



Universidad
Norbert Wiener

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

Escuela Académico Profesional de Odontología

Tesis

“Evaluación in vitro de la capacidad antibacteriana de los selladores
endodónticos a base de resina epoxie hidróxido de calcio frente a
enterococcus faecalis”

Para optar el Título Profesional de Cirujano Dentista

AUTOR:

Álvarez Vilca, Roel

ORCID 0009-0000-5229-

4520

LIMA – PERÚ

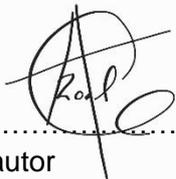
2022

 Universidad Norbert Wiener	DECLARACIÓN JURADA DE AUTORIA Y DE ORIGINALIDAD DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN		
	CÓDIGO: UPNW-GRA-FOR-033	VERSIÓN: 01 REVISIÓN: 01	FECHA: 08/09/2023

Yo, **Roel Álvarez Vilca** egresado de la Facultad de ciencias de la salud y Escuela Académica Profesional de Odontología de la Universidad privada Norbert Wiener declaro que el trabajo académico titulado: “EVALUACIÓN IN VITRO DE LA CAPACIDAD ANTIBACTERIANA DE LOS SELLADORES ENDODÓNTICOS A BASE DE RESINA EPOXI E HIDRÓXIDO DE CALCIO FRENTE A *ENTEROCOCCUS FAECALIS*” LIMA-PERÚ, 2022 Asesorado por el docente: Mg: C.D. Roberto Jaime Okumura **DNI 09861961 ORCID 0009-0002-3601-1532** tiene un índice de similitud de 8 (ocho) % con código verificable ID: oid: 14912:273706067 reporte de originalidad del software Turnitin.

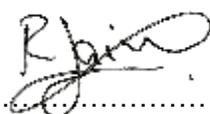
Así mismo:

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: ROEL ALVAREZ VILCA
DNI: 43385488



.....
Firma

Nombres y apellidos del Asesor: Mg. C.D. Roberto Jaime Okumura

DNI: 09861961

Lima, 08 de septiembre del 2023

Tesis

“Evaluación in vitro de la capacidad antibacteriana de los selladores
endodónticos a base de resina epoxi e hidróxido de calcio frente a
Enterococcus Faecalis”

Línea de investigación

Salud y bienestar

Microbiología y parasitología

Asesor de tesis

Mg. C.D. Roberto Jaime Okumura

Código ORCID: 0009-0002-3601-1532

Dedicatoria

El presente trabajo está dedicado a mi familia por haber sido mi apoyo a lo largo de toda mi carrera universitaria y a lo largo de mi vida. A todas las personas especiales que me acompañaron en esta etapa, aportando a mi formación tanto profesional y como ser humano.

Agradecimientos

Primeramente, doy gracias a Dios por permitirme tener tan buena experiencia dentro de mi universidad.

A mis padres y hermanos que los amo con el alma.

Gracias a mi universidad por permitirme convertirme en ser un profesional en lo que tanto me apasiona.

Gracias a cada maestro que hizo parte de este proceso integral de formación, que deja como producto terminado este grupo de graduados, como recuerdo y prueba viviente en la historia; esta tesis, que perdurará dentro de los conocimientos y desarrollo de las demás generaciones que están por llegar.

Solo se vive una vez, si lo haces bien, una vez es suficiente.

Jurados

1. **Presidente:** Dr. Schwan Silva, Ignacio Segundo
2. **Secretaria:** Dra. Murga Torreli, Nelly Araceli
3. **Vocal:** Dr. Cuba Gonzales, Eric

ÍNDICE

	Pág.
Dedicatoria	III
Agradecimientos	IV
Jurados	V
Índice	VI
Índice de tablas	VIII
Índice de gráficos	IX
Resumen	X
Abstract	XI
Introducción	XII
1. EL PROBLEMA	13
1.1. Planteamiento del problema	13
1.2. Formulación del problema	14
1.2.1. Problema general	14
1.2.2. Problemas específicos	14
1.3. Objetivos de la investigación	15
1.3.1. Objetivo general	15
1.3.2. Objetivos específicos	16
1.4. Justificación de la investigación	17
1.4.1. Teórica	17
1.4.2. Metodológica	17
1.4.3. Práctica	17
1.5. Limitaciones de la investigación	18
1.5.1. Temporal	18
1.5.2. Espacial	18
1.5.3. Recursos	18
2. MARCO TEÓRICO	18
2.1. Antecedentes	18
2.2. Bases teóricas	25
2.3. Hipótesis	30
	VI

3. METODOLOGÍA	31
3.1. Método de la investigación	31
3.2. Enfoque de la investigación	31
3.3. Tipo de investigación	31
3.4. Diseño de la investigación	32
3.5. Población, muestra y muestreo	32
3.6. Variables y operacionalización	33
3.7. Técnica e instrumentos de recolección de datos	35
3.8. Plan de procesamiento y análisis de datos	39
3.9. Aspectos éticos	39
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	40
4.1. Resultados	40
4.2. Discusión	56
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	60
5.1. Conclusiones	60
5.2. Recomendaciones	61
6. REFERENCIAS	62
Anexos	67
Anexos 1: Matriz de consistencia	68
Anexo 2: Recolección de datos	70
Anexo 3: Fotografías de los materiales y métodos	72

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Capacidad antibacteriana de los selladores endodónticos a base de resina epoxi, hidróxido de calcio, control positivo y negativo por periodos evaluados.	40
Tabla 2. Capacidad antibacteriana de los selladores endodónticos a base de resina epoxi e hidróxido de calcio a las 2 horas de evaluación.	42
Tabla 3. Capacidad antibacteriana de los selladores endodónticos a base de resina epoxi e hidróxido de calcio a las 24 horas de evaluación.	44
Tabla 4. Capacidad antibacteriana de los selladores endodónticos a base de resina epoxi e hidróxido de calcio a las 48 horas de evaluación.	46
Tabla 5. Capacidad antibacteriana de los selladores endodónticos a base de resina epóxi e hidróxido de calcio a las 72 horas de evaluación.	48
Tabla 6. Comparación de la capacidad antibacteriana de los selladores endodónticos a base de resina epoxi con los controles en relación a los periodos evaluados.	50
Tabla 7. Comparación de la capacidad antibacteriana de los selladores endodónticos a base de hidróxido de calcio con los controles en relación a los periodos evaluados.	52
Tabla 8. Comparación de la capacidad antibacteriana de los selladores endodónticos a base de resina epoxi con el sellador a base de hidróxido de calcio en relación a los periodos evaluados.	54

ÍNDICE DE GRÁFICOS

	Pág.
Gráfico 1. Capacidad antibacteriana de los selladores endodónticos a base de resina epoxi, hidróxido de calcio, control positivo y negativo por periodos evaluados.	41
Gráfico 2. Capacidad antibacteriana de los selladores endodónticos a base de resina epoxi e hidróxido de calcio a las 2 horas de evaluación.	43
Gráfico 3. Capacidad antibacteriana de los selladores endodónticos a base de resina epoxi e hidróxido de calcio a las 24 horas de evaluación.	45
Gráfico 4. Capacidad antibacteriana de los selladores endodónticos a base de resina epoxi e hidróxido de calcio a las 48 horas de evaluación.	47
Gráfico 5. Capacidad antibacteriana de los selladores endodónticos a base de resina epóxi e hidróxido de calcio a las 72 horas de evaluación.	49
Gráfico 6. Comparación de la capacidad antibacteriana de los selladores endodónticos a base de resina epoxi con los controles en relación a los periodos evaluados.	51
Gráfico 7. Comparación de la capacidad antibacteriana de los selladores endodónticos a base de hidróxido de calcio con los controles en relación a los periodos evaluados.	53
Gráfico 8. Comparación de la capacidad antibacteriana de los selladores endodónticos a base de resina epoxi con el sellador a base de hidróxido de calcio en relación a los periodos evaluados.	55

RESUMEN

La presente investigación tuvo como **objetivo:** determinar mediante un estudio in vitro la capacidad de inhibición antibacteriana del sellador endodóntico a basado en resina epoxi e hidróxido de calcio frente a *Enterococcus Faecalis*. **Materiales y métodos:** La capacidad antibacteriana se evaluó por medio de la prueba de difusión en disco, para ello, en 14 placas Petri se prepararon el medio de cultivo (Agar Mueller Hinton) y se dejó gelificar durante 24 horas hasta la inoculación del *Enterococcus Faecalis* ATCC 29212 mediante la técnica del hisopado, posteriormente se realizaron 4 cavidades de 5 mm de diámetro donde se colocaron el sellador endodóntico a base de resina epoxi (Vioseal), a base de hidróxido de calcio (Sealer 26), control negativo (suero fisiológico) y control positivo (Gluconato de clorhexidina al 2%); la lectura de las diagonales de las zonas de inhibición bacteriana se realizaron mediante un calibrador digital durante 2, 24, 48 y 72 horas. Se obtuvo como **resultados** que el Vioseal, Sealer 26 y el gluconato de clorhexidina al 2% presentaron diferencias estadísticamente significativas cuando se compararon con el suero fisiológico desde las 24 horas a las 72 horas de evaluación ($p < 0.05$). El suero fisiológico no presentó actividad antibacteriana en toda la investigación. El Vioseal presentó mayor capacidad antibacteriana estadísticamente significativa cuando se comparó con el Sealer 26 ($p < 0.05$). El gluconato de clorhexidina presentó diferencias estadísticamente significativas cuando se comparó con el Vioseal, Sealer 26 y el suero fisiológico ($p < 0.05$). En **conclusión**, el Vioseal, Sealer 26 y el gluconato de clorhexidina al 2% presentaron capacidad antibacteriana frente al *Enterococcus Faecalis* desde las 24 hasta las 72 horas de evaluación. El gluconato de clorhexidina al 2% fue la sustancia que evidenció la máxima capacidad antibacteriana seguida del Vioseal y Sealer respectivamente.

Palabras claves: *Enterococcus Faecalis*, pasta de hidróxido de calcio, pasta de resina epoxica, selladores endodónticos.

