



Universidad
Norbert Wiener

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
PROGRAMA ACADÉMICO DE ODONTOLOGÍA

Tesis

Efectividad antibacteriana de los cementos obturadores de uso endodóntico: un
estudio in vitro

Para optar el Título Profesional de
Cirujano Dentista

Presentado por:

Autor: Chicore Solis, Pedro

Código ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-7934-7418>

Asesora: Mg. Llerena Meza de Pastor. Verónica Janice

Código ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9146-0931>

Lima – Perú

2025

 Universidad Norbert Wiener	DECLARACIÓN JURADA DE AUTORIA Y DE ORIGINALIDAD DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN		
	CÓDIGO: UPNW-GRA-FOR-033	VERSIÓN: 01 REVISIÓN: 01	FECHA: 08/11/2022

Yo Pedro Chicore Solis egresado de la Facultad de Odontología **Ciencias de la Salud** y Programa Académico de **Odontología** de la Universidad privada Norbert Wiener declaro que el trabajo de investigación "**Efectividad antibacteriana de los cementos obturadores de uso endodóntico: un estudio in vitro**" Asesorado por el docente: Mg. Esp. CD. Llerena Meza de Pastor Verónica, DNI 09920986 ORCID 0000-0001-9146-0931. tiene un índice de similitud de (9) (nueve) % con código **trn:oid::14912:535647658** verificable en el reporte de originalidad del software Turnitin.

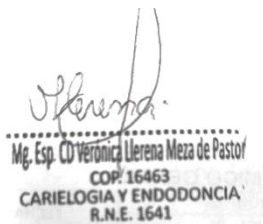
Así mismo:

1. Se ha mencionado todas las fuentes utilizadas, identificando correctamente las citas textuales o paráfrasis provenientes de otras fuentes.
2. No he utilizado ninguna otra fuente distinta de aquella señalada en el trabajo.
3. Se autoriza que el trabajo puede ser revisado en búsqueda de plagios.
4. El porcentaje señalado es el mismo que arrojó al momento de indexar, grabar o hacer el depósito en el turnitin de la universidad y,
5. Asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión en la información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas del reglamento vigente de la universidad.



.....
 Firma de autor

Nombres y apellidos del Egresado: Pedro Chicore Solis
 DNI: 41150312



Mg. Esp. CD Verónica Llerena Meza de Pastor
 COP: 16463
 CARIEOLOGIA Y ENDODONCIA
 R.N.E. 1641

.....
 Firma

Nombres y apellidos del Asesor: Verónica Llerena de Pastor
 DNI: 09920986

Lima, 18 de diciembre de 2025.

Dedicatoria

Dedico este trabajo a mi familia, por ser el pilar fundamental que ha sostenido mi formación personal y profesional. A mis padres, por su ejemplo constante de esfuerzo, amor y perseverancia, que me inspiraron a culminar esta meta. A mis seres queridos, quienes con su apoyo incondicional y palabras de aliento me recordaron la importancia de seguir adelante incluso en los momentos más difíciles. Este logro es reflejo del compromiso y la fortaleza que me inculcaron desde siempre.

Agradecimiento

Expreso mi sincero agradecimiento a todas las personas e instituciones que hicieron posible la realización de esta investigación.

A mi asesora de tesis, por su orientación académica, paciencia y valiosos aportes que enriquecieron este trabajo. A la universidad y al equipo docente, por ofrecer un espacio de formación que promueve la investigación con sentido crítico y compromiso social.

Finalmente, a mi familia y amigos, por su comprensión, apoyo emocional y confianza en mis capacidades; gracias a ellos, este logro se convierte en una meta compartida y significativa.

Índice general

Dedicatoria	2
Agradecimiento	3
Resumen:	7
Abstract:	7
INTRODUCCIÓN	9
CAPITULO I: EL PROBLEMA.....	9
1.1 Planteamiento del problema	10
1.2 FORMULACIÓN DE PROBLEMA	11
1.2.1 Problema general.....	11
1.2.2 Problemas específicos	11
1.3 OBJETIVOS GENERALES Y ESPECÍFICOS	12
1.3.1 Objetivo General	12
1.3.2 Objetivos específicos.....	12
1.4 Justificación.....	12
1.4.1 Teórica	12
1.4.2 Metodológica	12
1.4.3 Práctica	13
1.5 LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	13
1.5.1 Temporal:	13
1.5.2 Espacial:	13
1.5.3 Recursos:	13
CAPITULO II: MARCO TEORICO	13
2.1 ANTECEDENTES	13
2.2 BASES TEÓRICAS.....	18
TRATAMIENTO DE ENDODONCIA	18
PROPIEDADES DE UN CEMENTO SELLADOR	¡Error! Marcador no definido.
PROPIEDADES ANTIBACTERIANAS DE LOS CEMENTOS SELLADORES	18
CEMENTOS SELLADORES DE USO ENDODONTICO.....	¡Error! Marcador no definido.
CLASIFICACIÓN DE LOS CEMENTOS	19
ENTEROCOCCUS FAECALIS	23
2.3 FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS	25

2.3.1 Hipótesis general.....	25
2.3.2 Hipótesis específicas	25
CAPITULO III: METODOLOGÍA	26
3.1 METODO DE LA INVESTIGACIÓN	26
3.2 ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN	26
3.3 TIPO DE INVESTIGACIÓN	26
3.6 VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN	29
Fuente: Elaboración propia.....	30
3.7.1 Técnica.....	30
3.7.2 Descripción de instrumentos”	30
3.7.3 Procedimiento para aplicar los instrumentos	30
3.7.4 Validación.....	32
3.7.5 Confiabilidad.....	32
3.8 “PLAN DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS”	32
3.9 ASPECTOS ÉTICOS Y DE INTEGRIDAD CIENTÍFICA:	32
CAPÍTULO IV: PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	33
4.1 RESULTADOS	33
4.2 DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	38
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	40
5.1 CONCLUSIONES	40
5.2 RECOMENDACIONES	40
REFERENCIAS	41
VI. ANEXOS	47

Índice de tablas

Tabla 1 Operacionalización de variables.....	29
Tabla 2 Halos de inhibición (media \pm DE) de cementos endodónticos frente a <i>Enterococcus faecalis</i> en diferentes tiempos de exposición	33
Tabla 3 Comparación por pares de los cementos endodónticos en diferentes tiempos de exposición frente a <i>Enterococcus faecalis</i>	34

Índice de figuras

Figura 1 Gráfico de caja y bigotes de los halos de inhibición producidos por los cementos endodónticos frente a <i>Enterococcus faecalis</i> a las 24 horas.....	35
Figura 2 Gráfico de caja y bigotes de los halos de inhibición producidos por los cementos endodónticos frente a <i>Enterococcus faecalis</i> a las 72 horas.....	36
Figura 3 Gráfico de caja y bigotes de los halos de inhibición producidos por los cementos endodónticos frente a <i>Enterococcus faecalis</i> a las 168 horas.....	37

Resumen:

Introducción: El éxito del tratamiento endodóntico depende de la calidad del sellado apical y de la capacidad de los cementos obturadores para evitar la reinfección del sistema de conductos radiculares. *Enterococcus faecalis* es una de las bacterias más frecuentes en los fracasos endodónticos por su resistencia y capacidad de formar biopelículas. El objetivo de este estudio fue comparar la efectividad antibacteriana de los cementos obturadores Grossman®, MTA Fillapex®, Vioseal® y Bio-C Sealer® frente a *E. faecalis* a las 24, 72 y 168 horas. **Métodos:** Se desarrolló un estudio experimental in vitro utilizando la técnica de difusión en agar. Se midieron los halos de inhibición producidos por cada cemento y los datos se analizaron mediante estadística descriptiva y la prueba de Kruskal-Wallis con un nivel de significancia de $p < 0.05$. **Resultados:** Los resultados mostraron diferencias significativas entre los materiales en los tres tiempos evaluados ($p < 0.001$). Bio-C Sealer® presentó la mayor actividad antibacteriana en todos los periodos (14.34 ± 2.40 mm a 24 h; 16.74 ± 3.63 mm a 72 h; 15.74 ± 3.81 mm a 168 h), mientras que MTA Fillapex® evidenció una acción retardada. **Conclusiones:** Se concluye que Bio-C Sealer® presenta una efectividad antibacteriana superior y sostenida frente a *E. faecalis*, atribuida a su composición biocerámica y liberación continua de iones de calcio, lo que respalda su uso clínico en la obturación endodóntica por su eficacia antimicrobiana y biocompatibilidad.

Palabras clave: endodoncia, cementos obturadores, *Enterococcus faecalis*, actividad antibacteriana, biocerámicos.

Abstract:

Introduction: The success of endodontic treatment depends on the quality of the apical seal and the ability of root canal sealers to prevent reinfection of the root canal system. *Enterococcus faecalis* is one of the most common bacteria associated with endodontic failures due to its resistance and biofilm-forming ability. This study aimed to compare the antibacterial effectiveness of Grossman®, MTA Fillapex®, Vioseal®, and Bio-C Sealer® root canal sealers against *E. faecalis* at 24, 72, and 168 hours. **Methods:** An in vitro

experimental study was conducted using the agar diffusion technique. The inhibition zones produced by each sealer were measured, and data were analyzed using descriptive statistics and the Kruskal–Wallis test with a significance level of $p < 0.05$. **Results:** Significant differences were observed among the materials at all evaluated times ($p < 0.001$). Bio-C Sealer exhibited the highest antibacterial activity at all intervals (14.34 ± 2.40 mm at 24 h; 16.74 ± 3.63 mm at 72 h; 15.74 ± 3.81 mm at 168 h), while MTA Fillapex® showed a delayed antimicrobial response. **Conclusions:** Bio-C Sealer® demonstrated superior and sustained antibacterial effectiveness against *E. faecalis*, attributed to its bioceramic composition and continuous calcium ion release. These findings support its clinical use in root canal obturation due to its antimicrobial efficacy and biocompatibility.

Keywords: endodontics, root canal sealers, *Enterococcus faecalis*, antibacterial activity, bioceramics.

INTRODUCCIÓN

La longevidad de un tratamiento de conducto está directamente relacionada con la calidad del sellado apical y con las propiedades físico-químicas de los materiales empleados durante la obturación. Un sellado eficaz impide la penetración de fluidos y la reintroducción de microorganismos, lo que asegura la estabilidad mecánica y biológica del diente tratado (1,2). En este marco, los cementos endodónticos desempeñan un rol determinante al generar un cierre hermético y actuar como barrera frente a los microorganismos presentes en la cavidad oral y sus metabolitos (3,4).

Dentro de los patógenos más asociados al fracaso de la terapia endodóntica se encuentra *Enterococcus faecalis*, una bacteria grampositiva facultativa que puede tolerar ambientes desfavorables, adherirse firmemente a la dentina, formar biopelículas y mantenerse viable aun con un bajo aporte nutritivo (5–7). Su persistencia se vincula también con su capacidad de penetrar los túbulos dentinarios y resistir el pH altamente alcalino que generan muchos cementos (8,9). Por ello, se considera un microorganismo clave para evaluar la eficacia antimicrobiana de los selladores (10,11).

Los diferentes cementos obturadores presentan composiciones y mecanismos de acción particulares. Los selladores basados en resina epoxi, como AH Plus®, muestran buena adhesión y estabilidad dimensional; sin embargo, su actividad antimicrobiana suele ser limitada y dependiente del avance del fraguado (12,13). En contraste, los cementos formulados con hidróxido de calcio o con óxido de zinc-eugenol actúan liberando iones con efecto antibacteriano, aunque su mayor solubilidad podría comprometer la integridad del sellado a largo plazo (14–16). Por su parte, los biocerámicos a base de silicato de calcio — como Bio-C Sealer® o BioRoot RCS— han demostrado liberar iones de calcio y mantener un pH elevado de manera sostenida, lo que inhibe el crecimiento bacteriano y favorece una elevada biocompatibilidad con los tejidos periapicales (17–20).

Investigaciones recientes han reportado resultados heterogéneos sobre la capacidad antibacteriana de los selladores frente a *E. faecalis*. Algunos estudios resaltan la alta eficacia de los materiales biocerámicos (21,22), mientras que otros describen una acción

antimicrobiana menor o tardía, variable según la formulación y el tiempo de exposición (23–26). Esta diversidad de hallazgos evidencia la necesidad de realizar comparaciones experimentales bajo condiciones controladas entre los cementos de uso más frecuente en la práctica clínica, tales como Grossman®, MTA Fillapex®, Vioseal® y Bio-C Sealer®.

En consecuencia, el presente estudio se propone comparar la actividad antibacteriana de distintos selladores endodónticos frente a *Enterococcus faecalis*, evaluando su desempeño a las 24, 72 y 168 horas. El objetivo es identificar el material que ofrezca una acción antimicrobiana más constante en el tiempo y que, por tanto, contribuya de manera más efectiva al éxito clínico del tratamiento endodóntico (27–29).

CAPITULO I: EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del problema

La durabilidad del tratamiento de conducto radicular a lo largo del tiempo depende de diversos factores, entre ellos las propiedades físicas y químicas de los materiales utilizados, así como la correcta aplicación de una técnica de sellado que garantice tanto la limpieza completa del conducto como su cierre hermético en el ápice. Este sellado impide la entrada de fluidos hacia la parte final del diente. En este contexto, los cementos utilizados para la obturación cumplen una función esencial, ya que bloquean el ingreso de microorganismos orales al interior del conducto y a los tejidos adyacentes, lo que contribuye a minimizar la aparición de nuevas lesiones en la región periapical. (1)

Enterococcus faecalis es una bacteria facultativa frecuentemente implicada en infecciones del sistema de conductos radiculares, y su aparición suele estar relacionada con fallas en el sellado de restauraciones dentales, tanto provisionales como definitivas. Debido a su carácter facultativo, este microorganismo puede adaptarse a ambientes con o sin oxígeno, resistir condiciones de pH ácido y mantenerse viable durante largos periodos sin depender de otras bacterias. Asimismo, es capaz de invadir los túbulos dentinarios y comprometer las defensas del huésped. Para contrarrestar su acción, los cementos obturadores empleados en endodoncia aprovechan su naturaleza alcalina durante el proceso de fraguado para ejercer efectos antibacterianos. Existen diferentes formulaciones, como los cementos resinosos, los

que contienen hidróxido de calcio y los compuestos a base de óxido de zinc con eugenol, los cuales actúan contra los microorganismos por medio de distintos mecanismos. (2)

Es fundamental que los cementos utilizados para la obturación presenten adecuadas propiedades físicas y químicas, tales como buena adhesión, capacidad de sellado, compatibilidad biológica, visibilidad radiográfica, facilidad de manejo y estabilidad dimensional, ya que estos factores influyen directamente en la eficacia del tratamiento a largo plazo.(3) No obstante, la gran variedad de cementos disponibles en el mercado y la escasez de estudios que comparen su efecto antibacteriano complican la elección del material más efectivo para enfrentar las bacterias presentes en los conductos radiculares. Esta capacidad antimicrobiana se considera una característica favorable, ya que contribuye a prevenir futuras recurrencias infecciosas. (4)

1.2 FORMULACIÓN DE PROBLEMA

1.2.1 Problema general

¿Cuál es la efectividad antibacteriana de los cementos obturadores utilizados en tratamientos endodónticos?

1.2.2 Problemas específicos

P-1 ¿Cuál es la diferencia de la propiedad antibacteriana frente al microorganismo del *Enterococcus Faecalis* de los cementos obturadores de uso endodóntico Grossman®, MTA-Fillapex®, Vioseal®, Bio-C Sealer® a las 24 horas?

P-2 ¿Cuál es la diferencia de la propiedad antibacteriana frente al microorganismo del *Enterococcus Faecalis* de los cementos obturadores de uso endodóntico Grossman®, MTA-Fillapex®, Vioseal®, Bio-C Sealer® a las 72 horas?

