



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

Biocompatibilidad de los cementos selladores endodónticos a base de hidróxido de calcio,  
resina epoxi y biocerámicos en la obturación de dientes permanentes

**Trabajo de Titulación para optar al título de**  
**Odontóloga**

**Autor:**

Garzón Tenezaca, Sarahí Alejandra

**Tutor:**

Dra. Silvia Verónica Vallejo Lara

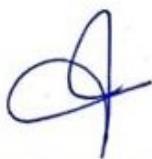
**Riobamba, Ecuador. 2025**

## DECLARATORIA DE AUTORÍA

Yo, Sarahi Alejandra Garzon Tenezaca, con cédula de ciudadanía 0604705616, autora del trabajo de investigación titulado: Biocompatibilidad de los cementos selladores endodónticos a base de hidróxido de calcio, resina epoxi y biocerámicos en la obturación de dientes permanentes, 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 (a) de la obra referida, será de mi entera responsabilidad; librando a la Universidad Nacional de Chimborazo de posibles obligaciones.

En Riobamba, 16 de mayo de 2025.



---

Sarahi Alejandra Garzón Tenezaca

C.I: 0604705616

## **DICTAMEN FAVORABLE DEL PROFESOR TUTOR**

Quien suscribe, Dra. Silvia Verónica Vallejo Lara catedrática adscrito a la Facultad de Ciencias de la Salud, por medio del presente documento certifico haber asesorado y revisado el desarrollo del trabajo de investigación titulado: Biocompatibilidad de los cementos selladores endodónticos a base de hidróxido de calcio, resina epoxi y biocerámicos en la obturación de dientes permanentes, bajo la autoría de Sarahí Alejandra Garzón Tenezaca; por lo que se autoriza ejecutar los trámites legales para su sustentación.

Es todo cuanto informar en honor a la verdad; en Riobamba, a los 06 días del mes de mayo de 2025.



Silvia Verónica Vallejo Lara

C.I: 0603029018

## CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Quienes suscribimos, catedráticos designados Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación Biocompatibilidad de los cementos selladores endodónticos a base de hidróxido de calcio, resina epoxi y biocerámicos en la obturación de dientes permanentes, presentado por Sarahi Alejandra Garzon Tenezaca, con cédula de identidad número 0604705616, bajo la tutoría de la Dra. Silvia Verónica Vallejo Lara; 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 16 de mayo de 2025

Dra. Tania Jacqueline Murillo Pulgar  
**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE GRADO**



Dr. Carlos Alberto Albán Hurtado  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO**



Dra. Sandra Marcela Quisiguiña Guevara  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO**





# CERTIFICACIÓN

Que, **GARZÓN TENEZACA SARAHÍ ALEJANDRA** con CC: **0604705616**, estudiante de la Carrera de **ODONTOLOGÍA**, Facultad de **CIENCIAS DE LA SALUD**; ha trabajado bajo mi tutoría el trabajo de investigación titulado "**BIOCOMPATIBILIDAD DE LOS CEMENTOS SELLADORES ENDODÓNTICOS A BASE DE HIDRÓXIDO DE CALCIO, RESINA EPOXI Y BIOCERÁMICOS EN LA OBTURACIÓN DE DIENTES PERMANENTES**", que corresponde al dominio científico **SALUD COMO PRODUCTO SOCIAL ORIENTADO AL BUEN VIVIR** y alineado a la línea de investigación **SALUD**, cumple con el **2%**, reportado en el sistema Anti plagio COMPILATIO, porcentaje aceptado de acuerdo a la reglamentación institucional, por consiguiente autorizo continuar con el proceso.

Riobamba, 06 de MAYO de 2025

Dra. Silvia Verónica Vallejo Lara  
**TUTOR**

## DEDICATORIA

A mis padres Rocío Tenezaca y Álvaro Garzón, que me lo han dado todo y un poco más. A mi hermana Nicol y mi hermano Santi, los pilares de mi vida. A Bequita, por su apoyo incondicional.

A Sky por su compañía durante todos los años de la carrera.

A mí, por ser una mujer increíble y demostrarme que siempre puedo.

*Sarahí Alejandra Garzón Tenezaca*

## AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a Dios y la Virgencita del Cisne, por nunca dejarme sola en el camino, por regalarme todas las oportunidades que me han permitido llegar hasta aquí y por bendecirme con la familia que me obsequió.

Gracias a mi madre, que siempre estuvo en las buenas y en las malas, su apoyo y consejos incondicionales me ayudaron a sobrellevar los retos mismos de la carrera. Gracias a mi padre, lo llevo siempre en mi corazón por los incansables días que no me dejó sola y juntos recorrimos Riobamba en busca de mis pacientes para las clínicas. Pacientes que hoy en día me tienen en sus oraciones por haberles devuelto la sonrisa, mi eterno agradecimiento a ellos.

A mis hermanos Nicol y Santi, mis compañeros de vida, quienes en un inicio fueron mis conejillos experimentales y gracias a sus palabras de ánimo hoy por fin lo estoy logrando. A Bequita, que siempre creyó en mí, nunca me faltó un desayuno que más que darme fuerza para el día, me dio fuerzas en la vida. A Sky, por acompañarme en las eternas noches de desvelo, aunque ella no lo sepa su sola compañía me dio la energía suficiente para continuar, gracias mi fiel amiga de 4 patitas.

A mis amigos, mi grupito de 5, solo nosotros sabemos todas las veces que nos hemos sostenido y ayudado para poder llegar juntos a la meta. Los días no hubieran sido los mismos sin su presencia en las aulas y fuera de ellas. Gracias por todas las aventuras juntos. Hoy lo estamos logrando.

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a mi tutora académica Dra. Silvia Vallejo, por ser mi guía durante todo el proceso de investigación. A mi alma máter la Universidad Nacional de Chimborazo y sus docentes, con su paciencia han logrado formar profesionales orgullosos de pertenecer a dichosa universidad.

*Sarahí Alejandra Garzón Tenezaca*

## ÍNDICE GENERAL

DECLARATORIA DE AUTORÍA

DICTAMEN FAVORABLE DEL PROFESOR TUTOR

CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

CERTIFICADO ANTIPLAGIO

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE FIGURAS

RESUMEN

ABSTRACT

CAPÍTULO I. INTRODUCCION.....	14
1.1 Antecedentes .....	15
1.2 Planteamiento del Problema .....	16
1.3 Justificación .....	18
1.4 Objetivos.....	19
1.4.1 General.....	19
1.4.2 Específicos .....	19
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	20
2.1 Obturación endodóntica.....	20
2.2 Cementos de obturación endodóntica.....	20
2.3 Biocompatibilidad de los cementos de obturación endodóntica .....	21
2.4 Citotoxicidad de los cementos de obturación endodóntica.....	21
2.5 Respuesta inflamatoria .....	22
2.6 Actividad antimicrobiana de los cementos de obturación endodóntica .....	23
2.7 Cementos selladores endodónticos a base de hidróxido de calcio .....	23
2.7.1 Composición del cemento de hidróxido de calcio.....	23
2.7.2 Propiedades del cemento de hidróxido de calcio .....	24
2.7.3 Ventajas del cemento de hidróxido de calcio.....	24
2.7.4 Desventajas del cemento de hidróxido de calcio.....	24

2.7.5	Marcas comerciales de los cementos de hidróxido de calcio.....	24
2.8	Cementos selladores endodónticos a base de resina epóxica .....	25
2.8.1	Composición del cemento a base de resina epóxica.....	25
2.8.2	Propiedades del cemento a base de resina epóxica.....	25
2.8.3	Ventajas del cemento a base de resina epóxica.....	25
2.8.5	Marcas comerciales de los cementos a base de resina epóxica.....	26
2.9	Cementos selladores endodónticos biocerámicos .....	26
CAPÍTULO III. METODOLOGIA. ....		28
3.1	Tipo de Investigación. ....	28
3.2	Diseño de Investigación.....	28
3.3	Nivel de Investigación.....	28
3.4	Métodos y técnicas de recolección de Datos .....	28
3.5	Formulación de la pregunta PICO.....	28
3.6	Procedimiento de recuperación de la información y fuentes documentales.....	29
3.7	Flujograma PRISMA.....	31
3.8	Criterios de inclusión.....	34
3.9	Criterios de exclusión .....	34
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....		35
4.1	Resultados.....	35
4.2	Discusión .....	50
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES y RECOMENDACIONES .....		57
5.1	Conclusiones .....	57
5.2	Recomendaciones.....	58
BIBLIOGRAFÍA .....		59

## ÍNDICE DE TABLAS.

<b>Tabla 1.</b> Palabras clave y términos MeSH empleados como estrategia de búsqueda en las bases de datos científicas.....	29
<b>Tabla 2.</b> Artículos científicos seleccionados para el desarrollo de los resultados de la investigación.....	32
<b>Tabla 3.</b> Acción antimicrobiana de los cementos selladores a base de hidróxido de calcio, resina epóxi y biocerámicos para la obturación endodóntica de dientes permanentes. ....	35
<b>Tabla 4.</b> Citotoxicidad de los cementos selladores de obturación endodóntica. ....	40
<b>Tabla 5.</b> Capacidad de sellado de los cementos de obturación endodóntica a base de hidróxido de calcio, resina epóxi y biocerámicos en la interfaz gutapercha-pared dentinaria. ....	46

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Metodología PRISMA .....	31
---	----

## RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue analizar las propiedades biocompatibles de los cementos selladores a base de hidróxido de calcio, resina epóxi y biocerámicos para la obturación endodóntica de dientes permanentes, a través de la revisión sistemática de información en bases de datos arbitradas, para su correcta aplicación en la práctica profesional. Para lo cual, en este trabajo investigativo, se empleó el protocolo PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses), el cual permitió una revisión sistemática de la información documentando el proceso que llevó a cabo el investigador. Los resultados de la investigación indicaron que la composición de cada cemento de obturación endodóntica analizado permitió determinar su actividad antimicrobiana, así como el grado de citotoxicidad y el tiempo de sellado en la interfaz dentina-gutapercha. Se concluyó que, para cada punto evaluado el clínico es el encargado de seleccionar el cemento endodóntico de acuerdo a los requerimientos del caso; sin embargo, esta revisión sugirió el empleo de los cementos biocerámicos para un mayor efecto antibacteriano; precaución con el manejo de los cementos de resina epoxi en las primeras horas por el alto efecto citotóxico y mayor éxito de sellado hermético con el uso de los cementos biocerámicos y de resina epoxi.

**Palabras claves:** Cementos endodónticos, actividad antimicrobiana, citotoxicidad, sellado hermético, hidróxido de calcio, resina epoxi, biocerámicos.

## ABSTRACT

The aim of this research was to analyze the biocompatible properties of calcium hydroxide, epoxy resin and bio-ceramic-based sealant cements for endodontic obturation of permanent teeth through the systematic review of information in peer-reviewed databases for their correct application in professional practice. For this research work, the PRISMA protocol (Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses) was used, which allowed a systematic review of the information, documenting the process carried out by the researcher. The results of the research showed that the composition of each endodontic filling cement analyzed allowed the determination of its antimicrobial activity as well as the degree of cytotoxicity and the sealing time at the dentin-gutapercha interface. It was concluded that, for each point evaluated, the clinician is in charge of selecting the endodontic cement according to the requirements of the case: however, this review suggested the use of bio-ceramic cements for a greater antibacterial effect; caution with the handling of epoxy resin cements in the first hours due to the high cytotoxic effect and greater success of hermetic sealing with the use of bio-ceramic and epoxy resin cements.

**Keywords:** Endodontic cements, antimicrobial activity, cytotoxicity, hermetic seal, calcium hydroxide, epoxy resin, bio-ceramics.



Tatiana Elizabeth  
Martinez Zapata



Reviewed by:  
Mgs. Tatiana Martínez Zapata  
ENGLISH PROFESSOR  
C.C: 0605777192

## CAPÍTULO I. INTRODUCCION.

La Endodoncia es una ciencia odontológica que tiene por objetivo el estudio de la anatomía, fisiología y patologías de la pulpa dental, así como las complicaciones asociadas a los tejidos periapicales. De esta manera, se considera al tratamiento de conductos como un procedimiento clínico ordenado que permite la eliminación total de microorganismos patógenos dentro del conducto radicular; este proceso implica la limpieza y conformación del conducto, tanto química como mecánicamente, así como la obturación tridimensional del espacio radicular para devolver la función a un órgano dental. (1,2)

La obturación del conducto radicular es el último paso de la secuencia clínica en el tratamiento endodóntico, lo cual conlleva el sellado hermético en toda la longitud del conducto desde coronal hasta apical, que impide la microfiltración bacteriana y de fluidos tisulares mediante el empleo de un material biocompatible que fomente o no obstaculice el mecanismo reparativo. (2,3)

El cemento endodóntico es indispensable para la obturación del conducto, entre las principales características de los cementos de obturación endodóntica se encuentran el acompañar a la gutapercha mientras sella los conductos principales y accesorios que presente la morfología radicular, para lo cual, Grossman en 1958 determinó las características que debe poseer el cemento de obturación endodóntico ideal. Sin embargo, es importante reconocer que tanto física como químicamente no existe en la actualidad un material que cumpla las características ideales en su totalidad. (4)

La biocompatibilidad es la capacidad que posee un material para permanecer dentro de un organismo vivo sin producir alteración o daño. Se considera que un material es biocompatible después de analizar sus características citotóxicas, genotóxicas y mutagénicas. (5)

El presente trabajo investigativo es una revisión bibliográfica, la cual se realiza por el interés de conocer las propiedades biocompatibles que presentan los cementos selladores de obturación de mayor interés en el área endodóntica, los mismos que son a base de hidróxido de calcio, de resina epóxica y biocerámicos.