ABSTRACT

The **objective** of this research was: to determine, through an in vitro study, the antibacterial capacity of the endodontic sealant based on epoxy resin and calcium hydroxide against *Enterococcus Faecalis*. **Materials and methods:** The antibacterial capacity was evaluated by means of the disk diffusion test, for this, the culture medium (Mueller Hinton Agar) was prepared in 14 Petri dishes and allowed to gel for 24 hours until the inoculation of *Enterococcus Faecalis*. ATCC 29212 using the swab technique, subsequently 4 cavities of 5 mm in diameter were made where the endodontic sealer based on epoxy resin (Vioseal), based on calcium hydroxide (Sealer 26), negative control (physiological saline) were placed. and positive control (chlorhexidine gluconate 2%); the reading of the diagonals of the bacterial inhibition zones were performed using a digital caliper for 2, 24, 48 and 72 hours. The **results** obtained were that Vioseal, Sealer 26 and 2% chlorhexidine gluconate presented statistically significant differences when compared to physiological saline from 24 hours to 72 hours of evaluation ($p < 0.05$). Physiological saline did not present antibacterial activity throughout the investigation. Vioseal presented a statistically significant higher antibacterial activity when compared to Sealer 26 ($p < 0.05$). Chlorhexidine gluconate presented statistically significant differences when compared to Vioseal, Sealer 26 and physiological saline ($p < 0.05$). In **conclusion**, Vioseal, Sealer 26 and chlorhexidine gluconate 2% showed antibacterial capacity against *Enterococcus Faecalis* from 24 to 72 hours of evaluation. Chlorhexidine gluconate 2% had the highest antibacterial capacity, followed by Vioseal and Sealer, respectively.

Keywords: *Enterococcus Faecalis*, calcium hydroxide paste, epoxy resin paste, endodontic sealers.

INTRODUCCIÓN

El tratamiento de conductos está indicado para mantener las piezas dentarias permanentes por un periodo mayor. El éxito de dicho tratamiento e incluso del retratamiento endodóntico dependerá principalmente del procedimiento biomecánico (eliminación y desinfección de los conductos) y de la obturación tridimensional de los conductos. En muchos de los casos, no se llega a eliminar por completo los microorganismos de los conductos, debido a que estas pueden permanecer en la proximidad de los túbulos dentinarios, en algún conducto accesorio o que el microorganismo que habita el conducto sea catalogado como resistente dentro del grupo de los facultativos, tal es el caso del *Enterococcus Faecalis* ya que se ha relacionado como el directo responsable de los fracasos endodónticos debido a que se ha aislado a este microorganismo en más del 90% de tratamientos fallidos. Es por ello que, es sumamente importante que el material utilizado para la obturación radicular presente una buena capacidad antibacteriana y de esta forma impedir la reproducción y una posible recolonización bacteriana. Actualmente existen diferentes selladores endodónticos, que de acuerdo a su origen pueden variar su capacidad antibacteriana y es importante conocerlo para que el profesional pueda elegir el material apropiado para dicho tratamiento.

1. EL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del problema

El tratamiento de conductos se realiza con el objetivo de preservar y conservar las piezas dentarias en la cavidad bucal. (1,2) El éxito del tratamiento endodóntico depende principalmente de una adecuada eliminación pulpar, desinfección y obturación hermética en tres dimensiones, esto se puede alcanzar mediante procedimientos mecánicos y químicos, sin embargo, existe una mínima probabilidad que dicho tratamiento fracase debido a la anatomía compleja de los conductos radiculares o por alguna deficiencia en el procedimiento del tratamiento endodóntico, condicionando una recolonización microbiana. (1,3,4)

Existe una compleja etiología microbiana de las infecciones y reinfecciones. (5) Se ha estudiado ampliamente que el microbioma de los conductos radiculares es polimicrobiano, luego de aislar los microorganismos presentes en conductos de tratamientos endodónticos fallidos se encontró que predominaban los siguientes microorganismos: *Cándida albicans*, *Streptococcus anginosus*, *Enterococcus Faecalis*, *Staphylococcus aureus* y el *Fusobacterium nucleatum*, de los cuales el *Enterococcus faecalis* fue el microorganismo aislado con mayor frecuencia en los tratamientos endodónticos fallidos. (6,7,8)

El *enterococcus faecalis* es un coco, gran positivo, anaerobio facultativo que puede sobrevivir en ambientes adversos con pocos nutrientes hasta e incluso en pH altos. Este microorganismo presenta una incidencia entre el 22% al 77% y una prevalencia que alcanza un 90%. Por lo ya mencionado, se considera a esta bacteria como el principal responsable del fracaso endodóntico. (8,9)

La fase de obturación hermética en tres dimensiones es un procedimiento fundamental en el tratamiento de conductos debido a que en esta fase se puede

erradicar por completo las bacterias residuales, por tal motivo, los selladores endodónticos juegan un papel primordial en esta etapa del tratamiento. (5,6) Los selladores endodónticos además de presentar buenas propiedades físicas y químicas (estabilidad dimensional, insoluble ante fluidos orales, baja citotoxicidad, biocompatibilidad, etc), deben de presentar propiedades bacteriostáticas tal y como lo mencionó Grossman. (6,10) Desde que se originó el primer sellador endodóntico, en el mundo se desarrollaron diferentes biomateriales a partir de esta fórmula original. Se comercializan una gran variedad de selladores endodónticos que pueden agruparse según su composición química entre ella podemos encontrar a los selladores a base de óxido de zinc, hidróxido de calcio, ionómero de vidrio, resina, biocerámicos. (6,8,9)

En el Perú, recientemente se vienen comercializando selladores endodónticos a base de hidróxido de calcio y resina epoxi ya que el sellador preferido por el Cirujano Dentista era el sellador endodóntico a base de óxido de zinc – eugenol. Por tal motivo, se debe de estudiar la capacidad antibacteriana de estos biomateriales para que, de esta forma, el profesional pueda tener otras opciones de selladores con el único objetivo de disminuir el fracaso del tratamiento de conductos.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Cuál es la capacidad antibacteriana del sellador endodóntico a base de resina epoxi e hidróxido de calcio frente a *Enterococcus Faecalis*?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cuál es la capacidad antibacteriana del sellador endodóntico a base de resina epoxi e hidróxido de calcio frente a Enterococcus Faecalis a las 2 horas de evaluación?
- ¿Cuál es la capacidad antibacteriana del sellador endodóntico a base de resina epoxi e hidróxido de calcio frente a Enterococcus Faecalis a las 24 horas de evaluación?
- ¿Cuál es la capacidad antibacteriana del sellador endodóntico a base de resina epoxi e hidróxido de calcio frente a Enterococcus Faecalis a las 48 horas de evaluación?
- ¿Cuál es la capacidad antibacteriana del sellador endodóntico a base de resina epoxi e hidróxido de calcio frente a Enterococcus Faecalis a las 72 horas de evaluación?
- ¿Qué diferencia existe en la capacidad antibacteriana del sellador endodóntico a base de resina epoxi y los controles (positivo y negativo) frente a Enterococcus Faecalis a las 2, 24, 48 y 72 horas de evaluación?
- ¿Qué diferencia existe en la capacidad antibacteriana del sellador endodóntico a base de hidróxido de calcio y los controles (positivo y negativo) frente a Enterococcus Faecalis a las 2, 24, 48 y 72 horas de evaluación?
- ¿Qué diferencia existe en la capacidad antibacteriana del sellador endodóntico a base de resina epoxi e hidróxido de calcio frente a Enterococcus Faecalis a las 2, 24, 48 y 72 horas de evaluación?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo general

Determinar en un estudio in vitro la capacidad antibacteriana del sellador endodóntico a base de resina epoxi e hidróxido de calcio frente a *Enterococcus Faecalis*.

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar en un estudio in vitro la capacidad antibacteriana del sellador endodóntico a base de resina epoxi e hidróxido de calcio frente a *Enterococcus Faecalis* a las 2 horas de evaluación.
- Determinar en un estudio in vitro la capacidad antibacteriana del sellador endodóntico a base de resina epoxi e hidróxido de calcio frente a *Enterococcus Faecalis* a las 24 horas de evaluación.
- Determinar en un estudio in vitro la capacidad antibacteriana del sellador endodóntico a base de resina epoxi e hidróxido de calcio frente a *Enterococcus Faecalis* a las 48 horas de evaluación.
- Determinar en un estudio in vitro la capacidad antibacteriana del sellador endodóntico a base de resina epoxi e hidróxido de calcio frente a *Enterococcus Faecalis* a las 72 horas de evaluación.
- Comparar la capacidad antibacteriana del sellador endodóntico a base de resina epoxi y los controles (positivo y negativo) frente a *Enterococcus Faecalis* a las 2, 24, 48 y 72 horas de evaluación.
- Comparar la capacidad antibacteriana del sellador endodóntico a base de hidróxido de calcio y los controles (positivo y negativo) frente a *Enterococcus Faecalis* a las 2, 24, 48 y 72 horas de evaluación.
- Comparar la capacidad antibacteriana del sellador endodóntico a base de resina epoxi e hidróxido de calcio frente a *Enterococcus Faecalis* a las 2, 24, 48 y 72 horas de evaluación.

1.4. Justificación de la investigación

1.4.1. Teórica

Una etapa muy importante en el tratamiento de conductos es la obturación tridimensional de los conductos radiculares. Estos materiales deben de presentar excelentes propiedades físicas, químicas y antibacterianas, ya que ayudaran en el proceso de inhibir el crecimiento y replicación de las bacterias residuales que puedan haberse quedado en los túbulos dentinarios próximos a los conductos radiculares. Se conoce que actualmente se utiliza de forma masiva los selladores a base de óxido de zinc, sin embargo, existen otros materiales utilizados para este fin. Por tal motivo, esta investigación dará a conocer la capacidad antibacteriana de los selladores endodónticos a base de resina epoxi e hidróxido de calcio para posteriormente tener un reporte en la literatura sobre lo mencionado.

