



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

“Materiales Biocerámicos Utilizados en Endodoncia”  
**Trabajo de Titulación para optar al título de odontóloga**

**Autor:**

Velasteguí Castro, Elizeth Alejandra

**Tutor:**

Dra. Verónica Alejandra Guamán Hernández

**Riobamba, Ecuador. 2025**

## DERECHOS DE AUTORÍA

Yo, **Velasteguí Castro Elizeth Alejandra**, con cédula de ciudadanía **100445756**, autor (a) del trabajo de investigación titulado: **Materiales biocerámicos utilizados en endodoncia**, certifico que la producción, ideas, opiniones, criterios, contenidos y conclusiones expuestas son de mi 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 (a) de la obra referida, será de mi entera responsabilidad, librando a la Universidad Nacional de Chimborazo de posibles obligaciones.

En Riobamba, 28 de Mayo del 2025



---

Elizeth Alejandra Velasteguí Castro

C.I: 1004457568

## **DICTAMEN FAVORABLE DEL AUTOR Y MIEMBROS DEL TRIBUNAL**

Quienes suscribimos, catedráticos designados Miembros del Tribunal de Grado del trabajo de investigación **Materiales Biocerámicos utilizados en endodoncia**, presentado por **Elizeth Alejandra Velasteguí Castro**, con cédula de identidad número **1004457568**, 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 28 de Mayo del 2025

Silvia Vallejo, Dra.

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO**



---

Tania Murillo, Dra.

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO**



---

Verónica Guamán, Dra.

**TUTOR**



---

## **CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL**

Quienes suscribimos, catedráticos designados Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación “Materiales Biocerámicos utilizados en endodoncia”, presentado por Elizeth Alejandra Velasteguí Castro, con cédula de identidad 1004457568, bajo la tutoría de la Dra. Verónica Alejandra Guamán Hernández; 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 28 de mayo del 2025

**Presidente del Tribunal de Grado**

Dr. Daniel Alejandro Pallo López



---

**Miembro del Tribunal de Grado**

Dra. Silvia Verónica Vallejo Lara



---

**Miembro del Tribunal de Grado**

Dra. Tania Jacqueline Murillo Pulgar



---



# CERTIFICACIÓN

Que, **VELASTEGUÍ CASTRO ELIZETH ALEJANDRA** con CC: **1004457568**, estudiante de la Carrera **ODONTOLOGÍA NO VIGENTE**, Facultad de **CIENCIAS DE LA SALUD**; ha trabajado bajo mi tutoría el trabajo de investigación titulado "**MATERIALES BIOCERÁMICOS UTILIZADOS EN ENDODONCIA**", cumple con el 4 %, de acuerdo al reporte del sistema Anti plagio **COMPILATIO**, porcentaje aceptado de acuerdo a la reglamentación institucional, por consiguiente autorizo continuar con el proceso.

Riobamba, 30 de abril del 2025



Firmado electrónicamente por:  
**VERÓNICA ALEJANDRA  
GUAMÁN HERNÁNDEZ**

Validar únicamente con FirmaEC

Dra. Verónica Guamán  
**TUTOR(A)**

## **DEDICATORIA**

Este trabajo va dedicado en primer lugar a Dios y a la Virgencita de Guadalupe por cuidarme, guiarme y protegerme en esta etapa universitaria, por darme la sabiduría para superar los desafíos, la paz en los momentos de incertidumbre y la fuerza y esperanza para continuar cuando más lo necesitaba.

A mis queridos padres: María del Pilar Castro Collaguaso y Segundo Alejandro Velasteguí Suárez quienes han sido el pilar fundamental para cumplir este sueño, y no solo por su apoyo económico si no por su amor incondicional y las palabras de aliento en los momentos más difíciles de este camino, gracias por confiar en mi hasta cuándo ni yo lo hacía, este logro es tanto suyo como mío porque sin su guía y su constante aliento, nada de esto hubiera sido posible. Este trabajo es, en gran parte, un reflejo de todo lo que me han brindado.

A mis familiares y amigos quienes me apoyaron y se convirtieron en mis pacientes, brindándome su confianza y paciencia en cada paso del proceso. En especial a mis dos abuelitas: Amadita y Magdalena quienes me ayudaron a culminar mi última clínica.

A mi querido novio por ser uno de mis pacientes, por confiar en mí, por su paciencia, comprensión y amor. Gracias por ser mi apoyo constante, por estar a mi lado en los días de estrés y celebrar conmigo cada logro. Tu fe y tu cariño han sido esenciales en esta etapa tan importante de mi vida.

Elizeth Alejandra Velastegui Castro

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco profundamente a todas las personas que me acompañaron en este proceso. A mis padres por su apoyo constante y sacrificios, mi familia y amigos, por su amor y su apoyo incondicional. A la Universidad nacional de Chimborazo, por acogerme en su institución y poder formarme académicamente, gracias a ella conocí muchas personas y amigos que me los llevare toda la vida.

A mis docentes que me brindaron sus conocimientos y me ayudaron a formarme en esta carrera, en especial a mi tutora de tesis Dra. Verónica Alejandra Guamán Hernández por sus conocimientos que fueron clave para guiarme y realizar este trabajo, por brindarme su confianza, por el apoyo, la paciencia, y por todos sus consejos para mi vida profesional.

## Contenido

Índice de tablas .....	9
Índice de figuras.....	10
Índice de gráficos.....	11
RESUMEN .....	12
ABSTRAC .....	13
CAPITULO I. INTRODUCCIÓN .....	14
1.    Introducción.....	14
1.2 Antecedentes .....	16
1.3 Planteamiento del problema.....	18
1.4 Justificación .....	19
1.5 Objetivos.....	20
1.5.1 General.....	20
1.5.2 Específicos .....	20
CAPITULO II. MARCO TEÓRICO .....	21
2.    Estado del arte.....	21
2.1    Definición de los biocerámicos.....	22
2.2 Historia de los biocerámicos.....	22
2.3 Clasificación de los biocerámicos.....	23
2.4 Biocerámicos usados en endodoncia .....	23
2.4.1 MTA .....	24
2.5 Marcas comerciales.....	24
2.5.1 ProRoot MTA:.....	24
Ilustración 3. Pro Root: Cemento MTA para Reparación de Conductos Radiculares .....	24
2.5.2 MTA Fillapex (Angelus): .....	24
2.5.3 MTA Repair HP: .....	25
2.6 Biodentine .....	25
2.7 EndoSequence.....	26
2.8 Marca comercial.....	26
2.8.1 Endosequence BC Sealer: .....	26
2.8.2 Bioaggregate .....	26
2.9 Propiedades biológicas de los biocerámicos.....	27
2.10 Propiedades fisicoquímicas de los biocerámicos.....	27

2.11 Ventajas de los biocerámicos en endodoncia .....	28
2.12 Desventajas y desafíos .....	28
2.13 Aplicaciones clínicas.....	29
CAPITULO III. METODOLOGÍA .....	30
3. Tipo y diseño de investigación.....	30
3.1 Pregunta de investigación .....	30
3.2 Criterios de inclusión: .....	30
3.3 Criterios de exclusión .....	31
3.4 Instrumentos empleados.....	31
3.5 Recolección de información de las bases de datos .....	31
CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	41
RESULTADOS .....	41
Discusión .....	45
CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	46
Conclusiones generales.....	46
Recomendaciones específicas.....	47
BIBLIOGRAFÍA .....	49
ANEXOS .....	54

## **Índice de tablas**

Tabla 1.	Pregunta PICO .....	30
Tabla 1.	Base de datos y términos de búsqueda.....	32
Tabla 2.	Características de los biocerámicos y aplicaciones clínicas .....	42

## Índice de figuras

Ilustración 1. Línea de tiempo. Historia de los biocerámicos.....	22
Ilustración 2. Clasificación de los biocerámicos.....	23
Ilustración 3. Pro Root: Cemento MTA para Reparación de Conductos Radiculares .....	24
Ilustración 4. ANGELUS. MTA Fillapex.....	24
Ilustración 5. Cemento reparador biocerámico de alta plasticidad. ....	25
Ilustración 6. Biodentine™.....	25
Ilustración 7. Endosequence BC Sealer Bioceramic Root Canal Sealing Material Cement Brasseler.....	26
Ilustración 8. BioAggregate®.....	26
Ilustración 9. Diagrama de flujo PRISMA .....	33

## **Índice de gráficos**

Gráfico 1. Número de publicaciones por año .....	34
Gráfico 2. Publicaciones por año, promedio de conteo de citas y Factor de impacto SJR.....	35
Gráfico 3. Número de publicaciones por Base de datos y Área .....	36
Gráfico 4. Número de publicaciones por Cuartil .....	37
Gráfico 5. Publicaciones por cuartiles y base de datos.....	38
Gráfico 6. Publicaciones según la Base de datos, Tipo de investigación y Enfoque.....	39
Gráfico 7. Publicaciones por país .....	40

## **RESUMEN**

Los materiales utilizados en los tratamientos de endodoncia siempre están en constante cambio. Entre estos avances tenemos a los biocerámicos, que han revolucionado los procedimientos. Esta investigación tuvo como objetivo determinar la bioactividad de los materiales biocerámicos utilizados en endodoncia. La revisión bibliográfica fue de nivel descriptivo y diseño no experimental, transversal. Se usó la metodología PRISMA y pregunta PICO, se revisó 19 artículos científicos indexados en PubMed, Scielo, Scopus y Google Scholar de los últimos 8 años. La información se recopiló en una bitácora de metaanálisis y se aplicaron criterios de inclusión y exclusión, considerando artículos con un ACC de citas mayor a 1.5, donde el 90% se ubicó en los cuartiles Q1 y Q2 y el 10% en el cuartil Q3 según el SJR. El MTA lidera por su uso en apexificación, reparación y cirugía, pese a fraguado lento y pigmentación. El Biodentine ofrece ventajas sin pigmentación, fraguado rápido y buena resistencia para terapias pulpares. El ERRM es útil en reparaciones y regeneración, aunque costoso. El BioAggregado es una alternativa al MTA sin pigmentación, pero con menor resistencia y mayor costo. Todos presentan biocompatibilidad, bioactividad y pH alcalino antimicrobiano, siendo clave la elección según la necesidad clínica.

**Palabras Clave:** MTA, Biodentine, Bioactividad, Biocerámicos en endodoncia, Endodoncia, tratamiento endodóntico

## ABSTRACT

The materials used in endodontic treatments are constantly changing. Among these advances are bioceramics, which have revolutionized procedures. This research aimed to determine the bioactivity of bioceramic materials used in endodontics. The bibliographic review was descriptive and non-experimental, with a cross-sectional design. The researcher used the PRISMA methodology and PICO. It was necessary to review 19 scientific articles indexed in PubMed, Scielo, Scopus, and Google Scholar from the last 8 years. The researcher collected the information by a meta-analysis logbook, and inclusion and exclusion criteria were applied, considering articles with an ACC citation count greater than 1.5, where 90% belong to the Q1 and Q2 quartiles and 10% in the Q3 quartile, according to the SJR. MTA leads in its use for apexification, repair, and surgery despite slow setting and pigmentation. Biodentine offers advantages such as no pigmentation, fast setting, and good resistance for pulp therapies. ERRM is useful in repairs and regeneration, although costly. BioAggregate is an alternative to MTA without pigmentation but with lower resistance and higher cost. All exhibit biocompatibility, bioactivity, and antimicrobial alkaline pH, highlighting the key role of selection based on clinical need.