P-3 ¿Cuál es la diferencia de la propiedad antibacteriana frente al microorganismo del *Enterococcus Faecalis* de los cementos obturadores de uso endodóntico Grossman®, MTA-Fillapex®, Vioseal®, Bio-C Sealer® a las 168 horas?

1.3 OBJETIVOS GENERALES Y ESPECÍFICOS

1.3.1 Objetivo General

Comparar la efectividad antibacteriana de los cementos obturadores utilizados en tratamientos endodónticos.

1.3.2 Objetivos específicos

O-1 Determinar las diferencias entre la propiedad antibacteriana frente al microorganismos del *Enterococcus Faecalis* de los cementos obturadores de uso endodóntico Grossman®, MTA-Fillapex®, Vioseal®, Bio-C Sealer® a las 24 horas.

O-2 Determinar las diferencias entre la propiedad antibacteriana frente al microorganismos del *Enterococcus Faecalis* de los cementos obturadores de uso endodóntico Grossman®, MTA-Fillapex®, Vioseal®, Bio-C Sealer® a las 72 horas.

O-3 Determinar las diferencias entre la propiedad antibacteriana frente al microorganismos del *Enterococcus Faecalis* de los cementos obturadores de uso endodóntico Grossman®, MTA-Fillapex®, Vioseal®, Bio-C Sealer® a las 168 horas.

1.4 Justificación

1.4.1 Teórica

El presente estudio tiene el potencial de ofrecer diversos beneficios importantes. Por un lado, permitirá profundizar en el análisis de las propiedades antibacterianas y la resistencia a la compresión de los cementos utilizados en tratamientos endodónticos, lo cual contribuiría a optimizar la efectividad clínica de dichas terapias. Por otro lado, este proyecto también podría enriquecer la formación de los futuros profesionales de la odontología, ya que les proporcionará una oportunidad para participar activamente en procesos de investigación, desarrollando habilidades prácticas y conocimientos aplicables a su ejercicio profesional.

1.4.2 Metodológica

El valor metodológico de esta investigación se fundamenta en la aplicación de procedimientos de laboratorio precisos y controlados para desarrollar un estudio in vitro. Esto incluye el uso de técnicas y protocolos uniformes destinados a evaluar tanto la actividad antibacteriana como la resistencia a la compresión de los cementos obturadores utilizados en endodoncia. La adopción de una metodología rigurosa asegura la confiabilidad y validez de los resultados, lo que fortalece la relevancia científica del trabajo. Asimismo, este enfoque

proporciona una base firme para la reproducibilidad del estudio, facilitando que futuras investigaciones puedan confirmar o ampliar los hallazgos obtenidos.

1.4.3 Práctica

La justificación práctica de este estudio radica en la necesidad de que los odontólogos conozcan con precisión las propiedades físico-químicas y antimicrobianas de los cementos empleados en la obturación endodóntica. Este conocimiento es crucial para mejorar la eficacia y durabilidad de los tratamientos de conducto, especialmente frente a bacterias como *Enterococcus faecalis*, asociada al fracaso endodóntico. Comprender cómo estos materiales influyen en la inhibición bacteriana permite optimizar la práctica clínica y reducir el riesgo de reinfeción.

1.5 LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

1.5.1 Temporal:

El estudio se desarrolló durante el periodo comprendido entre abril y octubre del año 2025.

1.5.2 Espacial:

La investigación se llevó a cabo en el Laboratorio de Microbiología de la Facultad de Biología de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

1.5.3 Recursos:

Los costos asociados a la ejecución del proyecto fueron asumidos íntegramente por el investigador.

CAPITULO II: MARCO TEORICO

2.1 ANTECEDENTES

Medina A. (2023) realizó un estudio in vitro para comparar la actividad antimicrobiana de tres selladores biocerámicos —CeraSeal, Bio-C Sealer y Dia-Root Bio Sealer— frente a una cepa multirresistente de *Enterococcus faecalis*. Se trabajó con 60 muestras distribuidas en placas de agar, colocando discos impregnados con cada material; la pasta 3Mix actuó como

control positivo y la clorhexidina como control negativo. El análisis mediante ANOVA mostró que 3Mix produjo los mayores halos de inhibición, mientras que los selladores biocerámicos presentaron zonas menores e incluso inferiores a la clorhexidina. Se concluye que ninguno de los selladores evaluados mostró una actividad antimicrobiana destacada bajo las condiciones del estudio. (5)

Hernández (2023) evaluó in vitro la actividad antimicrobiana y la citotoxicidad de Endosequence Sealer, CeraSeal y Bio-C Sealer frente a *E. faecalis* y células del ligamento periodontal. Los materiales se expusieron durante 24 horas a la bacteria y a cultivos celulares, midiendo halos de inhibición y viabilidad celular por espectrofotometría. Los tres cementos mostraron actividad antimicrobiana similar; sin embargo, Endosequence Sealer estimuló mayor proliferación celular, seguido de Bio-C Sealer y CeraSeal. Los controles mostraron reducción celular. El estudio concluye que los tres selladores presentan efectos antimicrobianos y favorecen la proliferación celular en diferente grado. (6)

Armenta-Molina J, Olivares I y Candolfi O. (2022) analizaron mediante el método de difusión en agar la capacidad antibacteriana de EndoSequence, AH Plus y Sealapex frente a *E. faecalis* (ATCC 29212). AH Plus obtuvo el mayor halo de inhibición (1.50 mm), seguido de EndoSequence (1.10 mm), mientras que Sealapex presentó la menor actividad (0.2 mm). Los autores concluyen que existe una marcada variabilidad en la eficacia antimicrobiana entre los selladores evaluados. (2)

Pupo S, Alvear J y Del Rio D (2022) evaluaron la actividad antimicrobiana del cemento MTA Fillapex® frente a *Enterococcus faecalis*, considerando el creciente interés por los selladores biocerámicos en endodoncia. El estudio, de tipo experimental in vitro, empleó entre cinco y diez cepas de *E. faecalis* cultivadas en caldo Mueller Hinton. La mezcla bacteriana y el sellador en distintas concentraciones fueron depositados en una placa de 96 pozos, midiendo la absorbancia mediante espectrofotometría. Para el análisis estadístico se utilizaron las pruebas no paramétricas de Mann-Whitney y Kruskal-Wallis. Los resultados mostraron ausencia de diferencias significativas en las comparaciones por pares; sin embargo, al evaluar las concentraciones, el cemento de Grossman al 2 % exhibió la mayor actividad antimicrobiana. En síntesis, aunque MTA Fillapex® y el cemento de Grossman no

presentaron diferencias significativas entre sí, este último mostró un efecto inhibitorio superior a mayor concentración. (7)

Gordillo C, Figueroa F y Ordoñez J. (2021) Gordillo, Figueroa y Ordoñez (2021) realizaron un estudio in vitro destinado a comparar la eficacia antibacteriana de los selladores biocerámicos Totalfill y BioRoot RCS frente a *Enterococcus faecalis*. La cepa bacteriana se cultivó en 18 placas con agar Mueller Hinton y se midieron los halos de inhibición generados tras la incubación. Como los datos no siguieron una distribución normal, se aplicaron las pruebas no paramétricas Kruskal-Wallis y HSD de Tukey. Los resultados evidenciaron que Totalfill produjo un halo promedio de 6.1 ± 0.35 mm, mientras que BioRoot RCS mostró una mayor capacidad inhibitoria con un halo de 7.7 ± 0.75 mm. Estos hallazgos indican que *E. faecalis* presenta mayor resistencia al Totalfill, en tanto que BioRoot RCS logró inhibir su crecimiento con mayor eficacia. (8)

Villagómez P. (2020) analizó la actividad antimicrobiana de los cementos EndoSequence, BioRoot, AH Plus y ZOE contra *Enterococcus faecalis* utilizando la prueba de contacto directo (DCT), complementada con el método de difusión en agar (ADT). La técnica DCT permitió monitorear la cinética del crecimiento bacteriano mediante un espectrofotómetro de microplacas con control térmico. El análisis estadístico se realizó con ANOVA de un factor y la prueba F. Los resultados mostraron que BioRoot presentó la mayor eficacia antimicrobiana, sin diferencias significativas respecto al control positivo (ZOE) ($p = 0.9999373$). Por el contrario, EndoSequence y AH Plus sí presentaron diferencias significativas frente al control ($p = 0.0000266$ y $p = 0.0000068$, respectivamente). En conclusión, BioRoot fue el sellador más eficaz frente a *E. faecalis*, seguido de EndoSequence, mientras que AH Plus mostró la menor actividad inhibitoria. (9)

Erquinio J. (2023) evaluó la actividad antibacteriana de cementos endodónticos a base de resina epóxica y MTA frente a *Enterococcus faecalis*. El estudio aplicó la técnica de difusión en disco en 12 placas con agar Mueller Hinton, donde se realizaron perforaciones de 5 mm para colocar los distintos materiales. Las placas se incubaron a 37°C y se analizaron a las 2, 24, 48 y 72 horas. Los resultados iniciales (2 horas) no mostraron diferencias significativas entre los cementos. Sin embargo, desde las 24 hasta las 72 horas se observaron diferencias estadísticamente significativas entre Vioseal, Fillapex y la pasta Trimix respecto al control

negativo con agua destilada ($p < 0.05$). Al finalizar el periodo de evaluación (72 horas), la pasta Trimix registró el mayor halo de inhibición (41.06 mm), seguida de Vioseal (14.33 mm) y Fillapex (12.05 mm). En síntesis, el cemento basado en resina epóxica mostró un rendimiento antimicrobiano superior al de los materiales con MTA bajo las condiciones experimentales. (10)

Ramírez L. (2022) desarrolló un estudio experimental in vitro en Ica para comparar la capacidad antimicrobiana de los cementos endodónticos Sealer 26 y Sealapex frente a *Enterococcus faecalis* ATCC 29212. La cepa se activó en medio BHI y se inoculó en 16 placas con agar Mueller Hinton mediante la técnica de difusión en disco. Cada placa recibió cuatro discos impregnados con Sealer 26, Sealapex, solución de Dakin (control positivo) y agua destilada (control negativo). Las incubaciones se realizaron a 37 °C, con evaluaciones a las 24 y 48 horas, midiendo los halos de inhibición mediante un Vernier analógico. A las 24 horas, Sealapex y el control positivo mostraron halos de inhibición superiores a los de Sealer 26. Esta tendencia se mantuvo a las 48 horas: Sealapex y la solución de Dakin conservaron una mayor eficacia antimicrobiana sin diferencias significativas entre ellos, mientras que Sealer 26 continuó mostrando menor actividad. En conclusión, Sealapex presentó una actividad antimicrobiana más estable y ligeramente creciente en el tiempo, superando consistentemente a Sealer 26 contra *E. faecalis* ATCC 29212. (11)

Castañeda A. (2022) en un estudio realizado en Lima, evaluó in vitro la actividad antimicrobiana de distintos cementos selladores endodónticos frente a *Candida albicans* ATCC 10231 y *Staphylococcus aureus* ATCC 6538. Con un diseño experimental, longitudinal y comparativo, se midieron los halos de inhibición generados por un cemento a base de óxido de zinc y eugenol, uno con hidróxido de calcio y un cemento biocerámico. Como controles positivos se utilizaron fluconazol para *C. albicans* y clorhexidina para *S. aureus*. Los resultados mostraron que, frente a *C. albicans*, el fluconazol produjo los mayores halos de inhibición, seguido del cemento de óxido de zinc y eugenol. En el caso de *S. aureus*, el cemento con hidróxido de calcio superó incluso al control con clorhexidina. Se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los materiales evaluados a las 24 y 48 horas. En síntesis, el cemento con óxido de zinc y eugenol fue el más eficaz contra *C. albicans*, mientras que el de hidróxido de calcio mostró la mejor respuesta frente a *S. aureus*. (3)

Salas J. (2022) Salas (2022) desarrolló un estudio en Puno con el propósito de determinar la actividad antibacteriana in vitro del sellador endodóntico Vioseal, tanto en su forma pura como combinado con clindamicina, frente a *Enterococcus faecalis*. La investigación, de tipo cuasi-experimental, prospectiva y comparativa, utilizó el método de Kirby-Bauer en 45 placas con agar sangre inoculadas mediante estría por agotamiento. Los tres grupos incluyeron Vioseal puro, Vioseal con clindamicina y un control con suero fisiológico. Tras la incubación a 37 °C durante 24 horas en condiciones anaeróbicas, se midieron los halos de inhibición con una regla Vernier. Los hallazgos evidenciaron que la combinación de Vioseal con clindamicina generó halos significativamente mayores en comparación con Vioseal puro, mostrando una mayor eficacia frente al crecimiento de *E. faecalis*. En conclusión, la adición de clindamicina potenció de manera notable la actividad antimicrobiana del sellador. (12)

Álvarez (2022), en su tesis titulada “Evaluación in vitro de la capacidad antibacteriana de los selladores endodónticos a base de resina epoxi e hidróxido de calcio frente a *Enterococcus faecalis*”, evaluó la actividad antimicrobiana de dos selladores (Vioseal y Sealer 26) mediante la técnica de difusión en disco. Para ello, se emplearon 14 placas con agar Mueller Hinton inoculadas con *E. faecalis* ATCC 29212, en las cuales se dispusieron cavidades con los selladores y controles (suero fisiológico como negativo y clorhexidina al 2% como positivo).

Los halos de inhibición fueron medidos a las 2, 24, 48 y 72 horas. Los resultados mostraron que Vioseal, Sealer 26 y la clorhexidina produjeron halos significativamente superiores al suero fisiológico desde las 24 h ($p < 0.05$), mientras que este último no generó actividad antibacteriana. Además, Vioseal presentó mayor efecto inhibitorio que Sealer 26, diferencia también significativa. La clorhexidina al 2% obtuvo el mayor halo en todas las mediciones. En síntesis, ambos selladores mostraron eficacia contra *E. faecalis*, siendo Vioseal el más efectivo, aunque la clorhexidina fue superior a todos los grupos. (13)

Chambilla K y Sánchez-Tito M. (2021) evaluaron el efecto antimicrobiano de tres cementos selladores —Endofill, Vioseal y Sealer 26— frente a *S. mutans*, *E. faecalis* y *C. albicans*, utilizando la técnica de difusión en agar. Cada microorganismo fue cultivado en su medio específico e incubado 48 horas a 37 °C, tras lo cual se midieron los halos de inhibición. Se encontraron diferencias significativas entre los materiales ($p < 0.05$). Endofill, a base de óxido de zinc y eugenol, mostró la mayor actividad antimicrobiana global frente a las tres

especies. Vioseal, de base resinosa, mostró un efecto similar a Endofill únicamente frente a *S. mutans*, mientras que Sealer 26 presentó la menor eficacia en general. En conclusión, la jerarquía de eficacia antimicrobiana fue: Endofill > Vioseal > Sealer 26. (4)

2.2 BASES TEÓRICAS

TRATAMIENTO DE ENDODONCIA

El tratamiento endodóntico es un procedimiento quirúrgico conservador cuyo objetivo es conservar un diente funcional, interviniendo tanto en patologías pulpares como pulpitis, así como en infecciones que afectan los tejidos periapicales, como la periodontitis apical. La supervivencia del diente tratado depende principalmente de la cantidad de estructura remanente y de la calidad de la restauración definitiva posterior al sellado del sistema de conductos. (14, 15)

La preparación del conducto combina maniobras mecánicas con irrigación química para conformarlo adecuadamente, eliminar restos orgánicos y reducir la carga bacteriana. Este proceso debe dejar un conducto limpio y con la forma ideal para su posterior obturación. La obturación consiste en rellenar completamente el sistema de conductos para lograr un sellado hermético desde la entrada coronaria hasta el foramen apical, especialmente en la interfaz dentina–cemento. Este paso se realiza únicamente cuando la desinfección químico-mecánica ha sido eficaz. (16, 17)