1.4.2. Metodológica

Muchas investigaciones nacionales e internacionales utilizan el procedimiento de difusión en disco para poder determinar la capacidad antibacteriana de diferentes materiales, es por ello que para este estudio se utilizará dicho procedimiento para poder realizar la comparación de los resultados.

1.4.3. Práctica

Este estudio ayudará en la práctica clínica del Cirujano Dentista ya que luego de conocer la capacidad antibacteriana de los selladores endodónticos a base de resina epoxi e hidróxido de calcio, podrán tener otras alternativas de

materiales para la fase de obturación tridimensional de los conductos radiculares.

1.5. Limitaciones de la investigación

1.5.1. Temporal

El presente estudio se desarrollará a partir de noviembre del 2021 a julio del 2022.

1.5.2. Espacial

La presente investigación se ejecutará en el laboratorio de Ensayos Microbiológicos.

1.5.3. Recursos

Para el desarrollo de este estudio, los recursos humanos y económicos fueron autofinanciados por el investigador.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Nacionales

Adama, (2021) en su investigación tuvo como objetivo “comparar la capacidad antibacteriana de dos selladores endodónticos a base de resina epoxi (Adseal) e hidróxido de calcio (Sealapex) potenciados con amoxicilina más ácido clavulánico ante cepas de *Enterococcus Faecalis*.” La prueba utilizada para el trabajo microbiológico fue la difusión en disco, para ello el agar Mueller Hinton se colocó en un espesor de 6 mm dentro de las placas Petri y se dejó gelificar para proceder al sembrado del inóculo bacteriano mediante un hisopo estéril sobre la superficie del medio de cultivo, finalmente se realizaron los pocillos separados de forma equidistantes para colocar los selladores endodónticos evaluados y se colocó en un

incubador a una temperatura constante de 37 °C por un periodo de 48 h. La medición de los diámetros formados como zonas de inhibición bacteriana se realizaron a las 2, 24 y 48 horas. Se halló que la amoxicilina más ácido clavulánico potencializó la efectividad antibacteriana de los selladores endodónticos, el Adseal combinado con el antibiótico y el Sealapex sin el antibiótico presentaron mayor eficacia antibacteriana. (1)

Gonzales, (2020) estudió la “capacidad antibacteriana de cementos endodónticos a base de hidróxido de calcio (Sealer 26) y óxido de zinc (Endoseal) ante cepas de *Enterococcus faecalis*”. Para este estudio, la investigadora utilizó el agar Mueller Hinton como medio de cultivo que fueron gelificados en un espesor de 6 mm dentro de placas Petri. El sembrado del inóculo se realizó mediante un hisopo sobre la superficie del medio de cultivo para que seguidamente se proceda a realizar pocillos para poder colocar los cementos endodónticos y ser incubados a una temperatura constante de 37°C durante 48 h. La evaluación de las zonas de inhibición bacteriana se midió mediante un calibrador digital a las 2, 24 y 48 horas. Se encontraron diferencias estadísticamente significativas cuando se compararon el cemento a base de hidróxido de calcio y el cemento a base de óxido de zinc ($p < 0.05$), el cemento que evidenció los mayores radios de crecimiento bacteriano fue el cemento a basado en óxido de zinc. En conclusión, los dos cementos endodónticos fueron capaces de inhibir el crecimiento bacteriano del *Enterococcus faecalis*. (2)

Heredia, et al (2017) tuvieron como objetivo “comparar la eficacia antibacteriana de los selladores endodónticos a base de resina epóxica (Topseal), hidróxido de calcio (Sealapex) y óxido de zinc – eugenol (Grossfar) ante *Enterococcus faecalis*”.

Para esta investigación se utilizó al agar Mueller Hinton en un espesor de 6 mm dentro de las placas Petri como medio de cultivo para el inocular el *Enterococcus faecalis* sobre la superficie, seguidamente se realizaron 4 perforaciones separadas en forma proporcional para poder colocar los selladores dentro de cada perforación. La evaluación del halo inhibitorio se realizó después de 24 h de mantener los especímenes a una temperatura de 37 °C. Se hallaron diferencias estadísticamente significativas al comparar los selladores evaluados ($p < 0.05$), el sellador que presentó el máximo halo inhibitorio fue el Grossfar seguida del Topseal y el Sealapex ($p < 0.05$). En conclusión, todos los selladores endodónticos que fueron evaluados evidenciaron eficacia antibacteriana, el sellador a base de óxido de zinc – eugenol presentó la mayor eficacia antibacteriana. (3)

2.1.2. Internacionales

Verma, et al. (2021) evaluaron la “actividad antibacteriana de selladores endodónticos a base de resina epoxi (AH plus), hidróxido de calcio (Sealapex), óxido de zinc eugenol (Endoseal) ante el *Enterococcus faecalis*”. La actividad antibacteriana se determinó por medio de la prueba de difusión agar. El medio de cultivo utilizado fue el agar Mueller Hinton en las placas Petri que fueron inoculados con el *Enterococcus faecalis*, seguidamente se realizaron pocillos en el medio de cultivo para poder ser sustituidos por los selladores endodónticos, las placas Petri se incubaron a 37 °C después de mantenerlos por un periodo de dos horas a temperatura ambiental; la evaluación se realizó a las 2, 24, 48 y 72 horas. Se halló que el sellador Endoseal evidenció las mayores zonas de inhibición bacteriana seguida del Sealapex y del AH plus ($p < 0.05$). Esta investigación concluye en que todos los selladores evaluados, presentaron efectividad para inhibir el crecimiento de las bacterias. (4)

Colombo, et al. (2020) tuvieron como objetivo “comparar las propiedades biológicas y físico – químicas de selladores endodónticos a base de MTA (MTA fillapex,), biocerámicos (Bioroot TM RCS, Totalfill BC), hidróxido de calcio (Sealapex) y resina epoxi (EasySeal, AH plus)”. Para determinar la citotoxicidad se utilizaron odontoblastos gingivales de humano que fueron colocados 100 µl en pocillos que contenían los selladores endodónticos; la evaluación se realizó mediante una prueba de Elisa de la densidad óptica. Para el caso de la actividad antibacteriana se utilizó la prueba de difusión en disco donde se inoculó el *Enterococcus Faecalis* en un agar Mueller Hinton gelificado en placas Petri, finamente se realizaron pocillos distanciados el uno del otro para poder colocar los selladores evaluados. Se encontró como resultados que todos los selladores endodónticos cumplen con la norma ISO 6876, los selladores EasySeal y MTA fillapex presentaron actividad citotóxica severa, el AH plus y el sealapex presentaron actividad citotóxica moderada, los que presentaron citocompatibilidad fueron el BioRoot TM RCS y TotalFill BC. Los selladores que presentaron zonas de inhibición bacteriana estadísticamente significativo fueron el EasySeal y el AH plus. En conclusión, todos los selladores evaluados mostraron propiedades biológicas, físico – químicas aceptables. (5)

Huang, et al. (2019) estudiaron “la actividad antimicrobiana de selladores basados en resina epoxi (AH plus, Realseal), mineral trióxido agregado (Proroot MTA) y gutapercha fría (Guttaflow 2) contra *enterococcus faecalis*, *Candida albicans* y *Escherichia coli*”. La actividad antimicrobiana se comprobó por medio de la prueba de contacto directo y la prueba de difusión en disco. En la prueba de contacto directo se utilizaron cilindros elaborados con los selladores endodónticos y posteriormente

tritурados para ser expuestos a una suspensión de cada microorganismo; la evaluación

se realizó a los 10, 30 y 60 min. Para la prueba de difusión en disco se colocaron 6 mm de espesor del medio de cultivo sobre las placas Petri, seguidamente se sembró el inóculo sobre la superficie y se realizaron pocillos donde se colocaron los materiales; la evaluación se realizó a 1.3 y 7 días. En la prueba de contacto directo se halló que el AH plus presentó mayor efecto antimicrobiano; en la prueba de contacto directo se determinó que el sellador Realseal presentó las mayores zonas de inhibición bacteriana, finalmente, el guttaflow 2 no presentó actividad antimicrobiana en ninguna prueba ($p < 0.05$). en conclusión, todos lo selladores presentaron actividad antimicrobiana a diferencia del guttaflow 2. (6)

Dalmia, et al. (2018) en su investigación tuvieron como objetivo “comparar en un estudio in vitro el efecto antibacteriano de selladores endodónticos basados en resina epoxi (AHplus), óxido de zinc – eugenol (Tubliseal), hidróxido de calcio (Sealapex) y mineral trióxido agregado (MTA fillapex) frente a cepas de *Enterococcus faecalis*”. Para determinar el efecto antibacteriano se prepararon 10 placas Petri con agar Mueller Hinton sembrados con el inóculo de *Enterococcus faecalis*, se procedió a realizar perforaciones equidistantes en el medio de cultivo para colocar los selladores y finalmente para mantenerlos a una temperatura de 37 °C por 72 h. Las zonas de inhibición bacteriana se midieron luego de las 2, 24, 48 y 72 horas. Como resultados se obtuvo que todos los selladores evaluados formaron zonas de inhibición bacteriana ($p < 0.05$), el sellador que presentó mayores zonas de inhibición bacteriana fue el Sealapex y el que presentó la menor zona de inhibición fue el MTA fillapex. En conclusión, todos los selladores presentaron efecto antibacteriano, siendo el Sellador a base de hidróxido de calcio el que presentó

mejor efecto antibacteriano en comparación con los demás selladores endodónticos.
(7)

