatita en su superficie al entrar en contacto con líquidos que contienen fosfato, como los fluidos corporales y los iones de calcio liberados de estos cementos. El crecimiento de una capa de apatita sobre estos cementos genera un entorno ideal para la diferenciación y colonización de células madre y osteoblastos lo cual promueven un sellado hermético mediante la formación de una capa interfacial entre el material y las superficies radiculares.

Las causas principales que originan las perforaciones de furca, pueden ser originadas de forma iatrogénicas o patológicas. Las perforaciones patológicas son causadas por reabsorción radicular interna/externa y/o de una gran lesión cariosa que se extiende hacia el piso de la cámara pulpar mientras que las perforaciones iatrogénicas son causadas como resultado de procedimientos dentales durante la preparación de la cavidad de acceso, a la falta de atención a la anatomía interna, la falta de consideración y anticipación de las posibles variaciones que pueden ocurrir en el sistema de conductos radiculares, al tratar con cámaras pulpares calcificadas o durante la preparación del espacio posterior.

7.2 RECOMENDACIONES.

Se recomienda que el uso del MTA y Biodentine en la regeneración de los tejidos adyacentes son favorables ya que a través de su uso mantienen la funcionalidad de la pieza dentaria en la cavidad bucal.

Se recomienda analizar mediante estudios a profundidad o estudios más precisos para determinar que material presenta mejores beneficios, características y propiedades para su uso en las perforaciones de furca.

Se recomienda que durante la formación de los estudiantes de odontología se profundice más sobre las causas principales que producen las perforaciones de furca sus complicaciones, y sus posibles tratamientos con la ayuda de biomateriales como son el Biodentine y MTA.

8. BIBLIOGRAFÍA.

1. Pagea MJ, McKenziea JE, Bossuytb PM, Boutronc I, Hoffmann TC, Mulrowe CD, et al. Declaración PRISMA 2020: una guía actualizada para la publicación de revisiones sistemáticas. *Rev Esp Cardiol.* 2021;74(9):790–9.
2. Shetty S, Hiremath G, Yeli M. A comparative evaluation of sealing ability of four root end filling materials using fluid filtration method: An in vitro study. *J Conserv Dent.* 2017 Sep 1;20(5):307–10.

3. Mulla S, Kamat S, Hugar S, Nanjannawar G, Kulkarni N. A comparative evaluation of sealing ability of three perforation repair materials using a field emission gun-scanning electron microscope. *Saudi Endod J.* 2020;95–9.
4. Tang JJ, Shen ZS, Qin W, Lin Z. A comparison of the sealing abilities between biodentine and mta as root-end filling materials and their effects on bone healing in dogs after periradicular surgery. *J Appl Oral Sci.* 2019;27:1–8.
5. Nagmode P, Janbandhu P, Jagtap A, Basatwar H, Godge S, Shinde S. A scanning electron microscopic study evaluating the sealing ability of MTA, Biodentine™, and new light-cure MTA used for furcal perforation repair. *J Clin Exp Dent.* 2023;15(1):32–7.
6. Kaup M, Schäfer E, Dammaschke T. An in vitro study of different material properties of Biodentine compared to ProRoot MTA. *Head Face Med.* 2015;11(1):1–8.
7. Eskandari F, Razavian A, Rozhina H, Yousefi K, Borzou S. An Updated Review on Properties and Indications of Calcium Silicate-Based Cements in Endodontic Therapy. *Int J Dent.* 2022;
8. Elbahary S, Yahya SH, Koç C, Shemesh H, Rosen E, Tsesis I. Bacterial Colonization and Proliferation in Furcal Perforations Repaired by Different Materials A Confocal Laser Scanning Microscopy Study. *Appl Sci.* 2021;7–11.
9. Ramazani N, Sadeghi P. Bacterial leakage of mineral trioxide aggregate, calcium-enriched mixture and biodentine as furcation perforation repair materials in primary molars. *Iran Endod J.* 2016;11(3):214–8.
10. Talabani RM, Garib BT, Masaeli R. Bioactivity and Physicochemical Properties of Three Calcium Silicate-Based Cements An In Vitro Study. *Biomed Res Int.* 2020;
11. Dong X, Xu X. Bioceramics in Endodontics. Updates and Future Perspectives. *Bioengineering.* 2023;1–30.
12. Abboud KM, Abu-Seida AM, Hassanien EE, Tawfik HM. Biocompatibility of NeoMTA Plus® versus MTA Angelus as delayed furcation perforation repair materials in a dog model. *BMC Oral Health.* 2021;21(1):1–11.
13. Escorcía VS, Caballero AD. Biodentine ¿sustituto de la dentina? *Salud Uninorte.* 2020;36(3):587–605.
14. Fonseca TS da, Silva GF, Guerreiro-Tanomaru JM, Delfino MM, Sasso-Cerri E, Tanomaru-Filho M, et al. Biodentine and MTA modulate immunoinflammatory response favoring bone formation in sealing of furcation perforations in rat molars.