**Keywords:** MTA, Biodentine, Bioactivity, Bioceramics in endodontics, Endodontics, Endodontic treatment



**Reviewed by:**  
Mgs. Jessica María Guaranga Lema  
**ENGLISH PROFESSOR**  
C.C. 0606012607

# CAPITULO I. INTRODUCCIÓN

## 1. Introducción

La endodoncia se encuentra en un proceso continuo de transformación y evolución gracias a la incorporación de nuevas técnicas y nuevos materiales, el progreso de estos materiales juega un papel importante en el desarrollo acelerado en el campo de la endodoncia.(1,2) A lo largo del tiempo se han estudiado e introducido nuevos materiales con el objetivo de obtener una respuesta tisular favorable y bioactividad, buscando recuperar el tejido pulpar para conservar su vitalidad y función después de haber sufrido un daño. El tratamiento endodóntico consiste en la eliminación del tejido pulpar afectado o inflamado para posteriormente sellar el conducto radicular evitando que los gérmenes bucales y las toxinas bacterianas penetren en los tejidos periradiculares aplicando materiales bioactivos y biocompatibles que garanticen un sellado hermético. (2)(3)

La endodoncia ha experimentado una gran transformación gracias a los materiales biocerámicos, estos son cerámicos biocompatibles u óxidos metálicos con grandes propiedades antibacterianas y antifúngicas, y mejor capacidad de sellado. Pueden ser utilizados tanto en medicina como en odontología. Estos materiales tienen la capacidad de comportarse como tejidos humanos o reabsorberse y promover la regeneración de tejidos naturales. Entre ellos tenemos la alúmina, el zirconio, el vidrio bioactivo, las vitrocerámicas, los silicatos de calcio, la hidroxiapatita, los fosfatos de calcio reabsorbibles y los vidrios empleados en radioterapia. En base a su composición, mecanismo de fraguado y consistencia existen varias clasificaciones de los materiales biocerámicos que se usan en endodoncia y estos son: Bioinertes, Bioactivos y Biodegradables. (1)

Los cementos biocerámicos inicialmente fueron utilizados como materiales de obturación retrógrada. En la actualidad, se utilizan en una amplia variedad de procedimientos como: pulpotomías, reparación de perforaciones en las raíces, recubrimientos pulpares directos y tratamientos de regeneración endodóntica, entre otros. (4)Dentro del mercado existen muchos materiales biocerámicos, entre los más conocidos tenemos el MTA y Biodentine. (5)en donde el agregado trióxido mineral (MTA) es uno de los primeros materiales en aparecer, fue desarrollado a base del cemento Portland, el cual ha demostrado una alta capacidad de sellado y una mejor rapidez y calidad en la formación del puente dentinario. (6)(7)Otro material emergente es el Biodentine, que se presenta como un sustituto de la dentina, compuesto por silicato de calcio, y que promueve la formación de puentes dentinarios. Ha demostrado ser

efectivo en la reparación del complejo dentina-pulpa, con el paso del tiempo se han convertido en el material de preferencia. (7)(8)

El objetivo principal del proyecto de investigación es determinar la bioactividad de los materiales biocerámicos usados en endodoncia mediante una revisión bibliográfica. Estableciendo los materiales biocerámicos más usados, describiendo sus características principales y su aplicación clínica.

El beneficio directo del presente proyecto de investigación será para estudiantes, profesionales, odontólogos especialistas en el área de la endodoncia y público en general. E indirectamente se beneficiarán los pacientes que se realicen tratamientos de conducto. Quienes podrán acceder a información actualizada, relevante y confiable lo que permitirá responder a preguntas o dudas relacionadas con el tema de investigación.

## 1.2 Antecedentes

En el ámbito de la endodoncia, uno de los avances más importantes en las últimas décadas ha sido la introducción y desarrollo de los biocerámicos en la década de 1990 con la aparición del Agregado Trióxido Mineral (MTA), denominados también Cementos Hidráulicos a base de silicato de calcio, un material derivado del cemento Portland. Los biocerámicos son materiales compatibles con los tejidos biológicos, no tóxicos y estables en medios biológicos. En contacto con el agua, tienen capacidad de generar hidroxiapatita y no son sensibles a la humedad. (9)(10)

El primer artículo del siglo XX que presentó a los biocerámicos hidráulicos como material experimental los denominó “Agregado MT”. Más tarde, este material recibió el nombre de MTA, sin hacer referencia a su composición química. Se le describió como un polvo hidrofílico que se compone de aluminato tricálcico, silicato tricálcico, óxido de silicato y otros óxidos minerales. (10) Hasta 1998, solo había un tipo de MTA en el mercado, demostrando ventajas como citotoxicidad e implantación ósea que la amalgama dental y el óxido de zinc eugenol no poseían. Estudios afirmaron su excelente actividad en filtración de fluidos, pruebas de endotoxinas y bacterianas, así como en obturaciones apicales en animales. Se recomendó para apexificación, retro obturación, reparación de perforaciones y recubrimiento pulpar. Los odontólogos aprobaron su uso en tanto en endodoncia restauradora como regenerativa a pesar de no haber una evidencia inicial. (10)

Dentro del mercado hay una gran variedad de selladores endodónticos biocerámicos. Se han difundido en su uso clínico de manera muy acelerada, debido a sus ventajas y cualidades que favorecen especialmente a los procesos de reparación ósea, dado que son materiales Bioactivos.(11) Según la definición de Hench, un material bioactivo es aquel que genera una respuesta biológica específica en su interfaz, promoviendo la regeneración de tejidos vivos a través de la formación de un enlace con ellos. El primer material bioactivo desarrollado fue el “Bioglass”, un material sintético capaz de unirse químicamente al hueso. (12)

La evidencia actual respalda la eficacia predecible del MTA en el tratamiento de enfermedades endodónticas. Aunque biocerámicas más recientes, como Biodentine, EndoSequence y mezclas enriquecidas con calcio han mostrado resultados clínicos prometedores, aún se requieren más ensayos clínicos controlados para consolidar su uso en endodoncia. Además, para superar los desafíos clínicos en esta área, es fundamental optimizar la bioactividad de estos materiales,

mejorando su acción antimicrobiana, sus propiedades mecánicas y reduciendo tanto su tiempo de fraguado como su solubilidad. (6)

### 1.3 Planteamiento del problema

El principal objetivo de la endodoncia es salvar y preservar los dientes dañados mediante la eliminación de los tejidos infectados y sellando los conductos radiculares para evitar una reinfección. Para lograr todo esto es necesario el uso de materiales biocompatibles y efectivos que ayuden a la regeneración de los tejidos periapicales y evitar posibles complicaciones o fallos a largo plazo. (13)

A lo largo del tiempo han ido apareciendo y evolucionando diversos cementos selladores que son usados en endodoncia. Los Biocerámicos son materiales prometedores con una alta biocompatibilidad, tienen un buen sellado hermético y propiedades bioactivas. (12) La bioactividad de estos materiales hace referencia a su capacidad de interactuar con tejidos vivos, generando la formación de hidroxiapatita y también regenerando hueso y cemento radicular. Sin embargo, aunque estos materiales biocerámicos presentan muchos beneficios, se necesita responder varias incógnitas para lograr una total aceptación de su uso. (9)

Una de las incógnitas hace referencia a los mecanismos biológicos y químicos que respaldan la bioactividad de estos materiales, especialmente en cuadros clínicos complejos como infecciones persistentes o alteraciones anatómicas de los conductos radiculares, por otro lado, existe la incógnita sobre la durabilidad a largo plazo, interacciones con otros materiales dentales y sus funciones y características en comparación con materiales tradicionales (selladores a base de resinas y silicatos). (13)

Por lo tanto, es muy importante que estos materiales cumplan con las características ideales y deben responder favorablemente debido al medio en el que van a ser colocados y cumplir sus funciones de reparación y regeneración, todo esto con el fin de brindar tratamientos eficientes y lograr una excelente recuperación de la estructura dental.(14)

## **1.4Justificación**

En los últimos años, el uso de biocerámicos han revolucionado el campo de la endodoncia debido a sus propiedades bioactivas, biocompatibilidad con los tejidos dentales y capacidad de sellado. Materiales como el MTA, Biodentine y EndoSequence han demostrado ventajas significativas en procedimientos como la obturación, la apexificación y la reparación de perforaciones. Sin embargo, a pesar de su creciente uso, aún existen interrogantes sobre su desempeño clínico a largo plazo, su eficacia en comparación con otros materiales convencionales, investigaciones sobre su bioactividad.

El presente proyecto de investigación busca explorar evidencia científica que avale el uso de biocerámicos en endodoncia, reconociendo sus ventajas y desventajas, limitaciones y perspectivas futuras. A través de la recopilación y comparación de estudios previos, se pretende proporcionar un panorama actualizado que contribuya al conocimiento teórico y clínico, sirviendo como referencia para investigadores y profesionales de la odontología en la toma de decisiones basada en evidencia. Dado el continuo desarrollo de nuevas formulaciones y su impacto en la práctica endodóntica, es fundamental sintetizar la información disponible para identificar áreas de mejora y futuras líneas de investigación

## **1.5 Objetivos**

### **1.5.1 General**

Determinar la bioactividad de los materiales biocerámicos usados en endodoncia.

### **1.5.2 Específicos**

- ✓ Identificar los materiales biocerámicos más usados en endodoncia.
- ✓ Describir las características principales de los biocerámicos y su aplicación clínica.
- ✓ Comparar la bioactividad de los materiales biocerámicos en los tratamientos de conducto.

## CAPITULO II. MARCO TEÓRICO

### 2. Estado del arte

La aplicación de biocerámicos en endodoncia ha revolucionado el tratamiento de los tejidos pulpares y periapicales en las últimas décadas, afirma Camilleri (15). Esto es gracias a su capacidad para promover la regeneración, crear hidroxiapatita y conservar una gran biocompatibilidad con los tejidos orales. Se ha demostrado que las características fisicoquímicas de los biocerámicos, que se generan principalmente a partir de silicatos de calcio, favorecen la diferenciación celular, el sellado hermético y la actividad antibacteriana, todos ellos elementos cruciales en los procesos de restauración radicular y obturación de conductos.

Uno de los materiales más investigados es el Mineral Trioxide Aggregate (MTA), que se considera el estándar de referencia gracias a su bioactividad comprobada. Sin embargo, el MTA tiene sus limitaciones, como su lento fraguado, la dificultad en su manipulación y el riesgo de causar pigmentación en los dientes. (16) Para superar estas desventajas, han surgido alternativas como el Biodentine, que se caracteriza por un fraguado más rápido, una mayor resistencia mecánica inicial y una buena respuesta biológica. (17)

Otro material que merece mención es el BioAggregate, que se compone de materiales libres de óxidos metálicos que causan pigmentación y que muestra una excelente biocompatibilidad, además de provocar una menor respuesta inflamatoria en los tejidos periapicales. (18) Además, investigaciones como la de Estivalet et al. (19) han evidenciado su capacidad para inducir la formación de apatita carbonatada, lo que confirma su potencial bioactivo en aplicaciones clínicas complejas.

El EndoSequence BC RRM, tanto en su forma de masilla como de pasta, ha ido ganando popularidad gracias a su formato premezclado, su fácil manejo y su tiempo de fraguado más rápido en comparación con el MTA, todo esto sin comprometer su bioactividad ni su capacidad de sellado. Estudios recientes han mostrado que este material se compara favorablemente con opciones más tradicionales, destacando su efectividad en tratamientos como reparaciones de perforaciones, recubrimiento pulpar y obturación retrógrada. (20)

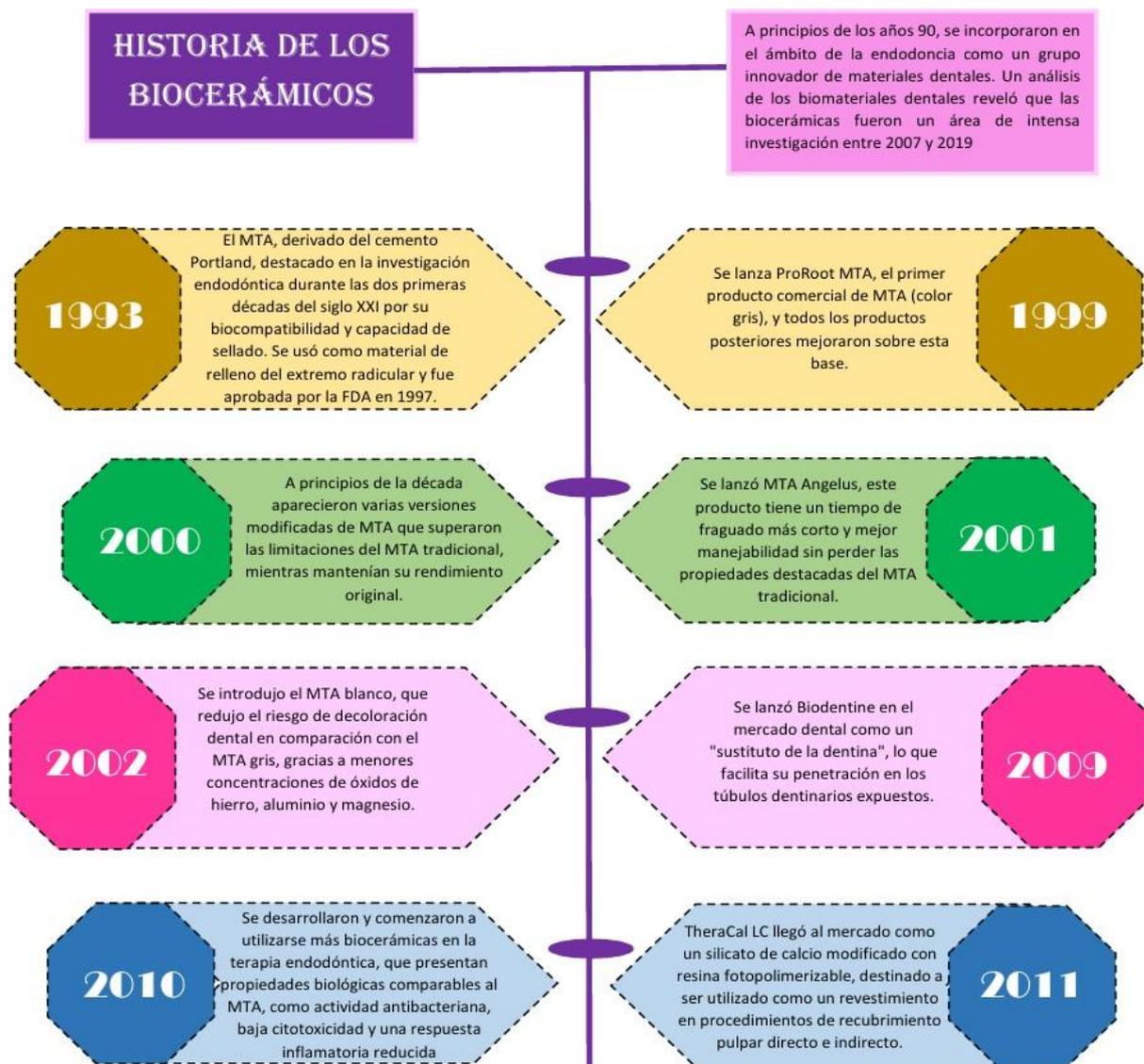
Aunque estos materiales biocerámicos están más disponibles, aún existen lagunas en la literatura sobre la comparación de sus propiedades bioactivas en diversas condiciones clínicas. Además, no hay consenso sobre cuál es el más adecuado para cada procedimiento endodóntico, lo que subraya la necesidad de estudios comparativos que aborden críticamente esta cuestión.