Hashemina, et al. (2017) realizaron un estudio para “comparar la actividad antibacteriana de selladores endodónticos como el MTA fillapex, Roekoseal, AH 26, Tg sealer y endometasone contra *Enterococcus faecalis*”. Se utilizaron los métodos de difusión en disco y la prueba de contacto directo para poder determinar la actividad antibacteriana de los selladores endodónticos. Para la prueba de difusión en disco, se colocó el medio de cultivo sobre las placas Petri para poder sembrar el inóculo de la bacteria, seguidamente se realizaron pocillos equidistantes para poder colocar los selladores endodónticos; la evaluación se realizó después de 2, 24 y 48 h. Para la prueba de contacto directo se elaboraron discos de los selladores endodónticos, se dejó a 37 °C por 7 días y se pulverizaron para exponerlas a 50 ml de suspensión bacteriana, finalmente el conteo de la formación de colonia se realizó después de 6,15 y 60 min. Se halló que para la prueba de difusión en disco el sellador que presentó mayor inhibición antibacteriana fue el endomethasone y en la prueba de contacto directo el Ah Plus y el endomethasone fueron los materiales que presentaron la mayor inhibición antibacteriana ($p < 0.05$). Esta investigación concluye en que todos los selladores endodónticos evaluados fueron efectivos para inhibir el crecimiento antibacteriano. (8)

Wainstein, et al. (2016) realizaron una investigación para “comparar la actividad antibacteriana del GuttaFlow 2 con partículas de plata, AH plus y Endofill contra cepas de *Enterococcus Faecalis*”. La actividad antibacteriana de los selladores endodónticos se determinó mediante las pruebas de difusión en disco y por medio de la prueba de contacto directo. En el test de contacto directo se prepararon 18 mg de

cada sellador para posteriormente ser cubierto con 400 µl del medio de cultivo y 100 µl de la suspensión bacteriana de *Enterococcus faecalis*; la evaluación se realizó después de 1 y 24 horas. Para la prueba de difusión en disco se prepararon agar Mueller Hinton en placas Petri en un espesor de 6 mm, se sembró el inóculo bacteriano y se realizaron pocillos en el agar para colocar los selladores endodónticos; la evaluación se realizó a las 2, 14 y 48 horas. Se halló que el Endofill y el AH plus mostraron actividad antibacteriana en ambas pruebas. El endofill fue el que presentó mayor actividad antibacteriana en la prueba de contacto directo. El Guttaflow 2 no presentó zonas de inhibición de crecimiento bacteriano ($p < 0.05$). Esta investigación concluye en que el Endofill y el AH plus presentaron buena actividad antibacteriana, la única que no presentó actividad fue el GuttaFlow 2. (9)

Shih, et al. (2014) estudiaron la “actividad antimicrobiana de los selladores endodónticos a base de hidróxido de calcio (Apexit plus), resina epoxi (AH plus), óxido de zinc – eugenol (Canals) contra *Enterococcus faecalis* y *Staphylococcus aureus*”. Se utilizó la prueba de contacto directo y la prueba de difusión en disco para determinar la actividad antimicrobiana. En la prueba de contacto directo se prepararon de acuerdo a las instrucciones del fabricante para poder elaborar cilindros y posteriormente ser triturados para exponerlo a una suspensión microbiana; la evaluación se realizó a los 30, 60, 90 min. Para la prueba de difusión en disco se inocularon los microorganismos de forma individual en los medios de cultivos de las placas Petri y finalmente se colocaron los selladores en las perforaciones del agar; la evaluación se realizó a las 24 y 48 horas. Se halló que el Apexit plus no presentó actividad antimicrobiana ante el *Staphylococcus aureus*; en ambas pruebas se encontró que todos los selladores presentaron actividad

antimicrobiana ante el *Enterococcus faecalis* y el Apexit plus presentó mayor actividad antibacteriana ($p < 0.05$). Esta investigación concluye en que todos los selladores evidenciaron actividad antimicrobiana frente al *Enterococcus faecalis* y el Apexit plus fue el único material que no presentó actividad antimicrobiana ante el *Staphylococcus aureus*. (10)

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Selladores endodónticos

Los selladores endodónticos son materiales utilizados ampliamente en los procedimientos de obturación radicular junto a la gutapercha (núcleo central), las técnicas que frecuentemente se practican son: la técnica de condensación lateral y de cono único. (5,7) Muchas investigaciones han afirmado que el sellador endodóntico cumple muchas funciones e incluso consideran que pueden ser más importantes que la gutapercha, (11,12) entre ellas podemos mencionar: (11)

- Tener la capacidad aglutinante y obturador en las tres dimensiones de los espacios formados entre las gutaperchas.
- Ser biocompatible, tolerable por los tejidos circundantes y presentar una baja citotoxicidad.
- Ser de fácil mezcla y de consistencia homogénea luego de la mezcla.
- Presentar una alta radiopacidad.
- El fraguado debe de realizarse en un periodo prolongado para la mejor manipulación.

- No debe de degradarse fácilmente frente a los fluidos de la cavidad bucal, pero si debe de ser soluble ante los agentes solventes para una desobturación.
- Debe de funcionar como vehículo para poder colocar con facilidad los conos accesorios.
- Debe de presentar una capacidad antibacteriana y antimicrobiana.

Desde que se desarrollaron estos biomateriales en 1936 por Grossman, (5,7) se han desarrollado múltiples biomateriales con diferentes principios activos, entre ellas podemos encontrar a: (19,21,22)

2.2.1.1. Sellador a base de óxido de zinc – eugenol

Uno de los primeros selladores endodónticos que se desarrollaron fue la pasta de Grossman, es por ello, que este material posee una amplia historia. A partir de esta fórmula inicial de los selladores endodónticos, se desarrollaron todos los selladores que hasta la actualidad se conocen. Dentro de las propiedades de este material podemos encontrar a la capacidad de sellado, estabilidad dimensional, capacidad antibacteriana, sin embargo, presentan algunas debilidades como el efecto citotóxico a los tejidos circundantes. Al mezclar el óxido de zinc y el eugenol se origina el eugenolato de zinc que principalmente favorece a la capacidad antibacteriana. Entre los selladores endodónticos más conocidos encontramos al Endoseal, endofill, N2, Endometasone. (1,15,16,17)

2.2.1.2. Sellador a base de hidróxido de calcio

El hidróxido de calcio se ha utilizado por más de un siglo por los Cirujanos Dentistas. Henar en el año 1920, fue el primer investigador que utilizó el hidróxido de calcio como material reparador de la pulpa. Rhoner en 1940 utilizó por primera el hidróxido de calcio como sellador endodóntico, sin embargo, tuvieron que pasar 30 años aproximadamente para hacerse conocido en esta área. Dentro de las ventajas de este tipo de sellador encontramos a la capacidad de estimular a la reparación periapical, actividad antibacteriana debido a su pH alcalino, biocompatibilidad y estabilidad dimensional buena radiopacidad. Sin embargo, presentan algunas desventajas como estimular excesivamente la dentina reparadora, puede disolverse ante los fluidos orales, no estimula excesivamente la dentinogénesis y no se adhiere a la restauración de dentina o resina. Los selladores más conocidos son el Sealapex, Sealer 26, Apexit, Apexit plus, Vitapex. (18,19)

2.2.1.3. Sellador a base de ionómero de vidrio

El ionómero de vidrio se ha utilizado ampliamente en la odontología, inicialmente se desarrollaron como biomateriales que presentan una reacción ácido-base entre un polvo de vidrio de fluoro-alumino-silicato básico y ácido policarboxílico en presencia de agua, desde entonces se han realizado muchas modificaciones de este material. Los selladores endodónticos a base de ionómero de vidrio poseen niveles significativos de fluoruro y presentan una solución acuosa al 50% de ácido poliacrílico. Entre los selladores más conocidos, podemos mencionar al: ketac endo, diaket. (20)

2.2.1.4. Sellador a base de resina epoxi

Los selladores a base de resina epoxi fueron desarrollados desde el año de 1951 por Schmitt. Europa fue el continente donde se desarrollaron los selladores a base de resina epoxi con la finalidad de establecer un sellado estable en la intimidad de los conductos. Estos materiales a base de resina pueden ser de dos tipos: epoxicas o policetonas. (21), la adhesión a la dentina es una de las principales ventajas que presenta este material, sin embargo, presenta algunas desventajas como: ser más radiopacos que el núcleo, la dificultad que presentan al desobturar. (22)

El proceso de polimerización de este material se da debido a la apertura de los anillos de los monómeros y la acción de los grupos reactivos terminales. Entre los selladores de resina epoxi podemos encontrar al AH 26, AH plus, Vioseal. (3,11,22)

2.2.1.5. Sellador a base de biocerámicos

Los biocerámicos son uno de los materiales que recientemente se viene utilizando como material endodóntico. Se utilizan ampliamente en medicina, pero también se han introducido a en odontología para rellenar los defectos óseos, reparación de raíces, material sustituto para las perforaciones. Este material está compuesto básicamente de vidrio bioactivo, alúmina, zirconia, vitrocerámica, hidroxiapatita, fosfatos de calcio reabsorbibles, entre otros. (23,24)

Presenta buenas propiedades como la biocompatibilidad, no presenta efecto tóxico en los tejidos circundantes a la aplicación, son

dimensionalmente estables, entre otros. Existe una amplia clasificación de estos materiales en relación al fraguado, mecanismo de acción y consistencia, pero la clasificación más sencilla es: bioinerte y biodegradable. (25)

2.2.2. Microorganismos hallados en tratamientos endodónticos fallidos

El éxito de todo tratamiento va a depender del tipo de diagnóstico periapical de la pieza dentaria y de un correcto procedimiento de limpieza, desinfección y obturación tridimensional. (8,26) Cabe resaltar que, durante el procedimiento endodóntico se halla cumplido con todos los procedimientos estipulados, sin embargo, el resultado final se traduce en un fracaso del tratamiento, podemos estar frente a un caso de resistencia bacteriana. Se ha considerado que luego de aislar microorganismos que habían colonizado conductos dentales obturados, los microorganismos que con mayor frecuencia fueron aislados son: *Streptococcus anginosus*, *Cándida albicans*, *Staphylococcus aureus*, *Fusobacterium nucleatum* y el *Enterococcus Faecalis*. (27,28) Sin embargo, el *enterococcus faecalis* fue aislado en más del 90 % de los casos de fracasos endodónticos. (7,8,26)

2.2.3. *Enterococcus faecalis*

El *enterococcus faecalis* es el microorganismo más prevalente en infecciones posteriores a un tratamiento endodóntico y su prevalencia oscila entre el 24% al 77%, algunas investigaciones como la de Zhang han encontrado una fuerte

correlación entre infecciones intrarradiculares persistentes con el *Enterococcus faecalis*. (29,30)

El *enterococcus faecalis* es un coco anaerobio grampositivo que se encuentra principalmente en el tracto gastrointestinal, vagina e incluso en la boca de los humanos. El *Enterococcus faecalis* es considerado como un indicador biológico que puede sobrevivir en zonas con

escasez de nutrientes, pH alcalinos. Este microorganismo presenta un alto factor de virulencia, una forma de virulencia es generar una biopelícula en las paredes de los conductos radiculares, penetrar a los túbulos dentinarios adyacentes y de esta forma genera una resistencia ante muchos agentes microbianos, también pueden presentar la capacidad de adherirse a materiales biomédicos, tal es el caso de catéteres, stents, entre otros. Luego que el *Enterococcus faecalis* colonice una zona determinada es muy difícil poder erradicarlo de esa área.(29,30)

2.3. Hipótesis

Hi: El sellador endodóntico a base de resina epoxi presentará mayor capacidad antibacteriana al compararlo con el sellador endodóntico a base de hidróxido de calcio y el control negativo.