## 1.1 Antecedentes

Un estudio publicado por el Brazilian Dental Journal en 2023, indica que debido a la disponibilidad química y el efecto antibacteriano del cemento de hidróxido de calcio es el biomaterial de primera elección en presencia de infección de los conductos radiculares; (6) sin embargo, un estudio comparativo de Mangat P. y colaboradores, infiere que los cementos en base a hidróxido de calcio presentan el menor porcentaje de sellado tridimensional de los conductos, así como una actividad antimicrobiana escasa transcurridos los 7 días. (7)

Muñoz J. y colaboradores realizaron observaciones sobre el uso del hidróxido de calcio en Endodoncia demostrando que tras un efectivo protocolo de irrigación final este cemento presenta un exitoso sellado apical, además de poseer propiedades importantes como la estimulación de reparación apical y acción antimicrobiana. (8) Sin embargo, se debe considerar que los materiales bioactivos empleados actualmente con mayor frecuencia han sido más eficientes en el sellado biológico y la recuperación de tejidos tisulares afectados. (6) de los cuales los cementos biocerámicos presentan la inhibición más alta de microorganismos. (7)

Scelza M y colaboradores en el 2024 realizaron un estudio comparativo sobre los efectos citotóxicos y mediadores inflamatorios de los cementos Sealer Plus de resina epoxi y AH Plus BC de silicato de calcio; el primero presentó viabilidad celular reducida y altera la morfología microtubial; mientras que el segundo reguló las citocinas proinflamatorias y presenta alta viabilidad celular. (9) Estudio concordante con el realizado por Oh Hanseul y colaboradores, en el cual los cementos de silicato de calcio tienen un índice de proliferación celular aumentado, mayor biocompatibilidad y menor citotoxicidad en tejidos adyacentes. (10)

De la misma manera, una revisión bibliográfica realizada por Mosquera J y colaboradores para la revista Ciencia Latina Internacional sobre el nivel de penetración de los cementos endodónticos biocerámicos y de resina epóxica en los conductos laterales, resultó en que ambos presentan una excelente capacidad de difusión, siendo los resinosos efectivos en un 95% en comparación con los biocerámicos 85%; sin embargo, es importante recalcar el hecho de que las condiciones clínicas de cada caso pueden variar estos porcentajes. (11)

## 1.2 Planteamiento del Problema

Con el avance de la ciencia y la tecnología, cada vez existen más alternativas de tratamiento para la preservación dental incluso en los casos más complejos, tal es el caso de la endodoncia, que permite el tratamiento de conductos radiculares, siendo así una opción viable previo a la extracción de una pieza dental. (12)

Frente a la alta demanda de estos tratamientos, existen en el mercado actual una gran diversidad de materiales y cementos selladores con diferentes propiedades; razón por la cual el odontólogo tratante debe asegurarse que estos no impliquen potenciales riesgos para la salud y sean lo más biocompatibles posibles con los tejidos duros y blandos adyacentes. (12)

En el 2022 se realizó un estudio por la doctora María León López y colaboradores, donde se determinó que la prevalencia mundial de endodoncias es del 8,2% de la población con un índice de confianza (IC 95% = 7,3%-9,1%). Mientras que la prevalencia global de personas que han presentado al menos un tratamiento de conductos en su vida es del 55,7%. (IC 95% = 49,6%-61,8%). (13)

Ayzal Z y colaboradores analizaron en el año 2022 la calidad de los tratamientos endodónticos en una subpoblación turca, el cual concluyó que un 54,1% de la población presentaba obturación deficiente con mínimo 1 error en el procedimiento endodóntico. Así mismo, se reportó reinfección post tratamiento en el 56,8% de los casos correspondiendo el 44,3% a casos de subobturación. (14)

En el 2018, un estudio realizado por representantes de la Pontificia Universidad Javeriana de Colombia sobre la epidemiología de las patologías orales más frecuentes, indica que los tratamientos endodónticos presentan una alta incidencia en un aproximado del 45% de la población colombiana. Pues al llegar a una edad adulta se estima que el 15% de la población en general ya se habrían realizado por lo menos un tratamiento de conducto, porcentaje que aumenta al 45% en la edad de 29 a 38 años de edad. (15)

En el 2019 se desarrolló una investigación en colaboración con la Universidad Católica de Cuenca- Ecuador donde se estableció que el 57% de los habitantes de esa ciudad acuden a consulta por requerir tratamientos endodónticos en consecuencia de patologías pulpares, en su mayoría mujeres de entre 36 y 45 años, siendo la etiología principal la caries dental no tratada. (16)

De acuerdo con los autores Canalda C y Brau E, un estudio desarrollado en la Universidad de Washington determinó que la principal causa por la que falla un tratamiento de conducto es la obturación deficiente del mismo. (1) concordando con la escritora Chapa A y colaboradores que manifiestan que el 76% de los fracasos se deben a causas iatrogénicas incluyendo conductos subobturados, sobreobturados, no obturados y perforaciones. (17)

### **1.3 Justificación**

Frente al elevado requerimiento mundial de tratamientos endodónticos, es apremiante que el odontólogo/especialista tratante se encuentre en la capacidad de seleccionar los materiales más biocompatibles con el organismo humano, especialmente al tratarse de los cementos selladores de obturación endodóntica.

Se estima que estas sustancias permanezcan dentro del sistema de conductos para toda la vida; razón por la cual estas no deber ser irritantes ni tóxicas con los tejidos duros y blandos de la cavidad bucal, además de cumplir con todos los requerimientos de un cemento de obturación endodóntica ideal para así garantizar el éxito del tratamiento.

Por esta razón, se considera fundamental analizar la biocompatibilidad de los cementos selladores de obturación endodóntica más empleados en endodoncia que ofrecen las diferentes casas comerciales del mercado actual, en base al componente principal de cada uno de estos, por medio de la revisión sistemática de la información existente en las bases de datos de alto impacto mundial.

Los resultados de esta investigación se dirigen a los odontólogos/especialistas que buscan adquirir información de relevancia clínica para su formación continua con la finalidad de ofrecer tratamientos más eficientes que garanticen la seguridad y bienestar de los pacientes; pues la selección de materiales biocompatibles representa a su vez una responsabilidad legal y ética en todos los profesionales de la salud dental.

Se declara que el presente trabajo de investigación es factible académicamente debido a que la docente tutora es especialista en el área de Endodoncia, complementando y guiando así los conocimientos adquiridos por la estudiante en sus años de formación académica. Así mismo, el tiempo destinado para el desarrollo de la investigación es el adecuado para culminar exitosamente el proyecto. Se considera que económicamente la estudiante puede asumir todos los gastos directos e indirectos en el proceso investigativo, así como también, se cuenta con los recursos tecnológicos que facilitan la búsqueda de información científica en bases de datos indexadas.

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 General**

Analizar las propiedades biocompatibles de los cementos selladores a base de hidróxido de calcio, resina epoxi y biocerámicos para la obturación endodóntica de dientes permanentes, a través de la revisión sistemática de información en bases de datos arbitradas, para su correcta aplicación en la práctica profesional.

### **1.4.2 Específicos**

- Determinar la acción antimicrobiana de los cementos selladores a base de hidróxido de calcio, resina epoxi y biocerámicos para la obturación endodóntica de dientes permanentes.
- Identificar el cemento sellador de obturación endodóntica que presente mayor citotoxicidad.
- Definir la capacidad de sellado de los cementos de obturación endodóntica a base de hidróxido de calcio, resina epoxi y biocerámicos en la interfaz gutapercha-pared dentinaria.

## **CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.**

### **2.1 Obturación endodóntica**

La obturación del sistema de conductos radiculares es fundamental en el procedimiento endodóntico, constituyendo la etapa final del tratamiento. Tiene por objetivo sellar herméticamente los conductos radiculares desde coronal hasta el foramen apical en la unión cementodentinaria, con biomateriales de obturación estables biológicamente compatibles con el tejido conectivo del periápice, que a su vez impida la microfiltración bacteriana y los fluidos tisulares, garantizando el éxito y longevidad del tratamiento en el tiempo. (1,2)

El sellado hermético o tridimensional comprende la obliteración perfecta en el interior de un conducto tanto en su volumen como en su longitud mediante biomateriales que Grossman clasificó en: plásticos, sólidos y cementos-pastas; de manera habitual se emplea como material base los conos de gutapercha (polímero orgánico natural) junto a cementos selladores endodónticos que permiten rellenar la interfaz gutapercha-pared dentinaria. (18)

De acuerdo con Goldberg, el operador debe asegurarse que la pieza dental en proceso de endodoncia cumpla con ciertos requisitos previos a la obturación final, los mismos se detallan como: ausencia de dolor provocado o espontáneo, el conducto radicular debe encontrarse bien conformado, limpio y seco, y no debe estar expuesto a la cavidad bucal sin su provisional. (2)

### **2.2 Cementos de obturación endodóntica**

El empleo de cementos selladores endodónticos permite el relleno de irregularidades entre el material sólido de obturación y las discrepancias o irregularidades de las paredes dentinarias. Además, cuando se emplean los cementos selladores de manera eficiente tiene la capacidad de penetrar dentro de los conductos accesorios y laterales. (11)

A pesar de no existir un biomaterial que cumpla estrictamente todos los requisitos de acuerdo con Grossman en 1958, el cemento ideal debe presentar una serie de características ideales como producir adhesión entre el material y la pared dentinaria, sellar el conducto herméticamente tanto lateral como apicalmente, poseer partículas finas, ser radiopaco, ser de fácil inserción dentro del conducto con un tiempo de trabajo adecuado y tiempo de fraguado prolongado. (11,19)

Además; debe ser estéril o de fácil esterilización, no presentar contracción en el fraguado, no pigmentar la pieza dental, ser antimicrobiano o no permitir el crecimiento bacteriano,

biocompatible, ser insoluble frente a tejidos tisulares, no irrita el tejido periapical, no ser antigénico ni mutagénico y ser de fácil remoción en la posible desobturación. (11,19)

Con el paso del tiempo y el avance de la ciencia e investigaciones se han empleado una gran variedad de cementos selladores de obturación endodóntica, los cuales se clasifican a través de su composición química como son los cementos a base de óxido de zinc y eugenol, hidróxido de calcio, ionómeros, siliconas, poliésteres, silicatos cálcicos, resinas plásticas, resina hidrofílica y los más actuales en el mercado, los biocerámicos.

### **2.3 Biocompatibilidad de los cementos de obturación endodóntica**

En 1987 la Sociedad Europea de biomateriales definió la biocompatibilidad como la capacidad de un material de interactuar adecuadamente con el cuerpo humano dentro de un escenario específico sin ocasionar daño, toxicidad o reacciones adversas, denominándose biomaterial. Así pues, la biocompatibilidad es una característica fundamental al momento de elegir materiales odontológicos que estarán en íntimo contacto con el organismo humano dentro de la cavidad bucal. (5)

Razón por la cual, los cementos de obturación endodóntica deben ser biocompatibles y no causar irritación a los tejidos periapicales, para permitir la adecuada regeneración de tejidos, o a su vez mantener una respuesta biológica aceptable a través del tiempo. La eficacia en la elección del cemento sellador y su biocompatibilidad garantizarán el éxito del tratamiento.(5)

De esta manera, el empleo de cementos selladores de obturación endodóntica para el tratamiento de conductos involucra una constante interacción con los tejidos biológicos y periapicales, relación que no debe causar citotoxicidad y a su vez ser inmunológicamente compatible. Es importante destacar que la biocompatibilidad de un cemento comprende un factor decisivo para el futuro éxito del tratamiento endodóntico. (20,21)

### **2.4 Citotoxicidad de los cementos de obturación endodóntica**

Se entiende como citotoxicidad a la reacción inmunitaria en la cual una célula se recubre por anticuerpos y son destruidos por un número determinado de glóbulos blancos. Todos los cementos de obturación endodóntica poseen cierto grado de citotoxicidad al contactar el tejido periapical del diente, la toxicidad de un biomaterial puede ocasionar en retraso en la cicatrización de tejidos u ocasionar una reacción tisular inflamatoria. (20)

De esta manera, todos los cementos selladores son altamente tóxicos cuando están recién preparados, por la disolución de los subproductos químicos; sin embargo, esta toxicidad disminuye con el paso de los días a medida que fraguan y los subproductos se disuelven en el tejido intersticial, donde posteriormente se eliminan en sangre. El componente principal del cemento de obturación endodóntica influye en el grado de toxicidad del material, para lo cual, se evitará extruir el material hacia el tejido periapical durante la obturación. (20,22)

En estudios in vitro, el potencial de un material para ser tóxico permite evaluar de manera más acertada el grado de biocompatibilidad de un cemento endodóntico, determinando su futura aplicación clínica. Actualmente existen varias técnicas histológicas de tinción celular que permiten evaluar indirectamente el porcentaje de células vivas resultantes después de un tratamiento; estas técnicas emplean ensayos rápidos, eficaces, confiables, económicamente accesibles y que no influyan sobre la población celular estudiada. (20,23)

## **2.5 Respuesta inflamatoria**

Existen varias causas como infecciones, traumatismos, quemaduras y demás que pueden ocasionar inflamación y debido a esta, existe una migración celular del sistema inmunológico hacia el tejido afectado; en este proceso inflamatorio aparecen las moléculas conocidas como mediadores inflamatorios, ejemplo de ellos es la histamina producida por los mastocitos. También al existir vasodilatación y permeabilidad vascular aumentada se presentan células de defensa como leucocitos en el lugar de infección. (5)

Entre los leucocitos se encuentran los macrófagos y monocitos encargados de la fagocitosis y los linfocitos representantes de la inmunidad adquirida. Así mismo, se presentan también los factores quimiotácticos representados por las quimiocinas y citocinas que determinan la magnitud de la respuesta inmune específica. (5)

La inflamación aguda es una manifestación de neutrófilos y esta puede ser detectada después de 30 minutos trascurrida una lesión, valores que aumentan transcurridas las 8-12 horas y cuando las señales quimiotácticas empiezan a desaparecer los neutrófilos regresan a su estado normal después de varios días o semanas. Los macrófagos a su vez se relacionan con los linfocitos para organizar la respuesta inmune adquirida. (5)