- Clin Oral Investig. 2019;
15. Cardoso M, Pires M dos A, Correlo V, Reis R, Paulo M, Viegas C. Biodentine for furcation perforation repair: An animal study with histological, radiographic and micro-computed tomographic assessment. *Iran Endod J.* 2018;13(3):323–30.
 16. Mungekar-Markandey S, Mistry L, Jawdekar A. Clinical Success of Iatrogenic Perforation Repair Using Mineral Trioxide Aggregate and Other Materials in Primary Molars A Systematic Review and Meta-analysis. *Int J Clin Pediatr Dent.* 2022;
 17. Agrafioti A, Tzimpoulas N, Chatzitheodoridis E, Kontakiotis EG. Comparative evaluation of sealing ability and microstructure of MTA and Biodentine after exposure to different environments. *Clin Oral Investig.* 2016 Sep 1;20(7):1535–40.
 18. Singla M, Verma KG, Goyal V, Jusuja P, Kakkar A, Ahuja L. Comparison of Push-Out Bond Strength of Furcation Perforation Repair Materials – Glass Ionomer Cement Type II, Hydroxyapatite, Mineral Trioxide Aggregate, and Biodentine. An in vitro Study. *Contemp Clin Dent.* 2018;
 19. Pinheiro LS, Kopper PMP, Quintana RM, Scarparo RK, Grecca FS. Does MTA provide a more favourable histological response than other materials in the repair of furcal perforations? A systematic review. *Int Endod J.* 2021;54(12):2195–218.
 20. Samuel A, Asokan S, Priya PRG, 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. *Contemp Clin Dent.* 2016;322–5.
 21. Patel M, Patel H, Kesharani P, Jani K, Shah K, Kapadia U. Evaluation of Sealing Ability of MTA Flow, Biodentine and Pro-Root MTA to Seal the Furcal Perforation with and without Internal Matrix- An In vitro Study. *J Pharm Bioallied Sci.* 2023 Jul;15(Suppl 2):S1192–4.
 22. Mohan D, Singh AK, Kuriakose F, Malik R, Joy J, John D. Evaluation of Sealing Potential of Different Repair Materials in Furcation Perforations Using Dye Penetration An In Vitro Study. *J Contemp Dent Pract.* 2021;
 23. ESPALADORI MC, MACIEL KF, BRITO LCN de, KAWAI T, VIEIRA LQ, SOBRINHO APR. Experimental furcal perforation treated with mineral trioxide aggregate plus selenium immune response. *Braz Oral Res.* 2018;1–8.
 24. Toloza Espinoza R, Araya Cumsille P, Guzmán Vásquez C, Rodríguez Bustos D, Díaz Narváez VP, Ferreira Alves FR. Frecuencia de perforaciones radiculares en

- tratamientos endodónticos realizados por estudiantes de postgrados chilenos. *Salud Uninorte*. 2023;39(01):141–9.
25. Silva LAB, Pieroni KAMG, Nelson-Filho P, Hernandez-Gaton Patricia, Silva RAB, Lucisano MP, et al. Furcation Perforation. Periradicular Tissue Response to Biodentine as a Repair Material by Histopathologic and Indirect Immunofluorescence Analyses. *J Endod*. 2017;1137–42.
 26. Aladimi AA, Alhadainy HA, Farag A, Azma NA, Torad F, Abdulrab S. Histologic evaluation of artificial floors under MTA and nano-filled resin-modified glass ionomer used to repair furcation perforations in dogs. *Eur Endod J*. 2020;5(2):138–44.
 27. Bakhtiar H, Mirzaei H, Bagheri MR, Fani N, Mashhadiabbas F, Eslaminejad MB, et al. Histologic tissue response to furcation perforation repair using mineral trioxide aggregate or dental pulp stem cells loaded onto treated dentin matrix or tricalcium phosphate. *Clin Oral Investig*. 2017;
 28. Youssef Youssef Abdelati N, Hassan Elkalla I, Mohamed Awad S, Mahmoud Shalan H. Histopathological evaluation of periodontium after repairing furcation perforation with MTA and biodentine. *Pediatr Dent J*. 2018;28(1):33–9.
 29. Alsulaimani RS. Immediate and Delayed Repair of 2 Sizes of Furcal Perforations in Dogs' Teeth Using Mineral Trioxide Aggregate Cement. *J Endod*. 2018;44(6):1000–6.
 30. Marques NCT, Neto NL, Oliveira TM. Immediate and mediate furcal perforation treatment in primary molars 24-month follow-up. *Eur Arch Paediatr Dent*. 2016;
 31. Das M, Malwi AA Al, Mohapatra A, M MAK, Ali ABM, Shetty SC, et al. In Vitro Assessment of Sealing Ability of Various Materials Used for Repair of Furcal Perforation. A SEM Study. *J Contemp Dent Pract*. 2022;
 32. Song W, Sun W, Chen L, Yuan Z. In vivo Biocompatibility and Bioactivity of Calcium Silicate-Based Bioceramics in Endodontics. *Front Bioeng Biotechnol*. 2020;8.
 33. Okasha H, Abu-Seida AM, Hashem AA, El Ashry SH, Nagy MM. Inflammatory response and immunohistochemical characterization of experimental calcium silicate-based perforation repair material. *Int J Exp Pathol*. 2022;103(4):156–63.
 34. Azim AA, Lloyd A, Huang GTJ. Management of Longstanding Furcation Perforation Using a Novel Approach. *J Endod*. 2014;1–5.