Ho: El sellador endodóntico a base de hidróxido de calcio presentará mayor capacidad antibacteriana al compararlo con el sellador endodóntico a base de resina epoxi y el control negativo.

3. METODOLOGÍA

3.1. Método de la investigación

La presente investigación se desarrolló respetando las fases del método científico.

El estudio fue analítico comparativo debido a que luego de obtener los resultados estadísticos, estos fueron analizados de forma minuciosa para encontrar la relación que pueda existir entre las variables de la investigación.

Deductivo porque a partir de las hipótesis para el presente estudio, se llegó a comprobar de forma experimental la aceptación de la hipótesis del investigador y el rechazo de la hipótesis nula. (31)

3.2. Enfoque de la investigación

El enfoque del presente estudio fue cuantitativo ya que los resultados se expresaron mediante gráficos y tablas, además que, se utilizaron pruebas estadísticas para la comparación entre variables. (31,32,33)

3.3. Tipo de investigación

Longitudinal: teniendo en cuenta el tiempo en el que se desarrolló el estudio, el investigador principal realizó el levantamiento de la información de la capacidad antibacteriana de los selladores endodónticos en tres tiempos diferentes, es decir a las 2 horas, 24 horas, 48 horas y 72 horas. (31)

Prospectivo: teniendo en cuenta el tiempo en el que se desarrolló el estudio, la recolección de la información de la capacidad antibacteriana de los selladores endodónticos se realizó de forma futura y secuencial en relación a las horas, es decir 2 horas, 24 horas, 48 horas y 72 horas. (31)

3.4. Diseño de la investigación

Experimental: el investigador principal de la presente investigación mediante un estudio in vitro (laboratorio) manipuló y controló las variables de estudio que fueron mencionadas anteriormente para obtener resultados verídicos, respetando los métodos establecidos para este fin. Así mismo controló que no intervengan las posibles variables que puedan causar un sesgo en la información. (31)

3.5. Población, muestra y muestreo

El tipo de muestreo para la presente investigación fue de forma probabilística, la fórmula de comparación de medias se utilizó para este fin y es la siguiente: (33)

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

Dónde:

n = Sujetos necesarios en cada una de las muestras

Z_{α} = Valor Z correspondiente al riesgo deseado

Z_{β} = Valor Z correspondiente al riesgo deseado

S^2 = Varianza de la variable cuantitativa que tiene el grupo control.

d = Valor mínimo de la diferencia que se desea detectar (dato cuantitativo).

COMPARACIÓN DE DOS MEDIAS	
(Se pretende comparar si las medias son diferentes)	
indique número del tipo de test	
Tipo de test (unilateral o bilateral)	2 BILATERAL
Nivel de confianza o seguridad (1- α)	95%
Poder estadístico	90%
Precisión (d) (Valor mínimo de la diferencia que se desea detectar, datos cuantitativos)	2.00
Varianza (S^2) (De la variable cuantitativa que tiene el grupo control o de referencia)	2.15
TAMAÑO MUESTRAL (n)	11
EL TAMAÑO MUESTRAL AJUSTADO A PÉRDIDAS	
Proporción esperada de pérdidas (R)	20%
MUESTRA AJUSTADA A LAS PÉRDIDAS	14

Luego de aplicar la fórmula de comparación de medias, con un poder estadístico del 95%, un nivel de confianza del 90%, una precisión de 2 y una varianza de 2.15 se obtuvo un tamaño muestral de 11 especímenes, pero con el ajuste a las pérdidas, la muestra se conformó por 14 especímenes por grupo.

Los grupos de estudio se distribuirán de la siguiente manera:

- Grupo 1: Vioseal
- Grupo 2: Sealer 26
- Grupo 3: Gluconato de clorhexidina al 2%
- Grupo 4: Suero fisiológico

3.6. Variables y operacionalización

- Variable dependiente
Capacidad antibacteriana.
- Variable independiente
Biomateriales usados en terapia pulpar.
- Variable interviniente
Tiempo.

Operacionalización de variables

Variable	Definición operacional	Dimensión	Indicador	Escala de medición	Escala valorativa
Capacidad antibacteriana.	Capacidad que presentan los biomateriales utilizados como selladores endodónticos para inhibir el crecimiento bacteriano.	Diámetros formados alrededor del material evaluado.	Zonas inhibitorias bacterianas.	Razón	mm
Biomateriales usados en terapia pulpar.	Materiales no citotóxicos que se utilizan en la obturación tridimensional de conductos radiculares.	<ul style="list-style-type: none"> ● Vioseal. ● Sealer 26. ● Gluconato de clorhexidina al 2%. ● Suero fisiológico. 	A base de resina epoxi e hidróxido de calcio.	Nominal	No
Tiempo.	Espacio del tiempo comprendido en días en que se ejecutará el proyecto.	<ul style="list-style-type: none"> ● T1: 2 horas. ● T2: 24 horas. ● T3: 48 horas. ● T4: 72 horas. 	Etapa expresada en horas.	Ordinal	Horas

3.7. Técnica e instrumentos de recolección de datos

La capacidad antibacteriana de los selladores a base de resina epoxi e hidróxido de calcio se determinaron mediante la prueba de difusión en disco, esta técnica es uno de los procedimientos que se utiliza frecuentemente para determinar la acción que presenta un material frente a un microorganismo, por tal motivo el investigador principal fue capacitado en dicho procedimiento y de esta forma realizar de forma correcta las mediciones de las zonas de inhibición de crecimiento bacteriano.

El procedimiento general se dividió en:

- Conservación y reactivación microbiana

Para esta investigación se utilizó la cepa antibacteriana del *Enterococcus faecalis* ATCC 29212 debido a que este tipo de cepa bacteriana (ATCC) es un microorganismo certificado y de uso muy frecuente en el laboratorio. (9,34,26)

La cepa bacteriana fue obtenida de la empresa microbiológica GenLab del Perú SAC. A partir de dicho momento la cepa bacteriana se mantuvo dentro de un congelador a -20° C con el objetivo de conservar las características del microorganismo. (35)

Para la reactivación de la cepa bacteriana se procedió a descongelar el vial de plástico que es la original presentación de la misma. Posterior a ello, se procedió a trasladar la cepa bacteriana madre a un tubo de ensayo estéril con 2 ml de cloruro de sodio para finalmente incubarlo a 37° C durante 24 h en una incubadora de marca Eurolab para conformar lo que fue el inóculo de *Enterococcus faecalis* a 0.5 de densidad de turbidez en la escala de MacFarland (1 ml de suspensión contuvo aproximadamente $1,5 \times 10^8$ bacterias). (1,3,28,36)

- Preparación del Agar Mueller Hinton

En placas Petri de plástico se colocaron el medio de cultivo Agar Mueller Hinton, para ello se realizó la adquisición de agar en su presentación preparada de marca Quibiolab (Lote: m1221 f.v: noviembre -2023), dicha presentación fue en frascos de 100 ml. Posterior a ello, se procedió a calentar el agar en baño María aproximadamente entre 40 a 50°C hasta llegar a ebullición donde el agar pasa de un estado sólido a líquido, seguidamente se procedió a verter el agar a cada placa Petri en un espesor de 5 mm sin generar burbujas. Todas las placas Petri pasaron por un proceso de gelificación a una temperatura de 4 °C por un periodo de 24 horas. (7,8,36)

- Sembrado bacteriano

Terminado el proceso de gelificación del agar en las placas Petri se procedió al proceso de sembrado de la bacteria sobre la totalidad de la superficie del agar. Mediante un hisopo estéril se procedió a llevar el inóculo bacteriano desde el tubo de ensayo hasta la superficie del medio de cultivo. La técnica de hisopado se realizó frotando suavemente de hisopo en forma longitudinal sobre el agar, este procedimiento se realizó en dos direcciones transversales para garantizar el sembrado correcto del *Enterococcus faecalis*. Finalmente, mediante un sacabocado estéril de 5 mm de diámetro que fue flameado previamente se realizarán 04 pocillos separados entre sí de forma proporcional, los excedentes del agar fueron retirados de forma cuidadosa con un asa estéril. (1,9,28)

- Preparación de los materiales de estudio:

Para el caso del sellador a base de resina epoxi, el Vioseal (Lote: VS21044 f.v: 10-11-2024), debido a su presentación de fábrica, en una jeringa de auto mezcla, se procedió a colocar la punta de auto mezcla y a presionar el émbolo hasta que de forma automática se mezclen las dos componentes del Vioseal, se posicionó la punta dentro del pocillo realizado en el agar y de forma cuidadosa se rellenó dicho pocillo hasta alcanzar la superficie. (1,2)