## **2.6 Actividad antimicrobiana de los cementos de obturación endodóntica**

La causa principal del retratamiento de conductos por un fracaso en el tratamiento es la recolonización bacteriana en el canal radicular; razón por la cual entre las propiedades del cemento de obturación ideal se encuentra el ser antimicrobiano, para que tenga la capacidad de seguir eliminando microorganismos una vez que este se encuentre dentro del sistema de conductos. (24)

Entre los principales microorganismos asociados a la reinfección del conducto radicular por su capacidad de adherencia a las paredes del mismo, istmos, túbulos dentinarios y sus ramificaciones son el *Enterococcus faecalis* (*E. faecalis*) y *Streptococcus mutans* (*S. mutans*), pudiendo también encontrarse *Candida albicans* (*C. albicans*). Entre las pruebas más relevantes realizadas a un cemento de obturación para conocer la potencia de su actividad antimicrobiana se encuentra el método de difusión de agar o el método de contacto directo. (24)

## **2.7 Cementos selladores endodónticos a base de hidróxido de calcio**

El hidróxido de calcio es una sustancia ampliamente usada en el ámbito odontológico debido a sus propiedades antimicrobianas y su capacidad de reparación de tejidos; por ende, los cementos selladores endodónticos fueron creados con la finalidad de aprovechar las propiedades biológicas que ofrece el hidróxido de calcio químicamente puro y adecuarlas a las propiedades físico-químicas necesarias para el sellado hermético de los conductos radiculares. (18,25)

Entre las principales características del hidróxido de calcio se encuentra la actividad antibacteriana por los iones hidroxilo, debido a que posee un elevado pH de 12.4 siendo alcalino lo que a su vez estimula la calcificación y reparación. (8,18)

### **2.7.1 Composición del cemento de hidróxido de calcio**

El hidróxido de calcio es el resultado de la mezcla del óxido de calcio y agua, después de atravesar un proceso de calcinación del carbonato de calcio da como resultado un polvo blanco, mismo que cada casa comercial agrega a otros componentes como sulfato de bario, óxido de zinc, entre otros para finalmente formar el cemento sellador endodóntico. (8)

### **2.7.2 Propiedades del cemento de hidróxido de calcio**

Las principales propiedades del hidróxido de calcio incluyen procesos de reparación de tejidos por estimulación de la calcificación, previniendo a su vez la reabsorción radicular y de minerales del diente; efecto antibacteriano debido a su elevado pH; neutralización de ácido láctico; disminución de edema, exudado e inflamación, además de disminuir el dolor y sensibilidad. (8,18)

### **2.7.3 Ventajas del cemento de hidróxido de calcio**

Entre las principales ventajas del empleo de cementos a base de hidróxido de calcio se encuentran: éxitos en piezas dentales con patología periapical, buena fluidez, adecuada biocompatibilidad y solubilidad, facilidad en su preparación y aplicación, no pigmenta el tejido dental, posee excelentes propiedades antimicrobianas y es económicamente accesible. (18,26)

### **2.7.4 Desventajas del cemento de hidróxido de calcio**

El cemento sellador de hidróxido de calcio presenta varias desventajas en cuanto a su empleo, las mismas que incluyen: reabsorción rápida del cemento al ser muy soluble a los tejidos tisulares otorgándole poca estabilidad, baja radiopacidad, se documenta que puede ser algo irritante para los tejidos periapicales, bajos niveles de resistencia compresiva y con el tiempo puede aparecer microfiltraciones con mayor prevalencia. (18,26)

### **2.7.5 Marcas comerciales de los cementos de hidróxido de calcio**

Actualmente existen varias casas comerciales que elaboran cementos selladores con hidróxido de calcio como su componente principal, debido a todas sus propiedades; sin embargo, entre las marcas que han sido de elección por los clínicos se encuentran: (1,2)

- Sealapex (Kerr Sybron): compuesto por hidróxido de calcio como componente principal, óxido de zinc, sulfato de bario, estereato de zinc, dióxido de titanio, salicilatos y poliresinas. Este sellador presenta un tiempo de trabajo relativamente prolongado y es importante tener en cuenta que su endurecimiento dentro del conducto se da en presencia de humedad. (1,2)
- Apexit (Vivadent): compuesto por hidróxido de calcio como componente principal, óxido de zinc, estereato de zinc, colofonia hidrogenada, fosfato tricálcico, carbonato de bismuto y salicilatos. Se debe tener precaución en su empleo debido a que se

reportan efectos altamente irritantes y citotóxicos. Apexit Plus es una modificación creada con efectos irritantes disminuidos. (2,4)

## **2.8 Cementos selladores endodónticos a base de resina epóxica**

Desde su descubrimiento e introducción a la práctica estos cementos han sido ampliamente estudiados y empleados debido a sus múltiples beneficios y excelentes características. Los cementos obturadores a base de resina fueron creados con el objetivo de conseguir un material más estable dentro del sistema de conductos radiculares. Al ser la resina el principal componente, estos cementos presentan una mejoría significativa en cuanto a la adhesión en la dentina permitiendo así, un mejor sellado tridimensional en todo el conducto. (18)

### **2.8.1 Composición del cemento a base de resina epóxica**

Las resinas se encuentran en una constante evolución y en busca de la mejoría constante en sus propiedades físicas, mecánicas y estéticas. Las resinas se componen de una matriz orgánica e inorgánica; las mismas que han sido modificadas para que sus propiedades se aprovechen en el campo endodóntico, de esta manera su contracción en las condiciones de temperatura y humedad de los conductos radiculares debe ser tal, que esta no debe ser mayor al 1% y la expansión lineal no mayor al 0.1%. (27,28)

### **2.8.2 Propiedades del cemento a base de resina epóxica**

Las propiedades de los cementos endodónticos en base a resina epóxica comprenden una buena biocompatibilidad y estabilidad dimensional, además de no presentar reabsorción en el tiempo, se adhieren fácilmente a la dentina y a su vez, permiten la rehabilitación efectiva en técnicas adhesivas tras el tratamiento endodóntico. (4)

### **2.8.3 Ventajas del cemento a base de resina epóxica**

Las principales ventajas de este cemento incluyen la fácil manipulación, buenas propiedades antimicrobianas, buena radiopacidad mayor a 6.66 mm de aluminio, largo tiempo de trabajo y capacidad de corrimiento dentro del conducto adecuado, no presenta solubilidad en solventes orgánicos. Así mismo mantiene la estabilidad de color siendo muy estético y presenta alta resistencia al desgaste. (18,26)

### **2.8.4 Desventajas del cemento a base de resina epóxica**

Entre las desventajas de este cemento se encuentra su alta toxicidad inicial que puede generar una reacción inflamatoria en las primeras horas tras la obturación que desaparece

relativamente rápido. Además, si se presenta una extrusión de material fuera del periápice su permanencia allí será de largo tiempo, debido a que el organismo no puede reabsorberlo con facilidad llegando a ser incluso imposible en ciertos casos. Por otro lado, al ser resinosos, tienden a una contracción dando un posible factor variable en el sellado hermético dependiente de la habilidad del operador. (25)

Al ser una epoxiamina, se debe tener especial cuidado en pacientes alérgicos a las aminas; así mismo por su buena capacidad de corrimiento puede haber el riesgo de sobrepasar fácilmente el ápice radicular ocasionando una extrusión del material. (18)

### **2.8.5 Marcas comerciales de los cementos a base de resina epóxica**

En la actualidad son varias las casas comerciales que elaboran cementos selladores en base a resina epóxica como su componente principal, por las características que poseen; sin embargo, entre las marcas que han sido de elección por los clínicos se encuentran:

- AH Plus (Dentsply Maillefer): se presenta en dos pastas preparadas para mezclar en porciones iguales, la pasta A se compone por resina epóxica, tungstenato cálcico, óxido de zirconio, aerosil y óxido de hierro como pigmento. La pasta B se compone por amina adamantina, N,N-dibencil-5-oxanonandiamina-1,9, TCD-diamina, tungstenato cálcico, óxido de zirconio y aerosil. Este cemento presenta prolongado tiempo de trabajo (4h) y de endurecimiento (8h). (2,4)
- Adseal (Meta, Biomed): se compone por fosfato de calcio, subcarbonato de bismuto, óxido de zirconio y óxido de calcio. A pesar de poseer una baja propiedad antimicrobiana, es reconocido por presentar una citotoxicidad mínima en los tejidos periapicales comparado con otros selladores resinosos. (25)

### **2.9 Cementos selladores endodónticos biocerámicos**

Los biocerámicos son materiales inorgánicos, hidrofílicos, insolubles en tejidos tisulares, no metálicos y biocompatibles. Entre sus principales componentes se encuentra la alúmina, vidrio bioactivo, zirconio, silicato de calcio, cerámica de vidrio, hidroxiapatita y fosfatos cálcicos reabsorbibles. (14,17)

Son radiopacos, el tiempo de fraguado es en promedio de 40-120 minutos; sin embargo, varía con la humedad disponible. Además, no presenta contracción en el fraguado, incluso se reporta una ligera expansión del material. Presenta un pH alcalino alto superior a 12,4 dentro de las primeras 24 horas y luego desciende progresivamente en los siguientes días;

también se reporta una resistencia a la compresión y flexión superior en comparación a otros materiales. (14,18,23)

Estos cementos presentan una buena biocompatibilidad atribuido al fosfato de calcio y buenas propiedades antimicrobianas que tras el tiempo estimado de fraguado produce un secuestro de bacterias residuales en el interior del conducto y evitan la adhesión bacteriana. Los cementos biocerámicos tienen dos presentaciones; en dos fases (polvo-líquido) o en una fase (premezclada) y pueden ser empleados con el uso de calor. (8,19,23)

Las desventajas relacionadas a estos cementos son mínimas, sin embargo, es importante considerar que, al ser materiales hidrofílicos, necesitan humedad para iniciar la reacción de fraguado la misma que es proporcionada por los túbulos dentinarios, lo que implicaría que en retratamientos se afecte negativamente el sellado, al ser dientes desvitalizados y, por ende, deshidratados. (8,14,23)

## **CAPÍTULO III. METODOLOGIA.**

### **3.1 Tipo de Investigación.**

La presente investigación es de tipo bibliográfica, porque se utilizan libros, artículos científicos, estudios de posgrado, para sustentar la variable de estudio independiente, la obturación de dientes permanentes y la variable dependiente, cementos selladores en base a hidróxido de calcio, resina epoxi y biocerámicos.

### **3.2 Diseño de Investigación**

Esta investigación es de diseño no experimental, ya que no manipulamos ninguna variable y transversal en cuanto a cronología de los acontecimientos, período académico 2024-2S.

### **3.3 Nivel de Investigación**

La investigación es de nivel descriptivo, porque se caracterizan las variables, en este caso los cementos selladores y la obturación de dientes permanentes.

### **3.4 Métodos y técnicas de recolección de Datos**

El presente trabajo investigativo se realiza a partir de artículos científicos odontológicos publicados en bases de datos reconocidas e indexadas como PubMed, Web of Science, ProQuest, Google Scholar, Medigraphic y SciELO, los mismo que han sido publicados en los últimos 10 años, enfocando la investigación a las variables de estudio. Este trabajo investigativo, se desarrolla según el protocolo PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses).

### **3.5 Formulación de la pregunta PICO.**

La metodología PICO (Población, Intervención, Comparación, y Resultado) se utiliza para plantear la siguiente pregunta:

¿Cuál es la biocompatibilidad de los cementos selladores endodónticos a base de hidróxido de calcio, resina epóxica y biocerámicos para la obturación de dientes permanentes?

- P (Paciente): Cementos endodóntico a base de hidróxido de calcio, resina epóxica y biocerámicos.
- I (Intervención): Analizar la biocompatibilidad
- C (Comparación): Cementos endodónticos a base de óxido de zinc y silicatos

- O (Resultado): Excelente biocompatibilidad con los tejidos duros y blandos.

### 3.6 Procedimiento de recuperación de la información y fuentes documentales

La estrategia de búsqueda que se maneja en la recopilación de información para la realización del presente trabajo investigativo es mediante el uso de términos MeSH/DeCS más la combinación de booleanos "AND", "OR", "NOT" en las bases de datos PubMed, Web of Science, ProQuest, Google Scholar, Medigraphic y SciELO.