## 2.1 Definición de los biocerámicos

Los materiales biocerámicos son cerámicos inorgánicos, no metálicos y biocompatibles que se utilizan en contacto directo con tejidos vivos en los campos médico y dental, poseen una capacidad de sellado mejorada, actividad antibacteriana y antifúngica y se pueden usar tanto en medicina como en odontología. (1) (21)

## 2.2 Historia de los biocerámicos.

Ilustración1. Línea de tiempo. Historia de los biocerámicos

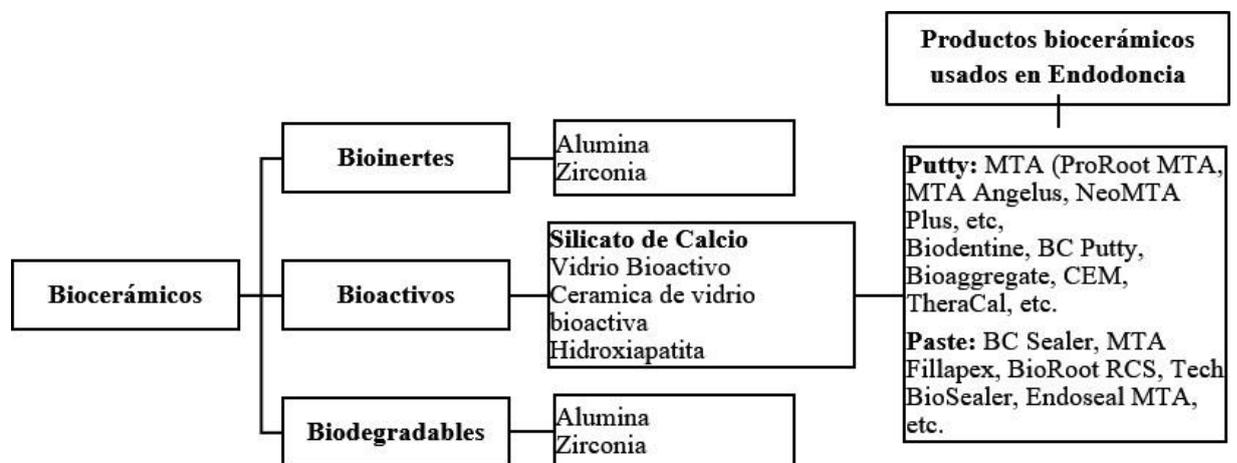


Fuente: Elaboración propia con datos de Dong X, Xu X (6)

### 2.3 Clasificación de los biocerámicos

- ✓ **Bioinertes:** No interactúa con sistemas biológicos. (22)
- ✓ **Biodegradables:** Son solubles o reabsorbibles eventualmente reemplazado o incorporado tejido. (22)
- ✓ **Bioactivos:** Interactúan con el tejido circundante para estimular el crecimiento de tejidos más duraderos. (22)

Ilustración 2. Clasificación de los biocerámicos



Fuente: Elaboración propia con datos de Xu Dond, Xin Xu (6)

### 2.4 Biocerámicos usados en endodoncia

Las biocerámicas utilizadas en endodoncia no se ven afectadas por la humedad ni la sangre. Son dimensionalmente estables y presentan una ligera expansión. Una vez fraguadas, se vuelven más duras, lo que permite una restauración final compacta, y un sellado duradero. Durante el fraguado alcanza un pH superior a 12 debido a la reacción de hidratación, que inicialmente genera hidróxido de calcio y posteriormente se disocia en iones de calcio e hidroxilo. Cuando no está fraguado, posee propiedades antibacterianas, completado el fraguado se vuelven biocompatibles y bioactivas. Al entrar en contacto con los fluidos tisulares, estas biocerámicas liberan hidróxido de calcio, que puede reaccionar con los fosfatos presentes para formar hidroxiapatita, induciendo así la formación de tejido. (22)

### 2.4.1 MTA

El biocerámico basado en silicato de calcio más utilizado y antiguo en odontología es el MTA, este cemento se caracteriza por ser hidrofílico y biocompatible, tiene la capacidad de promover la cicatrización y la osteogénesis. Está compuesto por un polvo de trióxidos finos (óxido tricálcico, óxido de bismuto, óxido de silicio) y otras partículas hidrofílicas (aluminato tricálcico, silicato tricálcico) que son responsables de sus propiedades químicas y físicas. Este material se endurece al entrar en contacto con la humedad. La hidratación del polvo forma un gel coloidal con un pH de 12.5 el cual solidifica en aproximadamente 3 a 4 horas. (23) (24)

## 2.5 Marcas comerciales

### 2.5.1 ProRoot MTA:

**Ilustración 3.** Pro Root: Cemento MTA para Reparación de Conductos Radiculares



Existe en color gris y blanco, tienen un tiempo de trabajo de 5 minutos, y tiempo de fraguado de 4 horas, su vehículo es el agua y provocan tinción. (9)

Fuente: Dentaltix (2025) (25)

### 2.5.2 MTA Fillapex (Angelus):

**Ilustración 4.** ANGELUS.

MTA Fillapex.



Vienen en color gris y blanco, tienen un tiempo de trabajo de 10 minutos, tiempo de fraguado de 80 minutos, su vehículo es el agua y provocan tinción. (9)

Fuente: Dentalmart (2025) (26)

### 2.5.3 MTA Repair HP:

**Ilustración 5.** Cemento reparador biocerámico de alta plasticidad.



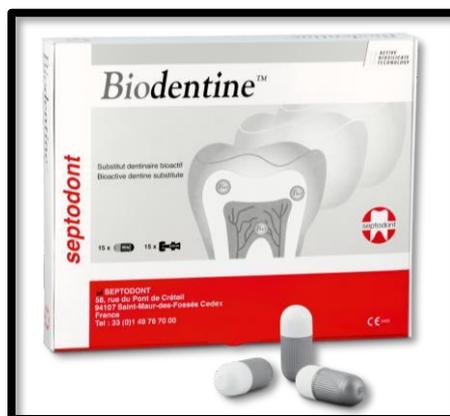
Tiene un tiempo de trabajo de 5 minutos, un tiempo de fraguado de 15 minutos, su vehículo es el agua y plastificante y no provoca tinción.(9)

Fuente: Angelus (2024) (27)

### 2.6 Biodentine

Este material a base de silicato de calcio se caracteriza por su rápido fraguado y se recomienda como sustituto de la dentina. Puede emplearse como material de restauración coronal, para reparar perforaciones o como recubrimiento pulpar. Entre sus componentes se encuentran óxido de circonio que se usa como radiopacificador y además tiene silicato tricálcico y carbonato de calcio. (21) El líquido contiene cloruro de calcio (vehículo), que disminuye el tiempo de fraguado (9 minutos), y un polímero hidrosoluble, agente reductor de agua, para mantener la fluidez y no provoca tinción. (7) (9)

**Ilustración 6.** Biodentine™



Fuente: Septodont (2025) (28)

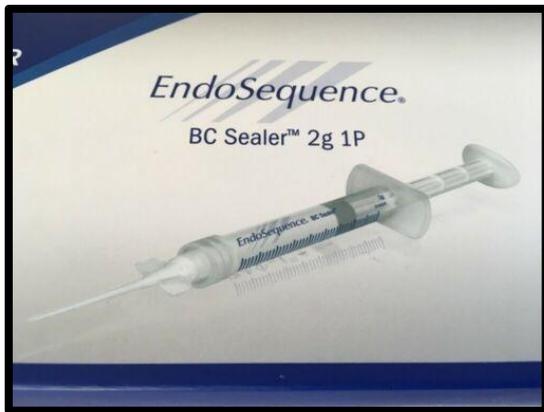
## 2.7 EndoSequence

Es una masilla premezclada o pasta inyectable compuesta principalmente de silicato de calcio, fosfato de calcio, óxido de circonio y óxido de tantalio. Como alternativa al MTA, el material de reparación de raíces EndoSequence se ha considerado bioactivo, que es la capacidad de un material de formar un precipitado similar a la apatita en su superficie cuando entra en contacto con fluidos tisulares. (21)

## 2.8 Marca comercial.

### 2.8.1 Endosequence BC Sealer:

**Ilustración 7.** Endosequence BC Sealer.



Es una clase de biocerámica lista para usar con buen rendimiento operativo y un bajo riesgo de decoloración dental.(1)

Fuente: Ubuy (2025) (29)

### 2.8.2 Bioagregado

**Ilustración 8.** BioAggregate®



El Bioagregado, un biocerámico de última generación, se destaca por ser el primer material compuesto por nanopartículas que presenta características comparables a las del MTA. Posee alta biocompatibilidad y bioactividad y no produce pigmentación. (30)

Fuente: NTC- Endodontics (31)

## 2.9 Propiedades biológicas de los biocerámicos

- ✓ **Biocompatibilidad y Citotoxicidad:** La biocompatibilidad se define como la capacidad de un material para lograr una respuesta adecuada y ventajosa del huésped en aplicaciones específicas. En otras palabras, se dice que un material es biocompatible cuando entra en contacto con el tejido y no desencadena reacciones adversas, como: toxicidad, irritación, inflamación, alergia o carcinogenicidad. El fosfato cálcico, principal componente inorgánico de los tejidos duros, es responsable de la biocompatibilidad de las biocerámicas. Como los BC son respetuosos con los tejidos, los fibroblastos y los osteoblastos pueden proliferar en su superficie. (9)
- ✓ **Bioactividad:** La bioactividad de los materiales biocerámicos se refiere a su capacidad para interactuar favorablemente con los tejidos biológicos, promoviendo la regeneración celular, la integración con el hueso y la reparación de tejidos. En endodoncia, la bioactividad es una propiedad esencial ya que determina cómo los materiales afectan al entorno biológico, incluyendo la actividad antimicrobiana, la estimulación de la formación de tejidos y la reducción de la inflamación.(9) Según los estudios de L. Hench(32) si una sustancia produce una respuesta biológica que conduce a un enlace entre la sustancia y los tejidos, puede clasificarse como material bioactivo.
- ✓ **Capacidad Antibacteriana:** Tras la reacción de precipitación durante el fraguado, que provoca el secuestro de los gérmenes, adquieren cualidades antibacterianas. Producen superficies que contienen nanocristales de 1-3 nm, que impiden la adherencia de microorganismos. El pH se eleva durante 30 días gracias al hidróxido de calcio producido por la reacción de hidratación. La eliminación bacteriana se explicaría por la difusión constante de hidróxido de calcio en los túbulos dentinarios. (9)

## 2.10 Propiedades fisicoquímicas de los biocerámicos

- ✓ **Fuerza de unión:** Los valores del sellador BC son 1,8 MPa en canales húmedos y 3 MPa en canales secos. MTA 6,1 y Biodentine 8,7 MPa son valores superiores encontrados en materiales de reparación. (9)
- ✓ **Radiopacidad:** Los selladores de conductos radiculares deben ser lo suficientemente radiopacos para poder distinguirlos de las estructuras anatómicas adyacentes. Según la norma ISO 6876/2001, la radiopacidad mínima de un sellador de conductos radiculares se basa en un estándar de referencia de 3,00 mm de aluminio. (9)
- ✓ **Solubilidad:** Según norma ANSI / ADA < 3% (0,9-2.9 %). (9)