Para el caso del sellador a base de hidróxido de calcio, el Sealer 26(Lote: 376652N f.v: enero-2024) se procedió a pesar 0.400 g de polvo y gel de resina respectivamente, se colocaron en el block de mezcla y se mezclaron de forma homogénea mediante una espátula de plástico, dicha se colocó dentro de una jeringa de 5 ml con una aguja de 18 mm. Se colocó la punta de la aguja en el interior de cada pocillo realizado en el agar y de forma cuidadosa se rellenó dicho pocillo hasta alcanzar la superficie. (1,2)

Para el caso de los controles, es decir, la clorhexidina al 2 % (Lote: 673521 f.v: agosto - 2023) y suero fisiológico (Lote: 3684H f.v: julio - 2025) debido a que son materiales líquidos, cuidadosamente se cargaron cada contenido dentro de una jeringa con una aguja número 21. La punta de la aguja se colocó dentro de los pocillos realizados en el agar y de forma cuidadosa se dejó caer 5 gotas hasta alcanzar la superficie. (1,2)

- Incubación de las placas Petri

Una vez concluida la colocación del último biomaterial de estudio, se procedió a controlar 2 h en la que se mantuvieron las placas Petri cerradas a temperatura

ambiental. Luego de concluir las 2 horas (periodo de predifusión) se procedió a colocar las placas Petri dentro de la incubadora de marca Eurolab a una temperatura constante de 37° C, (8,37,34) temperatura ideal para la replicación bacteriana. El tiempo de incubación fue de 72 horas. (3,7,38)

- Lectura de la capacidad antibacteriana

La lectura de la capacidad antibacteriana que formaron los selladores endodónticos junto a los controles (positivo y negativo) se realizó por medio de la medición de dos diámetros equidistantes que se formaron alrededor de cada biomaterial y se realizó en los tiempos determinados a continuación: (3,7,38)

- T0: A las 2 horas posteriores a la colocación de los biomateriales sobre los pocillos del medio de cultivo.
- T1: A las 24 horas posteriores a la colocación de los biomateriales sobre los pocillos del medio de cultivo.
- T2: A las 48 horas posteriores a la colocación de los biomateriales sobre los pocillos del medio de cultivo.
- T3: A las 72 horas posteriores a la colocación de los biomateriales sobre los pocillos del medio de cultivo.

Las placas Petri se retiraron de la incubadora únicamente para realizar las lecturas de la capacidad antibacteriana. Se realizó una ficha de recolección de datos para ayudar en el registro de la lectura de la capacidad antibacteriana (Anexo 2).

3.8. Plan de procesamiento y análisis de datos

Luego de hacer el levantamiento de la información, dichos datos fueron almacenados en una hoja de cálculo del programa Excel 2016. Esta base de datos se utilizó para realizar el análisis correspondiente en el programa estadístico SPSS Versión 24. Para el análisis descriptivo se determinarán la media y la desviación estándar de los datos procesados, seguidamente, la normalidad de los datos se comprobó por medio de la prueba de Shapiro Wilk ($p > 0.05$), debido a que los datos presentaron distribución normal, se aplicó la prueba de Anova y post hoc de Tukey con una significancia estadística menor de 0.05 ($p < 0.05$), para determinar las diferencias estadísticamente significativas entre las variables de estudio. (31)

3.9. Aspectos éticos

Se respetaron los criterios de ética determinados por la Universidad privada Norbert Wiener como mantener una correcta conducta científica, así mismo, se tuvo en consideración la declaración de Helsinki. Finalmente, se presentó el documento de la presente investigación a las autoridades correspondientes para las evaluaciones y aprobación.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados

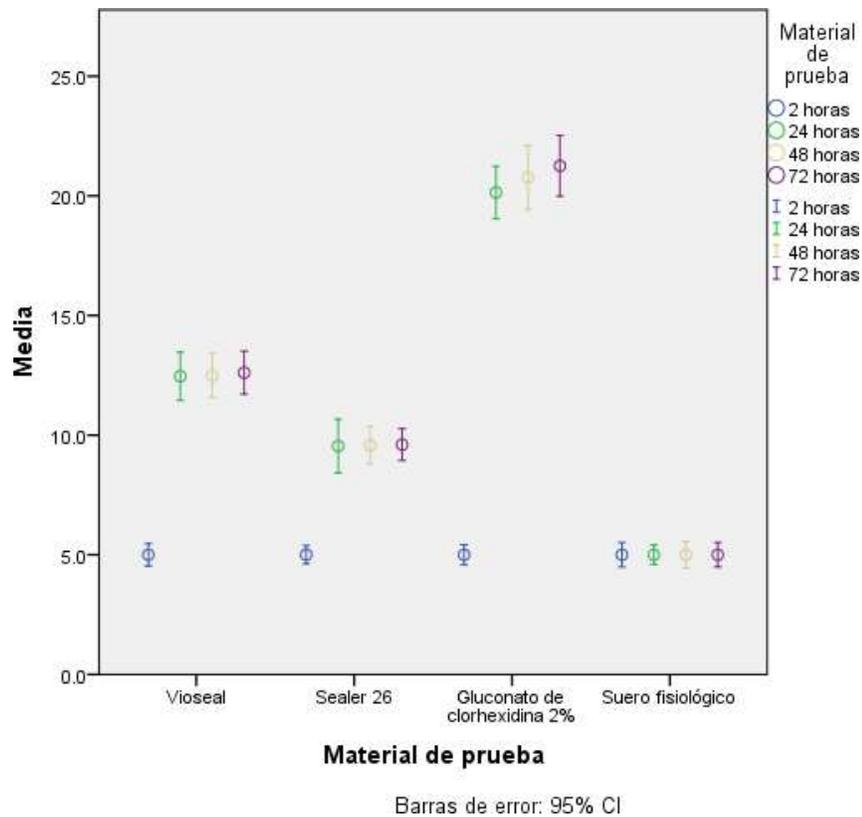
Luego de comprobar la normalidad de los datos con la prueba de Shapiro Wilk, se halló que los datos presentaron distribución normal, por tal motivo se utilizaron la prueba de Anova y post hoc de Tukey para determinar las diferencias estadísticamente significativas de la capacidad antibacteriana de los materiales evaluados. Dichos valores descriptivos y analíticos se expresan en las siguientes tablas.

Tabla 1. Capacidad antibacteriana de los selladores endodónticos a base de resina epoxi, hidróxido de calcio, control positivo y negativo por periodos evaluados.

	2 horas		24 horas		48 horas		72 horas	
	Media	D.E.	Media	D.E.	Media	D.E.	Media	D.E.
Vioseal	5.00	0.31	12.46	1.74	12.49	1.58	12.61	1.56
Sealer 26	5.00	0.16	9.54	1.95	9.58	1.36	9.60	1.15
Gluconato de Clorhexidina al 2%	5.00	0.23	20.14	1.91	20.77	2.32	21.26	2.21
Suero fisiológico	5.00	0.39	5.00	0.21	5.00	0.47	5.00	0.39

En la tabla 1 se puede visualizar que, a las 2 horas de evaluación, el Vioseal, Sealer 26, Gluconato de clorhexidina al 2% y el suero fisiológico no presentaron ninguna variación en las zonas de inhibición de crecimiento bacteriano. El suero fisiológico mantuvo los valores constantes hasta las 72 horas de evaluación. A partir de las 24 horas hasta las 72 horas de evaluación, el Vioseal, Sealer 26 y el Gluconato de clorhexidina al 2% formaron zonas de inhibición bacteriana, estas aumentaron progresivamente.

Gráfico 1. Capacidad antibacteriana de los selladores endodónticos a base de resina epoxi, hidróxido de calcio, control positivo y negativo por periodos evaluados.



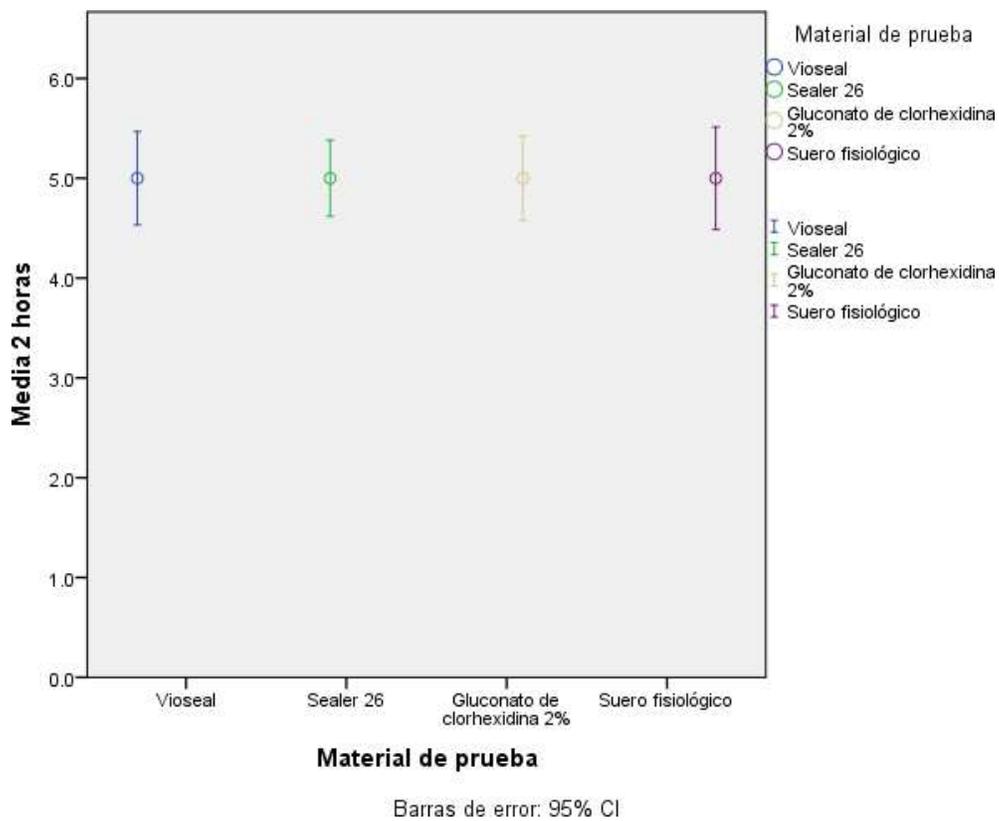
En el gráfico 1 se visualiza que todos los materiales evaluados a las 2 horas no presentaron capacidad antibacteriana. Para las 72 horas de evaluación, el Gluconato de clorhexidina (21.26) presentó la mayor capacidad antibacteriana seguida del Vioseal (12.61) y Sealer 26 (9.60), sin embargo, el suero fisiológico (5.00) no presentó capacidad antibacteriana.