El momento para obturar depende del estado del conducto. Si está seco y sin exudado, se recomienda realizar la obturación en una sola cita, reduciendo el riesgo de contaminación. Si persisten humedad, exudado, sangre o signos de inflamación, es preferible posponerla para una visita posterior, permitiendo estabilizar el ambiente interno. (18)

La obturación se efectúa utilizando gutapercha acompañada de un sellador endodóntico, cuya función es ocupar los espacios que la gutapercha no alcanza y adaptarse a las irregularidades del conducto. Su acción es fundamental para evitar la microfiltración y asegurar un sellado duradero. (19)

PROPIEDADES DE UN CEMENTO SELLADOR

Los cementos selladores endodónticos tienen como función principal ocupar los espacios entre la gutapercha y las paredes del conducto, así como los vacíos que puedan quedar entre los conos durante la obturación. En la práctica clínica existe una variedad de selladores cuyos componentes determinan diferencias importantes en sus propiedades físicas, químicas y biológicas. (2, 18, 20)

Para que un sellador sea eficaz, debe cumplir características fundamentales como: fácil manipulación, estabilidad dimensional, capacidad de lograr un sellado hermético, adecuada adhesión a la dentina, fluidez para adaptarse a las irregularidades del conducto, radiopacidad suficiente para su identificación radiográfica, ausencia de alteraciones en la coloración dental, actividad antimicrobiana, compatibilidad con los cementos para postes, posibilidad de remoción cuando el tratamiento lo requiera y biocompatibilidad con los tejidos periapicales. (3, 18)

PROPIEDADES ANTIBACTERIANAS DE LOS CEMENTOS SELLADORES

El desempeño clínico de los materiales utilizados en la obturación radicular depende, en gran medida, de la naturaleza y proporción de sus componentes principales, los cuales determinan su comportamiento físico, químico y biológico. (21)

Asimismo, la capacidad de adaptación del sellador a las superficies internas del conducto es un factor determinante en el éxito del tratamiento, puesto que influye directamente en la calidad y durabilidad del sellado final. (22, 23) En este sentido, un sellador endodóntico eficaz debe poseer un sellado competente frente a bacterias, adecuada fluidez, acción antimicrobiana, resistencia frente a fluidos periapicales, buena adhesión post-fraguado y baja toxicidad. (10, 24)

Entre los atributos que contribuyen a evitar reinfecciones, destaca la acción antibacteriana de algunos cementos. Los mecanismos mediante los cuales estos materiales ejercen su efecto antimicrobiano incluyen:

- Liberación de iones con actividad bactericida, como en el caso del MTA, que libera calcio favoreciendo la remineralización y reduciendo la supervivencia microbiana.
- Inhibición del crecimiento bacteriano, mediada por compuestos presentes en ciertos selladores a base de resina, como el cloruro de cetilpiridinio o el nitrato de plata.

- Formación de barreras físicas protectoras, resultado de la adhesión efectiva del material a la dentina y de la creación de un sellado hermético que impide el ingreso de bacterias al sistema de conductos. (2, 20, 24)

CEMENTOS SELLADORES DE USO ENDODÓNTICO

Los selladores empleados en endodoncia cumplen una función esencial en la obturación del sistema de conductos radiculares, ya que permiten establecer un cierre hermético desde la porción coronal hasta el foramen apical, incluyendo las irregularidades anatómicas del conducto. Este sellado continuo es determinante para evitar la microfiltración y reducir significativamente el riesgo de ingreso y proliferación bacteriana. (27)

CLASIFICACIÓN DE LOS CEMENTOS

Cementos a base de óxido de zinc y eugenol, los selladores elaborados con óxido de zinc y eugenol constituyen uno de los grupos más utilizados en la obturación radicular. El eugenol, derivado principal del aceite de clavo, posee actividad antimicrobiana y una estructura dimérica estabilizada por enlaces de hidrógeno tanto intra como intermoleculares. Cuando se combina con óxido de zinc, se produce una reacción ácido-base característica que conduce a la formación de una sal y agua como subproducto del proceso de fraguado. Esta reacción confiere al material propiedades físicas y biológicas adecuadas para su uso clínico. (14, 27)

Cementos a base de resina, los cementos de resina se introdujeron en la práctica endodóntica a mediados de la década de 1970; sin embargo, su aceptación inicial disminuyó debido a limitaciones en sus propiedades clínicas, físicas y biológicas. Con el avance de los sistemas adhesivos de autograbado utilizados en odontología restauradora, surgieron nuevamente, a inicios del siglo XXI, los cementos basados en resinas metacrílicas como alternativas para la obturación del sistema de conductos. Desde entonces, se han desarrollado tres generaciones de estos materiales.

Estudios *in vitro* han evidenciado mejoras en su capacidad de sellado, en el autograbado, en la biocompatibilidad y en la facilidad de remoción en comparación con los cementos no adhesivos tradicionales. Sin embargo, la obtención de un *monobloque* real dentro del conducto radicular, es decir, una integración total entre dentina, sellador y material de

obtención continua siendo un reto sustancial para la investigación y la práctica clínica. (2, 18)

Cemento a base de Hidróxido de Calcio. El hidróxido de calcio se utiliza de manera habitual como sellador o material de relleno en tratamientos endodónticos debido a dos atributos principales: su capacidad para estimular la reparación de los tejidos periapicales y su influencia positiva en los procesos biológicos que favorecen su salud.

Su acción se fundamenta en su potente propiedad antibacteriana, derivada de la liberación de iones hidroxilo, que incrementan el pH hasta valores altamente alcalinos. Este ambiente favorece la reparación tisular y estimula la inducción de procesos de calcificación.

Al inicio, puede generar una respuesta tisular leve de carácter degenerativo, pero esta es rápidamente reemplazada por una fase de mineralización y neoformación ósea. La elevada alcalinidad del hidróxido de calcio permite neutralizar el ácido láctico producido por osteoclastos, evitando la desmineralización de estructuras dentales.

Asimismo, el entorno alcalino favorece la actividad de la fosfatasa alcalina, enzima clave en la formación de tejidos duros, y contribuye a la desnaturalización de proteínas presentes en el conducto radicular, disminuyendo su toxicidad. También activa enzimas como la ATPasa dependiente de calcio, asociada a la formación de matriz mineralizada.

Gracias a su capacidad de difundirse por los túbulos dentinarios, puede alcanzar el ligamento periodontal, lo que ayuda a controlar la reabsorción radicular externa y a promover una cicatrización más rápida y eficiente. (2, 18)

CEMENTOS SELLADORES BIOCERÁMICOS

Los cementos biocerámicos destacan por su elevada biocompatibilidad y por no desencadenar respuestas inmunológicas desfavorables en los tejidos periapicales. Presentan una notable estabilidad química en medios biológicos y no experimentan contracción durante el fraguado. Durante esta etapa, son capaces de generar hidroxiapatita, favoreciendo así una adhesión química firme tanto con la dentina como con el material de obturación. Su manipulación resulta sencilla gracias al tamaño ultrafino de sus partículas, menores a 2 μm , lo que permite su comercialización en presentaciones premezcladas listas para aplicar mediante jeringas. Asimismo, mantienen un pH marcadamente alcalino durante las primeras 24 horas, otorgándoles una actividad antimicrobiana inicial significativa. (2, 28, 29)

Cemento BIO-C SEALER®

El sellador biocerámico BIO-C SEALER®, desarrollado por la compañía Ángelus (Brasil), posee una formulación basada en silicato de calcio, aluminato de calcio y óxido de calcio, componentes responsables de su bioactividad y elevada biocompatibilidad mediante la liberación de iones calcio. Su composición se complementa con óxido de zirconio, óxido de hierro, dióxido de silicio y propilenglicol como agente dispersante, lo que contribuye a evitar la contracción post-fraguado. Este material destaca por sus favorables propiedades físico-mecánicas, que facilitan su manipulación, aseguran un sellado eficiente del sistema de conductos radiculares y mantienen un pH alcalino de aproximadamente 12,5, además de otorgarle beneficios biológicos adicionales. (30)

Cemento MTA-FILLAPEX®

Este sellador, empleado en terapias endodónticas, combina silicato tricálcico (TSC) modificado con resina y nanopartículas de plata. Su formulación incorpora partículas de MTA, reconocidas por su bioactividad y compatibilidad tisular, integradas en una matriz resinosa que potencia su capacidad de sellado. El material está diseñado para proporcionar un cierre hermético del sistema de conductos, evitando la infiltración bacteriana. Además, su radiopacidad permite una adecuada visualización en estudios radiográficos. Presenta mínima contracción durante el fraguado y ofrece una elevada resistencia compresiva dentro del conducto. Su aplicación se realiza mediante técnicas convencionales de obturación, como el uso de conos de gutapercha o técnicas de inyección, siguiendo las recomendaciones del fabricante para asegurar un desempeño clínico adecuado. (31)

Cemento VIOSEAL®

Este sellador, utilizado en tratamientos endodónticos, ha sido desarrollado con el propósito de garantizar un sellado eficiente del sistema de conductos radiculares. Su formulación combina resinas epoxi con partículas cerámicas, lo que proporciona una adhesión óptima a la dentina y una alta eficacia en la prevención de la penetración bacteriana. Entre sus principales atributos se encuentra su capacidad para adaptarse a la morfología interna del conducto, permitiendo establecer un sellado hermético y reducir el riesgo de microfiltraciones. Además, su radiopacidad facilita su identificación en radiografías, lo que representa una ventaja en la evaluación y seguimiento del tratamiento por parte del profesional clínico. (12)

Cemento GROSSMAN®

Este sellador continúa siendo uno de los materiales más utilizados en el cierre de conductos radiculares. Aunque su composición puede variar ligeramente entre fabricantes, suele incluir óxido de zinc, resinas naturales o sintéticas que mejoran sus propiedades de manipulación, eugenol con efectos calmantes y antimicrobianos, además de agentes radiopacos que permiten su visualización en imágenes radiográficas. El cemento Grossman se caracteriza por proporcionar un sellado hermético que limita la entrada de microorganismos y por su adecuada biocompatibilidad, reduciendo la probabilidad de reacciones adversas en los tejidos periapicales. El eugenol le confiere además actividad antibacteriana, contribuyendo a disminuir la carga microbiana en el conducto. Su tiempo de fraguado es clínicamente apropiado y su consistencia favorece una aplicación uniforme, asegurando una buena adhesión a las paredes dentinarias y mejorando la estabilidad del sellado final. (4)

MICROBIOLOGÍA DE LAS INFECCIONES DEL TEJIDO PULPAR

El sistema de conductos radiculares alberga un ecosistema microbiano complejo que desempeña un papel central en el inicio y progresión de las infecciones pulpares. Estas suelen ser polimicrobianas, con la participación simultánea de bacterias aerobias y anaerobias, entre las que destacan estreptococos, actinomicetos y bacteroides. La contaminación pulpar puede originarse por caries profundas, fracturas o intervenciones clínicas que permitan el ingreso bacteriano. La patogenicidad resulta de la interacción continua entre los microorganismos y la respuesta inmunitaria del huésped, generando dolor y favoreciendo la diseminación infecciosa.

En endodoncia, las bacterias suelen organizarse en biofilms adheridos a las paredes del conducto, lo que dificulta su eliminación mediante la instrumentación o la respuesta inmunológica. (32) Los microorganismos pueden penetrar los túbulos dentinarios debido a que su tamaño (0,2–0,7 μm) es menor que el diámetro tubular, el cual varía desde 0,9 μm en la región coronal hasta 2,5 μm cerca de la pulpa, facilitando su migración hacia el sistema de conductos. (33)

En dientes con necrosis pulpar infectada suelen encontrarse accesos amplios para la entrada bacteriana, especialmente en casos de caries extensas o fracturas. No obstante, también pueden presentarse infecciones y periodontitis apical sin una exposición evidente, incluso en dientes aparentemente íntegros. En una pulpa necrótica, las bacterias encuentran condiciones favorables para su proliferación; en una pulpa vital, su supervivencia depende de la virulencia, el tamaño del inóculo y la respuesta defensiva del huésped. (32)

El microbiota endodóntico es diverso, habiéndose identificado aproximadamente 13 filos bacterianos, 574 especies y alrededor de 190 géneros en conductos radiculares. Entre los más frecuentes destacan *Prevotella* (8,9%), *Fusobacterium* (6,3%), *Bacteroides* (5,7%), *Porphyromonas* (3,8%) y *Lactobacillus* (3,5%). (34)

ENTEROCOCCUS FAECALIS

Enterococcus faecalis presenta diversos factores de virulencia que favorecen su adhesión y persistencia en el sistema de conductos radiculares. Entre ellos destacan la proteína de superficie extracelular (SPE) y las proteínas de adhesión al colágeno (Ace), que permiten una fijación eficaz a la dentina, la colonización de los túbulos dentinarios y la modulación negativa de la respuesta inmunitaria al disminuir la actividad linfocitaria. (2, 6, 35, 36)

Esta especie muestra una elevada resistencia ambiental, ya que tolera el estrés oxidativo, la acción de desinfectantes y antibióticos, así como la exposición a metales pesados, etanol y periodos prolongados de desecación. Estas características justifican su frecuente asociación con fracasos en el tratamiento endodóntico. (24, 37)

Además, *E. faecalis* puede evadir mecanismos de defensa mediante la formación de biopelículas, las cuales incrementan su protección frente a la fagocitosis y los anticuerpos. Sumado a ello, posee una notable versatilidad fisiológica: puede crecer en medios con 6.5% de NaCl, adaptarse a rangos amplios de pH (4.0–9.6) e hidrolizar leucina-pirrolidonil- β -naftilamida y esculina incluso en presencia de altas concentraciones de sales biliares. En conjunto, estas propiedades explican su persistencia en conductos tratados y su importancia clínica en endodoncia. (37)

2.3 FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS

2.3.1 Hipótesis general

Hi: Existe diferencia significativa al comparar la efectividad antibacteriana de los cementos obturadores de uso endodóntico.

Ho: No existe diferencia significativa al comparar las propiedades antibacterianas de los cementos obturadores de uso endodóntico.

2.3.2 Hipótesis específicas

Hi1: Existe diferencias entre la propiedad antibacteriana frente al microorganismos del *Enterococcus Faecalis* de los cementos obturadores de uso endodóntico Grossman®, MTA-Fillapex®, Vioseal®, Bio-C Sealer® a las 24 horas.

Ho1: No existe diferencias entre la propiedad antibacteriana frente al microorganismos del *Enterococcus Faecalis* de los cementos obturadores de uso endodóntico Grossman®, MTA-Fillapex®, Vioseal®, Bio-C Sealer® a las 24 horas.

Hi2 Existe diferencias entre la propiedad antibacteriana frente al microorganismos del *Enterococcus Faecalis* de los cementos obturadores de uso endodóntico Grossman®, MTA-Fillapex®, Vioseal®, Bio-C Sealer® a las 72 horas.

Ho2 No existe diferencias entre la propiedad antibacteriana frente al microorganismos del *Enterococcus Faecalis* de los cementos obturadores de uso endodóntico Grossman®, MTA-Fillapex®, Vioseal®, Bio-C Sealer® a las 72 horas.

Hi3 Existe diferencias entre la propiedad antibacteriana frente al microorganismos del *Enterococcus Faecalis* de los cementos obturadores de uso endodóntico Grossman®, MTA-Fillapex®, Vioseal®, Bio-C Sealer® a las 168 horas.

Ho3 No existe diferencias entre la propiedad antibacteriana frente al microorganismos del *Enterococcus Faecalis* de los cementos obturadores de uso endodóntico Grossman®, MTA-Fillapex®, Vioseal®, Bio-C Sealer® a las 168 horas.