- ✓ **Tiempo de Fraguado:** A excepción de TheraCal, que fotopolimeriza en 0,3 minutos, y Biodentine, que fragua en 9 minutos, la duración media del fraguado es de 40 a 120 minutos (primer fraguado 40-50 minutos y fraguado final 120-170 minutos), y dependiendo de la humedad afectará la reacción de fraguado. (9)
- ✓ **Estabilidad Dimensional:** Experimentan una pequeña expansión de fraguado en lugar de encogerse. Reducen la necesidad de filtrar más el material al cumplir con la norma ISO 6876/2001. (9)
- ✓ **Fluidez:** Corresponde a un tamaño de partícula de 2  $\mu$ , Según la norma ISO 6876:2001. (9)
- ✓ **pH alcalino alto:** Durante las primeras 24 horas, el pH es superior a 12,4, tras lo cual se mantiene alcalino y desciende gradualmente hasta el día 28. (9)
- ✓ **Resistencia a la fractura:** Mayor resistencia a la flexión y a la compresión que otros materiales. Biorrot  $621,38 \pm 145,09$  N, TotalFill  $516 \pm 90,63$  N. (9)

## 2.11 Ventajas de los biocerámicos en endodoncia

El uso de materiales biocerámicos como selladores de conductos radiculares presenta dos ventajas principales:

- ✓ La primera, los tejidos circundantes no pueden rechazarlos, ya que son biocompatibles. (33) (34)
- ✓ En segundo lugar, el fosfato cálcico, que se incluye en los materiales biocerámicos, mejora sus cualidades de fraguado y les confiere una estructura cristalina y una composición química comparables a las de los materiales de apatita dental y ósea. Esto favorece la adhesión de los selladores a la dentina radicular. (33) (34)
- ✓ Fácil uso y manipulación.
- ✓ Buenas propiedades antibacterianas para anaerobios facultativos. (35)
- ✓ Resistencia a la compresión mejorada, baja solubilidad cuando fragua. (34)

## 2.12 Desventajas y desafíos

- ✓ Las limitaciones incluyen el tiempo de curado prolongado.
- ✓ Alto costo.
- ✓ la posibilidad de decoloración dental.
- ✓ La dificultad de mezcla y las características de manipulación.
- ✓ Y un desperdicio considerable asociado con los disponibles en forma capsular.(34)

## 2.13 7Aplicaciones clínicas

Según varios artículos se mencionan las siguientes aplicaciones clínicas de los biocerámicos:

- ✓ El recubrimiento pulpar.
- ✓ Tratamiento endodóntico regenerativo/apexificador. (36)
- ✓ Tratamiento de conducto radicular.
- ✓ La formación de barreras apicales.
- ✓ Las reparaciones de perforaciones y defectos radiculares. (36)
- ✓ Obturación del extremo radicular. (6)(24)

Los biocerámicos facilitan la manipulación y reducen el tiempo de trabajo en la obturación retrógrada en comparación con el MTA. En perforaciones radiculares, ya sea en la furca o en las paredes del conducto, actúan como una barrera con propiedades mecánicas adecuadas, incluso en condiciones de humedad. También son efectivos para rellenar reabsorciones radiculares internas o externas, con o sin perforación del conducto. (36)

En casos de desarrollo radicular incompleto, permiten la formación de una barrera apical. En comparación con el hidróxido de calcio, el recubrimiento pulpar con biocerámicos tiene una mayor tasa de éxito en dientes vitales. Su aplicación en la revascularización favorece la regeneración del complejo dentino-pulpar en dientes permanentes inmaduros con necrosis pulpar. y el desarrollo continuo de la raíz. Además, como selladores, presentan la capacidad de expandirse en presencia de humedad, mejorando el sellado del conducto. (9)

## CAPITULO III. METODOLOGÍA

### 3. Tipo y diseño de investigación

La presente investigación es de tipo bibliográfica documental, con un nivel descriptivo, y un diseño no experimental, transversal, cuyo objetivo principal es determinar la bioactividad de los biocerámicos utilizados en endodoncia. Para ello se realizó una revisión sistemática en donde se revisó artículos científicos disponibles en las bases de datos de PubMed, Scopus, Scielo y Google Scholar. La metodología se basó en el modelo PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) esta herramienta facilita la elaboración de revisiones sistemáticas de manera estructurada y transparente.

#### 3.1 Pregunta de investigación

Se formuló una pregunta de investigación siguiendo la metodología PICO (Población, Intervención, Comparación, Outcomes o Resultados). ¿Cuál es la bioactividad de los materiales biocerámicos utilizados en endodoncia?

**Tabla 1.** Pregunta PICO

<b>P</b>	<b>Población</b>	<b>Endodencias</b>
<b>I</b>	<b>Intervención</b>	<b>Biocerámicos</b>
<b>C</b>	<b>Comparación</b>	<b>Dentina</b>
<b>O</b>	<b>Outcomes (Resultados)</b>	<b>Bioactividad</b>

*Elaborado por: Elizeth Velasteguí*

#### 3.2 Criterios de inclusión:

- ✓ Artículos científicos que hablen sobre los biocerámicos en endodoncia
- ✓ Artículos científicos que hablen sobre la bioactividad de los materiales biocerámicos en los tratamientos de conducto
- ✓ Meta-Analysis
- ✓ Artículos científicos que hayan sido publicados en los últimos 8 años
- ✓ Artículos científicos que cumplan con el promedio general de conteo de citas (Average Citation Count-ACC) y también con el factor de impacto del Scimago Journal Ranking (SJR)
- ✓ Publicaciones con variedad de idiomas como: español, inglés, portugués

### **3.3 Criterios de exclusión**

- ✓ Artículos científicos que no estén dentro del rango de investigación (8 años).
- ✓ Artículos que no tengan información relevante sobre el tema de la investigación.
- ✓ Artículos que no estén relacionados con los objetivos propuestos en la investigación.
- ✓ Artículos que no estén disponibles o sean de paga.
- ✓ Tesis de grado.

### **3.4 Instrumentos empleados**

Para la recolección de datos se utilizó bitácoras de metaanálisis que sirvieron como herramienta para organizar y clasificar la información extraída de los artículos seleccionados, permitiendo una comparación sistemática de los resultados obtenidos sobre la bioactividad de los diferentes biocerámicos.

### **3.5 Recolección de información de las bases de datos**

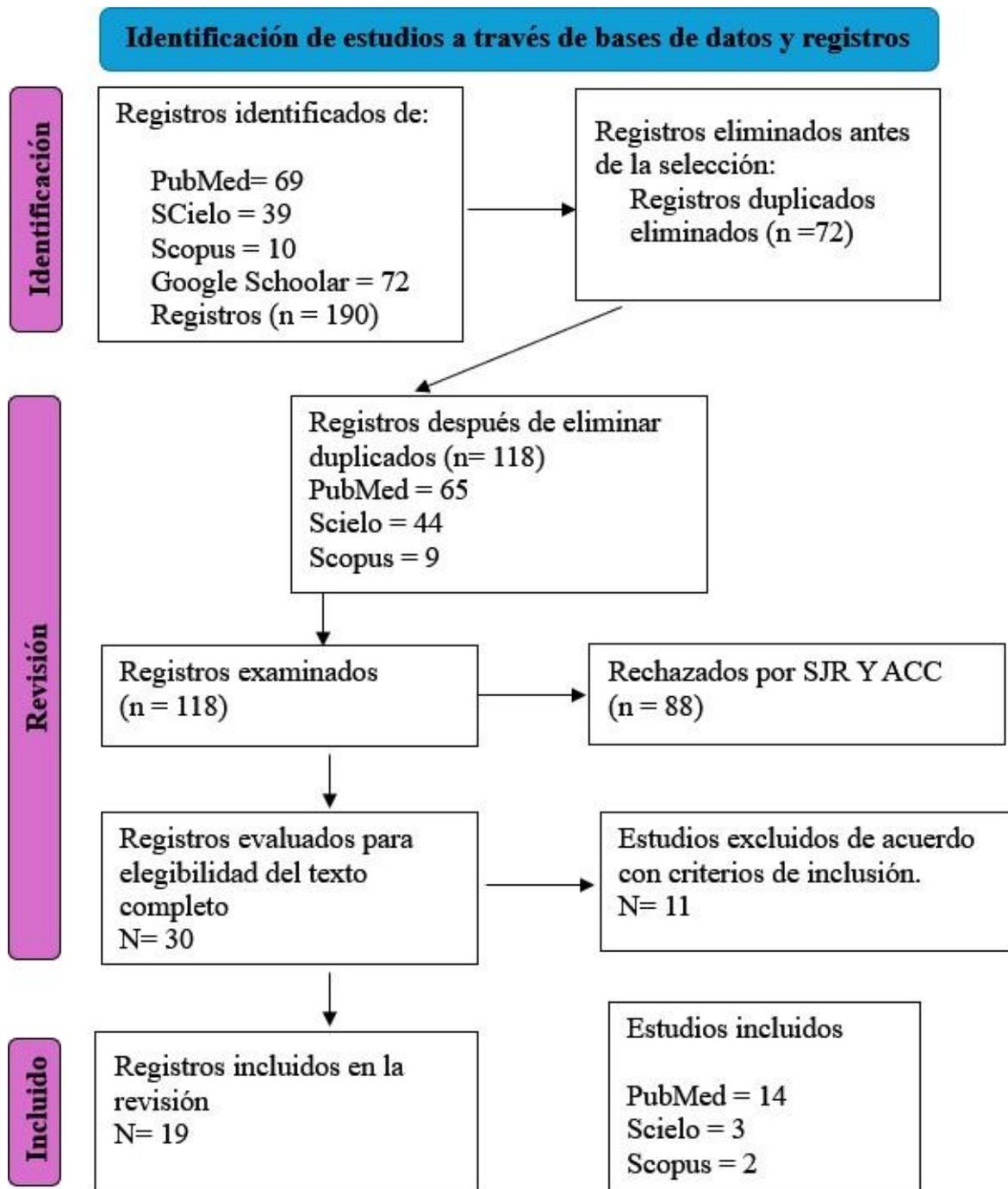
El procedimiento de investigación consistió en la recopilación de datos mediante la búsqueda y selección de artículos relevantes por medio del uso de los operadores booleanos “AND, OR” en las 4 bases de datos PubMed, Scielo, Scopus y Google Scholar. Estos operadores booleanos se combinaron con palabras como: Bioactividad, materiales biocerámicos, endodoncia, MTA, Biodentine, biocerámicos en endodoncia. Y se obtuvo 190 resultados, después se aplicó filtros dependiendo de los criterios de inclusión y exclusión y se obtuvo un resultado de 118 estudios. Y luego de la verificación SJR Y ACC se obtuvo un resultado de 19 estudios que se incluirán en la presente investigación.