**Tabla 1.** Palabras clave y términos MeSH empleados como estrategia de búsqueda en las bases de datos científicas.

Base de datos	Palabras clave	Términos MeSH	Booleanos
PubMed	"Biocompatibility" "Calcium hydroxide endodontic sealers" "Epoxy resins endodontic sealers" "Bioceramics endodontic sealers" "Antimicrobial action"	"Root canal obturations"  "Endodontic obturation"  "Materials Testing"  "Host Microbial Interactions"	(Biocompatibility) AND (Root canal obturations)  (Biocompatibility) AND (Endodontic Obturation)  (((Endodontic obturation) AND (Calcium hydroxide endodontic sealers)) AND (epoxy resins endodontic sealers)) AND (Bioceramics endodontic sealers)  (Endodontic obturation) AND (Antimicrobial action)
Web of Science	"Endodontic sealers"		(Materials Testing) AND (Endodontic Obturation)  (Endodontic sealers) AND (Host Microbial Interactions)
ProQuest	"Biocompatibility" "Dental sealers toxicity" "Calcium hydroxide" "Epoxy resins"		"Biocompatibility" AND (Root canal obturations)  (Dental sealers toxicity) AND (Endodontic

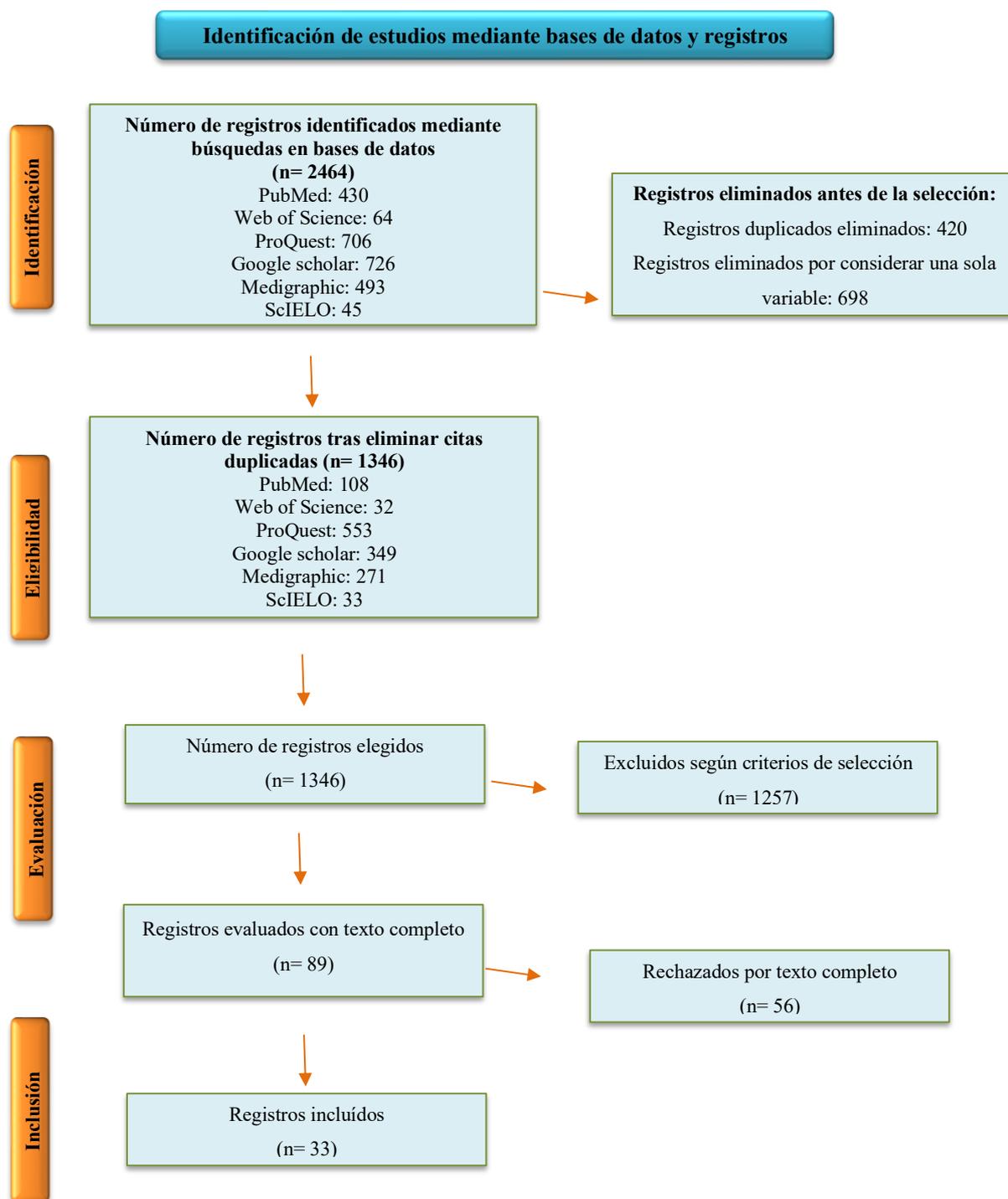
	"Bioceramics"		obturation) AND (Calcium hydroxide)  (Dental sealers toxicity) AND (Endodontic obturation) AND (Epoxy resins)  (Dental sealers toxicity) AND (Endodontic obturation) AND (Bioceramics)
Google Scholar	"Biocompatibility" "Endodontic sealers" "Calcium hydroxide" "Epoxy resins" "Bioceramics" "Material toxicity" "Inflammatory reaction"		"Material toxicity" AND "Biocompatibility" AND "Endodontic sealers"  "Endodontic sealers" AND "Inflammatory reaction" AND "Calcium hydroxide" OR "Epoxy resins" OR "Bioceramics"
Medigraphic	"Biocompatibility" "Endodontic sealers" "Material toxicity" "Inflammatory reaction"		"Biocompatibility AND Endodontic sealers"  Endodontic sealers AND Material toxicity AND Inflammatory reaction
SciELO	"Endodontic sealers" "Dental sealers toxicity" "Antimicrobial action" "Permanent teeth obturation" "Cement biocompatibility" "Inflammatory reaction"		(Dental sealers toxicity) AND (Inflammatory reaction)  (Cement biocompatibility) OR (Dental sealers toxicity)  (Endodontic sealers) AND (Antimicrobial action)  (Endodontic sealers) AND (Permanent teeth obturation)

Elaborado por: Sarahí Garzón

### 3.7 Flujograma PRISMA

Para este trabajo investigativo, se sigue el protocolo PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses), el cual permite una revisión sistemática de la información documentando el proceso que llevará a cabo el investigador.

**Figura 1.** Metodología PRISMA



Elaborado por: Sarahí Garzón

**Tabla 2.** Artículos científicos seleccionados para el desarrollo de los resultados de la investigación.

<b>Autor</b>	<b>Revista</b>	<b>País de origen</b>	<b>Base de datos</b>	<b>Cuartil</b>
Mangat P et al.	Journal of Conservative Dentistry	India	Google Scholar	Q2
Oh H et al.	Materials	Korea	Google Scholar	Q2
Chambilla K et al.	International Journal of Odontoestomatology	Perú	SciELO	-
Canderiro C et al.	International Endodontic Journal	Brasil	Web of Science	Q1
Šimundić M et al.	Acta Stomatologica Croatica	Croacia	PubMed	Q2
Huang Y et al.	BMC Oral Health	China	PubMed	Q1
Kumar D et al.	Journal of Pharmacy and Bioallied Sciences	India	PubMed	Q2
Suwartini T et al.	Contemporary Clinical Dentistry	Indonesia	PubMed	Q3
Kapralos V et al.	Journal of Endodontics	Noruega	Web of Science	Q1
Lin X et al.	BMC Oral Health	China	PubMed	Q1
Al-Quraine N et al.	Journal of Medicine and Life	Iraq	ProQuest	Q3
Alsubait S et al.	Odontology	Arabia Saudi	PubMed	Q1
Bronce M et al.	International Endodontic Journal	Brasil	Web of Science	Q1
Nogueria E et al.	Brazilian Dental Journal	Brasil	SciELO	Q2
Emán S et al.	Journal of Conservative Dentistry and Endodontics	Egipto	PubMed	Q2

Almeida M et al.	Journal of Clinical and Experimental Dentistry	Brasil	PubMed	Q2
Alsubait S et al.	Biomolecules	Arabia Saudi	PubMed	Q1
Tolosa A et al.	Journal of Clinical and Experimental Dentistry	España	PubMed	Q2
Sanz J et al.	International Endodontic Journal	España	Web of Science	Q1
Noites R et al.	Applied Sciences	Portugal	ProQuest	Q2
Teixeira L et al.	Brazilian Dental Journal	Brasil	SciELO	Q2
Poggio C et al.	Journal of Clinical and Experimental Dentistry	Italia	PubMed	Q2
Celebi I et al.	Scientific Reports	Turquía	PubMed	Q1
Asawaworarit W et al.	Medical Principles and Practice	Tailandia	PubMed	Q2
Viapiana R et al.	International Endodontic Journal	Malta	PubMed	Q1
Ahuja L et al.	Journal of Clinical and Diagnostic Research	India	PubMed	-
Eltair M et al.	Clinical Oral Investigations	Alemania	PubMed	Q1
Asawaworarit W et al.	Journal of Dental Sciences	Tailandia	PubMed	Q1
Rashid S.	International Journal of Applied Dental Sciences	India	Google Scholar	-
Marques M et al.	Dentistry Journal	Portugal	PubMed	Q2
Thakur P et al.	International Journal of Applied Dental Sciences	India	Google Scholar	-
Mihai R et al.	Medicina (Kaunas)	Rumania	PubMed	Q4
Sah S et al.	BMC Oral Health	India	PubMed	Q1

**Elaborado por: Sarahí Garzón**

### **3.8 Criterios de inclusión**

- Artículos científicos enfocados en la biocompatibilidad de los cementos endodónticos.
- Artículos sobre la variable independiente
- Artículos sobre la variable dependiente
- Artículos publicados en el idioma inglés y español.
- Artículos publicados en los últimos 10 años del 2015 al 2025.
- Artículos de acceso gratuito y de pago.
- Artículos con texto completo
- Artículos orientados a revisiones sistemáticas, meta – análisis, revisiones retrospectivas, revisiones bibliográficas e investigaciones de campo.

### **3.9 Criterios de exclusión**

- Artículos sin resumen ni texto completo
- Artículos no relacionados con el tema de investigación.
- Artículos científicos con un intervalo de tiempo mayor a 10 años.
- Artículos no reconocidos en las bases de datos mencionadas anteriormente.

## CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Resultados

**Tabla 3.** Acción antimicrobiana de los cementos selladores a base de hidróxido de calcio, resina epóxi y biocerámicos para la obturación endodóntica de dientes permanentes.

Autor	Año	Título	Cemento endodóntico	Pruebas empleadas	Acción antimicrobiana de los cementos endodónticos
Mangat P, Dhingra A, Muni S, Kaur H.	2021	To compare and evaluate the antimicrobial activity of three different root canal sealers: An In Vitro Study.	Hidróxido de calcio, Biocerámicos (Óxido zirconio y MTA)	Método de difusión en agar y prueba de contacto directo, en cepas de <i>E. faecalis</i> a las 24h, 48h, 72h y 7 días.	El cemento biocerámico de silicato de calcio y óxido de zirconio tuvo la mejor actividad antimicrobiana de inicio a final en la prueba, el biocerámico de MTA tuvo resultados similares a las 24 y 48h pero inferiores al primero y más que el de hidróxido de calcio, cuya eficacia fue mínima a los 7 días. (7)
Chambilla K, Sánchez M.	2021	Efecto Antimicrobiano de Tres Cementos Selladores Endodónticos frente a <i>Streptococcus mutans</i> , <i>Enterococcus faecalis</i> y <i>Candida albicans</i>	Resinoso, hidróxido de calcio.	Método de difusión en agar frente a <i>S. mutans</i> , <i>E. faecalis</i> y <i>C. albicans</i> .	Para <i>S. mutans</i> , el cemento resinoso presentó mayor halo de inhibición bacteriano (21,262 ± 2,602mm) que el cemento de hidróxido de calcio HC (13,010 ± 2,006mm). Para <i>E. faecalis</i> el cemento resinoso presentó similar halo de inhibición bacteriano (6,642 ± 0,659mm) que el cemento de HC

					(6,165 ± 0,978mm). Para <i>C. albicans</i> el cemento resinoso presentó mayor halo de inhibición bacteriano (8,781 ± 0,735mm) que el cemento de HC (5,640 ± 0,280mm). (24)
Candeiro G, Moura C, D'Almeida R, Azambuja, Marques M, Cai S.	2015	Cytotoxicity, genotoxicity and antibacterial effectiveness of a bioceramic endodontic sealer	Biocerámico, resinoso.	Método de difusión en agar y prueba de contacto directo, en una cepa de <i>E. faecalis</i> .	En la prueba de contacto directo, el cemento resinoso eliminó por completo el <i>E. faecalis</i> de 1 h a 168 h, mientras que el biocerámico lo hizo solo 24 h después. En la prueba de difusión de agar, el cemento resinoso tuvo un diámetro mayor de inhibición (10.31 ± 0.21 mm) que el cemento biocerámico (6.00 ± 0.03 mm). (29)
Šimundić M, Budimir A, Jakovljević S, Anić I, Bago I.	2020	Short-Term Antibacterial Efficacy of Three Bioceramic Root Canal Sealers Against <i>Enterococcus Faecalis</i> Biofilms	Biocerámicos, resinoso.	Método de difusión en agar y tras 24 h se cuentan las unidades formadoras de colonias (UFC) de <i>E. faecalis</i> .	El cemento resinoso presentó mayor efectividad en la reducción de UFC bacterianas que varios biocerámicos, significando mayor efectividad antibacteriana (p<0.001). (30)
Huang Y, Li X, Mandal P, Wu Y, Liu L, Gui H, Liu J.	2019	The in vitro antimicrobial activities of four endodontic sealers	Biocerámico, resinoso.	Método de difusión en agar y prueba de contacto directo frente a <i>E. faecalis</i> , <i>E.coli</i> y <i>C.albicans</i>	En el método de difusión de agar, el cemento resinoso fresco presentó mayor actividad antimicrobiana contra <i>E. coli</i> y <i>C. albicans</i> , pero sin

					<p>actividad contra <i>E. faecalis</i>. El cemento de MTA fresco presentó mínima actividad inhibitoria frente a <i>C. albicans</i>; pero después de 24 h mostró inhibición contra todos los microorganismos y los otros selladores, ausencia total de inhibición. En la prueba de contacto directo, el cemento resinoso y de MTA en fresco mostraron fuertes efectos antimicrobianos contra todos los patógenos; sin embargo, el efecto del cemento resinoso disminuyó al fraguar entre 1-7 días. El cemento de MTA presentó efectos antifúngicos durante 7 días. (31)</p>
<p>Kumar S, Vijay C, Kumar M, Bathla S, Singh V, Mishra S.</p>	<p>2024</p>	<p>Antibacterial Efficacy of Mineral Trioxide Aggregate, Bioactive Glass and Epoxy-Resin Based Sealer: An In-Vitro Interventional Study</p>	<p>Biocerámico (MTA y vidrio bioactivo), resinoso.</p>	<p>Método de difusión en agar contra cepas de <i>S. aureus</i> y <i>C. albicans</i>.</p>	<p>El cemento resinoso demostró la mayor inhibición microbiana contra <i>S. aureus</i>, seguido del cemento biocerámico de MTA y del bioactivo. Mientras que, para <i>C. albicans</i>, el más efectivo fue el biocerámico de MTA, seguido por el resinoso y el biocerámico bioactivo. (32)</p>