CAPITULO III: METODOLOGÍA

3.1 METODO DE LA INVESTIGACIÓN

Es un estudio experimental en el que se controla la variable independiente para evaluar su efecto sobre la variable dependiente.

3.2 ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN

El enfoque de la investigación es cuantitativo porque posee valores numéricos (38).

3.3 TIPO DE INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación es básica, ya que su finalidad principal es la generación de conocimientos teóricos sin una aplicación práctica inmediata. Se adopta un enfoque hipotético-deductivo, en el cual se formula una hipótesis que será evaluada mediante la recolección de datos, siguiendo un razonamiento lógico y experimental para su verificación. En cuanto a la temporalidad, el estudio es de carácter longitudinal (diacrónico), dado que la recolección de datos se realizará en distintos momentos a las 24, 72 y 168 horas con el objetivo de analizar la evolución y los cambios a lo largo del tiempo. (38)

3.4 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

El enfoque metodológico de esta investigación corresponde a un diseño experimental in vitro, con intervención directa por parte del investigador, y cuya ejecución se llevará a cabo íntegramente en un entorno de laboratorio. Dentro de la clasificación de estudios experimentales, este trabajo se enmarca como un cuasi experimento, dado que implica la manipulación de una variable independiente —en este caso, el tipo de cemento—, sin que exista una asignación aleatoria de los grupos experimentales. (38)

3.5 POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO

Población

La población estará compuesta por el total de placas Petri sembradas con *Enterococcus faecalis*.

Muestra

La muestra estuvo conformada por 20 placas Petri inoculadas con *Enterococcus faecalis*, sobre las cuales se colocaron discos de los cementos Grossman®, MTA-Fillapex®, Vioseal® y Bio-C Sealer®. Inicialmente, el cálculo muestral mediante la fórmula para comparar dos medias independientes determinó la necesidad mínima de 5 unidades por grupo. Sin embargo, con el propósito de incrementar la validez estadística y reducir el error estándar, se decidió trabajar con 20 repeticiones por grupo, lo que permite alcanzar un nivel de confianza del 95% y un margen de error adecuado para la evaluación. A continuación, se presenta la fórmula empleada para el cálculo muestral:

$$n = \frac{2(Z\alpha + Z\beta)^2 * S^2}{d^2}$$

n= Número de muestras por grupo.

$Z\alpha = 1.96$ (el valor Z se refiere al nivel de riesgo deseado).

$Z\beta = 0.84$ (el valor Z está relacionado con el poder deseado, en función del riesgo seleccionado).

$S2 = 0.797$ mm (desviación estándar promedio obtenida de estudios previos)

$D = 1.5$ mm (diferencia mínima del halo de inhibición que se espera observar entre los grupos)

$$n = \frac{2(1.96 + 0.84)^2 * (0.797)^2}{(1.5)^2}$$

$$n = \frac{2(2.8)^2 * 0.635}{2.25}$$

$$n = \frac{2 * 7.84 * 0.635}{2.25}$$

$$n = \frac{9.97}{2.25}$$

$n = 4.43$, redondeamos a un número entero superior $n = 5$

Muestreo

Selección de la cepa bacteriana

Se utilizó cepas de *Enterococcus faecalis* ATCC 29212 que se adquirieron del Laboratorio VIDALAB E.I.R.L. Las cepas fueron cultivadas en el agar Mueller-Hinton recomendado por la OMS para evaluar halos de inhibición.

Selección de los cementos selladores

Los cementos seleccionados para la evaluación fueron: cementos Grossman® (a base de óxido de Zinc y eugenol), MTA-FILLAPEX® (a base de silicato tricálcico y resinas), Vioseal® (a base de Resina Epoxi), Bio-C Sealer® (biocerámico a base de silicato de calcio), cada cemento sellador fué preparado según las instrucciones del fabricante.

Medición del efecto antibacteriano mediante halos de inhibición

Para evaluar la actividad antibacteriana de los cementos selladores Grossman® (a base de óxido de zinc y eugenol), MTA-Fillapex® (formulado con MTA y resinas), Vioseal® (a base de resina epoxi) y Bio-C Sealer® (biocerámico con base en silicato de calcio), se empleó el método de difusión en agar. El procedimiento consistió en la preparación del medio de cultivo Mueller-Hinton agar, el cual fue esterilizado conforme a los protocolos microbiológicos establecidos. Posteriormente, se realizó la siembra uniforme de *Enterococcus faecalis* sobre la superficie del agar utilizando un hisopo estéril. A continuación, se colocó sobre el medio los discos impregnados con cada uno de los cementos a evaluar. Las placas fueron incubadas y se procedió a medir los halos de inhibición utilizando un calibrador digital de precisión, expresando los resultados en milímetros. Las mediciones se efectuaron a las 24, 72 y 168 horas. Los datos obtenidos fueron analizados estadísticamente con el fin de determinar diferencias significativas entre la eficacia antibacteriana de los distintos cementos selladores.

(26)

Criterios de inclusión:

- Cementos selladores preparados correctamente según las indicaciones del fabricante a base de Óxido de Zinc-Eugenol de la marca Grossman®, a base de MTA de la marca MTA-

Fillapex®, a base de Silicatos de Calcio de la marca Bio-C Sealer®, a base de Resina Epoxi de la marca Vioseal®.

- Placa Petri inoculadas correctamente en medio agar Mueller Hinton del microorganismo de prueba: *Enterococcus Faecalis* y con cada uno con los cementos Grossman®, MTA-Fillapex®, Vioseal®, Bio-C Sealer® correspondiente.

Criterios de exclusión

- Cementos endodónticos adulterados, defectuoso, con fecha de expiración caducada.
- Otros tipos de cementos obturadores no considerados en el estudio.
- Placas Petri en mal estado o fracturadas al momento del desempaque.
- Placas con cepas contaminadas, que se encuentren fuera de parámetros aceptables.

3.6 VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN

Tabla 1 Operacionalización de variables

Variables	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición	Escala valorativa
Cementos selladores	Son materiales de obturación en tratamientos de endodoncia con actividad antibiofilm.	Grossman®, MTA-Fillapex®, Vioseal®, Bio-C Sealer®	Tiene efecto o no tiene efecto	Cualitativa Nominal	Cementos obturadores Grossman®, MTA-Fillapex®, Vioseal®, Bio-C Sealer®
Cepa microbiana	Aislamiento bacteriano específico identificado y caracterizado mediante pruebas microbiológicas y moleculares.	<i>Enterococcus faecalis</i>	Tipo de cepa	Cualitativa Nominal	Cepa de <i>Enterococcus faecalis</i>

Efecto antimicrobiano	Capacidad que presenta una sustancia o fármaco para inhibir y/o producir la muerte de bacterias. Efecto que se evidencia mediante los halos de inhibición.	Actividad antibacteriana longitud del halo inhibitorio	Uso de la sustancia y formación de halo. Diámetro del halo inhibitorio: mm	Cuantitativa Razón	Escala valorativa Duraffourd adaptada 4: Muy sensible (>20mm) 3: Sensible (10-20mm) 2: Poco sensible (5-9mm) 1: Resistente (<5mm)
-----------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------	--------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Fuente: Elaboración propia

3.7 TECNICA E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.7.1 Técnica

Las técnicas de recolección de la información que se empleó la técnica de observación por medio de la ficha de observación de laboratorio donde se recolectó la información sobre las medidas de los halos de inhibición de los distintos cementos obturadores.

3.7.2 Descripción de instrumentos

Se empleó una ficha de laboratorio para registrar los datos correspondientes a las medidas de los halos de inhibición con los distintos cementos selladores de uso endodóntico.

3.7.3 Procedimiento para aplicar los instrumentos

Procedimiento

1. Preparación del medio de cultivo

Se utilizó agar Mueller–Hinton (BD) como sustrato para el crecimiento bacteriano, preparado de acuerdo con las indicaciones del fabricante, en una proporción de 38 gramos por litro de agua destilada. La mezcla se esterilizó en autoclave a 121 °C durante 20 minutos y, posteriormente, se distribuyó en 20 placas Petri estériles bajo condiciones asépticas. Las placas se dejaron solidificar a temperatura ambiente antes de su inoculación.

2. Preparación de los cementos endodónticos

Los cementos evaluados fueron Grossman®, MTA-Fillapex®, Vioseal® y Bio-C Sealer®, todos preparados siguiendo las especificaciones técnicas de sus fabricantes. En el caso de los materiales bicomponentes, se mezclaron en proporciones iguales sobre placas Petri estériles, utilizando instrumental previamente desinfectado. Cada preparación de los diferentes tipos de cementos se aplicó sobre 20 discos estériles de papel filtro, los cuales fueron posteriormente utilizados en las pruebas de difusión bacteriana.

3. Preparación del inóculo bacteriano

Se trabajó con la cepa estándar *Enterococcus faecalis* ATCC 29212 TM. Colonias frescas del microorganismo fueron transferidas de manera aséptica a tubos con solución salina estéril, hasta obtener una suspensión homogénea. La densidad del inóculo se ajustó a 0.5 en la escala de McFarland, equivalente a una concentración aproximada de 1.5×10^8 UFC/mL, utilizando un densitómetro McFarland BioSan DEN-1B, con el fin de garantizar la uniformidad bacteriana entre los ensayos.

4. Inoculación del medio de cultivo

El medio de agar solidificado fue inoculado mediante la técnica de difusión en disco tipo Kirby–Bauer. Se empleó un hisopo estéril impregnado con la suspensión bacteriana para cubrir la superficie del agar, realizando movimientos en tres direcciones distintas con giros de 60°, asegurando una distribución homogénea del microorganismo y un crecimiento bacteriano uniforme.

5. Aplicación de los discos con los cementos

Los discos impregnados con cada tipo de cemento se colocaron cuidadosamente sobre la superficie inoculada, procurando un contacto uniforme sin dañar el medio de cultivo. Cada placa contenía los cuatro materiales evaluados (cemento Grossman®, MTA-Fillapex®, Vioseal® y Bio-C Sealer®). En total se prepararon 20 placas, dado que en cada una se dispusieron los cuatro tipos de cementos, distribuidos de manera equitativa en su superficie. Se realizaron replicas independientes para cada condición experimental con el propósito de obtener resultados confiables y reproducibles.

6. Incubación de las muestras

Las 20 placas inoculadas se mantuvieron en incubadora a 37 °C bajo condiciones anaeróbicas, evaluándose en tres intervalos de tiempo: 24, 72 y 168 horas, conforme a las recomendaciones del Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI, 2023).

7. Evaluación de la actividad antimicrobiana

Transcurrido cada periodo de incubación, se determinó el diámetro de los halos de inhibición bacteriana generados alrededor de los discos impregnados con los cementos.

Para el control del experimento se utilizaron placas Petri sin siembra ni cepa, las cuales representaron el control de calidad del procedimiento. Las mediciones, expresadas en milímetros, se realizaron mediante un calibrador digital y un estereomicroscopio Leica EZ4, registrándose los valores obtenidos en planillas de control, durante el estudio, para su posterior análisis estadístico.

3.7.4 Validación

La validez del instrumento ha sido validado y utilizado en el estudio experimental de Villagómez (2020) y Shetty et al (2023). Por lo que se está usando el mismo instrumento de recolección.

3.7.5 Confiabilidad

Está basada en la aplicación de los protocolos establecidos por el laboratorio de la Facultad de Biología de la Universidad Mayor de San Marcos.

3.8 PLAN DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

La información recolectada fue registrada y organizada en Microsoft Excel 2023, para luego ser analizada mediante el software estadístico SPSS versión 27. Para determinar el efecto antimicrobiano, se realizó una comparación entre distintos cementos obturadores endodónticos y la bacteria de interés, utilizando los diámetros de los halos de inhibición como medida cuantitativa. Estos datos fueron clasificados en variables cualitativas y se examinarán mediante el cálculo de medias y medidas de dispersión. En cuanto a los resultados relacionados con los cambios dimensionales, se aplicó pruebas estadísticas cuantitativas, eligiendo entre métodos no paramétricos por no presentar normalidad en la distribución de los datos, complementados con análisis de comparación múltiple.

3.9 ASPECTOS ÉTICOS Y DE INTEGRIDAD CIENTÍFICA:

Durante la realización del estudio se dio estricto cumplimiento a las normas de bioseguridad establecidas por el laboratorio de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Antes de

ejecutar las actividades experimentales, el proyecto fue evaluado y aprobado por el Comité de Ética de la Universidad Norbert Wiener. De igual modo, se efectuaron los trámites administrativos correspondientes para el acceso y uso del laboratorio de Microbiología. Asimismo, se obtuvo la certificación que corroboró la pureza y la capacidad de viabilidad de la cepa *Enterococcus faecalis*, asegurando la validez y transparencia de los procedimientos científicos aplicados.

CAPÍTULO IV: PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

4.1 RESULTADOS

En la evaluación de la actividad antimicrobiana de los cementos endodónticos frente a *Enterococcus faecalis*, se observaron diferencias significativas en los halos de inhibición a los distintos tiempos de exposición (24, 72 y 168 horas). Los valores promedios y desviaciones estándar se presentan en la Tabla 2, mientras que las comparaciones por pares se muestran en la Tabla 3, y la distribución gráfica mediante diagramas de caja y bigote se ilustra en las Figuras 1, 2 y 3.

Tablas

Tabla 2 Halos de inhibición (media \pm DE) de cementos endodónticos frente a *enterococcus faecalis* en diferentes tiempos de exposición

Tiempo	Cemento	Media	Escala de Duraffourd	DE	Sig.*
24 Hrs	Grossman®	8.500	Poco sensible	0.3212	<0.001
	Vioseal®	7.130	Poco sensible	0.3948	
	MTA Fillapex®	0.000	Resistente	0.0000	
	BC.-Sealer®	14.345	Sensible	2.4089	
72 Hrs	Grossman®	8.875	Poco sensible	0.5766	<0.001
	Vioseal®	7.070	Poco sensible	0.3701	
	MTA Fillapex®	5.095	Poco sensible	4.7905	
	BC.-Sealer®	16.740	Sensible	3.6351	
168 Hrs	Grossman®	8.840	Poco sensible	0.3085	<0.001
	Vioseal®	7.185	Poco sensible	0.3313	
	MTA Fillapex®	8.200	Poco sensible	3.2247	
	BC.-Sealer®	15.740	Sensible	3.8113	

Nota: * Significancia según la prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes. DE: desviación estándar.

En la Tabla 2 se muestran los valores promedio (\pm DE) de los halos de inhibición generados por los cementos evaluados frente a *Enterococcus faecalis* en diferentes tiempos de exposición. A las 24 h, el Bio-C Sealer® presentó la mayor actividad antimicrobiana (14.34 ± 2.40 mm), mientras que MTA Fillapex® no evidenció efecto inhibitorio (0.00 mm). A las 72 h, Bio-C Sealer mantuvo la mayor zona de inhibición (16.74 ± 3.63 mm), seguido por Grossman® (8.87 ± 0.58 mm) y Vioseal® (7.07 ± 0.37 mm). A las 168 h, Bio-C Sealer® conservó su efecto (15.74 ± 3.81 mm), en tanto que MTA Fillapex® mostró un incremento significativo (8.20 ± 3.22 mm), sugiriendo una acción antimicrobiana retardada. Las diferencias entre los materiales fueron estadísticamente significativas en todos los periodos ($p < 0.001$).