**Tabla 1.** Base de datos y términos de búsqueda

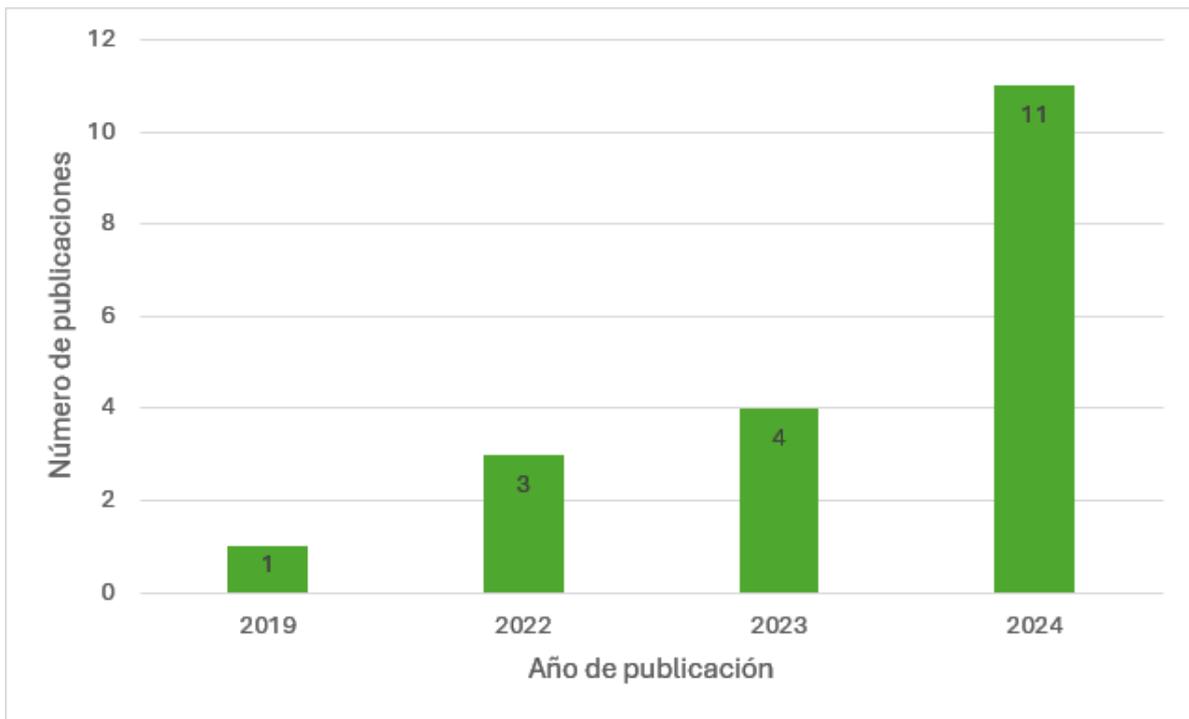
<b>BASE DE DATOS</b>	<b>ECUACIÓN DE BÚSQUEDA</b>	<b>RESULTADOS</b>
<b>PubMed</b>	(((Bioceramic materials) AND (endodontics)) AND (bioceramics in endodontics)) AND (bioactivity) (Bioceramics in endodontics) AND (Bioactivity)	69
<b>Scielo</b>	((materiales biocerámicos)) AND (endodoncia) ((Bioactividad) AND (materiales biocerámicos )) AND (endodoncia) ((MTA) AND (Biodentine)) OR ( <u>Biocerámicos</u> )	39
<b>Scopus</b>	(Bioceramics) AND (bioactivity) OR (MTA) AND (biodentine)	10
<b>Google Scholar</b>	(biocerámicos en endodoncia) AND (bioactividad)	72

Elaborado por: Elizeth Velasteguí

Ilustración 9. Diagrama de flujo PRISMA



**Gráfico 1. Número de publicaciones por año**



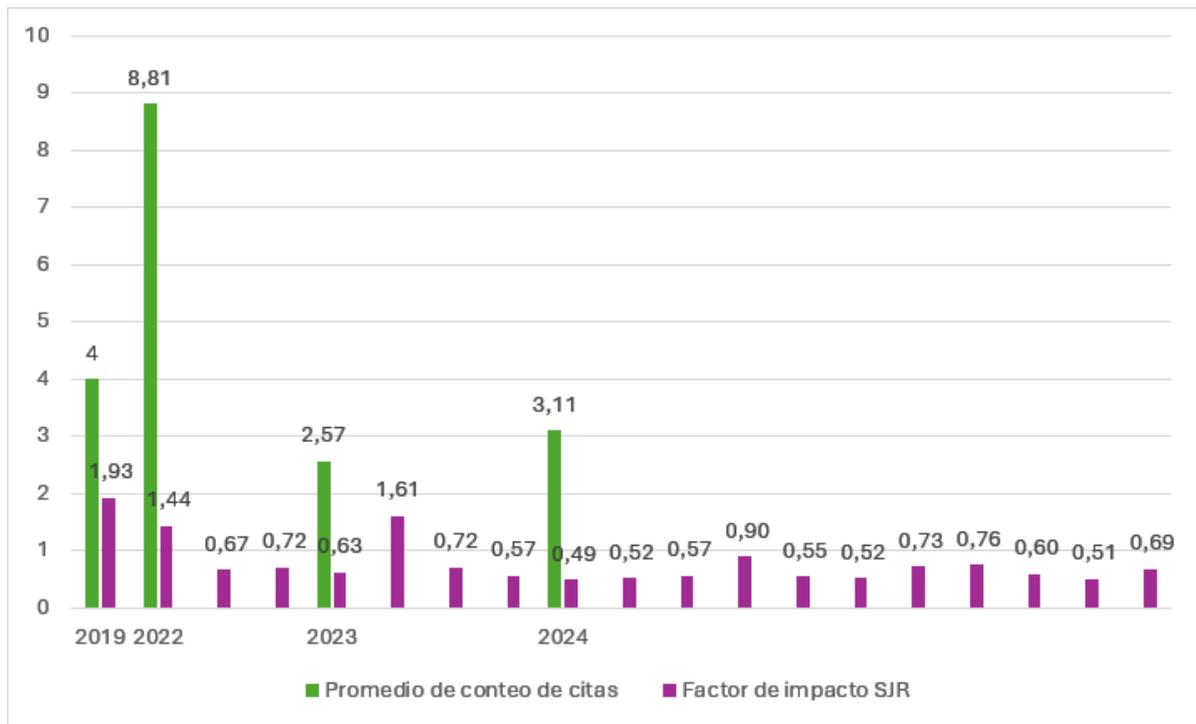
Realizado por: Elizeth Alejandra Velasteguí Castro

Fuente: Excel

**Análisis:**

La grafica representa el número de publicaciones que se usaron para el trabajo de investigación organizándolas por año y nos muestra que durante el año 2024 hubo un mayor número de publicaciones representando más del 50% en comparación al resto de años demostrando que ha sido un tema de gran interés.

**Gráfico 2. Publicaciones por año, promedio de conteo de citas y Factor de impacto SJR**



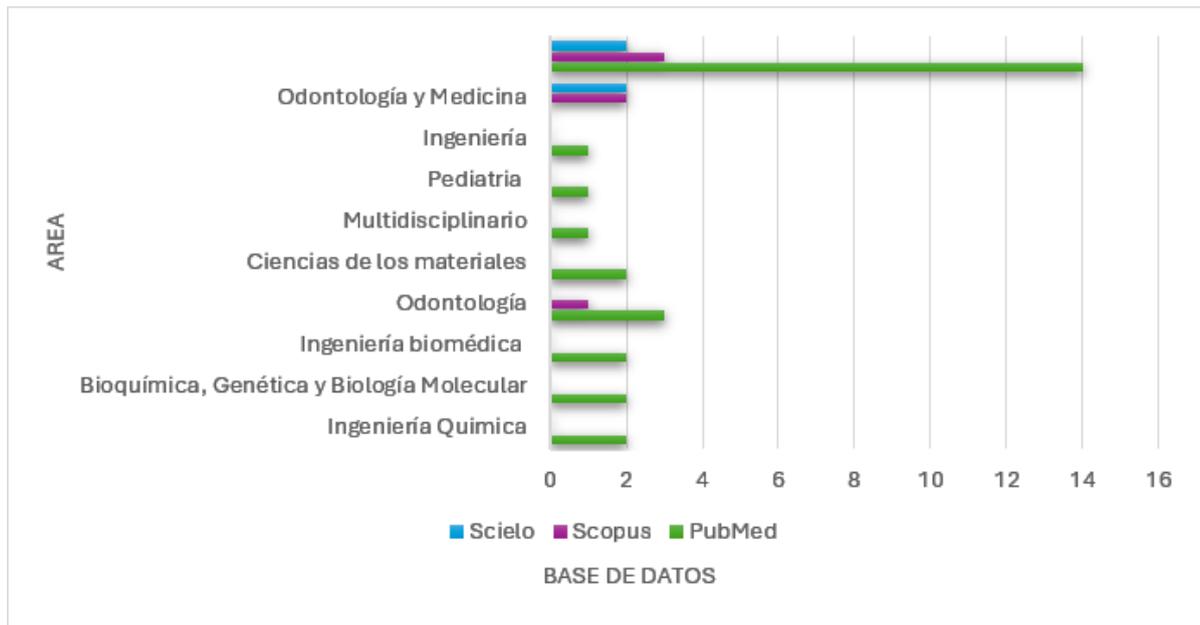
Realizado por: Elizeth Alejandra Velasteguí Castro

Fuente: Excel

**Análisis:**

En la siguiente gráfica se ve representado el promedio de conteo de citas y el factor de impacto por año de las distintas publicaciones que se incluyeron en el estudio, evidenciando que cumple con el promedio mínimo establecido y aceptado de 1.5 en el conteo de citas, siendo los años 1019 y 2022 los que reflejan mayor cantidad y durante los años 2023 y 2024 tienen los valores más bajos. Mientras que los valores más altos en el factor de impacto SJR se ven representados en los años 2019, 2023 y 2024.

**Gráfico 3. Número de publicaciones por Base de datos y Área**



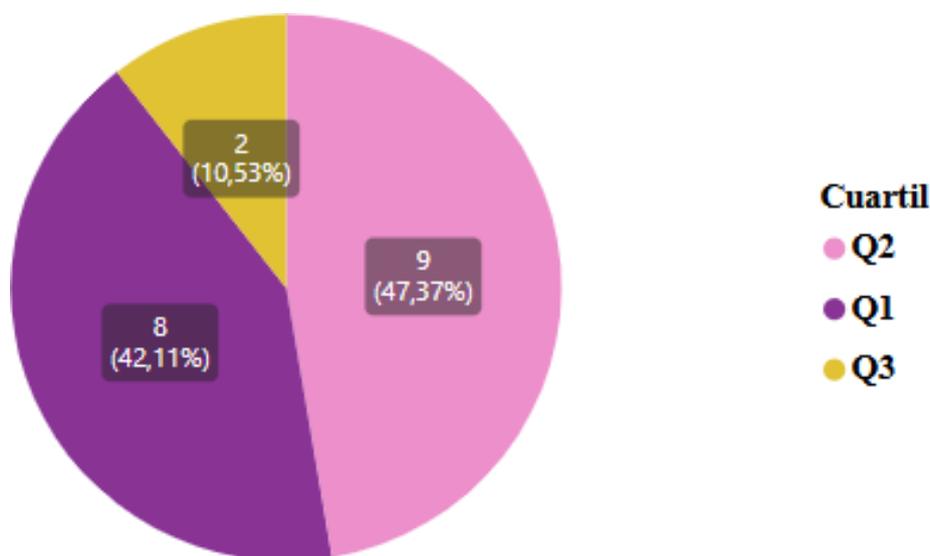
Realizado por: Elizeth Alejandra Velasteguí Castro

Fuente: Excel

**Análisis:**

La siguiente gráfica nos muestra las publicaciones según la base de datos y el área en donde se demuestra evidentemente un mayor número de publicaciones en el Área de Odontología y Medicina (14 artículos) y principalmente indexados en la base de datos de PubMed que muestra ser la mayor base de datos con más publicaciones en las distintas áreas seguida por Scopus y Scielo.

**Gráfico 4. Número de publicaciones por cuartil**

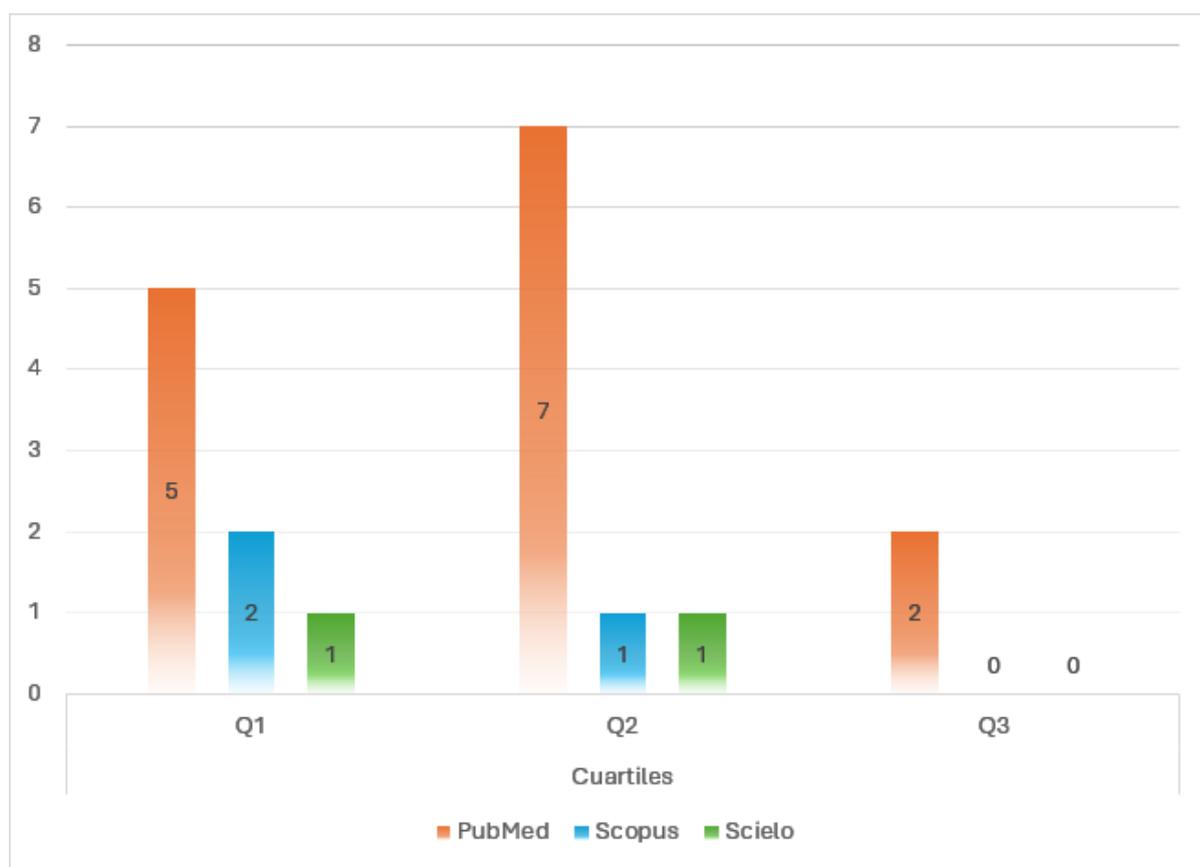


Elaborado por: Elizeth Alejandra Velasteguí Castro  
Fuente: Microsoft Power BI 2023