Tabla 2. Capacidad antibacteriana de los selladores endodónticos a base de resina epoxi e hidróxido a las 2 horas de evaluación.

	2 horas	
	Media	D.E.
Vioseal	5.00	0.31
Sealer 26	5.00	0.16
Gluconato de Clorhexidina al 2%	5.00	0.23
Suero fisiológico	5.00	0.39

En la tabla 2 se puede visualizar la capacidad antibacteriana de los materiales evaluados a las 2 horas (periodo de predifusión), donde se evidencia que la capacidad antibacteriana del Vioseal, Sealer 26, Gluconato de clorhexidina al 2% y el suero fisiológico obtuvo un valor medio de 5 mm.

Gráfico 2. Capacidad antibacteriana de los selladores endodónticos a base de resina epoxi e hidróxido de calcio a las 2 horas de evaluación.



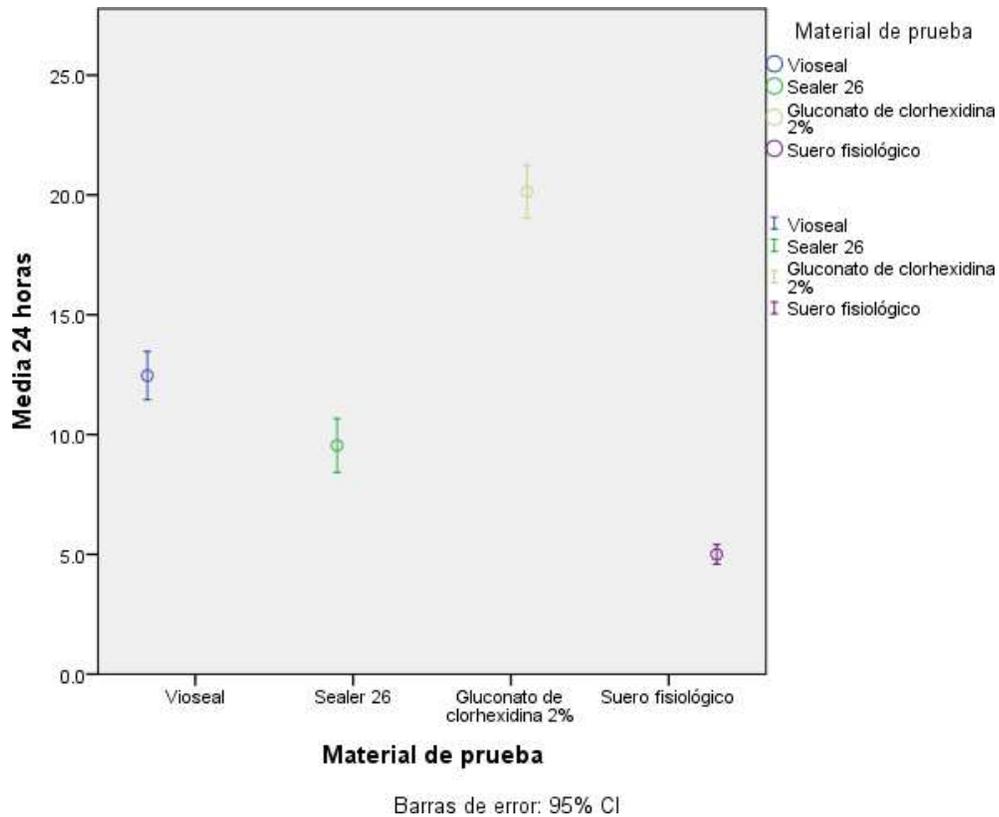
En el gráfico 2 se aprecia el periodo de predifusión a las 2 horas de evaluación, donde el Vioseal, Sealer 26, Gluconato de clorhexidina al 2% y el suero fisiológico presentaron un valor medio de 5 mm de capacidad antibacteriana.

Tabla 3. Capacidad antibacteriana de los selladores endodónticos a base de resina epoxi e hidróxido de calcio a las 24 horas de evaluación.

	24 horas	
	Media	D.E.
Vioseal	12.46	1.74
Sealer 26	9.54	1.95
Gluconato de Clorhexidina al 2%	20.14	1.91
Suero fisiológico	5.00	0.21

En la tabla 3 se puede visualizar la capacidad antibacteriana de los materiales evaluados a las 24 horas, donde se observa que el material que presentó la mayor capacidad antibacteriana fue el Gluconato de clorhexidina al 2% (20.14), el Vioseal presentó una capacidad antibacteriana de 12.46, el Sealer 26 presentó una capacidad antibacteriana de 9.54 y el suero fisiológico no presentó capacidad antibacteriana (5.00)

Gráfico 3. Capacidad antibacteriana de los selladores endodónticos a base de resina epoxi e hidróxido de calcio a las 24 horas de evaluación.



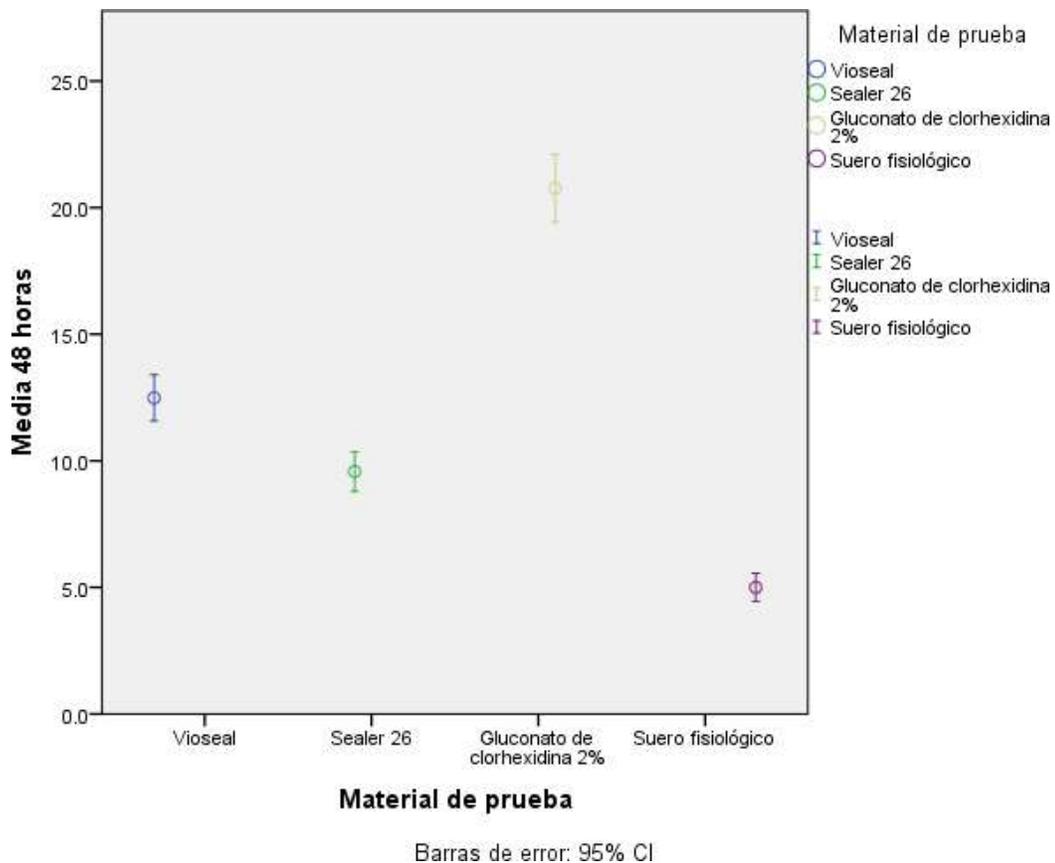
En el gráfico 3 se observa la capacidad antibacteriana de los materiales evaluados a las 24 horas, donde se puede apreciar que el suero fisiológico no presentó capacidad antibacteriana. El gluconato de clorhexidina al 2% evidenció los valores más altos de capacidad antibacteriana, seguido del Vioseal (Sellador a base de resina epoxi) y el Sealer 26 (sellador a base de hidróxido de calcio) respectivamente.

Tabla 4. Capacidad antibacteriana de los selladores endodónticos a base de resina epoxi e hidróxido de calcio a las 48 horas de evaluación.

	48 horas	
	Media	D.E.
Vioseal	12.49	1.58
Sealer 26	9.58	1.36
Gluconato de Clorhexidina al 2%	20.77	2.32
Suero fisiológico	5.00	0.47

En la tabla 4 se puede visualizar la capacidad antibacteriana de los materiales evaluados a las 48 horas, donde se observa que el material que presentó la mayor capacidad antibacteriana fue el Gluconato de clorhexidina al 2%, obteniendo un valor de 20.77, el Vioseal presentó una capacidad antibacteriana de 12.49, el Sealer 26 presentó una capacidad antibacteriana de 9.58 y el suero fisiológico no presentó capacidad antibacteriana (5.00)

Gráfico 4. Capacidad antibacteriana de los selladores endodónticos a base de resina epoxi e hidróxido de calcio a las 48 horas de evaluación.