<p>Suwartini T, Santoso J, Widyarman A, Ratnasari A.</p>	<p>2022</p>	<p>Efficacy of Bioceramic and Calcium Hydroxide-Based Root Canal Sealers against Pathogenic Endodontic Biofilms: An In vitro Study</p>	<p>Biocerámico, Hidróxido de calcio</p>	<p>PCR en tiempo real, conteo de colonias y ensayos de formación de biopelículas contra cepas de <i>P.gingivalis</i>, <i>E.faecalis</i> y <i>C.albicans</i>.</p>	<p>Para erradicar la <i>P.gingivalis</i> y el <i>E.faecalis</i>, el ensayo de formación de biopelículas demostró que los cementos biocerámicos fueron más efectivos. Sin embargo, en el conteo de colonias y la PCR en tiempo real el cemento de hidróxido de calcio fue más efectivo. Para erradicar la <i>C.albicans</i>, el cemento de hidróxido de calcio fue el más efectivo en todas las pruebas. (33)</p>
<p>Kapralos V, Koutroulis A, Ørstavik D, Titterud P, Valen H.</p>	<p>2017</p>	<p>Antibacterial Activity of Endodontic Sealers against Planktonic Bacteria and Bacteria in Biofilms</p>	<p>Biocerámico, resinoso.</p>	<p>Biopelículas planctónicas cultivadas y prueba de contacto directo para <i>E.faecalis</i>, <i>S.epidermidis</i>, <i>S.aureus</i> y <i>S.mutans</i>.</p>	<p>El cemento resinoso recién preparado no dejó ninguna de las 4 bacterias sobrevivientes, actividad antibacteriana que desapareció a las 24 hrs. El cemento biocerámico tuvo actividad antimicrobiana recién preparado, a las 24 hrs y a los 7 días, aunque <i>S.aureus</i> mostró mayor resistencia. El cemento resinoso presentó mayor actividad antibacteriana frente a <i>S.aureus</i> y <i>E.faecalis</i>. (34)</p>

Lin X, Chi D, Gong Q, Tong, Z.	2021	An in vitro study on the effects of serum proteins on Enterococcus faecalis adhesion to three types of root sealers and gutta-percha.	Biocerámico, Hidróxido de calcio, Resinoso.	Gutapercha en suero fetal bovino (FBS) y Caldo de soja triptico suplementado con glucosa al 1% (TSBG) para conteo de <i>E. faecalis</i> .	En FBS y TSBG, la adherencia de <i>E. faecalis</i> fue menor en el cemento biocerámico, seguido por el de resina y luego el de hidróxido de calcio en presencia de proteínas séricas. A los 7 días, en ambas pruebas todos los cementos mostraron un aumento de <i>E. faecalis</i> comparado con el día 1. (35)
Al-Quraine N, Al-Ibraheem J, Zyara Y, Abdulridha W.	2023	In vitro assessment of antibacterial activity in four endodontic sealers against <i>Staphylococcus aureus</i> and <i>Kocuria rhizophila</i> using agar diffusion test	Hidróxido de calcio y resinoso	Método de difusión en agar con muestras de <i>Kocuria rhizophila</i> y <i>Staphylococcus aureus</i> .	El cemento resinoso presentó mayor efectividad antibacteriana contra <i>S. aureus</i> y <i>K. rhizophila</i> , mientras que el de hidróxido de calcio presentó menor efectividad contra <i>S. aureus</i> y ningún efecto sobre <i>K. rhizophila</i> . (36)
Alsubait S, Albader S, Alajlan N, Alkhunaini N, Niazy A, Almahdy A.	2019	Comparison of the antibacterial activity of calcium silicate- and epoxy resin-based endodontic sealers against <i>Enterococcus faecalis</i> biofilms: a confocal laser-scanning microscopy analysis.	Biocerámico, resinoso.	Microscopía de barrido láser confocal para analizar biopelículas de <i>E. faecalis</i> en túbulos dentinarios.	No se reportaron diferencias significativas entre los selladores resinoso y biocerámico el día 1. Sin embargo, el día 30, el cemento biocerámico tuvo el mayor porcentaje de células muertas (61.75%), que fue significativamente más alto que el cemento resinoso. (37)

Bronzel C, Tanomaru-Filho M, Rodrigues E, Chávez G, Faria G, Guerreiro J.	2019	Cytocompatibility, bioactive potential and antimicrobial activity of an experimental calcium silicate-based endodontic sealer	Biocerámico, Resina	Prueba de contacto directo (DCT) en células planctónicas (DCTPC) y DCT modificada en biofilm formado en bloques de dentina bovina (MDCT).	El cemento sellador biocerámico resultó más efectivo en la actividad antimicrobiana que el cemento resinoso para la eliminación de <i>E. faecalis</i> y <i>C. albicans</i> . (38)
---	------	---	---------------------	---	---

**Elaborado por: Sarahí Garzón**

El análisis de los estudios experimentales sobre la acción antimicrobiana de los cementos de obturación endodóntica en base a hidróxido de calcio, resina epoxi y biocerámicos revela que, el cemento sellador endodóntico biocerámico es el más efectivo para la inhibición de zonas bacterianas y durante un mayor período de tiempo; seguido del cemento sellador de resina epoxi y finalmente el de hidróxido de calcio. Es importante considerar que el efecto antibacteriano dependerá también y en gran medida por las acciones clínicas empleadas en el procedimiento endodóntico.

**Tabla 4.** Citotoxicidad de los cementos selladores de obturación endodóntica.

Autor	Año	Título	Cemento endodóntico	Pruebas empleadas	Citotoxicidad
Oh H, Kim E, Lee S, Park S, Chen D, Shin S, Kim E, Kim S.	2020	Comparison of Biocompatibility of Calcium Silicate-Based Sealers and Epoxy Resin-Based Sealer on Human Periodontal Ligament Stem Cells	Biocerámico, Resina epoxi	Cultivo de células madre del ligamento periodontal humano (hPDLSC).	Los cementos biocerámicos demostraron menos citotoxicidad y más biocompatibilidad que los de resina epoxi, los mismos que presentaron la menor viabilidad celular en fresco entre los días 1-7. (10)
Candeiro G, Moura C, Almeida R, Azambuja N, Marques M,	2015	Cytotoxicity, genotoxicity and antibacterial effectiveness of a bioceramic endodontic sealer	Biocerámico, Resina epoxi	Fibroblastos gingivales humanos en medio de cultivo celular condicionado	El cemento biocerámico presentó mayor viabilidad celular y menor porcentaje de

Cai S, Gavini G.				por cementos, mediante el ensayo de reducción MTT y el ensayo de formación de micronúcleos (MNT) en 1,4,5 y 7 días.	células con micronúcleos que el de resina epoxi, siendo así, menos citotóxico y genotóxico. (29)
Bronzel C, Tanomaru-Filho M, Rodrigues E, Chávez G, Faria G, Guerreiro J.	2019	Cytocompatibility, bioactive potential and antimicrobial activity of an experimental calcium silicate-based endodontic sealer	Biocerámico, Resina epoxi	Ensayos de metiltetrazolio (MTT) y rojo neutro (RN) tras exposición de células similares a osteoblastos humanos (Saos-2) a los cementos en diluciones 1:2, 1:4, 1:8, 1:16, 1:32 durante 24 hrs.	Tanto el cemento biocerámico como el de resina epoxi no presentan efectos citotóxicos sobre las células Saos-2, la viabilidad celular no fue significativamente diferente al del grupo control negativo. (38)
Nogueira E, Accorsi T, Pedrosa A, Granjeiro J, Zaia A.	2016	Long-Term Cytotoxicity, pH and Dissolution Rate of AH Plus and MTA Fillapex	Biocerámico, Resina epoxi	Cultivo de células osteoblásticas evaluadas con un kit comercial con 3 pruebas: XTT, rojo neutro (RN) y elución del colorante cristal violeta (CVDE).	En las 3 pruebas empleadas ambos cementos presentaron fuertes efectos citotóxicos las primeras 24 horas. Una semana después el cemento resinoso no fue citotóxico en las 3 pruebas y el cemento biocerámico fue severo y lentamente citotóxico en todos los momentos analizados. Al final de la cuarta semana presentó toxicidad más

					severa que el resinoso en las 3 pruebas. (41)
Emam S, Maharm A, Elshafei M.	2024	Evaluation of cytotoxicity and adaptability of a novel bioceramic root canal sealer: An in vitro and scanning electron microscope study	Biocerámico, resina epoxi	Discos con selladores en concentraciones de 100, 50, 25 y fibroblastos humanos analizados con pruebas de MTT e inspección con microscopio electrónico de barrido.	El cemento biocerámico resulto ser más citotóxico con menos porcentaje de viabilidad celular. En altas concentraciones el cemento resinoso fue el menos citotóxico con más porcentaje de viabilidad celular. (42)
Almeida M, Rodrigues C, Matos A, Carvalho K, Silva E, Hungaro M, Cardoso R, Bernardineli N.	2020	Analysis of the physicochemical properties, cytotoxicity and volumetric changes of AH Plus, MTA Fillapex and TotalFill BC Sealer	Biocerámicos, resina epoxi	Ensayo de reducción de MTT para la viabilidad celular de 3T3 a las 24, 48 y 72 horas.	El cemento biocerámico obtuvo los niveles más bajos de citotoxicidad; el cemento resinoso y el biocerámico de MTA presentaron la citotoxicidad más alta con tendencia a la disminución con el paso del tiempo. (43)
Alsubait S, Ajlan R, Mitwalli H, Aburaisi N, Mahmood A, Muthurangan M, Almadhri R, Alfayez M, Anil S.	2018	Cytotoxicity of Different Concentrations of Three Root Canal Sealers on Human Mesenchymal Stem Cells	Biocerámico, resina epoxi	Células madre mesenquimales de médula ósea humana (hMSC) expuestas a los selladores, analizadas con el ensayo de azul de alamar y microscopio electrónico de barrido en 1,3 y 7 días.	El sellador biocerámico fue menos citotóxico que el de resina epoxi, pues en todas las concentraciones y en cada punto temporal las células viables fueron menores en el sellador resinoso. (44)

Tolosa A, Veroni A, Blasi J, Ballester M, Berástegui E.	202 3	Cytotoxicity comparison of Bio C Sealer against multiple root canal sealers	3 Biocerámicos , resina epoxi	Fibroblastos NIH 3T3 con extractos de selladores, se evaluó mediante el ensayo MTS y las densidades ópticas de las soluciones se midieron con un lector de microplacas.	Los cementos biocerámicos demostraron una citotoxicidad leve a moderada; mientras que el biocerámico de MTA y el de resina epoxi demostraron una citotoxicidad grave/severa y bajo el microscopio redujeron drásticamente el tamaño y forma redondeada conduciendo a muerte celular. (45)
Sanz J, Jópez S, Rodríguez F, Melo M, Lozano A, Llena C, Forner L.	202 2	Cytocompatibility and bioactive potential of AH Plus Bioceramic Sealer: An in vitro study	Biocerámico, resina epoxi	Cementos expuestos a células madre del ligamento periodontal analizadas mediante un ensayo de metil tetrazolio (MTT).	El sellador biocerámico presentó una mayor viabilidad celular en comparación con el resinoso, en todos los puntos de tiempo (24, 48 y 72 hrs) siendo así el menos citotóxico, además de presentar mayor migración celular para la cicatrización de heridas que el sellador resinoso. (46)
Noites R, Tavares I, Cardoso M, Carreira I, Bartolomeu	202 3	Human Gingival Fibroblasts Response to Different Endodontic	Biocerámico, resina epoxi	Fibroblastos gingivales humanos inmortalizados evaluados mediante	Tanto en los ensayos de MTT y SRB los resultados fueron similares. En un ensayo con medio

M, Duarte A, Ribeiro I.		Sealers: An In Vitro Study		ensayos con metil tetrazolio (MTT) y sulforrodamina B (SRB), la morfología celular y alteraciones citogenéticas se estudiaron con el microscopio.	de cultivo el cemento resinoso fue el más citotóxico en 100 mg/ml, al reducir su actividad metabólica a 29,85% tras 24 hrs. Mientras que, en un medio acondicionado, el biocerámico mientras aumentaba la concentración, aumentaba la citotoxicidad, la actividad metabólica redujo al 50, 79% en 24 hrs en 100 mg/ml. Al observar la morfología, el biocerámico presentó algunos cambios morfológicos y disminuyó la confluencia celular. (47)
Teixeira L, Gonçalves F, Hebling J, Souza C, Garrido G, Correa Y, Fávero C.	2017	Cytotoxicity Evaluation of Root Canal Sealers Using an In Vitro Experimental Model with Roots	Biocerámico, resina epoxi, hidróxido de calcio	Ensayo de metil tetrazolio (MTT) y microscopia electrónica de barrido a 24 y 48 horas.	Los resultados indican que a las 24 hrs los cementos fueron similares entre sí. A las 48 hrs, el biocerámico redujo la actividad metabólica, el resinoso y el de hidróxido de calcio aumentaron su actividad metabólica. Al análisis con el

					microscopio, el cemento resinoso y el biocerámico fueron similares al grupo control, sin mayor cambio visible. (48)
Poggio C, Riva P, Chiesa M, Colombo M, Pietrocola G.	2017	Comparative cytotoxicity evaluation of eight root canal sealers	Biocerámico, resina epoxi, hidróxido de calcio	Fibroblastos gingivales humanos inmortalizados incubados analizados con un ensayo de metil tetrazolio (MTT) a 24, 48 y 72 horas.	El cemento biocerámico a las 24 horas no mostró efecto citotóxico y a las 48 y 72 horas el efecto fue leve. El cemento resinoso no tuvo efecto citotóxico a las 24 horas, a las 48 horas el efecto fue moderado y a las 72 horas el efecto fue severo. El cemento de hidróxido de calcio presentó efecto citotóxico moderado en todos los tiempos. (49)
Celebi I, Kabadayi H, Seda H, Raif F.	2024	Impact of various endodontic sealers on HPDLF Cell viability and apoptosis	2 Biocerámicos, resina epoxi, hidróxido de calcio	Cultivo de células de fibroblastos del ligamento periodontal humano analizados con un ensayo de metil tetrazolio (MTT) y el ensayo TUNEL en 24 y 72 horas.	A las 24 y 72 hrs el cemento resinoso mostró la mayor citotoxicidad, seguido por el cemento biocerámico de MTA y finalmente el cemento de hidróxido de calcio. El otro biocerámico del estudio presentó la citotoxicidad más baja de todos. (50)

**Elaborado por: Sarahí Garzón**

El análisis de los estudios sobre citotoxicidad de los cementos de obturación endodóntica en base a hidróxido de calcio, resina epoxi y biocerámicos revela que, el cemento sellador endodóntico de resina epoxi es el más citotóxico, seguido del biocerámico y finalmente el de hidróxido de calcio. Es importante enfatizar que este último no ha sido estudiado en los años más recientes y las investigaciones son de más de 5 años atrás.