**Análisis:**

La gráfica nos muestra las publicaciones en los respectivos cuartiles y el número de publicaciones y porcentajes de cada uno, en donde se evidencia la mayor cantidad de artículos en los cuartiles (Q1 Y Q2) representando más del 50% del total y siendo publicaciones con mucha relevancia y excelencia académica. Mientras que las publicaciones restantes que fueron el 10,53% (2 artículos) se encuentran en el cuartil Q3 de menos relevancia y el cuartil Q4 no fue representado ya que no se tomaron en cuenta esas publicaciones.

**Gráfico 5. Publicaciones por cuartiles y base de datos**



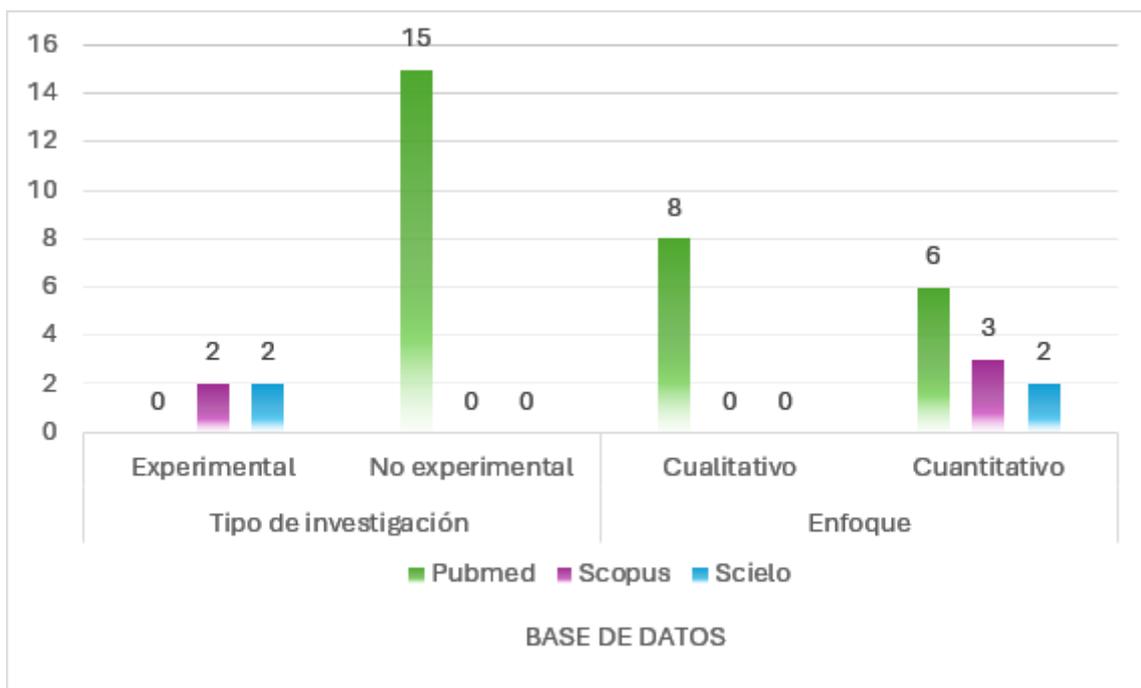
Realizado por: Elizeth Alejandra Velasteguí Castro

Fuente: Excel

**Análisis:**

La gráfica muestra el número de publicaciones según el cuartil y base de datos, Se observa que PubMed es la base de datos más destacada, con una distribución en los distintos cuartiles Q1 con 5 publicaciones, Q2 con 7 y Q3 2 publicaciones. Por otro lado, las publicaciones restantes se encuentran en las bases de datos Scopus y Scielo, se distribuyen en el cuartil Q1 Y Q2, sin presencia de publicaciones en Q3.

**Gráfico 6. Publicaciones según la Base de datos, Tipo de investigación y Enfoque**

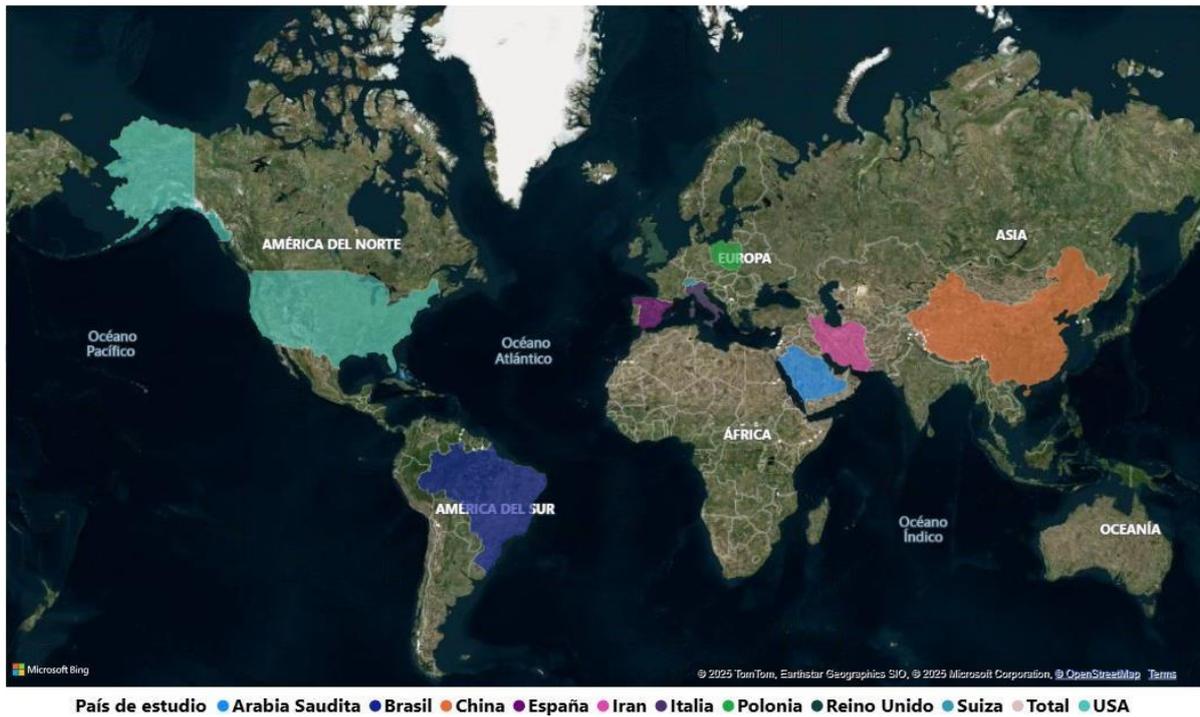


Realizado por: Elizeth Alejandra Velasteguí Castro  
Fuente: Excel

**Análisis:**

El gráfico representa las publicaciones según la base de datos, el tipo de investigación y el enfoque. Se confirma que PubMed es la base de datos más relevante, seguida por Scopus y Scielo. En cuanto al tipo de investigación y enfoque, se observa un predominio de estudios no experimentales, con un total de 15 artículos, de los cuales 8 tienen un enfoque cualitativo y 6 cuantitativo. El resto de las publicaciones también corresponden a estudios no experimentales, pero exclusivamente con un enfoque cuantitativo.

**Gráfico 7. Publicaciones por país**



Realizado por: Elizeth Alejandra Velasteguí Castro

Fuente: Microsoft Power BI 2023

**Análisis:**

El gráfico presenta la distribución de publicaciones por país, destacando que Suiza lidera con 6 artículos, seguida por China con 3 y Brasil con 2. Los demás países contribuyen con una publicación cada uno. Este patrón sugiere un mayor interés en el tema de investigación por parte de Europa, con Suiza como país más activo en la producción científica relacionada. Además, la presencia de China, Brasil y el resto de los países de la lista indica un interés global, aunque en menor proporción.

## **CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **RESULTADOS**

#### **1. Identificar los materiales biocerámicos más usados en endodoncia.**

Diversos estudios destacan que los cementos a base de silicato de calcio (CSC) son los más utilizados en los tratamientos de conducto. Entre ellos, el material bioactivo más estudiado hasta la fecha es el agregado de trióxido minearal, MTA. Además, se han desarrollado y aplicado en la práctica clínica otros biocerámicos como Biodentine, material de reparación radicular EndoSequence (ERRM), y BioAggregate. (6)(24)

#### **MTA**

El MTA es una formulación a base de cemento Portland desarrollado inicialmente para perforaciones radiculares, el relleno retrógrado después de una apicectomía y el recubrimiento pulpar. (37) Este material es el estándar de oro para la VPT (tratamiento de pulpa vital). La biocompatibilidad del MTA ha sido demostrada mediante estudios in vitro, in vivo y en reportes clínicos. Su alto pH durante el fraguado le confiere un fuerte efecto antimicrobiano. Los estudios clínicos han reportado una elevada tasa de éxito en la terapia vital de la pulpa. Sin embargo, su aplicación y mezcla pueden resultar complejas, ya que mantener una proporción adecuada de sus componentes, es crucial para sus propiedades físicas. Además, presenta un tiempo de fraguado prolongado y requiere un exceso de agua para completarlo. Aunque las versiones más recientes han mejorado este aspecto, Biodentine sigue siendo el material con el fraguado más rápido. No obstante, el MTA puede causar decoloración dental. (38)

#### **Biodentine**

Biodentine está compuesto principalmente por silicato tricálcico y dicálcico, a diferencia del MTA, que también contiene aluminato de calcio, óxido de bismuto y sulfato de calcio. A pesar de que los dos materiales contienen silicato tricálcico en su composición, el Biodentine tiene una estructura menos porosa y más densa. Como resultado, el tiempo de fraguado es más rápido que el MTA y con mejores propiedades mecánicas. Dentro de su composición está el carbonato de calcio, óxido y rellenos de óxido férrico para lograr su color. Pero, en comparación con otros materiales endodónticos, tiene menor radiopacidad, lo que requiere el uso de métodos adicionales para mejorar su visibilidad en un entorno clínico. (24)

## **Endosequense**

Dentro de este tenemos iRoot BP, iRoot BP Plus conocidos como material de reparación radicular EndoSequence. Son pastas biocerámicas premezcladas con una consistencia espesa y blanquecina. Presentan formulas variadas, pero con una composición similar, creadas para la reparación definitiva de conductos radiculares y procedimientos quirúrgicos. Según su manual de instrucciones, la ERRM contiene silicato tricálcico, óxido de zirconio, pentóxido de tántalo, silicato di cálcico, sulfato de calcio, fosfato monobásico de calcio y un agente de relleno. Su tiempo de fraguado es de al menos 2 horas y requiere la presencia de agua para su endurecimiento. (39)

## **Bioaggregate**

Es una biocerámica sin aluminio y contiene aditivos como fosfato de calcio y sílice. Se ha demostrado que BioAggregate posee una excelente resistencia de unión estable y propiedades de sellado, pero propiedades mecánicas relativamente pobres. (6) Está hecho de diferentes compuestos de calcio y tiene excelentes propiedades similares al MTA a un precio más razonable. Tiene propiedades físicas e indicaciones clínicas similares al MTA, pero tiene una composición química diferente.(6)

## **2. Describir las características principales de los biocerámicos y su aplicación clínica.**

Los materiales biocerámicos poseen varias características, pero lo que más destaca y hace que sean materiales óptimos para los distintos tratamientos de endodoncia son: su biocompatibilidad y bioactividad.