Tabla 3 Comparación por pares de los cementos endodónticos en diferentes tiempos de exposición frente a *Enterococcus faecalis*

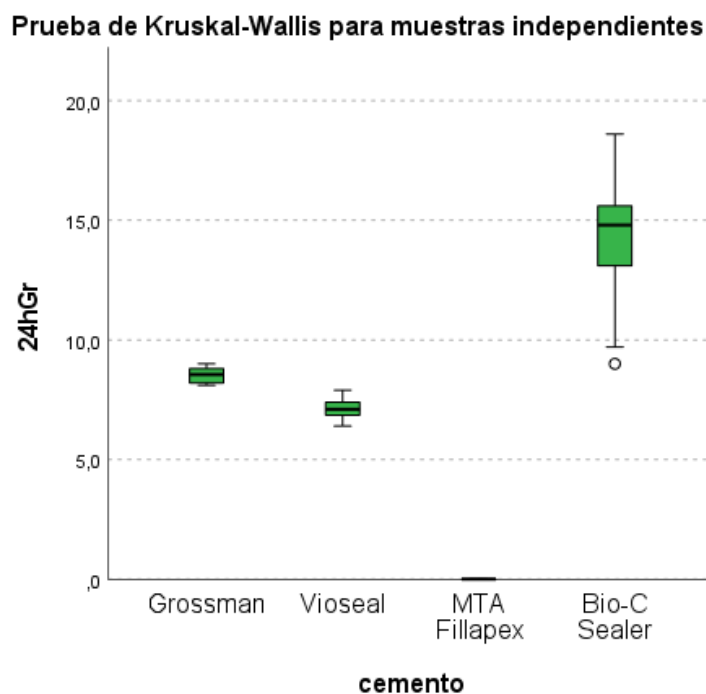
Tipo de cemento	Comparaciones por parejas de cemento		
	Tiempo		
	24 Hrs	72 Hrs	168 Hrs
MTA Fillapex®-Vioseal®	0.006	0.854	0.744
MTA Fillapex®-Grossman®	<0.001	<0.001	<0.001
MTA Fillapex®-Bio-C Sealer®	<0.001	<0.001	<0.001
Vioseal®-Grossman®	0.006	0.001	0.001
Vioseal®-Bio-C Sealer®	<0.001	<0.001	<0.001
Grossman®-Bio-C Sealer®	0.006	0.003	0.016

Nota: *Significancia según la prueba de post hoc Dunn.

En las comparaciones por pares (Tabla 3), se observaron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$) entre la mayoría de los cementos evaluados frente a *E. faecalis* en los tres tiempos de exposición. El Bio-C Sealer® presentó consistentemente los mayores halos de inhibición, con diferencias significativas respecto a los demás cementos ($p < 0.001$),

mientras que MTA Fillapex® y Vioseal® mostraron comportamientos similares entre sí ($p > 0.05$) a las 72 y 168 horas. Estos resultados evidencian una mayor y sostenida actividad antimicrobiana del Bio-C Sealer® en comparación con los otros materiales endodónticos analizados.

Figuras



*Figura 1 Gráfico de caja y bigotes de los halos de inhibición producidos por los cementos endodónticos frente a *Enterococcus faecalis* a las 24 horas.*

En la Figura 1 se muestran las diferencias significativas entre los grupos, evidenciadas mediante la prueba de Kruskal–Wallis y confirmadas por la prueba post hoc de Dunn ($p < 0.05$), respecto a la distribución de los halos de inhibición a las 24 horas. Se observa que Bio-C Sealer presentó los valores más elevados y una mayor dispersión de los datos, en contraste

con MTA Fillapex®, que no evidenció actividad antimicrobiana. En tanto, Grossman® y Vioseal® mostraron valores intermedios con una variabilidad mínima.

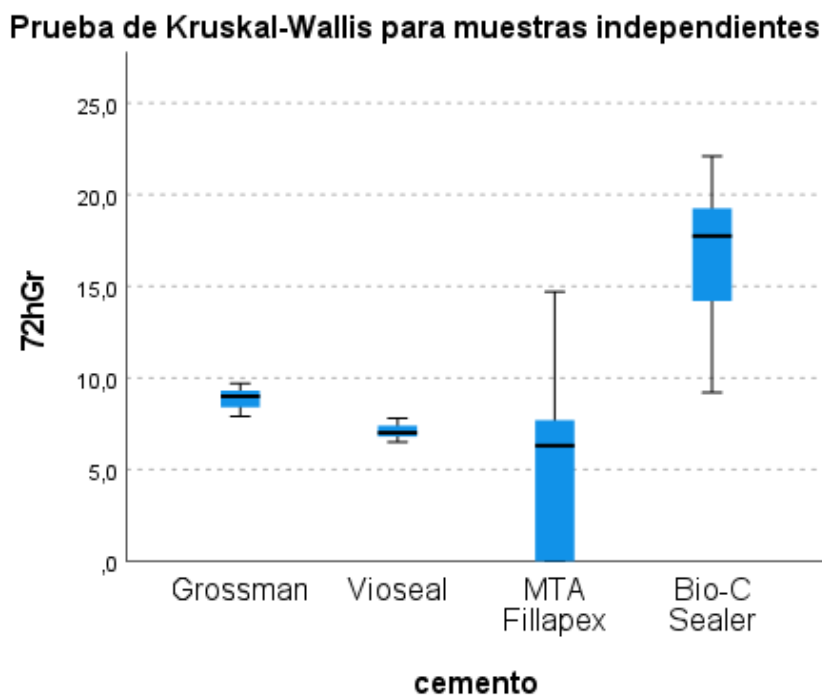


Figura 2 Gráfico de caja y bigotes de los halos de inhibición producidos por los cementos endodónticos frente a enterococcus faecalis a las 72 horas.

En la Figura 2 se observa que, a las 72 horas, el Bio-C Sealer® presentó los halos de inhibición más amplios (mediana > 15 mm), evidenciando una actividad antimicrobiana significativamente superior frente a *Enterococcus faecalis* en comparación con los demás cementos. El MTA Fillapex® mostró un incremento moderado respecto a las 24 horas, mientras que Grossman® y Vioseal® mantuvieron valores bajos y homogéneos. Las

diferencias entre los grupos fueron estadísticamente significativas según la prueba de Kruskal–Wallis ($p < 0.001$) y se confirmaron mediante la prueba post hoc de Dunn ($p < 0.05$), lo que respalda la mayor eficacia sostenida del Bio-C Sealer® en este tiempo de evaluación.

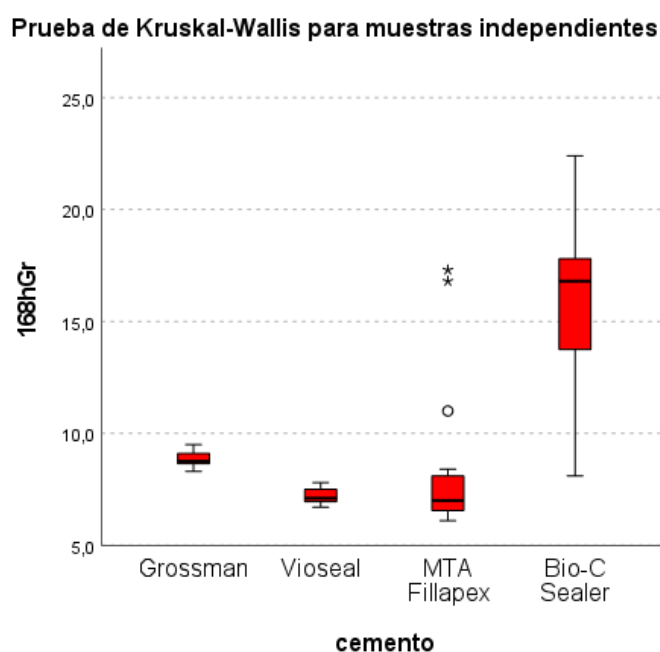


Figura 3 Gráfico de caja y bigotes de los halos de inhibición producidos por los cementos endodónticos frente a *Enterococcus faecalis* a las 168 horas.

En la Figura 3, correspondiente al tiempo de 168 horas, se observan diferencias estadísticamente significativas entre los grupos según la prueba de Kruskal–Wallis ($p < 0.001$), confirmadas mediante la prueba post hoc de Dunn ($p < 0.05$). Se confirma la persistencia de la acción antimicrobiana del Bio-C Sealer®, que mostró halos de inhibición significativamente mayores en comparación con los demás cementos evaluados. Estos resultados respaldan la superioridad del Bio-C Sealer® en la inhibición de *Enterococcus faecalis* a lo largo del tiempo.

4.2 DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Los resultados de esta investigación demostraron diferencias significativas en la efectividad antibacteriana de los cementos endodónticos evaluados frente a *Enterococcus faecalis* en los tres tiempos analizados (24, 72 y 168 horas), confirmando que la composición química y el mecanismo de fraguado de cada material influyen directamente en su capacidad inhibitoria. En particular, el Bio-C Sealer® presentó los mayores halos de inhibición de manera sostenida, seguido por Grossman®, Vioseal® y, finalmente, MTA Fillapex®, que mostró una respuesta retardada. Estos hallazgos coinciden con los reportes de Mukorera et al. y Armenta-Molina et al., quienes evidenciaron una acción antimicrobiana superior en los cementos biocerámicos frente a *E. faecalis* (1,2).

Asimismo, el Bio-C Sealer® demostró una actividad antimicrobiana significativamente superior en todos los periodos evaluados en comparación con MTA Fillapex®, Grossman® y Vioseal®, cuyos halos de inhibición fueron considerablemente menores. Este desempeño puede atribuirse a su composición basada en silicato de calcio, responsable de la liberación sostenida de iones de calcio y del pH altamente alcalino, condiciones que alteran la permeabilidad de la membrana bacteriana y provocan la desnaturalización de proteínas intracelulares (17,19,29).

Estos resultados concuerdan con lo reportado por Shetty et al. (2023), quienes identificaron al cemento biocerámico BioRoot™ RCS® como el más eficaz frente a *E. faecalis*, *S. aureus* y *C. albicans*. Esta coincidencia podría explicarse por la liberación continua de iones de calcio e hidroxilos, que eleva el pH y genera un ambiente desfavorable para el crecimiento bacteriano (26). En conjunto, los hallazgos de este estudio reafirman la eficacia y estabilidad antimicrobiana de los cementos biocerámicos frente a los materiales convencionales. Además, autores como Parente et al. y Moon et al. sostienen que estos selladores mantienen una acción antimicrobiana prolongada sin comprometer su biocompatibilidad ni integridad estructural, lo que los posiciona como una alternativa segura y efectiva frente a los cementos tradicionales (22,29).

En contraste, el MTA Fillapex® presentó halos de inhibición bajos a las 24 y 72 horas, con incremento a las 168 horas, lo cual concuerda con estudios de Pupo et al. y Villanueva B., quienes describen que la acción antimicrobiana de este material es tardía debido a su lenta

liberación de iones activos y su matriz resinosa, que limita la difusión inicial. (7,25) De manera similar, los cementos a base de óxido de zinc-eugenol, como Grossman®, mostraron una acción intermedia, atribuida al efecto bactericida del eugenol, aunque con menor estabilidad química (14,18,30).

El comportamiento de Vioseal® fue comparable al de Grossman®, con actividad moderada y estable, coincidiendo con los hallazgos de Salas y Ramírez, quienes describen su capacidad para inhibir parcialmente a *E. faecalis* gracias a la liberación controlada de compuestos alcalinos durante su fraguado (11,12). Sin embargo, estudios como los de Hernández y Medina advierten que la efectividad antibacteriana de estos materiales puede verse reducida en presencia de biopelículas maduras o en condiciones clínicas con alta carga microbiana. (5,6)

Desde un punto de vista biológico, la capacidad de inhibición de *E. faecalis* es fundamental, ya que este microorganismo se asocia estrechamente con los fracasos endodónticos y la persistencia de lesiones periapicales (33,36). Autores como Molina et al. y Siqueira y Rôças señalan que su resistencia se debe a su facultad de adaptarse a ambientes con bajo contenido nutricional y de penetrar profundamente en los túbulos dentinarios, lo que exige el uso de materiales con liberación prolongada de agentes antimicrobianos. (36,33)

Asimismo, los resultados de este estudio respaldan la tendencia actual hacia el uso de cementos biocerámicos en endodoncia, por su superioridad antimicrobiana y biocompatibilidad (20,28,29). Investigaciones de Alberdi y Martín y Ortega et al. enfatizan que, además de su efecto antibacteriano, estos selladores promueven la regeneración periapical y la formación de hidroxiapatita, contribuyendo a un sellado más biológico y duradero. (17,14)

En conjunto, los hallazgos permiten concluir que el Bio-C Sealer® presenta la mejor efectividad antibacteriana frente a *Enterococcus faecalis*, mostrando acción inmediata y sostenida, mientras que los cementos Grossman®, Vioseal® y MTA Fillapex® poseen un efecto más limitado o retardado. Estos resultados coinciden con los obtenidos por investigaciones previas desarrolladas en distintos contextos geográficos (2,5,7,9,22,25), confirmando que los selladores biocerámicos representan una alternativa de alto rendimiento para mejorar el pronóstico clínico de los tratamientos endodónticos.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- Los resultados obtenidos demostraron que Bio-C Sealer® presentó la mayor capacidad antimicrobiana frente a *Enterococcus faecalis* en todos los periodos evaluados, lo que confirma su potencial como un sellador de elección en tratamientos endodónticos donde exista riesgo elevado de contaminación microbiana persistente.
- Los selladores Grossman® y Vioseal® evidenciaron una acción antimicrobiana de intensidad moderada, mientras que MTA Fillapex® mostró un efecto retardado. Estas diferencias ponen de manifiesto la necesidad de seleccionar el material sellador en función del nivel de infección y de los requerimientos clínicos específicos de cada caso.
- La variabilidad observada en la respuesta antimicrobiana entre los distintos selladores indica que el comportamiento de estos materiales no es uniforme y depende tanto de su composición química como de su mecanismo de liberación iónica, lo que resalta la importancia de continuar profundizando en el estudio de sus propiedades fisicoquímicas.
- Los hallazgos del estudio sugieren que la eficacia antimicrobiana in vitro no siempre garantiza un desempeño clínico equivalente, por lo que se requiere validar estos resultados en contextos clínicos más complejos y representativos, incluyendo situaciones con biopelículas maduras y elevada carga bacteriana.
- Finalmente, la investigación aporta evidencia relevante para la práctica endodóntica al mostrar que la elección del sellador influye significativamente en la capacidad de controlar microorganismos asociados al fracaso del tratamiento, destacándose la importancia de incorporar criterios microbiológicos en la toma de decisiones terapéuticas.

5.2 RECOMENDACIONES

- Priorizar la utilización de selladores biocerámicos en casos con alta probabilidad de contaminación por *Enterococcus faecalis*. Se recomienda considerar el empleo de Bio-C Sealer®, dado que fue el material que mostró mayor actividad antimicrobiana en todos los periodos evaluados, especialmente en procedimientos donde la desinfección profunda del sistema de conductos radiculares constituye un factor determinante para el éxito terapéutico.

- Seleccionar el cemento endodóntico en función de su eficacia antimicrobiana comprobada. Se sugiere que la indicación clínica de selladores como Grossman® y Vioseal®, los cuales evidenciaron una acción moderada, y de MTA Fillapex®, cuyo efecto fue retardado, se base en una valoración cuidadosa del estado infeccioso del diente y del pronóstico esperado.
- Fomentar investigaciones que reproduzcan condiciones clínicas más exigentes. Se plantea la necesidad de incorporar modelos experimentales que simulen biopelículas maduras o conductos con elevada carga microbiana, con el fin de determinar si los resultados obtenidos in vitro se mantienen en escenarios que representen con mayor fidelidad la práctica clínica.
- Profundizar en el análisis de la relación entre la liberación iónica de los selladores biocerámicos y su efecto antimicrobiano. Se recomienda desarrollar estudios orientados a comprender con precisión el rol de la liberación de calcio y el aumento del pH en la inhibición bacteriana sostenida.
- Ampliar la evaluación a otros microorganismos asociados al fracaso endodóntico. Se sugiere incluir especies como *Candida albicans* o *Streptococcus* spp., con el objetivo de determinar si la eficacia observada frente a *Enterococcus faecalis* puede extrapolarse a un espectro microbiano más amplio.
- Desarrollar estudios longitudinales en contextos clínicos reales. Se propone la realización de investigaciones prospectivas que permitan verificar si la eficacia antimicrobiana documentada para Bio-C Sealer® se traduce en mejores tasas de cicatrización, disminución de infecciones persistentes y mayor éxito terapéutico a largo plazo.