**Tabla 5.** Capacidad de sellado de los cementos de obturación endodóntica a base de hidróxido de calcio, resina epóxi y biocerámicos en la interfaz gutapercha-pared dentinaria.

<b>Autor</b>	<b>Año</b>	<b>Título</b>	<b>Cemento endodóntico</b>	<b>Pruebas empleadas</b>	<b>Capacidad de sellado</b>
Asawaworarit W, Yachor P, Kijssamanmith K, Vongsavan N.	2016	Comparison of the Apical Sealing Ability of Calcium Silicate-Based Sealer and Resin-Based Sealer Using the Fluid-Filtration Technique	Biocerámico, Resina epoxi	Método de filtración de fluidos con 200 mmHg por encima de la presión atmosférica	La microfiltración apical del cemento biocerámico de MTA a las 24 hrs fue de $1,01 \pm 0,24$ , a los 7 días $0,43 \pm 0,07$ y a las 4 semanas $0,24 \pm 0,08$ nl/s. El cemento de resina epoxi a las 24 hrs fue de $1,15 \pm 0,40$ , a los 7 días $0,32 \pm 0,09$ y a las 4 semanas $0,38 \pm 0,10$ nl/s. A los 7 días el cemento biocerámico tuvo más fugas que el resinoso; pero a las 4 semanas este presentó mejor capacidad de sellado que el resinoso. (51)
Viapiana R, Moinzadeh A, Camilleri L,	2016	Porosity and sealing ability of root fillings with	Biocerámico, resina epoxi	Transporte de fluidos, Micro CT, fuga de	El cemento biocerámico presentó un

Wesselink P, Tanomaru M, Camilleri J.		gutta-percha and BioRoot RCS or AH Plus sealers. Evaluation by three ex vivo methods		microesfera fluorescentes y microscopia confocal	mayor porcentaje de vacíos en Micro CT, las otras técnicas no mostraron diferencias significativas de la capacidad de sellado entre el cemento biocerámico y el de resina epoxi. (52)
Ahuja L, Jasuja P, Gupta K, Juneja S, Mathur A, Walia R, Kakkar A, Singla M.	2016	A Comparative Evaluation of Sealing Ability of New MTA Based Sealers with Conventional Resin Based Sealer: An In-vitro Study	Biocerámicos, resina epoxi	Penetración lineal de colorante analizado con microscopio estereoscópico de 40X.	El cemento de resina epoxi mantuvo una penetración mínima del tinte, presentando así, la menor microfiltración y el mejor sellado con respecto a los biocerámicos de MTA. (53)
Eltair M, Pitchika V, Hickel R, Kuhnisch J, Diegritz C.	2017	Evaluation of the interface between gutta-percha and two types of sealers using scanning electron microscopy (SEM)	Biocerámico, resina epoxi	Análisis con microscopia electrónica de barrido	A pesar de que ambos cementos presentan espacios de microfiltración, el cemento biocerámico mostró una mejor adaptabilidad y sellado que el resinoso. (54)
Asawaworarit W, Pinyosopon T, Kijssamanmith K.	2019	Comparison of apical sealing ability of bioceramic sealer and epoxy resin-based sealer using the fluid filtration technique and	Biocerámico, resina epoxi	Método de filtración de fluidos con 200 mmHg por encima de la presión atmosférica y microscopio	El cemento biocerámico presentó un mejor sellado que el cemento resinoso, a las 24 hrs, 7 días y 4 semanas. En el microscopio, el

		scanning electron microscopy		electrónico de barrido (SEM)	cemento biocerámico presentó mejor adaptación a las paredes del conducto y en la región apical. (55)
Rashid S.	2021	Stereomicroscopic evaluation of sealing ability of three different root canal sealers: An in vitro study	Biocerámico, resina epoxi	Método de penetración del tinte azul de metileno 2% bajo un estereomicroscopio de 30X.	Ambos cementos endodónticos presentaron un nivel de penetración; sin embargo, el cemento de resina epoxi mostró la menor penetración con 0,8000 mm, seguido del cemento biocerámico con 0,8500 mm. (56)
Marques M, Martinho J, Duarte I, Mendoca D, Craveiro A, Botelho M, Carrilho E, Marto C, Coelho A, Paula A, Paulo S, Chichorro N, Abrantes A.	2022	Evaluation of the Sealing Ability and Bond Strength of Two Endodontic Root Canal Sealers: An In Vitro Study	Biocerámico, resina epoxi	Penetración de isótopo radioactivo mTc (solución de tecnecio al 99 m)	El cemento biocerámico presentó una capacidad de sellado significativamente mejor (con filtración: 0,349) que el cemento resinoso (con filtración: 1.158). (57)
Thakur P, Kumar U, Singh H.	2022	Evaluation of sealing ability of four different root canal sealers using stereomicroscope: An in vitro study	Hidróxido de calcio, resina epoxi	Tinte azul de metileno 2% y microscopio estereoscópico 32X.	Todos los grupos presentaron un nivel de penetración del tinte; el cemento de hidróxido de calcio presentó mayor penetración del

					tinte (2.47 mm) que el cemento de resina epoxi (1.41 mm). (58)
Horhat R, Bumbu B, Orel L, Velea O, Cirligeriu L, Chicin G, Pricop M, Rivis M, Dinu S, Horhat D, Bratosin F, Fericean R, Negrean R, Nica L.	2023	Assessing the Sealing Performance and Clinical Outcomes of Endodontic Treatment in Patients with Chronic Apical Periodontitis Using Epoxy Resin and Calcium Salicylate Seals	Hidróxido de calcio, resina epoxi	Penetración de tinte azul de metileno 2% analizado bajo un microscopio quirúrgico dental 10X.	El cemento de resina epoxi obtuvo el menor grado de penetración del tinte (0,82 mm) en comparación con el cemento de hidróxido de calcio (1.23 mm), presentando así, la mejor capacidad de sellado entre estos cementos. Así mismo, en la inspección clínica el cemento resinoso presenta los mejores valores de cicatrización después de periodontitis apical crónica. (59)
Sah S, Mangat P, Kumar A, Sah N, Shivakumar G, Blasio M, Cervino G, Minervini G.	2024	Stereomicroscopic evaluation of sealing ability of four different root canal sealers: an in-vitro study	Biocerámicos, Hidróxido de calcio, resina epoxi	Penetración de tinte azul de metileno 1% analizado bajo con el estéreo microscopio 10X.	El cemento de resina epoxi presentó la mejor capacidad de sellado, con una microfiltración de (1,2400 ± 0,778 mm), seguido del cemento de hidróxido de calcio (2,6000 ± 0,897 mm) y finalmente, el

					biocerámico de MTA (4,2000 ± 0,923 mm) y el silicato de calcio (4,225 ± 2,055 mm). (60)
--	--	--	--	--	---

**Elaborado por: Sarahí Garzón**

El análisis de los estudios sobre la capacidad de sellado de los cementos de obturación endodóntica a base de hidróxido de calcio, resina epóxi y biocerámicos en la interfaz gutapercha-pared dentinaria revelan que, tanto el cemento sellador endodóntico biocerámico de silicato de calcio como el de resina epoxi presentan excelentes resultados en el sellado; aunque el de resina epoxi fue significativamente más efectivo que el biocerámico de MTA, mismo que en todos los estudios presento microfiltraciones. Los cementos de hidróxido de calcio presentaron más microfiltración que los de resina epoxi y en algunos estudios, menos que los biocerámicos de MTA.

## 4.2 Discusión

Se considera a los microorganismos como los principales factores etiológicos de las patologías pulpares y periapicales, para Simundic et al (39), tras la preparación químico-mecánica en la endodoncia, entre el 40-60% de conductos radiculares siguen presentando bacterias residuales post tratamiento, razón por la cual, se analizan en varios estudios in vitro las propiedades de los cementos obturadores para determinar su eficacia antimicrobiana. A su vez, Ricucci D et al (40) afirman que también se debe considerar el hecho de que puede existir reinfección bacteriana del conducto radicular después de obturado, por la capacidad de disolución y sellado ineficientes de un cemento endodóntico, con riesgo de patologías recurrentes.

De acuerdo con Simundic et al (30), Lin X et al (35), Alsubait et al (37), el *E. faecalis* es una de las bacterias más importantes para el estudio de la actividad antibacteriana de un cemento endodóntico debido a que se encuentra en 1-40% de infecciones primarias y en el 24-77% de infecciones persistentes por su alta virulencia y capacidad para sobrevivir en el conducto sin otras bacterias y sin nutrientes por largos períodos de tiempo. Por otro lado, Chambilla y Sánchez (24) en el año 2021 aseguran que *C. albicans* y *S. mutans* son los microorganismos más asociados a la reinfección de conductos debido a la capacidad de sobrevivir a la desinfección química.

Los resultados de los estudios realizados por Candeiro et al (29) en el año 2015 y confirmados por Kapralos et al (34) en el 2018, aseguran que el cemento de resina epoxi fue el más efectivo para la inhibición del *E. faecalis* en las pruebas in vitro efectuadas; sin embargo, Huang et al (31) en el 2019 afirma en su investigación que mediante la prueba de difusión de agar el cemento resinoso no tuvo ninguna actividad antimicrobiana contra *E. faecalis*. Respaldando este criterio, los resultados conferidos por Lin et al (35) en el 2021 y Bronzel et al (38) en el 2019, afirman que, al comparar el cemento resinoso con el biocerámico, el más efectivo eliminando este microorganismo fue el biocerámico.

En Perú, al comparar en un estudio in vitro el halo de inhibición bacteriano entre un cemento de hidróxido de calcio y uno de resina epoxi Chambilla y Sánchez (24), concuerdan que el cemento endodóntico de resina epoxi presentó un mayor halo inhibitorio contra *C. albicans*. Resultado similar al realizado en China por Huang et al (31). que mediante el método de difusión de agar demostró que el cemento resinoso recién preparado era más efectivo en la eliminación de este microorganismo; sin embargo, su acción disminuía mientras fraguaba entre 1-7 días.

En oposición a estos estudios Kumar et al (32) en el año 2024, demostró mediante el método de difusión de agar que el cemento biocerámico en base a MTA es el más efectivo en la inhibición microbiana de *C. albicans*; así mismo Bronzel et al (38) en el 2019, ya presentó el mismo resultado, pero empleando la prueba de contacto directo. Huang et al (31), agregó que el biocerámico de MTA presentó el efecto antifúngico 7 días después de la obturación radicular. Por el contrario, Suwuartini et al (33) en el 2022 afirmó que el cemento de hidróxido de calcio es altamente eficaz para la eliminación de *C. albicans*, respaldándose en las pruebas empleadas, PCR en tiempo real, conteo de colonias y ensayos de formación de biopelículas.

Para Mangat et al (7) en el 2021, Kapralos et al (34) en el 2017 y Bronzel et al (38) en el 2019, el cemento biocerámico demostró mayor actividad antimicrobiana desde su estado fresco, recién preparado hasta 7 días después; en el año 2015 Candeiro et al (29) y en el 2019 Huang et al (31), aseguran que el efecto antimicrobiano de los cementos biocerámicos es mínimo en estado fresco, pero se potencia a las 24 horas después de su manipulación inhibiendo la mayoría de microorganismos. A pesar de que para Alsubait et al (37) en el

2019, no se presentaron diferencias significativas el día 1 entre el cemento resinoso y el biocerámico, el cemento biocerámico inhibió un alto porcentaje de bacterias el día 30.

En los estudios más recientes realizados en China el año 2021 por Lin X et al (35) y en Iraq el 2023 por Al-Quraine N (36) los cementos endodónticos que contienen hidróxido de calcio son las más eficaces, pues afirman que han sido de primera elección por muchos años por este efecto antimicrobiano tan cotizado en el tratamiento endodóntico. Sin embargo, la mayoría de estudios desde el año 2019 como los realizados por Alsubait et al (37) y Bronzel et al (38) han descartado casi completamente a este cemento de sus estudios sugiriendo una alta tasa de microfiltración, por lo que ha sido una limitante en la investigación.