Debido a su predominante biocompatibilidad, bioactividad y capacidad de sellado, las biocerámicas basadas en silicato de calcio se han utilizado ampliamente en los tratamientos endodónticos, incluyendo al MTA, Biodentine, Bioagregado y Endosequence. (6)

**Tabla 2.** Características de los biocerámicos y aplicaciones clínicas

<b>Biocerámicos</b>	<b>Características</b>	<b>Aplicación clínica</b>
<b>MTA</b>	sellabilidad favorable y una biocompatibilidad excelente. Además, la exposición continua en la cavidad oral	se usa comúnmente para el recubrimiento pulpar dental, reparación de perforaciones,

	podría mejorar el fraguado final del MTA. Además, el MTA puede estimular la generación de hidroxiapatita liberando iones de calcio para reaccionar con el fósforo.	apexificación, el relleno del extremo radicular
<b>Biodentine</b>	Biocerámico de lata biocompatibilidad y bioactividad, tiene un fraguado rápido de 12 a 15 min, excelente sellabilidad y adhesión a la dentina, tiene un ph alcalino lo que le confiere actividad antimicrobiana y no produce decoloración dental.	Obturación de conductos radiculares Apexificación y terapia regenerativa Reparación de perforaciones radiculares y de furca Base o recubrimiento pulpar en cavidades profundas Tratamientos en dientes con reabsorción radicular
<b>Bioagregado</b>	Biocerámico de lata biocompatibilidad y bioactividad con un tiempo de fraguado moderado (alrededor de 1 hora), más rápido que el MTA pero más lento que Biodentine. Ph alcalino mayor a 12 lo que lo hace antibacteriano, buena capacidad de adhesión a la dentina, aunque menor que Biodentine.	Sellador radicular Apexificación y terapia regenerativa Reparación de perforaciones radiculares y de furca Recubrimiento pulpar directo e indirecto Tratamiento en casos de reabsorción radicular interna o externa.
<b>Endosequence</b>	Es un biocerámico que tiene de alta bioactividad y excelente biocompatibilidad, tiempo de fraguado moderado (al menos 2 horas), Ph alcalino con propiedades antimicrobianas Excelente sellabilidad y adhesión química a la dentina.	Sellador radicular Apexificación y terapia regenerativa Reparación de perforaciones radiculares y de furca Recubrimiento pulpar directo e indirecto Obturación retrógrada en cirugías apicales Tratamiento de lesiones periapicales y reabsorciones radiculares

Elaborado por: Elizeth Velasteguí

Fuente: Elaboración propia con datos de (6)(24)(37)(40)(41)(42)

### 3. Comparar la bioactividad de los materiales biocerámicos en los tratamientos de conducto.

La bioactividad se refiere a su capacidad para interactuar con los tejidos biológicos, promover la formación de hidroxiapatita y estimular la regeneración tisular. A continuación, se presenta una comparación de los materiales biocerámicos más utilizados en función de su bioactividad: (38)

El agregado de trióxido mineral (MTA) es el material estándar de oro. Su biocompatibilidad se ha demostrado in vitro, in vivo y en un informe de caso. Tiene un pH alto (alcalino) lo cual lo confiere propiedades antibacterianas, de fraguado lento; y también causa decoloración dental. Los estudios clínicos han informado de una alta tasa de éxito del MTA e incluso por ser menos costoso. (38) Aquí se incluye el Bioaggregate o Bioagregado el cual comparte características similares al del MTA pero con mejoras como por ejemplo este material no causa pigmentación. Y tiene un tiempo de fraguado más corto (6)(43)

En comparación con Biodentine existen estudios que demuestran que este es mejor que el MTA, aunque es un poco mas costosos, tiene un menor tiempo de fraguado y sobre todo no causa pigmentación. Estudios previos demostraron que tanto MTA como BD cumplen con su deposición de hidróxido de calcio cumpliendo su función de bioactividad, los dos inducen un pH alcalino en contacto con las células, y los hace antibacterianos. (44)

También tenemos al biocerámico Endosequence (ERRM) que viene en una jeringa lista para usar lo cual lo hace de fácil manipulación y posee un bajo riesgo de decoloración dental en comparación al MT.(6) comparten esta característica con el Biodentine, pH alcalino que lo hace antibacteriano y la limitación de su uso podría ser el alto costo del producto.(37)

En términos generales, todos los materiales biocerámicos que se utilizan en endodoncia son realmente impresionantes por su bioactividad y biocompatibilidad. Estos materiales ayudan al desarrollo de la dentina terciaria, además de promover la diferenciación y el crecimiento de las células pulpares. Materiales como MTA, Biodentine, BioAggregate y Endosequence, destacan por sus cualidades antibacterianas y su notable capacidad de sellado debido a su elevado pH. La unión física y química que se forma entre el MTA y la dentina garantiza un sellado muy fuerte. Sin embargo, es interesante notar que Biodentine, BioAggregate e Endosequence logran un sellado aún mejor que el MTA. Además, a diferencia del MTA, Biodentine no contiene metales pesados y es menos propenso a alterarse por las soluciones de irrigación. (24)

## **Discusión**

Los hallazgos de esta revisión muestran que los materiales biocerámicos, como el MTA, Biodentine, BioAggregate y EndoSequence, son lo que según los artículos de este estudio los materiales más usados en los tratamientos de endodoncia tienen una notable bioactividad, que es esencial para su aplicación en los tratamientos de conducto. Esta bioactividad se refleja principalmente en su habilidad para liberar iones de calcio, promover la formación de hidroxiapatita y mantener un pH alcalino, lo que a su vez favorece la regeneración de tejidos y la diferenciación celular.(44)(45)

Song W. et al (46) señalan que los biocerámicos a base de silicato de calcio poseen una biocompatibilidad y bioactividad in vivo excepcionales, lo que los hace materiales muy prometedores para mejorar los resultados de los tratamientos endodónticos. Los autores enfatizan la importancia de realizar más investigaciones clínicas en humanos para verificar los hallazgos y mejorar su uso en odontología. También se señala que el Biodentine y iRoot BP han mostrado resultados prometedores cuando se usan en tratamientos como el recubrimiento pulpar o la pulpotomía. Los biocerámicos a base de silicato de calcio pueden ayudar en la regeneración del tejido periapical y a mantener la pulpa vital. (47)

Respecto al ERRM, Talabina R. et al. (48) destacan su practicidad clínica debido a su presentación como pasta premezclada y su estabilidad dimensional. Estudios recientes han evidenciado que este material mantiene un ambiente alcalino y estimula la expresión de marcadores de diferenciación osteogénica, como Runx2 y osteocalcina, lo que respalda su potencial regenerativo.(49)

En resumen, estos resultados corroboran la idea expuesta por Silva et al. (50), donde señalan que la bioactividad de los materiales biocerámicos están relacionados con la manera como interactúan con los tejidos biológicos. Eso agrega funciones antibacterianas, biocompatibilidad y ayuda a la regeneración. Estivalet et al.(19) también menciona que estos selladores biocerámicos poseen gran bioactividad y potencial regenerativo en endodoncia lo que los hace elegibles para los tratamientos. Aun así, comenta que se necesitan más estudios clínicos a largo plazo para comprobar los resultados y determinar su efectividad. (51)(52)

## **CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **Conclusiones generales**

- ✓ Después de la revisión de todos los artículos incluidos en esta investigación los resultados permiten afirmar que los materiales biocerámicos más usados dentro de la endodoncia son: el MTA, Biodentine y ERRM (material de reparación radicular EndoSequence) gracias a sus excelentes propiedades físicas y químicas, y hay que usarlos según el tratamiento que se requiera.
- ✓ Dentro de las características principales de los biocerámicos tenemos su bioactividad, biocompatibilidad, actividad antimicrobiana, capacidad de sellado, tiempo de fraguado, resistencia, durabilidad y radiopacidad, todas estas han sido clave para ser usados en tratamientos de endodoncia. En donde Biodentine es el que demuestra un menor tiempo de fraguado en comparación con el resto de los materiales y mayor resistencia que MTA. Y sus usos clínicos son el recubrimiento pulpar, tratamiento endodóntico regenerativo, apexificación, formación de barreras apicales, reparación de perforaciones, defectos radiculares y obturación del extremo radicular.
- ✓ Al comparar la bioactividad de los materiales biocerámicos en los tratamientos de conducto tenemos que estos materiales comparten características bioactivas similares, como la gran interacción con los tejidos orales, favorecen la cicatrización, todos tienen un pH alcalino lo que les confiere una alta actividad antimicrobiana. Pero se diferencian en su composición, liberación de iones, tiempo de fraguado como el Biodentine en comparación al MTA tiene un fraguado más rápido y no causa pigmentación, estos son algunos aspectos que influyen en su aplicación clínica. Para tener éxito a largo plazo en los tratamientos depende mucho de la bioactividad de cada uno de ellos, por eso es importante elegir correctamente el mejor biocerámico para cada cuadro clínico.

### **Recomendaciones específicas**

- ✓ Se recomienda el uso de materiales biocerámicos como el MTA Y Biodentine que han sido los materiales con mayor evidencia científica y con más éxito en los tratamientos de endodoncia.
- ✓ Se recomienda seleccionar los materiales acordes al caso clínico a tratar y a las condiciones económicas del paciente ya que varios de estos biocerámicos son de un alto costo.
- ✓ Se recomienda profundizar más sobre el tema de estos materiales biocerámicos durante la formación de pregrado de los estudiantes de odontología y si es posible aplicarlos en la parte clínica con los pacientes que lleguen a atenderse.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Surya Raghavendra S, Jadhav GR, Gathani KM, Kotadia P. Bioceramics in endodontics - a review. *J Istanb Univ Fac Dent* [Internet]. 2017 [cited 2025 Jan 30];51(3):128–37. Available from: <http://dx.doi.org/10.17096/jiufd.63659>
2. Torres-Flamenco D, Jiménez-Castellanos R, Pérez-Sánchez L, Llaguno-Munive M, González-Alva P, Vázquez-Vázquez FC, et al. Microtomographic and histological evaluation of two bioceramics as pulp capping agents in vivo. *Acta Odontologica Latinoamericana* [Internet]. 2024 Sep 1 [cited 2025 Jan 30];37(2):179–87. Available from: [https://doi.org/10.54589/aol.37/2/179\\_36](https://doi.org/10.54589/aol.37/2/179_36)
3. Gupta R, Kewalramani R. In-vitro evaluation of microleakage of bioceramic root-end filling materials: A spectrophotometric study. *J Oral Biol Craniofac Res* [Internet]. 2021 Apr 1 [cited 2025 Jan 30];11(2):330–3. Available from: [10.1016/j.jobcr.2021.03.001](https://doi.org/10.1016/j.jobcr.2021.03.001)
4. Chepetla T, HE. Biocerámicos y selladores radiculares: una perspectiva. *RODYB* [Internet]. 2022;11(3):1–11. Available from: <https://www.rodyb.com/bioceramicos-y-selladores-radiculares/>
5. Fernández R, Restrepo JS, Aristizábal DC, Álvarez LG. Evaluation of the filling ability of artificial lateral canals using calcium silicate-based and epoxy resin-based endodontic sealers and two gutta-percha filling techniques. *Int Endod J* [Internet]. 2016 Apr 1 [cited 2025 Jan 30];49(4):365–73. Available from: [10.1111/iej.12454](https://doi.org/10.1111/iej.12454)
6. Dong X, Xu X. Bioceramics in Endodontics: Updates and Future Perspectives. *Bioengineering* [Internet]. 2023 Mar [cited 2025 Feb 10];10(3). Available from: <https://doi.org/10.3390/bioengineering10030354>
7. Vega MSV, Díaz JAR. Potencial reparador del biodentine en terapias pulpares vitales en dientes permanentes maduros: Una revisión narrativa. *SciELO Preprints* [Internet]. 2023 [cited 2025 Feb 10]; Available from: <https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.7619>
8. Méndez J, Espinoza-Espinoza G, Seron P, Villasanti U. Effectiveness of bioceramics in the maintenance of pulp vitality in direct pulp covering in primary and permanent dentition: systematic review with meta-analysis. *Medicina Clínica y Social* [Internet]. 2024 Jan 1 [cited 2025 Jan 30];8(1):27–34. Available from: <https://doi.org/10.52379/mcs.v8i1.327>
9. Espinoza F, Lizana A, Muñoz P. Biocerámicos en odontología, una revisión de literatura. *Canal Abierto* [Internet]. 2020 [cited 2025 Jan 20];41:14–21. Available from: <https://www.canalabierto.cl/storage/articles/April2020/5oUExjxeli3GDRfSLFnJ.pdf>