REFERENCIAS

1. Mukorera TF, Ahmed S, Maboza E, Kimmie-Dhansay F. In vitro antibacterial activity of three root canal sealers against *Enterococcus Faecalis*. S. Afr. dent. j. 2022;77(7):413-421. Available from: https://www.scielo.org/za/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S001185162022000700004

2. Armenta-Molina J, Olivares I, Candolfi O. Inhibición in vitro del crecimiento de *Enterococcus faecalis* empleando cementos para endodoncia. Rev Med UAS. 2022;12(4): 299-308. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/sinoa/uas-2022/uas224d.pdf>
3. Castañeda A. Efecto antimicrobiano in vitro de cementos selladores endodónticos frente a cepas de *Candida Albicans* ATCC 10231 y *Staphylococcus Aureus* ATCC 6538, Lima-Perú, 2022. [Tesis de Titulación] Universidad Nacional Federico Villarreal. 2022. Disponible en: <https://repositorio.unfv.edu.pe/handle/20.500.13084/7688>
4. Chambilla K, Sánchez-Tito M. Efecto Antimicrobiano de Tres Cementos Selladores Endodónticos frente a *Streptococcus mutans*, *Enterococcus faecalis* y *Candida albicans*. Int. J. Odontostomat. 2021;15(3): 610-615. Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718381X2021000300610&lng=es.
5. Medina A. Evaluación del efecto antimicrobiano de tres selladores biocerámicos ante *Enterococcus faecalis*. [Tesis de Especialista] Universidad Autónoma de Querétaro. 2023. Disponible en: <https://ri-ng.uaq.mx/handle/123456789/10354>
6. Hernández B. Estudio in vitro sobre la actividad antimicrobiana, y la citotoxicidad en células de ligamento periodontal, de los cementos biocerámico Endosequence Sealer, Ceraseal y bio-c-Sealer. [Tesis de Maestría] Universidad Autónoma de Nuevo León. 2023. Disponible en: <http://eprints.uanl.mx/26541/>
7. Pupo S, Alvear J y Del Rio D. Evaluación de la actividad antimicrobiana del MTA Fillapex® frente al *Enterococcus faecalis*. Revista Salud Uninorte. 2021;37(1):84-95. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81770363008>
8. Gordillo C, Figueroa F y Ordoñez J. Eficacia antibacteriana de dos selladores endodónticos biocerámicos frente a *Enterococcus faecalis*: Estudio in vitro. AE Revista Asociación endodoncista azuay, 2021;8(1): 10-19. Disponible en: <https://reportaendo.com/index.php/reportaendo/article/view/92/188>
9. Villagómez P. Efectividad antimicrobiana de los cementos selladores EndoSequence, BioRoot, AH Plus y ZOE contra *Enterococcus faecalis*. [Tesis de Maestría] México: Universidad Autónoma De Nuevo León. 2020. Disponible en: <https://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://eprints.uanl.mx/26006/1/1080312514.pdf>

10. Erquinio J. Eficacia antibacteriana de cementos endodónticos a base de resina epóxica y mineral trióxido agregado (MTA) frente a *Enterococcus faecalis*. [Tesis de Titulación] Perú: Universidad Peruana de los Andes. 2023. Disponible en: https://repositorio.upla.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12848/5312/T037_7156996.
11. Ramírez L. Eficacia antimicrobiana in vitro de los cementos endodónticos Sealer 26 y Sealapex sobre cepas de *Enterococcus faecalis*, Ica 2022. [Tesis de Titulación]. Universidad Alas Peruanas. 2022. Disponible en: <https://repositorio.uap.edu.pe/handle/20.500.12990/13505>
12. Salas J. Actividad antibacteriana in vitro del sellador endodóntico Vioseal (puro y asociado a clindamicina) en la proliferación de *Enterococcus faecalis* - Puno 2021. [Tesis de titulación] Perú: Universidad católica de Santa María. Disponible en: <https://repositorio.ucsm.edu.pe/items/336652bd-f68a-432e-a73f-4bc901edfe56>
13. Álvarez R. Evaluación in vitro de la capacidad antibacteriana de los selladores endodónticos a base de resina epoxi e hidróxido de calcio frente a *Enterococcus faecalis*. [Tesis de Titulación]. Universidad Norbert Wiener. 2022. Disponible en: <https://repositorio.uwiener.edu.pe/server/api/core/bitstreams/46aaaf1a-c09d-46838795-a04156fdd7e1/content>
14. Ortega M., et al. Bioceramic versus traditional biomaterials for endodontic sealers according to the ideal properties. *Histol Histopathol.* 2024; 39:279-292. Available from: https://www.hh.um.es/Abstracts/Vol_39/39_3/39_3_279.htm
15. Maldonado-Sanhueza F, Gómez-Inzunza V, Rosas-Mendez C, Hernández-Vigueras S. Evaluación del Éxito de Tratamientos Endodónticos Realizados por Estudiantes de Pregrado en una Universidad Chilena. *Int. J. Odontostomat.* 2020; 14(2): 154-159. Disponible en: <http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sciarttext&pid=S071881X2020000200154&lng=es>.
16. Song W., Li S., Tang Q., Chen L. and Yuan Z. In vitro biocompatibility and bioactivity of calcium silicate-based bioceramics in endodontics (Review). *Int. J. Mol. Med.* 2021;48(1):128. Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8136140/>
17. Alberdi J, Martin G. Selladores biocerámicos y técnicas de obturación en endodoncia, *Revista de la Facultad de Odontología.* 2021;14(1):17-23. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/352334747>

SELLADORES BIOCERAMICOS Y TECNICAS DE OBTURACION EN ENDODONCIA

18. Pérez C. Análisis sobre las ventajas y desventajas de los diferentes tipos de cementos obturadores en endodoncia. [Tesis de Titulación] Universidad Regional Autónoma de los Andes. 2022. Disponible en: <https://dspace.uniandes.edu.ec/bitstream/123456789/15540/1/UA-ODO-EAC-054-2022.pdf>
19. Basta DG, Reslan MR, Rayyan M, et al. Evaluation of Antibacterial Effect of New Sealer “Neoseal” and Two Commercially Used Endodontic Sealers against *Enterococcus faecalis*: An In Vitro Study. J Contemp Dent Pract 2023;24(11):871–876. Available from: <https://www.thejcdp.com/doi/pdf/10.5005/jp-journals-10024-3599>
20. Concha E, Chino B, Acevedo A, Argueta L. Efecto antibacteriano de los selladores endodónticos en los conductos radiculares. Rev Cubana de Estomatología. 2020; 57(3): e2945. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/3786/378664876007/html/>
21. Liu Y, Ping Y, Xiong Y, Zhou R, Xu F, Wang J, et al. Genotipo, capacidad de formación de biopelículas y transcripciones de genes específicos con características endodónticas de *Enterococcus faecalis* bajo glucosa en condición de privación. Elsevier. 2020;118:1–9. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0003996920302557?via%3Dihub>
22. Parente F, Ricci R, Tavares E, Hungaro M, Junqueira I, Carvalho B. Antimicrobial activity of new bioceramic endodontic sealers. Research, Society and Development. 2021;10(8). Available from: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/17593/15782>
23. Concha CE, Chino B, Acevedo OAC, et al. Antibacterial effect of endodontic sealers in root canals. Rev Cubana Estomatol. 2020;57(3):1-14. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/cgibin/new/resumenI.cgi?IDARTICULO=105137>
24. García N. Biocompatibilidad de los cementos selladores endodónticos. [Tesis de Especialista] Universidad Autónoma de Sinaloa. 2020. Disponible en: https://odontologia.uas.edu.mx/posgradoendodoncia/PDF/gen1719/NATHALYA_ELIZABETH_GARCIA_ALDANA.pdf
25. Villanueva B. Comparación de efecto antimicrobiano de 3 selladores endodónticos, silicato de calcio (Bioroot), agregado de trióxido mineral (MTA Fillapex) y resina epoxi (AH plus), combinados con amoxicilina, contra *Enterococcus faecalis*. [Tesis de Maestría].

Universidad Autónoma de nueva León. 2023. Disponible en: <http://eprints.uanl.mx/26354/1/1080312718.pdf>

26. Shetty A, Anand KV, Rai N, Shetty A, Pradeep K, Kumar AA. In vitro comparative study of antimicrobial efficacy of endodontic sealers against common pathogens in the dental pulp. *J Conserv Dent* 2023;26:216-20. Available from: https://journals.lww.com/jcde/fulltext/2023/26020/in_vitro_comparative_study_of_antimicrobial.16.aspx

27. Perea B, Pitones S, Márquez R, Ruiz A, Vigil M. Comparación de la actividad antimicrobiana de cementos selladores en endodoncia. *Rev ADM*. 2024;81(1):39-43. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=114745>

28. Granados S, Alcalde C, Guzmán J, Meléndez D, Torres C, Velásquez Z. Cementos a base de silicato de calcio: factor clave en el éxito del recubrimiento pulpar directo. Revisión de la literatura. *Rev Estomatológica Herediana*. 2022; 32(1):52-60. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/4215/421570780010/html/>

29. Moon, S.-H., Shin, S.-J., Oh, S., Bae, J.-M. Antibacterial Activity and Sustained Effectiveness of Calcium Silicate-Based Cement as a Root-End Filling Material against *Enterococcus faecalis*. *Materials* 2023;16(18), 6124. Available from: <https://www.mdpi.com/1996-1944/16/18/6124>

30. Rourera C, Sotomayor C, Castillo C, Kaplan A, Martin G. Efecto de selladores endodónticos sobre el pH del medio al cual son inmersos. *Rev. Methodo* 2021;6(1):13-19. Disponible en: <https://methodo.ucc.edu.ar/index.php/methodo/article/view/227>.

31. Gómez K, Niño P. Propiedades reológicas de los cementos selladores Sealapex, Adseal, MTA Fillapex y cemento de Grossman. Revisión sistemática. [Tesis de Postgrado] Colombia: Universidad de Cartagena. Disponible en: <https://repositorio.unicartagena.edu.co/handle/11227/6072>

32. Siqueira J, Rôças I. Present status and future directions: Microbiology of endodontic infections. *Int Endod J*. 202;55(Supl.3):512-530. Available from: <https://doi.org/10.1111/iej.13677>

33. Villanueva A. Efecto antibiótico sobre la dinámica de formación de biofilm endodóntico. [Tesis para Doctorado] España: Universidad de Valencia 2021. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=292888>
34. Escobar G. Fracasos endodónticos causados por la deficiente obturación de conductos radiculares en primeros molares permanentes. [Tesis de Titulación] Ecuador: Universidad Nacional De Chimborazo. 2024. Disponible en: <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/12839>
35. Molina N, Centeno M, Sáenz J, Venegas D. Factores de resistencia microbiana de *Enterococcus faecalis* asociado a los fracasos endodónticos. Rev científica especialidades odontológicas UG. 2022; 5(2). Disponible en: <http://portal.amelica.org/ameli/journal/611/6113144003/html/>
36. James M, Villavicencio E, Silva M, Miranda C. Microbiota del conducto radicular en piezas con y sin patología periapical: Revisión Bibliográfica. Rev. Salud & Vida Sipanense 2022;9(1):1-13. Disponible en: https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/REVUSS_22a7e6a7e553bee9536a5752db188423/Details
37. Ortiz S, Yáñez A. *Enterococcus faecalis* asociado a patologías endodónticas primarias, secundarias y persistentes: una revisión de literatura. [Tesis de Doctorado] Republica dominicana: Universidad nacional Pedro Henríquez Ureña, 2021. Disponible en: <https://repositorio.unphu.edu.do/handle/123456789/3874>
38. Hernández R, Fernández C, Baptista M. Metodología de la investigación. Sexta Edición. México: McGRAW-HILL / Interamericana Editores. 2014. Disponible en: https://uniclanet.unicla.edu.mx/assets/contenidos/254857_DOC_2023-0301_18:46:18.pdf
39. Pallavi, P., Bansal, A., Kukreja, N., Kaur, N., Chhabra, S., & Ahuja, J. (2022). Comparative evaluation of antimicrobial efficacy of different endodontic sealers against *Enterococcus Faecalis*: An in-vitro study. International Journal of Health Sciences, 2022; 6(S1), 9838–9845. <https://doi.org/10.53730/ijhs.v6nS1.7295>


VI. ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia

Formulación Del problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Diseño Metodológico
<p>Problema general ¿Cuáles es la efectividad antibacteriana de los cementos obturadores de uso endodóntico?</p> <p>Problemas específicos</p> <p>P-1 ¿Cuál es la diferencia de la propiedad antibacteriana frente al microorganismo del <i>Enterococcus Faecalis</i> de los cementos obturadores de uso endodóntico Grossman, MTA-Fillapex, Vioseal, Bio-C Sealer a las 24 horas?</p> <p>P-2 ¿Cuál es la diferencia de la propiedad antibacteriana frente al microorganismo del <i>Enterococcus Faecalis</i> de los cementos obturadores de uso endodóntico Grossman, MTA-Fillapex, Vioseal, Bio-C Sealer a las 72 horas?</p> <p>P-3 ¿Cuál es la diferencia de la propiedad antibacteriana frente al microorganismo del <i>Enterococcus Faecalis</i> de</p>	<p>Objetivo general Comparar la efectividad antibacteriana de los cementos obturadores de uso endodóntico.</p> <p>Objetivos específicos</p> <p>O-1 Determinar las diferencias entre la propiedad antibacteriana frente al microorganismos del <i>Enterococcus Faecalis</i> de los cementos obturadores de uso endodóntico Grossman, MTA-Fillapex, Vioseal, Bio-C Sealer a las 24 horas.</p> <p>O-2 Determinar las diferencias entre la propiedad antibacteriana frente al microorganismos del <i>Enterococcus Faecalis</i> de los cementos obturadores de uso endodóntico Grossman, MTA-Fillapex, Vioseal, Bio-C Sealer a las 72 horas.</p> <p>O-3 Determinar las diferencias entre la propiedad antibacteriana frente al microorganismos del <i>Enterococcus Faecalis</i></p>	<p>Hipótesis general</p> <p>Hi: Existe diferencia significativa al comparar la efectividad antibacteriana de los cementos obturadores de uso endodóntico.</p> <p>Ho: No existe diferencia significativa al comparar las propiedades antibacterianas de los cementos obturadores de uso endodóntico.</p> <p>Hipótesis específicas</p> <p>Hi1: Existe diferencias entre la propiedad antibacteriana frente al microorganismos del <i>Enterococcus Faecalis</i> de los cementos obturadores de uso endodóntico Grossman, MTA-Fillapex, Vioseal, Bio-C Sealer a las 24 horas.</p> <p>Ho1: No existe diferencias entre la propiedad antibacteriana frente al microorganismos del <i>Enterococcus Faecalis</i> de los cementos obturadores de uso endodóntico Grossman, MTA-Fillapex, Vioseal, Bio-C Sealer a las 24 horas.</p> <p>Hi2 Existe diferencias entre la propiedad antibacteriana frente al microorganismos del <i>Enterococcus Faecalis</i> de los cementos obturadores de uso endodóntico Grossman, MTA-Fillapex, Vioseal, Bio-C Sealer a las 72 horas.</p> <p>Ho2 No existe diferencias entre la propiedad antibacteriana frente al microorganismos del <i>Enterococcus</i></p>	<p>Variable Independiente Cementos selladores de uso endodóntico</p> <p>Variable Dependientes Efecto antimicrobiano de los cementos selladores en <i>Enterococcus Faecalis</i>.</p>	<p>Tipo de investigación Básico, prospectivo longitudinal.</p> <p>Método Cuantitativo</p> <p>Diseño Experimental</p> <p>Población Placas Petri inoculadas con <i>Enterococcus faecalis</i>.</p> <p>Muestra 20 placas Petri inoculadas con <i>Enterococcus faecalis</i>, por cada grupo de cementos selladores Grossman, MTA-Fillapex, Vioseal, Bio-C Sealer.</p>