35. Nasim MNI. Management of perforation - A review. *J Adv Pharm Educ Res.* 2017;
36. Alazrag MA, Abu-Seida AM, El-Batouty KM, El Ashry SH. Marginal adaptation, solubility and biocompatibility of TheraCal LC compared with MTA-angelus and biodentine as a furcation perforation repair material. *BMC Oral Health.* 2020;20(1):1–12.
37. Torabinejad M, Parirokh M, Dummer PMH. Mineral trioxide aggregate and other bioactive endodontic cements: an updated overview – part II: other clinical applications and complications. *Int Endod J.* 2018;51(3):284–317.
38. Pushpalatha C, Dhareshwar V, Sowmya S V., Augustine D, Vinothkumar TS, Renugalakshmi A, et al. Modified Mineral Trioxide Aggregate—A Versatile Dental Material: An Insight on Applications and Newer Advancements. *Front Bioeng Biotechnol.* 2022;10.
39. AL-NAZHAN S, MANSY I EL, AL-NAZHAN N, AL-ROWAIS N, AL-AWAD G. Outcomes of furcal perforation management using Mineral Trioxide Aggregate and Biodentine a systematic review. *J Appl Oral Sci.* 2022;1–8.
40. Reis MDS, Scarparo RK, Steier L, Figueiredo JAP. Periradicular inflammatory response, bone resorption, and cementum repair after sealing of furcation perforation with mineral trioxide aggregate (MTA Angelus™) or Biodentine™. *Clin Oral Investig.* 2019;
41. Coaguila-Llerena H, Ochoa-Rodriguez VM, Castro-Núñez GM, Faria G, Guerreiro-Tanomaru JM, Tanomaru-Filho M. Physicochemical Properties of a Bioceramic Repair Material - BioMTA. *Braz Dent J.* 2020;31:511–5.
42. Clauder T. Present status and future directions Managing perforations. *Int Endod J.* 2022;55(Suplemento 4):872–91.
43. Monteiro JC do C, Tonetto MR, Bandeca MC, Borges AH, Segalla JCM, Jordão-Basso KCF, et al. Repair of Iatrogenic Furcal Perforation with Mineral Trioxide Aggregate A Seven-Year Follow-up. *Iran Endod J.* 2017;12(4):516–20.
44. Paños-Crespo A, Sánchez-Torres A, Gay-Escoda C. Retrograde filling material in periapical surgery: A systematic review. *Med Oral Patol Oral y Cir Bucal.* 2021;26(4):e422–9.
45. AKSEL H, EREN SK, ÖRS SA, KARAISSMAILIĞLU E. Surface and vertical dimensional changes of mineral trioxide aggregate and biodentine in different environmental conditions. *J Appl Oral Sci.* 2019;1–8.

46. Kakani AK, Veeramachaneni C. Sealing ability of three different root repair materials for furcation perforation repair: An in vitro study. *J Conserv Dent*. 2020 Jan 1;23(1):62–5.
47. 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;15(3):183–7.
48. Toia CC, Teixeira FB, Cucco C, Valera MC, Cavalcanti BN. Volumetric Evaluation of Voids and Gaps of Different Calcium-Silicate Based Materials Used in Furcal Perforations. A Micro-CT Study. *Dent J*. 2022;
49. Övsay E, Kaptan RF, Sahin F. The Repair of Furcal Perforations in Different Diameters with Biodentine, MTA, and IRM Repair Materials A Laboratory Study Using an E. Faecalis Leakage Model. *Biomed Res Int*. 2018;
50. ESTRELA C, DECURCIO D de A, ROSSI-FEDELE G, SILVA JA, GUEDES OA, BORGES ÁH. Root perforations a review of diagnosis, prognosis and materials. *Braz Oral Res*. 2018;32:133–46.
51. Nabeel M, Tawfik HM, Abu-Seida AMA, Elgendy AA. Sealing ability of Biodentine versus ProRoot mineral trioxide aggregate as root-end filling materials. *Saudi Dent J*. 2019;31(1):16–22.
52. Katge FA, Shivasharan PR, 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(4):487–92.

9. ANEXOS

- **Anexo 1.** Tabla de caracterización de artículos científicos escogidos para la revisión.

N°	Título del artículo	N° de citas	Año de publicación	Año	Revisión	Factor de impacto o SJR	Cuartil	Lugar de búsqueda	Área	Publicación	Colección de datos	Tipo de estudio	Participantes	Contexto estudio	País de publicación

Anexo 2. Tabla de metaanálisis utilizada para la revisión sistemática.

Autor	Titulo	Año	Causas	Tipo de estudio	Características	Descripción	Analizar el uso del Agregado Trióxido Mineral y Biodentine en perforaciones de furca	Establecer el material con mayor porcentaje de éxito en perforaciones de furca	Determinar la efectividad del Agregado Trióxido Mineral y Biodentine en perforaciones de furca	Identificar las causas principales que originan las perforaciones de furca