Cuando los cementos endodónticos entran en contacto con el tejido periapical o incluso atraviesan el periápice, estos tienen un papel importante pues, deben promover la reparación y sellado biológico mediante deposición de tejido mineralizado; sin embargo, por varios factores estos cementos poseen diferentes grados de toxicidad pudiendo ocasionar retraso en la cicatrización y degeneración celular, en diferentes períodos de tiempo. (43,49,50)

En el año 2016 Ricucci D et al (40) afirmó que cuando un cemento endodóntico se extruye la eliminación de este dependerá de la solubilidad del fluido tisular y la capacidad de fagocitosis de las células y el éxito del tratamiento dependerá de la biocompatibilidad del cemento endodóntico. Las pruebas empleadas para conocer el nivel de citotoxicidad de un material son varias, entre las que se mencionan repetidamente se encuentran la prueba de MTT (dimetiltiazolildifeniltetrazolio) y rojo neutro (RN), además permiten conocer la proliferación y viabilidad celular. (29,38,41,46)

Los resultados de las investigaciones realizadas por Oh H et al (10), Candeiro G et al (29), Almeida M et al (43), Alsubait S et al (44), Tolosa A et al (45), Sanz J et al (46) concuerdan que los cementos biocerámicos en base a silicato de calcio son más biocompatibles, presentan mayor viabilidad celular y, por ende, menos citotoxicidad que los cementos resinosos tanto en medios frescos como en fraguados. En el año 2015 Candeiro G et al (29) indicaron que su actividad biológica favorable puede asociarse con su pH alcalino, formación de hidroxiapatita y elevada capacidad de liberación de iones de calcio y en el año 2020, Oh H et al (10) afirmaron que incluso promueven el crecimiento celular.

Por otro lado, Nogueira E et al (41) y Almeida M et al (43) expusieron que los cementos biocerámicos en base a MTA presentan altos niveles de toxicidad desde que están en estado fresco hasta incluso después de fraguar, relacionándolo con la resina de salicilato, resina diluyente, salicilatos y en algunas circunstancias incluso arsénico altamente tóxicos presentes en su composición. En el 2024, Celebi C et al (50) confirmaron con su investigación que la elevada citotoxicidad se debe a los salicilatos de la resina.

En Brasil en el año 2016 los autores Nogueira E et al (41) consideran la teoría que el elevado pH del cemento de MTA tiene su influencia directa sobre la citotoxicidad de este, como se ha sugerido en investigaciones pasadas; sin embargo, se logra demostrar en sus estudios in vitro que el pH no se eleva y, sin embargo, se presenta un alto porcentaje de toxicidad del cemento biocerámico de MTA, resultado que corrobora Almeida M et al (43) en el mismo país, en el año 2020.

Oh H et al (10) afirman que los cementos resinosos presentan alta toxicidad inicial en medios frescos, pero la toxicidad se minimiza después de varias semanas de fraguado; estos cementos presentaron los niveles más altos de citocinas proinflamatorias (IL-6 y IL-8) comparados con los biocerámicos. Candeiro G et al (29) en el año 2015 afirman que la toxicidad del cemento resinoso se debe a la liberación de formaldehído de las aminas de la resina epoxi, el cual disminuye después del fraguado. En el 2023 Tolosa A et al (45) confirman que además de las aminas que aceleran el fraguado de la resina epoxi, la toxicidad también se evidencia por el compuesto conocido como Bisfenol A (BPA).

De acuerdo a los autores Almeida M et al (43), Tolosa A et al (45), Sanz J et al (46), Noites R et al (47) y Celebi I et al (50), los cementos de resina epoxi han demostrado un mayor grado de citotoxicidad al compararlos con otros tipos de cementos, especialmente con los biocerámicos. Según Poggio C et al (49) en el año 2017 se realizó un estudio en Italia que concluyó en que el cemento de resina epoxi iniciaba con una citotoxicidad leve y a medida que transcurría el tiempo, después de 72 horas el efecto no reducía, sino que aumentaba hasta volverse severamente tóxico, por el contrario, en Brasil, los autores Almeida M et al (43) en el año 2020, afirman que a pesar de la gran citotoxicidad del cemento resinoso en estado fresco, con el paso del tiempo esta tendía a disminuir y a la semana se volvió no citotóxico.

El cemento endodóntico a base de hidróxido de calcio ha sido mínimamente empleado en investigaciones actuales, la mayoría de las últimas menciones en estudios experimentales

datan del año 2017 hacia atrás, un ejemplo es el estudio de Poggio C et al (49) indicando que, al compararlo, este cemento se mantuvo moderadamente tóxico en todos los tiempos analizados. En el mismo año, Teixeira L et al (48) explicó que este cemento es una buena opción por su leve citotoxicidad, acción antimicrobiana y capacidad de regenerar tejidos; sin embargo, presenta pérdida de masa significativa por su alta solubilidad en fluidos tisulares.

En Turquía, el año 2024, Celebi C et al (50) realizaron una publicación con dos cementos de hidróxido de calcio como sujetos de estudio para comprender la citotoxicidad de los mismos en la actualidad, estos se mantuvieron moderadamente severos en el tiempo, pero por debajo de los cementos biocerámicos y el de resina epoxi. Los autores sugieren que esta toxicidad puede deberse a los componentes salicilato de isobutilo, salicilato de polimetileno metilo e incluso el aceite de silicona de algunas marcas comerciales. Es importante considerar el hecho de que todos los estudios han sido realizados de acuerdo a los criterios y condiciones personales de cada investigador, por lo que los resultados pueden ser subjetivos y necesiten estandarización bajo normas generales.

Para mantener una calidad técnica adecuada en el relleno de conductos se ha empleado la gutapercha como material sólido intraconducto; a su vez, es necesario el empleo de un cemento endodóntico para mantener un sellado hermético entre la gutapercha y la pared dentinaria, con el objetivo de evitar el ingreso de microorganismos o que las bacterias residuales vuelvan a crecer dentro el conducto radicular. Además del cemento endodóntico, existen varios factores por los cuales puede existir microfiltración, como una obturación deficiente o la inadecuada elección de la técnica de obturación. (51,53)

En Tailandia los investigadores Asaworarit W et al (51) realizaron un estudio experimental en el año 2016 comparando la microfiltración de un cemento biocerámico de MTA con uno de resina epoxi, los resultados indicaron que el biocerámico presentó más filtración a los 7 días que el resinoso, pero a las 4 semanas este último presentó mayor capacidad de sellado que el de resina epoxi. En el año 2019, los mismos investigadores Asaworarit W et al (55) realizaron otro estudio en esta ocasión comparando el resinoso con un biocerámico de silicato de calcio, resultando en una capacidad de sellado superior del biocerámico en todo momento, a las 24 horas, 7 días y 4 semanas.

Para los autores Eltair M et al (54) y Marques M et al (57) después de comparar la microfiltración apical de los cementos biocerámico con los de resina epoxi, concuerdan en que los biocerámicos evidencian el mejor sellado y adaptación en las paredes del conducto y la región apical. El resultado lo atribuyen al efecto cáustico alcalino de los componentes de hidratación del biocerámico de silicato de calcio, pues se conoce que degrada el colágeno de la dentina facilitando la penetración del sellador en los túbulos dentinarios, a la vez que se expande al fraguar; además, al ser un sellador hidrófilo fluye fácilmente sobre el conducto.

Por otro lado, un estudio realizado en Malta en el 2016 por Viapiana R et al (52) concluye tras una serie de pruebas, que el cemento biocerámico presenta mayor cantidad de filtraciones/vacíos en Micro CT comparado con el cemento de resina epoxi. En el mismo año, en la India, Ahuja L et al (53) compararon un cemento biocerámico de MTA con uno de resina epoxi, resultando en que este último produjo el mejor sello apical. En el 2021, Rashid D (56) investigador de la India, al evaluar la adhesión de los cementos selladores a la dentina indicó que el biocerámico y el de resina epoxi tuvieron resultados similares; sin embargo, el de resina epoxi selló los conductos de forma más completa.

Thakur et al (58) en la India en el año 2022 realizó un estudio comparativo de penetración de azul de metileno 2% en el conducto radicular de dientes permanentes humanos, entre un cemento de hidróxido de calcio y uno de resina epoxi, el resultado indicó que el cemento de hidróxido de calcio alcanzó una mayor penetración (2.47 mm) en comparación con el de resina epoxi (1.41 mm). Resultado apoyado por el estudio realizado en Rumania en el 2023 por Horhat et al (59) que, bajo las mismas condiciones la conclusión fue similar, el cemento de hidróxido de calcio obtuvo una penetración de (1.23 mm) comparado con el de resina epoxi (0.82 mm). A mayor penetración, mayor microfiltración y menor capacidad de sellado.

Así mismo, en la India en el año 2024 Sah et al (60) comparó la penetración de los cementos biocerámicos, de hidróxido de calcio y de resina epoxi, este último presentó la mejor capacidad de sellado; lo que puede deberse a su ligera expansión que ocasiona una adecuada traba mecánica; seguido del de hidróxido de calcio y finalmente el biocerámico. Así mismo, tanto Horhat et al (59) como Sah et al (60) concuerdan en el cemento de resina epoxi ha demostrado mayor efectividad en el tratamiento de la periodontitis apical crónica.

Es importante argumentar que el sellador AH Plus es el cemento gold standard comercial más empleado en las investigaciones de tipo experimental cuando se recurre a un cemento

en base a resina epoxi. Por otro lado, es fundamental que todos los estudios presenten una estandarización en cuanto tiempos, materiales, pruebas, entre otros; pues de esta manera, se garantiza que los resultados sean comparables bajo las mismas situaciones clínicas y, por ende, los resultados más confiables.

## **CAPÍTULO V. CONCLUSIONES y RECOMENDACIONES**

### **5.1 Conclusiones**

La investigación sobre la acción antimicrobiana de los cementos selladores a base de hidróxido de calcio, resina epoxi y biocerámicos para la obturación endodóntica de dientes permanentes indica que los cementos biocerámicos son los más efectivos para la eliminación de microorganismos pues permiten el control de infecciones intracanal, favoreciendo la cicatrización periapical.

Se identifica al cemento sellador de obturación endodóntica en base a resina epoxi como el más citotóxico en las primeras horas tras su empleo; conocer esto garantiza la seguridad biológica de los materiales utilizados en la endodoncia, permitiendo seleccionar selladores que minimicen el riesgo de daño celular y promuevan una excelente integración tisular.

Definir la capacidad de sellado de los cementos de obturación endodóntica en la interfaz gutapercha-pared dentinaria es esencial para evaluar su eficacia, razón por la cual se determina que los cementos biocerámicos de silicato de calcio y los de resina epoxi son los que mejor sellan esta interfaz permitiendo optimizar los protocolos clínicos y asegurando un sellado duradero y efectivo a largo plazo del tratamiento endodóntico.

## 5.2 Recomendaciones

- Se recomienda la estandarización de protocolos experimentales que permitan evaluar la actividad antimicrobiana bajo las mismas condiciones experimentales pues de esta manera se asegurarán resultados confiables y comparables.
- Se recomienda simulaciones in vitro con condiciones simuladas de la cavidad oral para replicar condiciones como humedad, presión y temperatura para evaluar el comportamiento real de los cementos en escenarios clínicos.
- Se recomienda la evaluación a corto y largo plazo para monitorear el sellado en la interfaz dentina-gutapercha tanto en fases iniciales como en periodos prolongados, para así determinar su estabilidad y eficacia a lo largo del tiempo.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Canalda C, Brau E. Endodoncia: técnicas clínicas y bases científicas. 4ta. Barcelona-España: Elsevier; 2019.
2. Soarez I, Goldberg F. Endodoncia técnicas y fundamentos. 2da ed. Buenos Aires-Argentina: Editorial Médica Panamericana; 2022.
3. Brito T, Olano T, Teixeira L, Ramos C, Keinji C. Actividad antimicrobiana y biocompatibilidad de los cementos endodónticos a base de hidróxido de calcio. Rev ADM [Internet]. 2016 [citado 7 de octubre de 2024];73(2). Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/adm/od-2016/od162c.pdf>
4. Lopreite G, Basilaki J. Endodoncia, Criterios técnicos y terapéuticos. 1ra ed. Argentina: Grupo Guía; 2016.
5. Pala L. Eficacia de las técnicas de desobturación manual y rotatorias en raíces mesiales de molares inferiores artificiales [Internet]. Universidad Nacional de Chimborazo; 2019. Disponible en: <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/5969/1/UNACH-EC-FCS-ODT-2019-0051.pdf>
6. Estrela C, Tavales L, Hungaro M, Rossi G, Gavini G, Souza M. Mechanism of action of Bioactive Endodontic Materials. Braz Dent J [Internet]. 2023 [citado 7 de octubre de 2024];34(1). Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10027099/>
7. Mangat P, Dhingra A, Muni S, Kaur H. To compare and evaluate the antimicrobial activity of three different root canal sealers: An In Vitro Study. J Conserv Dent. 2021;23(6):571.
8. Muñoz-Cruzatty JP, Arteaga-Espinoza SX, Alvarado-Solórzano AM. Observaciones acerca del uso del hidróxido de calcio en la endodoncia. Dominio Las Cienc. 5 de enero de 2018;4(1):352.
9. Scelza M, Tavares S, Scelza P, Ramos G, Lima L, Piasecki L, et al. A three-dimensional cell culture approach to investigate cytotoxic effects and production of inflammatory mediators by epoxy resin-based and calcium silicate-based endodontic sealer. Clin Oral Invest [Internet]. 2024 [citado 7 de octubre de 2024];28(344). Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00784-024-05743-x#citeas>
10. Oh H, Kim E, Lee S, Park S, Chen D, Shin SJ, et al. Comparison of Biocompatibility of Calcium Silicate-Based Sealers and Epoxy Resin-Based Sealer on Human Periodontal Ligament Stem Cells. Materials. 20 de noviembre de 2020;13(22):5242.