10. Miralla SM. miralla-sol [Internet]. [Mendoza]: UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO; 2023 [cited 2025 Mar 29]. Available from: <https://ddhh.bdigital.uncu.edu.ar/20049>
11. Alberdi JC, Martín G. Selladores biocerámicos y técnicas de obturación en endodoncia. *Rev Fac Odontol Univ Nac (Cordoba)* [Internet]. 2021 [cited 2025 Jan 20];14(1):17–23. Available from: <http://dx.doi.org/10.30972/rfo.1414938>
12. Llanos-Carazas M. Evolution of bioceramic cements in endodontics. *Conocimiento para el Desarrollo* [Internet]. 2019 [cited 2025 Jan 20];10(1):151–62. Available from: <http://dx.doi.org/10.17268/CpD.2019.01.24>
13. Tomer AK, Kumari S, Rastogi D, Cecilia LL, Singh S, Tyagi A. Bioceramics in Endodontics - A Review. *International Journal of Applied Dental Sciences* [Internet]. 2020 [cited 2025 Jan 20];6(3):588–94. Available from: 10.22271/oral.2020.v6.i3i.1012
14. García AL. Nivel de conocimiento sobre materiales biocerámicos en endodoncia en estudiantes de estomatología de la Universidad Privada Antenor Orrego, 2022 [Internet]. [PERÚ]; 2023 [cited 2025 Jan 20]. Available from: <https://hdl.handle.net/20.500.12759/10422>
15. Camilleri J. Mineral trioxide aggregate: present and future developments. *Endod Topics*. 2015;32:31–46.
16. Song W, Sun W, Chen L, Yuan Z. In vivo Biocompatibility and Bioactivity of Calcium Silicate-Based Bioceramics in Endodontics [Internet]. Vol. 8, *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*. Frontiers Media S.A.; 2020 [cited 2025 Apr 7]. Available from: 10.3389/fbioe.2020.580954
17. Septodont Holding. Biodentine®. 2025.
18. Rencher B, Chang AM, Fong H, Johnson JD, Paranjpe A. Comparison of the sealing ability of various bioceramic materials for endodontic surgery. *Restor Dent Endod*. 2021;46(3).
19. Estivalet MS, de Araújo LP, Immich F, da Silva AF, Ferreira N de S, da Rosa WL de O, et al. Bioactivity Potential of Bioceramic-Based Root Canal Sealers: A Scoping Review [Internet]. Vol. 12, *Life*. MDPI; 2022 [cited 2025 Apr 7]. Available from: 10.3390/life12111853
20. Brasseler USA. EndoSequence® BC RRM™. 2025.
21. Wang Z, Shen Y, Haapasalo M. Antimicrobial and antibiofilm properties of bioceramic materials in endodontics. *Materials* [Internet]. 2021 [cited 2025 Feb 10];14(24). Available from: <https://doi.org/10.3390/ma14247594>
22. Debelian G, Trope M. The use of premixed bioceramic materials in endodontics. *G Ital Endod* [Internet]. 2016 [cited 2025 Feb 13];30(2):70–80. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.gien.2016.09.001>

23. Cervino G, Laino L, D'Amico C, Russo D, Nucci L, Amoroso G, et al. Mineral trioxide aggregate applications in endodontics: A review. *Eur J Dent* [Internet]. 2020 [cited 2025 Feb 10];14(4):683–91. Available from: <https://doi.org/10.1055/s-0040-1713073>
24. Wang X, Xiao Y, Song W, Ye L, Yang C, Xing Y, et al. Clinical application of calcium silicate-based bioceramics in endodontics. Vol. 21, *Journal of Translational Medicine*. BioMed Central Ltd; 2023.
25. Dentaltix. Pro Root: Cemento MTA para Reparación de Conductos Radiculares [Internet]. 2025 [cited 2025 Mar 30]. Available from: <https://www.dentaltix.com/es/maillifer/pro-root-mta-cementos-no2-2x1g-obturacion>
26. Dentalmart. ANGELUS. MTA Fillapex [Internet]. 2025 [cited 2025 Mar 30]. Available from: <https://dentalmartlatam.com/producto/angelus-mta-fillapex-4-gr/>
27. Angelus. Cemento reparador biocerámico de alta plasticidad [Internet]. 2024 [cited 2025 Mar 30]. Available from: <https://angelus.ind.br/es/produto/mta-repair-hp/>
28. Septodont. Biodentine™ [Internet]. 2025 [cited 2025 Mar 30]. Available from: <https://www.septodont.es/product/dentine-restoration-biodentine/>
29. Ubuy. Endosequence BC Sealer Bioceramic Root Canal Sealing Material Cement Brasseler [Internet]. 2025 [cited 2025 Mar 30]. Available from: <https://www.ubuy.ec/es/productuk/4X74BLJI8-endosequence-bc-sealer>
30. Saraswat Y, Ramassamy E, Shivashankarappa PG. Scope of Bioaggregate in Paediatric Dentistry: A Narrative Review. *JOURNAL OF CLINICAL AND DIAGNOSTIC RESEARCH* [Internet]. 2023 [cited 2025 Apr 8];17(12). Available from: 10.7860/jcdr/2023/66278.18811
31. NTC-Endodontics. NTC. 2025 [cited 2025 Apr 8]. Material de Relleno para Reparación de Conductos Radiculares BioAggregate®. Available from: <https://www.ntc-egypt.com/Endo39.html>
32. Jafari N, Habashi MS, Hashemi A, Shirazi R, Tanideh N, Tamadon A. Application of bioactive glasses in various dental fields. Vol. 26, *Biomaterials Research*. BioMed Central Ltd; 2022.
33. Donnell CC, Kandiah P. Comparing the technical quality and clinical outcomes of root canal treatment on immature permanent incisors in children: a retrospective evaluation of three bioceramic plug materials. *European Archives of Paediatric Dentistry* [Internet]. 2024 Dec 1 [cited 2025 Mar 31]; Available from: 10.1007/s40368-024-00941-3
34. Bukhary SM. Retreatability of calcium silicate-based sealers based on micro-computed tomographic evaluation – A systematic review. *Saudi Dental Journal*. Elsevier B.V.; 2024.

35. Abdellatif D, Iandolo A, De Benedetto G, Giordano F, Mancino D, Euvrard E, et al. Pulp regeneration treatment using different bioactive materials in permanent teeth of pediatric subjects. Vol. 27, *Journal of Conservative Dentistry and Endodontics*. Wolters Kluwer Medknow Publications; 2024. p. 458–84.
36. Ashkar I, Sanz JL, Forner L, Melo M. Calcium Silicate-Based Sealer Dentinal Tubule Penetration—A Systematic Review of In Vitro Studies. *Materials* [Internet]. 2023 Apr 1 [cited 2025 Mar 31];16(7). Available from: <https://doi.org/10.3390/ma16072734>
37. Komora P, Vámos O, Gede N, Hegyi P, Kelemen K, Galvács A, et al. Comparison of bioactive material failure rates in vital pulp treatment of permanent matured teeth – a systematic review and network meta-analysis. *Sci Rep* [Internet]. 2024 Dec 1 [cited 2025 Mar 31];14(1). Available from: 10.1038/s41598-024-69367-7
38. Mahgoub N, Alqadasi B, Aldhorae K, Assiry A, Altawili ZM, Hong T. Comparison between iRoot BP Plus (EndoSequence Root Repair Material) and Mineral Trioxide Aggregate as Pulp-capping Agents: A Systematic Review [Internet]. Vol. 9, *Journal of International Society of Preventive and Community Dentistry*. Wolters Kluwer (UK) Ltd.; 2019 [cited 2025 Apr 7]. p. 542–52. Available from: 10.4103/JISPCD.JISPCD\_249\_19
39. Luna Cruz SM, Aguiar BA, Fachine PBA, Duarte MAH, Vasconcelos BC de, Mendoca JS. Physicochemical properties of silicate tricalcium-based cement for use as pulp capping or repair material. *Braz Oral Res* [Internet]. 2024 [cited 2025 Apr 7];38(136). Available from: 10.1590/1807-3107bor-2024.vol38.0136
40. Hardan L, Mancino D, Bourgi R, Alvarado-Orozco A, Rodríguez-Vilchis LE, Flores-Ledesma A, et al. Bond Strength of Adhesive Systems to Calcium Silicate-Based Materials: A Systematic Review and Meta-Analysis of In Vitro Studies. Vol. 8, *Gels*. MDPI; 2022.
41. Chae YK, Ye JR, Nam OH. Evaluation of biocompatibility and bioactive potential of Well-Root PT by comparison with ProRoot MTA and Biodentine. *J Dent Sci*. 2024 Oct 1;19(4):2218–25.
42. Yalniz H, Ziraman FG, Oncu A, Celikten B. Porosity analysis of four bioceramic materials used for the repair of furcation perforations via micro-computed tomography. *Dent Med Probl*. 2024 Jan 1;61(1):71–6.
43. Yousefi-Koma AA, Assadian H, Mohaghegh S, Nokhbatolfoghahaei H. Comparative Biocompatibility and Odonto-/Osteogenesis Effects of Hydraulic Calcium Silicate-Based Cements in Simulated Direct and Indirect Approaches for Regenerative Endodontic Treatments: A Systematic Review [Internet]. Vol. 14, *Journal of Functional Biomaterials*. Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI); 2023 [cited 2025 Apr 7]. Available from: 10.3390/jfb14090446
44. Xavier MT, Costa AL, Ramos JC, Caramês J, Marques D, Martins JNR. Calcium Silicate-Based Cements in Restorative Dentistry: Vital Pulp Therapy Clinical,

- Radiographic, and Histological Outcomes on Deciduous and Permanent Dentition—A Systematic Review and Meta-Analysis. Vol. 17, *Materials*. Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI); 2024.
45. Song W, Sun W, Chen L, Yuan Z. In vivo Biocompatibility and Bioactivity of Calcium Silicate-Based Bioceramics in Endodontics. Vol. 8, *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*. Frontiers Media S.A.; 2020.
  46. Lin GSS, Chin YJ, Choong RS, Wafa SWWSST, Dzaruddin N, Baharin F, et al. Treatment Outcomes of Pulpotomy in Primary Teeth with Irreversible Pulpitis: A Systematic Review and Meta-Analysis. Vol. 11, *Children*. Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI); 2024.
  47. Talabani RM, Garib BT, Masaeli R. Bioactivity and Physicochemical Properties of Three Calcium Silicate-Based Cements: An in Vitro Study. *Biomed Res Int* [Internet]. 2020 [cited 2025 Apr 7];20. Available from: 10.1155/2020/9576930
  48. D'Amico G, Muwaquet Rodriguez S. Effectiveness of tricalcium silicate-based cements: Systematic review and meta-analysis. Vol. 36, *Saudi Dental Journal*. Elsevier B.V.; 2024. p. 208–13.
  49. Alves Silva EC, Tanomaru-Filho M, da Silva GF, Delfino MM, Cerri PS, Guerreiro-Tanomaru JM. Biocompatibility and Bioactive Potential of New Calcium Silicate-based Endodontic Sealers: Bio-C Sealer and Sealer Plus BC. *J Endod* [Internet]. 2020 Oct 1 [cited 2025 Apr 7];46(10):1470–7. Available from: 10.1016/j.joen.2020.07.011
  50. Chopra V, Davis G, Baysan A. Clinical and Radiographic Outcome of Non-Surgical Endodontic Treatment Using Calcium Silicate-Based versus Resin-Based Sealers—A Systematic Review and Meta-Analysis of Clinical Studies. Vol. 13, *Journal of Functional Biomaterials*. MDPI; 2022.
  51. Silveira ABV da, Oliveira BLS, Bergamo MT de OP, Lourenço Neto N, Machado MAM, Oliveira TM. Cytotoxicity of dilutions of bioceramic materials in stem cells of human exfoliated deciduous teeth. *J Appl Oral Sci*. 2024;32:e20230462.

## ANEXOS

Anexo 1. Matriz de tabulación de artículos

N°	TITULO ARTICULO	N° CITACIONES Scholar	Año de Public.	Vida útil del Artículo en años	ACC mayor a 1,5	Revista	Factor de impacto SJR	Cuartil	Base de datos	Área	Colección de datos	Tipo de estudio	Estudio	País Estudio
1														
2														
3														

ANEXO 2. Tabla de metaanálisis

	<b>AUTOR</b>	<b>TITULO</b>	<b>OBJETIVO 1</b>	<b>OBJETIVO 2</b>	<b>OBJETIVO 3</b>	<b>OBJETIVO GENERAL</b>	<b>OTRAS CONSIDERACIONES</b>
<b>1</b>							
<b>2</b>							
<b>3</b>							