<p>los cementos obturadores de uso endodóntico Grossman, MTA-Fillapex, Vioseal, Bio-C Sealer a las 168 horas?</p>	<p>de los cementos obturadores de uso endodóntico Grossman, MTA-Fillapex, Vioseal, Bio-C Sealer a las 168 horas.</p>	<p>Faecalis de los cementos obturadores de uso endodóntico Grossman, MTA-Fillapex, Vioseal, Bio-C Sealer a las 72 horas.</p> <p>Hi3 Existe diferencias entre la propiedad antibacteriana frente al microorganismos del Enterococcus Faecalis de los cementos obturadores de uso endodóntico Grossman, MTA-Fillapex, Vioseal, Bio-C Sealer a las 168 horas.</p> <p>Ho3 No existe diferencias entre la propiedad antibacteriana frente al microorganismos del Enterococcus Faecalis de los cementos obturadores de uso endodóntico Grossman, MTA-Fillapex, Vioseal, Bio-C Sealer a las 168 horas.</p>		
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--

Anexo 2: Ficha de recolección de datos

<p>UNIVERSIDAD PRIVADA NORBERT WIENER</p> <p>ESCUELA ACADEMICA PROFESIONAL DE ODONTOLOGÍA</p> <p>PROYECTO: EFECTIVIDAD ANTIBACTERIANA DE LOS CEMENTOS OBTURADORES DE USO ENDODONTICO: UN ESTUDIO IN VITRO</p> <p>AUTOR: PEDRO CHICORE SOLIS</p>	
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS (ESCALA DE SENSIBILIDAD DE DURAFFOURD ADAPTADA)

Muestras	Cemento Grossman (medición del halo en mm)			Cemento Vioseal (medición del halo en mm)			Cemento MTA-Fillapex (medición del halo en mm)			Cemento BIO-C Sealer (medición del halo en mm)		
	24hrs.	72hrs.	168hrs.	24hrs.	72hrs.	168hrs.	24hrs.	72hrs.	168hrs.	24hrs.	72hrs.	168hrs.
1	8,9	9,1	9,1	7,4	7	7	0	13,6	16,8	18,1	21,4	22,4
2	8,8	8,1	8,7	7,9	7,1	7,8	0	0	6,3	14,5	18,1	16
3	8,1	8,1	8,5	7,2	6,5	7,6	0	0	6,2	11,6	11,9	11,6
4	8,2	7,9	9,2	7	6,6	7	0	0	6,7	14,8	17,4	17,6
5	8,5	9,3	9,2	6,8	6,6	7	0	0	7,2	13,1	14,1	14,3
6	8,1	8,4	8,7	7,2	6,8	7,2	0	0	6,7	13,1	14,3	13,3
7	8,1	8,9	8,8	6,8	6,7	6,7	0	0	6,7	9,7	9,4	8,1
8	8,6	9,2	8,8	6,4	6,8	6,7	0	0	8,2	13,1	15,4	15,7
9	8,3	9,2	8,7	6,7	6,9	6,9	0	0	6,3	15,7	19,2	18
10	9	9,7	9,5	7,2	7,5	7	0	10	11	14,9	18,8	18,9
11	8,8	9,6	9	7	7,8	7,5	0	7,4	7,8	15,5	19,6	21
12	8,6	9,4	9,1	7,4	7,3	7,3	0	14,7	17,3	18,6	22,1	19,3
13	8,6	9,7	9,3	7	7,5	6,9	0	7,6	8,4	14,8	16,9	17,1
14	8,6	8,4	8,3	7,8	7	7,2	0	7,1	7,2	9	9,2	8,4
15	9	8,5	8,8	7,6	6,9	7,7	0	7,8	7,1	15,8	18,9	17,2
16	8,2	8,2	8,7	7,3	7,3	7	0	6,7	6,5	15	16,9	13,6
17	8,2	8,6	8,7	7,5	7,5	7,5	0	6,1	6,1	14,4	18,6	16,5
18	8,9	9,3	8,6	6,9	7,6	7,6	0	6,2	6,6	16,9	19,5	17,1
19	8,2	8,6	8,5	6,6	7	7,2	0	6,4	6,9	15,3	19,3	17,3
20	8,3	9,3	8,6	6,9	7	6,9	0	8,3	8	13	13,8	10,8

Anexo 3: Validación de instrumento



Universidad
Norbert Wiener

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1 Apellidos y Nombres del Experto: Mg. CD Morante Mateuana Sara Angélica
- 1.2 Cargo e Institución donde labora: Docente de la Universidad Norbert Wiener
- 1.3 Nombre del Instrumento motivo de evaluación: Ficha de recolección de datos
- 1.4 Autor del Instrumento: Pedro Chicore Solis
- 1.5 Título de la Investigación: Efectividad antibacteriana de los cementos obturadores de uso endodóntico: un estudio in vitro.

ASPECTO DE LA VALIDACIÓN

	CRITERIOS	Deficiente 1	Baja 2	Regular 3	Buena 4	Muy buena 5
1. CLARIDAD	Está formulado con lenguaje apropiado.					/
2. OBJETIVIDAD	Está expresado en conductas observables.				/	
3. ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología					/
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.					/
5. SUFICIENCIA	Comprende los aspectos de cantidad y calidad en sus ítems.					/
6. INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar aspectos del desarrollo de capacidades cognitivas.					/
7. CONSISTENCIA	Alineado a los objetivos de la investigación y metodología.					/
8. COHERENCIA	Entre los índices, indicadores y las dimensiones.				/	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito del estudio					/
10. PERTINENCIA	El instrumento es adecuado al tipo de Investigación.					/
CONTEO TOTAL DE MARCAS (realice el conteo en cada una de las categorías de la escala)						/
		A	B	C	D	E

$$\text{Coeficiente de Validez} = \frac{(1 \times A) + (2 \times B) + (3 \times C) + (4 \times D) + (5 \times E)}{50} =$$

III. CALIFICACIÓN GLOBAL (Ubique el coeficiente de validez obtenido en el intervalo respectivo y marque con un aspa en el círculo asociado)

Categoría	Intervalo
Desaprobado	[0,00 – 0,60]
Observado	<0,60 – 0,70]
Aprobado	<0,70 – 1,00]

IV. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

Lima, 22 de Mayo del 2025


Firma y sello
COP: 2.2.2.2
DNI: 7.013.210.6



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1 Apellidos y Nombres del Experto: Mg. CD Oviedo Alva, Carlos Rovic
- 1.2 Cargo e Institución donde labora: Docente de la Universidad Norbert Wiener
- 1.3 Nombre del Instrumento motivo de evaluación: Ficha de recolección de datos
- 1.4 Autor del Instrumento: Pedro Chicore Solis
- 1.5 Título de la Investigación: Efectividad antibacteriana de los cementos obturadores de uso endodóntico: un estudio in vitro.

ASPECTO DE LA VALIDACIÓN

	CRITERIOS	Deficiente 1	Baja 2	Regular 3	Buena 4	Muy buena 5
1. CLARIDAD	Está formulado con lenguaje apropiado.					X
2. OBJETIVIDAD	Está expresado en conductas observables.				X	
3. ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología					X
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.					X
5. SUFICIENCIA	Comprende los aspectos de cantidad y calidad en sus ítems.					X
6. INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar aspectos del desarrollo de capacidades cognitivas.					X
7. CONSISTENCIA	Alineado a los objetivos de la investigación y metodología.					X
8. COHERENCIA	Entre los índices, indicadores y las dimensiones.					X
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito del estudio					X
10. PERTINENCIA	El instrumento es adecuado al tipo de Investigación.					X
CONTEO TOTAL DE MARCAS (realice el conteo en cada una de las categorías de la escala)						
		A	B	C	D	E

$$\text{Coeficiente de Validez} = \frac{(1 \times A) + (2 \times B) + (3 \times C) + (4 \times D) + (5 \times E)}{50} = 0.9$$

III. CALIFICACIÓN GLOBAL (Ubique el coeficiente de validez obtenido en el intervalo respectivo y marque con un aspa en el círculo asociado)

Categoría	Intervalo
Desaprobado	[0,00 – 0,60]
Observado	<0,60 – 0,70]
Aprobado	<0,70 – 1,00]

IV. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

Lima, 22 de Mayo del 2025

Mg. Carlos Oviedo Alva
Cirujano Dentista
C.O.P. 2076
Firma y sello
COP: 2076
DNI: 40300312



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1 Apellidos y Nombres del Experto: Mg. CD Augusto Augustiniani Ore
- 1.2 Cargo e Institución donde labora: Docente de la Universidad Norbert Wiener
- 1.3 Nombre del Instrumento motivo de evaluación: Ficha de recolección de datos
- 1.4 Autor del Instrumento: Pedro Chicore Solis
- 1.5 Título de la Investigación: Efectividad antibacteriana de los cementos obturadores de uso endodóntico: un estudio in vitro.

ASPECTO DE LA VALIDACIÓN

	CRITERIOS	Deficiente 1	Baja 2	Regular 3	Buena 4	Muy buena 5
1. CLARIDAD	Está formulado con lenguaje apropiado.				✓	
2. OBJETIVIDAD	Está expresado en conductas observables.				✓	
3. ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología				✓	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.					✓
5. SUFICIENCIA	Comprende los aspectos de cantidad y calidad en sus ítems.					✓
6. INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar aspectos del desarrollo de capacidades cognitivas.				✓	
7. CONSISTENCIA	Alineado a los objetivos de la investigación y metodología.					✓
8. COHERENCIA	Entre los índices, indicadores y las dimensiones.				✓	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito del estudio					✓
10. PERTINENCIA	El instrumento es adecuado al tipo de Investigación.					✓
CONTEO TOTAL DE MARCAS (realice el conteo en cada una de las categorías de la escala)						
		A	B	C	D	E

$$\text{Coeficiente de Validez} = \frac{(1 \times A) + (2 \times B) + (3 \times C) + (4 \times D) + (5 \times E)}{50} =$$

III. CALIFICACIÓN GLOBAL (Ubique el coeficiente de validez obtenido en el intervalo respectivo y marque con un aspa en el círculo asociado)

Categoría	Intervalo
Desaprobado <input type="radio"/>	[0,00 – 0,60]
Observado <input type="radio"/>	<0,60 – 0,70]
Aprobado <input checked="" type="radio"/>	<0,70 – 1,00]

IV. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

Lima, 22 de Mayo del 2025

Firma y sello Augusto Augustiniani Ore
 COP: Esp. Rehabilitación Oral
 DNI: COP 28135
 RNE 3156

72519982

Anexo 4: Informe de ensayo

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
 (Universidad del Perú, *DECANA DE AMÉRICA*)
 FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

**INFORME DE ENSAYO**

CLIENTE : PEDRO CHICORE SOLIS

DESCRIPCIÓN DEL SERVICIO : efectividad antibacteriana de los cementos obturadores de uso endodóntico: un estudio in vitro

MUESTRA : Cementos (1) Grossman®, (1) MTA-Fillapex®, (1) Vioseal® y (1) Bio-C Sealer®

FECHA DE EMISIÓN : 17/10/2025

REFERENCIA : -

MUESTRA: CEMENTOS (Grossman®, MTA-Fillapex®, Vioseal® y Bio-C Sealer®)

Detalles	Referencia
Presentación	Cajas selladas
Volumen/peso	Variable
Lugar y Fecha de muestreo	-
Observaciones	Muestra proporcionada por el cliente

Atentamente,

Lic. Danayra Cristhel Cruz Espinoza

Bióloga

Laboratorio de Equipamiento Especializado
Facultad de Ciencias Biológicas
Universidad Nacional Mayor de San Marcos

ANEXO 1. Materiales

- Agar Mueller-Hinton BD
- Discos estériles
- Cepa estándar *Enterococcus faecalis* ATCC 29212™
- Hisopos estériles
- Densitómetro McFarland BioSan DEN-1B
- Cementos endodónticos: Grossman®, MTA-Fillapex®, Vioseal®, Bio-C Sealer®
- Incubadora Beltec PH-050A a 37°C
- Regla milimetrada o calibrador digital

ANEXO 2. Metodología

1. Preparación del medio y soluciones:

a. Preparación del medio

Se empleó el método de preparación del medio, siguiendo una proporción precisa de 38 g por cada litro. Inicialmente, se procedió a pesar el agar Mueller Hinton con una balanza analítica Ohaus, y se midió la cantidad correspondiente de agua destilada en una probeta para disolver el agar. La solución resultante fue esterilizada mediante autoclave a 121 °C durante 20 minutos. Tras este proceso, se dispensó el medio en placas Petri estériles.

b. Preparación de los cementos:

Los cementos se prepararon sobre placas Petri estériles, mezclando en parte iguales de aquellos que contenían dos componentes, siguiendo las indicaciones del fabricante.

Discos de sensibilidad en blanco





Figura 1. Preparación de los cementos.

2. Preparación del inóculo

Para la preparación del inóculo bacteriano, se seleccionaron colonias de cultivo puro y fresco de la cepa *Enterococcus faecalis* ATCC 29212™ (**Figura 2**). Las colonias se trasladaron asépticamente a tubos que contenían una solución salina estéril, agitando suavemente hasta lograr una suspensión homogénea. La densidad de la suspensión bacteriana se ajustó a 0.5 en la escala de McFarland usando el densitómetro McFarland BioSan DEN-1B (**Figura 3**), correspondiente a una concentración aproximada de 1.5×10^8 UFC/ml, utilizando un densitómetro para garantizar la precisión del inóculo.



Figura 2. Cultivo en placa de la cepa *Enterococcus faecalis* ATCC 29212™.



Figura 3. Medición de la suspensión bacteriana.

Con el inóculo ya estandarizado, se procedió a la inoculación de las placas de agar MuellerHinton. Utilizando hisopos estériles, se impregnó la superficie del medio de cultivo con la suspensión bacteriana, empleando una técnica de siembra que asegurara la distribución uniforme del inóculo. Se realizó un barrido sistemático del hisopo sobre la placa en movimientos de ida y vuelta. Este procedimiento se efectuó tres veces, con rotaciones de la placa de 60° entre cada aplicación, para promover un crecimiento bacteriano uniforme y confluyente, adecuado para la subsiguiente evaluación de la eficacia antibacteriana de los cementos (**Figura 4**).

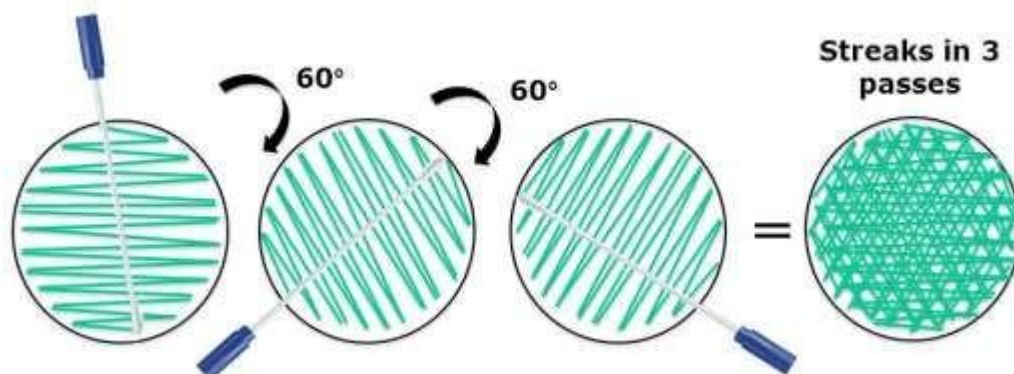


Figura 4. Protocolo de prueba de difusión en disco según Kirby-Bauer para la inoculación en placa de agar Mueller-Hinton.