11. Mosquera Villavicencio JA, Carrillo Rengifo K, Vallejo Izquierdo LA. Penetración de los Cementos Endodónticos Biocerámicos y de Resina Epóxica en los canales laterales. Revisión de Literatura. Cienc Lat Rev Científica Multidiscip. 7 de diciembre de 2023;7(6):181-97.
12. Cedeño Delgado MJ, Pinos Robalino PJ, Segovia Palma PI. Obturación del sistema de conductos radiculares. Una revisión de la literatura. RECIAMUC. 31 de enero de 2020;4(1):253-66.
13. León-López M, Cabanillas-Balsera D, Martín-González J, Montero-Miralles P, Saúco-Márquez JJ, Segura-Egea JJ. Prevalence of root canal treatment worldwide: A systematic review and meta-analysis. Int Endod J. noviembre de 2022;55(11):1105-27.
14. Aysal Z, Demirturk Kocasarac H, Orhan K, Helvacioğlu-Yigit D. Radiological Assessment of Prevalance and Quality of Periapical Status of Endodontic Treatments. Med Sci Monit [Internet]. 4 de agosto de 2022 [citado 7 de octubre de 2024];28. Disponible en: <https://www.medscimonit.com/abstract/index/idArt/936569>
15. Barrientos-Sánchez S, Velosa-Porras J, Rodríguez-Ciódaro A. Una Aproximación Epidemiológica sobre Patologías Orales desde la Perspectiva de la Radiología. Int J Odontostomatol. marzo de 2018;12(1):43-50.
16. Cedillo-Orellana SI. Perfil epidemiológico de las patologías pulpares en pacientes que acuden a centros de atención odontológica en la ciudad de Cuenca (Ecuador). Odontol Act Rev Científica. 10 de septiembre de 2019;4(3):15-20.
17. Chapa A, Vargas B, Rodríguez I, Flores J. Causas de retratamiento endodental. Cause of endodontic recall. Rev Mex Estomatol [Internet]. 2016 [citado 7 de octubre de 2024];3(2). Disponible en: <https://remexesto.com/index.php/remexesto/article/view/74/190>
18. Pérez B. Clasificación de los cementos selladores en Endodoncia [Internet]. [México]: Universidad Nacional Autónoma de México; 2023. Disponible en: <https://ru.dgb.unam.mx/bitstream/20.500.14330/TES01000836929/3/0836929.pdf>
19. Torabinejad M, Fouad AF, Shabahang S. Endodontics: Principles and Practice. Sixth edition. London New York Oxford Philadelphia St Louis Sydney: Elsevier; 2021. 507 p.
20. García N. Biocompatibilidad de los cementos selladores endodónticos [Internet]. [México]: Universidad Autónoma de Sinaloa; 2020. Disponible en: [https://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://odontologia.uas.edu.mx/posgradoendodoncia/PDF/gen1719/NATHALYA\\_ELIZABETH\\_GARCIA\\_ALDANA.pdf](https://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://odontologia.uas.edu.mx/posgradoendodoncia/PDF/gen1719/NATHALYA_ELIZABETH_GARCIA_ALDANA.pdf)

21. Torres-Avirama LJ, Realpe-Urbano DA, Guevara-Valencia TL, Morales GA, Zamora-Córdoba IX, Valencia-Llano CH. Ensayo de biocompatibilidad con *Artemia salina* para cinco materiales de uso endodóntico. *Duazary*. 30 de junio de 2022;20(2):105-14.
22. Martínez-Cortés M, Tinajero-Morales C, Rosales C, Uribe-Querol E. Evaluación de la citotoxicidad de tres cementos selladores endodónticos utilizados en cirugía periapical: estudio in vitro. *Rev Odontológica Mex*. 2017;21(1):40-8.
23. Lebeque Pérez Y, Llauradó Maury G, Serrat Díaz M de J, Cos P, Barreto Argilagos GA. Cytotoxicity assay of *Pleurotus ostreatus* extracts in different cell lines to immunonutritional applications. *Rev Inf Científica* [Internet]. 31 de enero de 2024 [citado 7 de octubre de 2024];103. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/9428433.pdf>
24. Chambilla-Torres K, Sánchez-Tito MA. Efecto Antimicrobiano de Tres Cementos Selladores Endodónticos frente a *Streptococcus mutans*, *Enterococcus faecalis* y *Candida albicans*. *Int J Odontostomatol*. septiembre de 2021;15(3):610-5.
25. Cardona JC. Propiedades físico químicas de dos selladores a base de resina epóxica: Topseal y Adseal. Estudio comparativo [Internet]. Universidad Nacional de Colombia; 2016 [citado 7 de octubre de 2024]. Disponible en: <https://efaidnbmnnnibpcajpcgclclefindmkaj/https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/58933/JulioCardonaHidalgo.2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
26. Pérez A. Análisis sobre las ventajas y desventajas de los diferentes tipos de cementos obturadores en endodoncia [Internet]. Universidad Regional Autónoma de Los Andes; 2022. Disponible en: <https://dspace.uniandes.edu.ec/bitstream/123456789/15540/1/UA-ODO-EAC-054-2022.pdf>
27. Rodas Cando DF, Morales Bravo BR. Estudio comparativo de los diferentes tipos de resinas compuestas y sus usos de acuerdo a su composición. Revisión de literatura. *Anatomía Digit*. 4 de septiembre de 2023;6(3.2):103-22.
28. García P, Ortega JP, García S, Jaramillo AP, Tamayo JA. Evaluación de la estabilidad dimensional del cemento endodóntico sellador Adseal®. *Rev Cuba Estomatol* [Internet]. 2019 [citado 7 de octubre de 2024];56(3). Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-75072019000300008](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-75072019000300008)
29. Candeiro GTM, Moura-Netto C, D'Almeida-Couto RS, Azambuja-Júnior N, Marques MM, Cai S, et al. Cytotoxicity, genotoxicity and antibacterial effectiveness of a bioceramic endodontic sealer. *Int Endod J*. septiembre de 2016;49(9):858-64.

30. Šimundić Munitić M, Budimir A, Jakovljević S, Anić I, Bago I. Short-Term Antibacterial Efficacy of Three Bioceramic Root Canal Sealers Against *Enterococcus Faecalis* Biofilms. *Acta Stomatol Croat.* 15 de marzo de 2020;54(1):3-9.
31. Huang Y, Li X, Mandal P, Wu Y, Liu L, Gui H, et al. The in vitro antimicrobial activities of four endodontic sealers. *BMC Oral Health.* diciembre de 2019;19(1):118.
32. Kumar S, Vijay C, Kumar M, Bathla S, Singh V, Mishra S. Antibacterial Efficacy of Mineral Trioxide Aggregate, Bioactive Glass and Epoxy-Resin Based Sealer: An In-Vitro Interventional Study. *J Pharm Bioallied Sci.* febrero de 2024;16(Suppl 1):S619-22.
33. Suwartini T, Santoso J, Widyarman AS, Ratnasari D. Efficacy of Bioceramic and Calcium Hydroxide-Based Root Canal Sealers against Pathogenic Endodontic Biofilms: An In vitro Study. *Contemp Clin Dent.* octubre de 2022;13(4):322-30.
34. Kapralos V, Koutroulis A, Ørstavik D, Sunde PT, Rukke HV. Antibacterial Activity of Endodontic Sealers against Planktonic Bacteria and Bacteria in Biofilms. *J Endod.* enero de 2018;44(1):149-54.
35. Lin X, Chi D, Gong Q, Tong Z. An in vitro study on the effects of serum proteins on *Enterococcus faecalis* adhesion to three types of root sealers and gutta-percha. *BMC Oral Health.* 7 de diciembre de 2021;21(1):622.
36. Al-Quraine NT, Al-Ibraheem JFA, Zyara YHE, Abdulridha WM. *In vitro* assessment of antibacterial activity in four endodontic sealers against *Staphylococcus aureus* and *Kocuria rhizophila* using agar diffusion test. *J Med Life.* abril de 2023;16(4):610-5.
37. Alsubait S, Albader S, Alajlan N, Alkhunaini N, Niazy A, Almahdy A. Comparison of the antibacterial activity of calcium silicate- and epoxy resin-based endodontic sealers against *Enterococcus faecalis* biofilms: a confocal laser-scanning microscopy analysis. *Odontology.* octubre de 2019;107(4):513-20.
38. Bronzel CL, Tanomaru M, Rodrigues EM, Chávez-Andrade GM, Faria G, Guerreiro-Tanomaru JM. Cytocompatibility, bioactive potential and antimicrobial activity of an experimental calcium silicate-based endodontic sealer. *Int Endod J.* julio de 2019;52(7):979-86.
39. Šimundić Munitić M, Poklepović Peričić T, Utrobičić A, Bago I, Puljak L. Antimicrobial efficacy of commercially available endodontic bioceramic root canal sealers: A systematic review. Christophe Egles, editor. *PLOS ONE.* 17 de octubre de 2019;14(10):e0223575.

40. Ricucci D, Rôças IN, Alves FRF, Loghin S, Siqueira JF. Apically Extruded Sealers: Fate and Influence on Treatment Outcome. *J Endod.* febrero de 2016;42(2):243-9.
41. Nogueira EJD, Accorsi-Mendonça T, Pedrosa AC, Granjeiro JM, Zaia AA. Long-Term Cytotoxicity, pH and Dissolution Rate of AH Plus and MTA Fillapex. *Braz Dent J.* agosto de 2016;27(4):419-23.
42. Emam S, Mahran AH, Elshafei MM. Evaluation of cytotoxicity and adaptability of a novel bioceramic root canal sealer: An *in vitro* and scanning electron microscope study. *J Conserv Dent Endod.* marzo de 2024;27(3):326-30.
43. Almeida M, Rodrigues C, Matos A, Carvalho K, Silva E, Duarte M, et al. Analysis of the physicochemical properties, cytotoxicity and volumetric changes of AH Plus, MTA Fillapex and TotalFill BC Sealer. *J Clin Exp Dent.* 2020;e1058-65.
44. Alsubait SA, Al Ajlan R, Mitwalli H, Aburaisi N, Mahmood A, Muthurangan M, et al. Cytotoxicity of Different Concentrations of Three Root Canal Sealers on Human Mesenchymal Stem Cells. *Biomolecules.* 1 de agosto de 2018;8(3):68.
45. Tolosa-Monfà A, Veroni A, Blasi-Cabús J, Ballester-Palacios ML. Cytotoxicity comparison of Bio C Sealer against multiple root canal sealers. *J Clin Exp [Internet].* 2023 [citado 10 de diciembre de 2024];15(2). Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9994654/>
46. Sanz JL, López-García S, Rodríguez-Lozano FJ, Melo M, Lozano A, Llena C, et al. Cytocompatibility and bioactive potential of AH Plus Bioceramic Sealer: An *in vitro* study. *Int Endod J.* octubre de 2022;55(10):1066-80.
47. Noites R, Tavares I, Cardoso M, Carreira IM, Bartolomeu M, Duarte AS, et al. Human Gingival Fibroblasts Response to Different Endodontic Sealers: An *In Vitro* Study. *Appl Sci.* 5 de octubre de 2023;13(19):10976.
48. Teixeira L, Basso FG, Hebling J, Costa CADS, Mori GG, Silva-Sousa YTC, et al. Cytotoxicity Evaluation of Root Canal Sealers Using an *In Vitro* Experimental Model with Roots. *Braz Dent J.* abril de 2017;28(2):165-71.
49. Poggio C, Riva P, Chiesa M, Colombo M, Pietrocola G. Comparative cytotoxicity evaluation of eight root canal sealers. *J Clin Exp Dent.* 2017;9(4):0-0.
50. Çelebi Keskin İS, Kabadayı H, Vatansever HS, Erişen FR. Impact of various endodontic sealers on HPDLF Cell viability and apoptosis. *Sci Rep.* 8 de noviembre de 2024;14(1):27270.

51. Asawaworarit W, Yachor P, Kijssamanmith K, Vongsavan N. Comparison of the Apical Sealing Ability of Calcium Silicate-Based Sealer and Resin-Based Sealer Using the Fluid-Filtration Technique. *Med Princ Pract.* 2016;25(6):561-5.
52. Viapiana R, Moinzadeh AT, Camilleri L, Wesselink PR, Tanomaru Filho M, Camilleri J. Porosity and sealing ability of root fillings with gutta-percha and BioRoot RCS or AH Plus sealers. Evaluation by three *ex vivo* methods. *Int Endod J.* agosto de 2016;49(8):774-82.
53. Ahuja L, Jasuja P, Gupta K, Juneja S, Mathur A, Walia R, et al. A Comparative Evaluation of Sealing Ability of New MTA Based Sealers with Conventional Resin Based Sealer: An In-vitro Study. *J Clin Diagn Res.* 2016;10(7):76-9.
54. Eltair M, Pitchika V, Hickel R, Kühnisch J, Diegritz C. Evaluation of the interface between gutta-percha and two types of sealers using scanning electron microscopy (SEM). *Clin Oral Investig.* mayo de 2018;22(4):1631-9.
55. Asawaworarit W, Pinyosopon T, Kijssamanmith K. Comparison of apical sealing ability of bioceramic sealer and epoxy resin-based sealer using the fluid filtration technique and scanning electron microscopy. *J Dent Sci.* junio de 2020;15(2):186-92.
56. Rashid S. Stereomicroscopic evaluation of sealing ability of three different root canal sealers: An in vitro study. *Int J Appl Dent Sci.* 1 de octubre de 2021;7(4):166-73.
57. Marques Ferreira M, Martinho JP, Duarte I, Mendonça D, Craveiro AC, Botelho MF, et al. Evaluation of the Sealing Ability and Bond Strength of Two Endodontic Root Canal Sealers: An In Vitro Study. *Dent J.* 26 de octubre de 2022;10(11):201.
58. Thakur P, Kumar U, Singh H. Evaluation of sealing ability of four different root canal sealers using stereomicroscope: An in vitro study. *Int J Appl Dent Sci.* 1 de enero de 2022;8(1):148-51.
59. Horhat RM, Bumbu BA, Orel L, Velea-Barta O, Cirligeriu L, Chicin GN, et al. Assessing the Sealing Performance and Clinical Outcomes of Endodontic Treatment in Patients with Chronic Apical Periodontitis Using Epoxy Resin and Calcium Salicylate Seals. *Medicina (Mex).* 13 de junio de 2023;59(6):1137.
60. Sah S, Mangat P, Kumar A, Sah N, Shivakumar GC, Di Blasio M, et al. Stereomicroscopic evaluation of sealing ability of four different root canal sealers: an in-vitro study. *BMC Oral Health.* 20 de febrero de 2024;24(1):258.