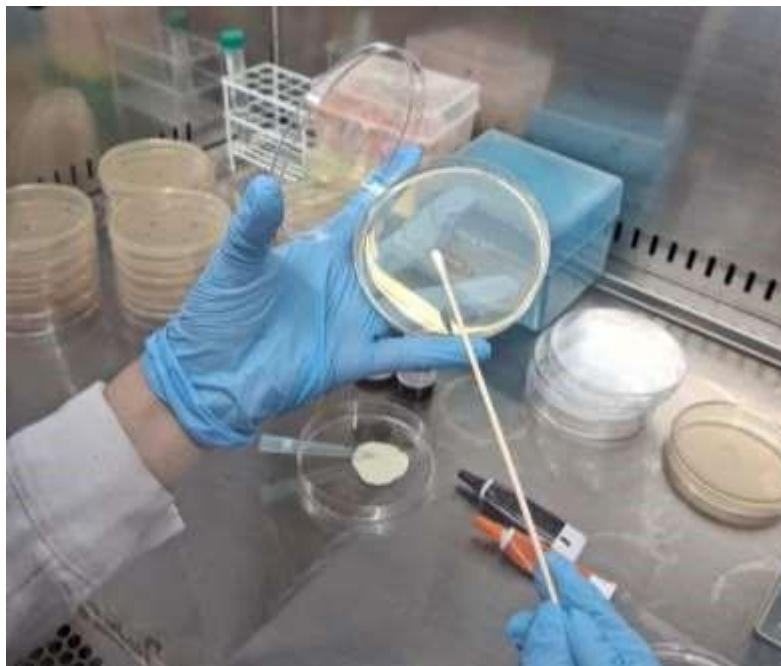


Figura 5. Siembra de la cepa.

3. Preparación de los cementos en discos de inhibición

Cada disco fue impregnado con los diferentes cementos endodónticos evaluados (Grossman®, MTA-Fillapex®, Vioseal® o Bio-C Sealer®). Los cementos se prepararon según las instrucciones del fabricante.

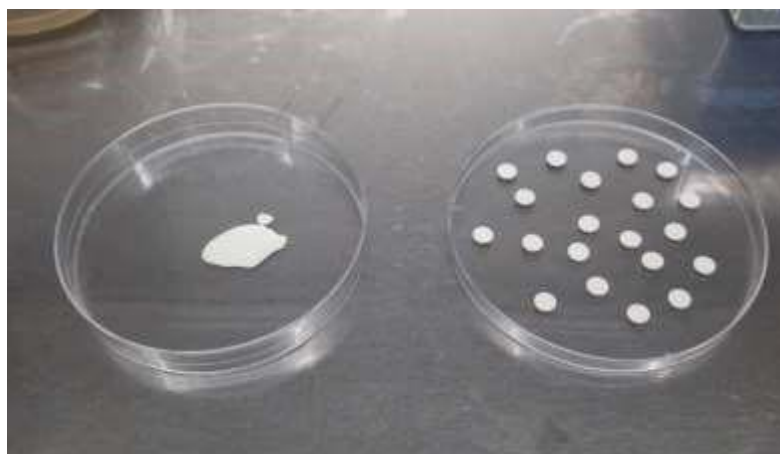


Figura 6. Preparación de los discos con cementos endodónticos.

4. Confrontación del microorganismo con los cementos

Se evaluó la sensibilidad antimicrobiana empleando el método de disco difusión Kirby–Bauer, siguiendo las normas y procedimientos establecidos en los estándares del CLSI (*Clinical & Laboratory Standards Institute*) actualizados en marzo del 2023.

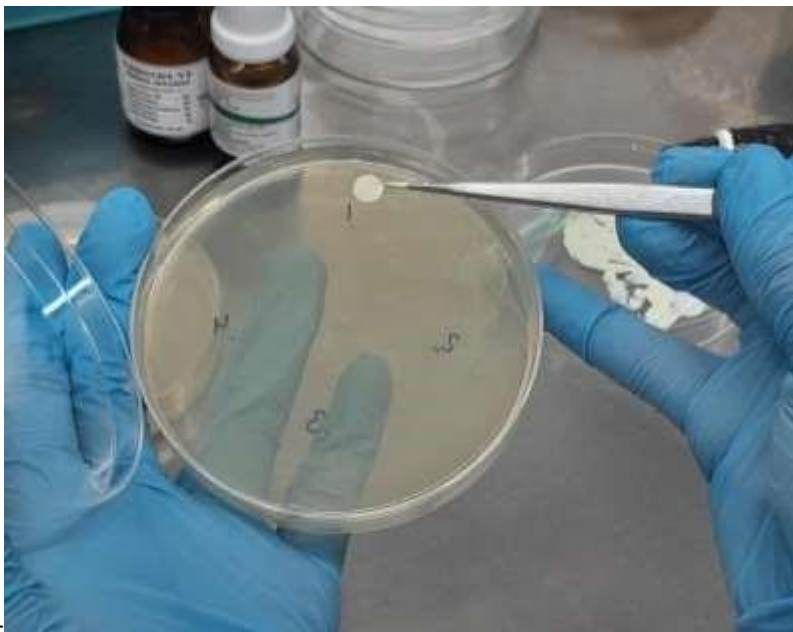


Figura 7. Aplicación de los discos de sensibilidad.

Las placas se incubaron a 37°C en condiciones anaeróbicas durante periodos de 24, 72 y 168 horas.

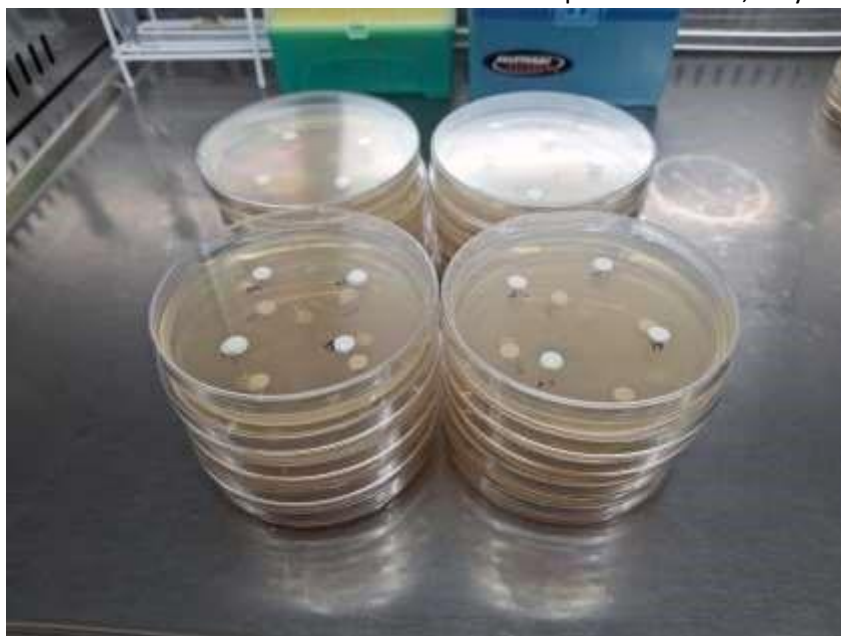


Figura 8. Placas inoculadas con la cepa y con discos de sensibilidad.

5. Medición del efecto antibacteriano

Tras cada periodo de incubación, se realizó la medición del diámetro de los halos de inhibición, que es la zona donde no creció la bacteria alrededor de los discos impregnados con cemento. La medición se realizó usando un calibrador digital y el estereomicroscopio Leica EZ4.

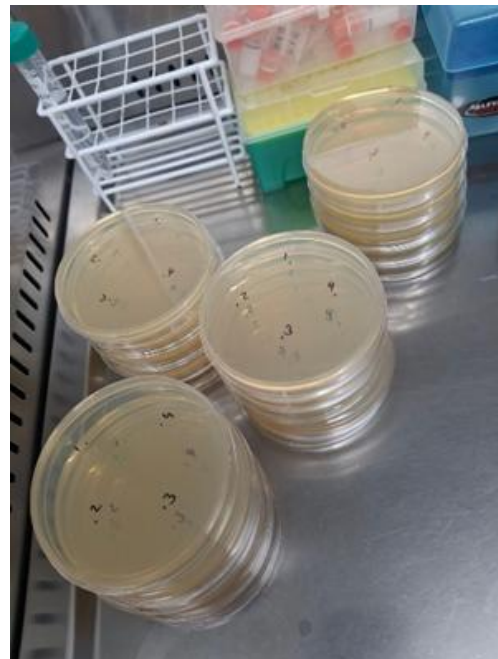
REFERENCIAS

- Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI). (2023). Performance Standards for Antimicrobial Susceptibility Testing; Thirty-Third Informational Supplement (M100).

Anexo 5: Presentación de materiales utilizados en el procedimiento y medición de los halos de inhibición.



Inicio de las mediciones a las 24 horas



Mediciones de los halos a las 72 horas



Medición de los halos a las 168 horas



Medición del halo del cemento Bio-C Sealer®



Anexo 6: Constancia de antibiograma



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
Universidad del Perú, *DECANA DE AMÉRICA*
Facultad de Ciencias Biológicas
Laboratorio de Microbiología Molecular y Biotecnología



Lima, 17 de septiembre del 2025

CONSTANCIA DE ANTIBIOGRAMA

Mediante la presente, se informa que entre los días 1 y el 24 de septiembre se llevó a cabo el estudio exploratorio de antibiograma para la Sr. PEDRO CHICORE SOLIS. El objetivo principal fue evaluar la efectividad antibacteriana de los cementos obturadores de uso endodóntico mediante el método Kirby-Bauer. Este análisis se realizó frente a la cepa *Enterococcus faecalis* ATCC 29212™.

Se evaluaron los cuatro tipos de cementos con un total de veinte repeticiones por tipo, utilizando una única concentración. Para la prueba de actividad antibacteriana, se empleó agar Mueller-Hinton y una concentración de aproximadamente 1.5×10^8 UFC/ml de *Enterococcus faecalis*, ajustada a una turbidez de 0.5 en la escala McFarland, medida con un tubo de nefelómetro. No se implementaron otras condiciones experimentales. Además, se incluyeron controles de medio y de crecimiento bacteriano.

Se expide la presente constancia a solicitud de los interesados, para los fines que estime conveniente.

Atentamente,





Lic. DANAYRA CRUZ ESPINOZA
Bióloga
Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Anexo 7: Certificado de originalidad de la bacteria *Enterococcus faecalis*.



Certificate of Analysis: Lyophilized Microorganism Specification and Performance Upon Release

SPECIFICATIONS: Product Name: Enterococcus faecalis Catalog Number: 0366 Lot Number: 366-478** Reference Number: ATCC® 29212™* Passage from Reference: 3 Expiration Date: 2026/04/30	RELEASE INFORMATION: Quality Control Technologist: Margaret E Wagener Release Date: 2024/05/29
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Performance	
Macroscopic Features: Small to medium, gray/white, translucent, smooth, circular with entire edge	Medium: SBAP
Microscopic Features: Gram positive ovoid cells, mostly in pairs or short chains	Method: Gram Stain (1)
ID System: MALDI-TOF (1)	
See attached ID System results document.	
Other Features/ Challenges: Results (1) Catalase (3% Hydrogen Peroxide): negative (1) Bile Esculin Agar: positive (1) Streptomycin (300 mcg - Disk Susceptibility): 14 - 20 mm (1) Gentamicin (120 mcg - Disk Susceptibility): 16 - 23 mm (1) SXT (1.25/23.75 mcg - Disk Susceptibility): >/= 20 mm BHIA w/Vancomycin (6 mcg/ml): Sensitive	
 Amanda Kuperus Director of Quality Control AUTHORIZED SIGNATURE	
<p>**Disclaimer: The last digit(s) of the lot number appearing on the product label and packing slip are merely a packaging event number. The lot number displayed on this certificate is the actual base lot number.</p> <p>Refer to the enclosed product insert for instructions, intended use and hazard/safety information.</p> <p>Individual products are traceable to a recognized culture collection.</p> <p>(1) These tests are accredited to ISO/IEC 17025.</p> <div style="display: flex; align-items: center;">  <p>TESTING CERT #2655.01</p> </div> <div style="display: flex; align-items: center;">  <p>(*) The ATCC Licensed Derivative Emblem, the ATCC Licensed Derivative word mark and the ATCC catalog marks are trademarks of ATCC. Microbiologics, Inc. is licensed to use these trademarks and to sell products derived from ATCC® cultures.</p> </div> <div style="display: flex; align-items: center;">  <p>REFERENCE MATERIAL PRODUCER CERT #2655.02</p> </div>	

Bruker Daltonik MALDI Biotyper Classification Results



Meaning of Score Values

Range	Interpretation	Symbols	Color
2.00 – 3.00	High-confidence identification	(+++)	Green
1.70 – 1.99	Low-confidence identification	(+)	Yellow
0.00 – 1.69	No Organism Identification Possible	(-)	Red

Meaning of Consistency Categories (A - C)

Category	Interpretation
(A)	High consistency: The best match is a high-confidence identification. The second-best match is (1) a highconfidence identification in which the species is identical to the best match, (2) a low-confidence identification in which the species or genus is identical to the best match, or (3) a non-identification.
(B)	Low consistency: The requirements for high consistency are not met. The best match is a high- or low-confidence identification. The second-best match is (1) a high- or low-confidence identification in which genus is identical to the best match or (2) a non-identification.
(C)	No consistency: The requirements for high or low consistency are not met.

Run Creation Date/Time: 2024-05-21T12:06:29.200 eww dpa

Applied MSP Library(ies): BDAL, Mycobacteria Library (bead method), Filamentous Fungi Library

Sample Name	Sample ID	Organism (best match)	Score Value
E6 (+++) (A)	366-478	Enterococcus faecalis	2.46

Comments:

N/A

Anexo 8: Certificado de discos de sensibilidad

Liofilchem® Certificate of Analysis

Page 1 of 1

Product	Batch	Expiration date
Blank disc	061622078	2027.06.15
Ref. 9999 – 9999/2		

Treatment date	19.07.2022
Irradiation dose (kGy)	12.5
Treatment certificate	N° 20223579

Batch Release

Approved

Date **28.07.2022**

Signature

Quality Control

This document has been
established electronically and
is valid without signature

The results reported were obtained at the time of release.




9% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe


- ▶ Texto citado
- ▶ Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Fuentes principales

- 9%  Fuentes de Internet
- 2%  Publicaciones
- 5%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alerta de integridad para revisión

-  **Texto oculto**
8 caracteres sospechosos en N.º de páginas
El texto es alterado para mezclarse con el fondo blanco del documento.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

Fuentes principales

- 9% Fuentes de Internet
- 2% Publicaciones
- 5% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Fuentes principales

Las fuentes con el mayor número de coincidencias dentro de la entrega. Las fuentes superpuestas no se mostrarán.

1	Internet	repositorio.uwiener.edu.pe	1%
2	Internet	hdl.handle.net	<1%
3	Internet	repositorio.unfv.edu.pe	<1%
4	Internet	1library.co	<1%
5	Internet	www.coursehero.com	<1%
6	Trabajos entregados	Universidad Alas Peruanas on 2022-11-25	<1%
7	Trabajos entregados	Universidad Andina del Cusco on 2017-09-06	<1%
8	Trabajos entregados	Universidad Wiener on 2025-12-02	<1%
9	Internet	alicia.concytec.gob.pe	<1%
10	Internet	repositorio.unican.es	<1%
11	Internet	methodo.ucc.edu.ar	<1%