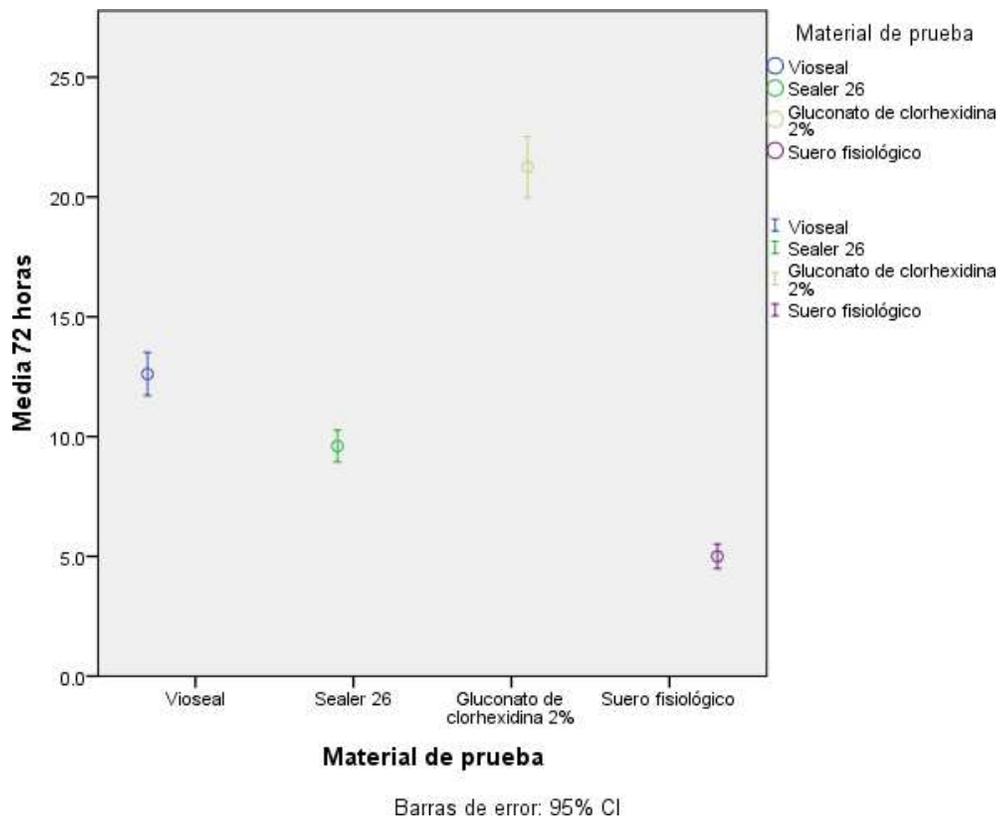
En el gráfico 4 se observa la capacidad antibacteriana de los materiales evaluados a las 48 horas, donde se puede apreciar que el suero fisiológico no formó halos de inhibición bacteriana. El gluconato de clorhexidina al 2% fue el material que presentó los valores más altos de capacidad antibacteriana, seguido del Vioseal (Sellador a base de resina epoxi) y el Sealer 26 (sellador a base de hidróxido de calcio) respectivamente.

Tabla 5. Capacidad antibacteriana de los selladores endodónticos a base de resina epoxi e hidróxido de calcio a las 72 horas de evaluación.

	72 horas	
	Media	D.E.
Vioseal	12.61	1.56
Sealer 26	9.60	1.15
Gluconato de Clorhexidina al 2%	21.26	2.21
Suero fisiológico	5.00	0.39

En la tabla 5 se puede visualizar la capacidad antibacteriana de los materiales evaluados a las 72 horas, donde se observa que el material que presentó la mayor capacidad antibacteriana fue el Gluconato de clorhexidina al 2%, obteniendo un valor de 21.26, el Vioseal presentó una capacidad antibacteriana de 12.61, el Sealer 26 presentó una capacidad antibacteriana de 9.60 y el suero fisiológico no presentó capacidad antibacteriana (5.00)

Gráfico 5. Capacidad antibacteriana de los selladores endodónticos a base de resina epoxi e hidróxido de calcio a las 72 horas de evaluación.



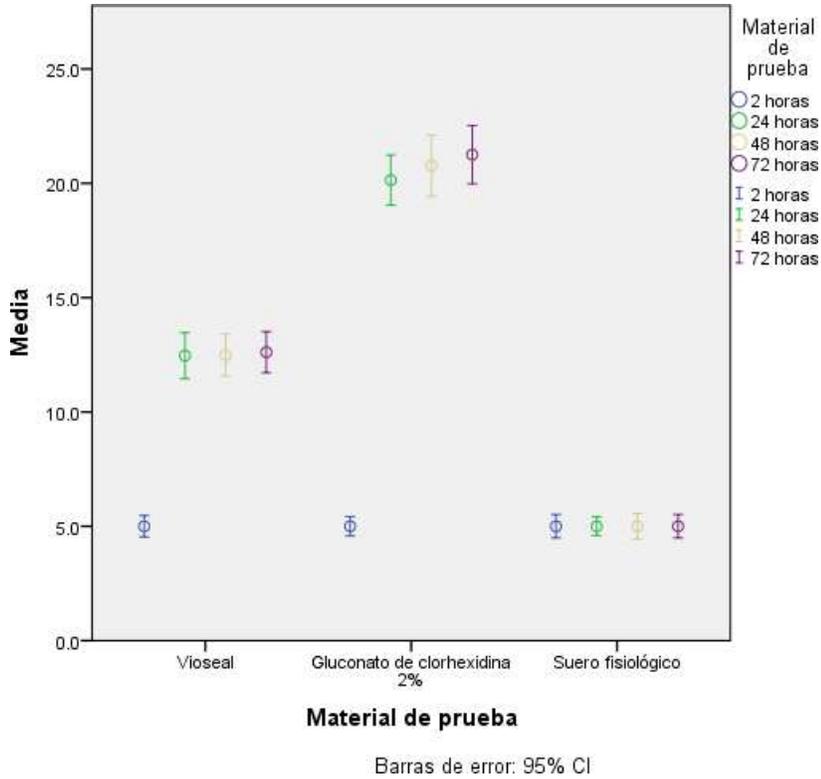
En el gráfico 5 se observa la capacidad antibacteriana de los materiales evaluados a las 72 horas, donde se puede visualizar que el suero fisiológico no formó halos de inhibición bacteriana. El gluconato de clorhexidina al 2% fue el material que presentó los valores más altos de inhibición bacteriana, seguido del Vioseal (Sellador a base de resina epoxi) y el Sealer 26 (sellador a base de hidróxido de calcio) respectivamente.

Tabla 6. Comparación de la capacidad antibacteriana de los selladores endodónticos a base de resina epoxi con los controles en relación a los periodos evaluados.

	2 horas		24 horas		48 horas		72 horas	
	Media	D.E.	Media	D.E.	Media	D.E.	Media	D.E.
Vioseal	5.00 ^A	0.31	12.46 ^A	1.74	12.49 ^A	1.58	12.61 ^A	1.56
Gluconato de Clorhexidina al 2%	5.00 ^A	0.23	20.14 ^B	1.91	20.77 ^B	2.32	21.26 ^B	2.21
Suero fisiológico	5.00 ^A	0.39	5.00 ^C	0.21	5.00 ^C	0.47	5.00 ^C	0.39

En la tabla 6 se puede visualizar la capacidad antibacteriana del sellador endodóntico basado en resina epoxi y los controles evaluados a las 2, 24, 48 y 72. Se puede observar que a las 2 horas no hubo diferencias estadísticamente significativas. A las 24, 48 y 72 horas de evaluación hubo diferencias estadísticamente significativas cuando se comparó el Vioseal con los controles ($p < 0.05$). El material que presentó la mayor capacidad antibacteriana fue el Gluconato de clorhexidina al 2% ($p < 0.05$).

Gráfico 6. Comparación de la capacidad antibacteriana de los selladores endodónticos a base de resina epoxi con los controles en relación a los periodos evaluados.



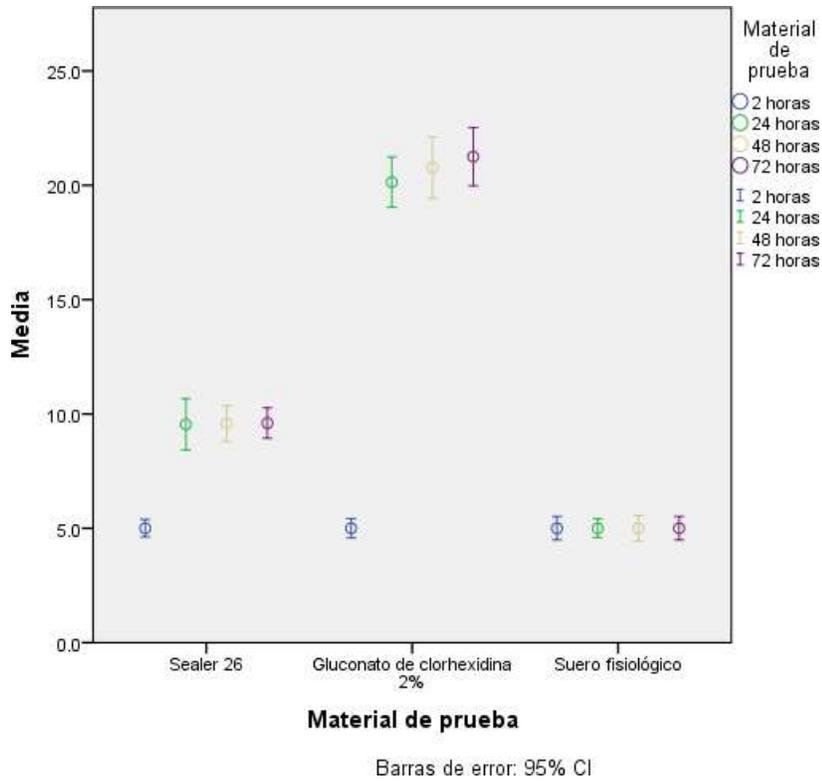
En el gráfico 6 se observa la capacidad antibacteriana del sellador endodóntico a base de resina epóxica (Vioseal) y los controles evaluados a las 2, 24, 48 y 72 horas. Donde se puede observar que el suero fisiológico no presentó capacidad antibacteriana desde las 2 a las 72 horas de evaluación. El Vioseal y el gluconato de clorhexidina al 2% presentaron actividad antibacteriana desde las 24 hasta las 72 horas. Al concluir la investigación el gluconato de clorhexidina al 2% presentó la mayor actividad antibacteriana seguida del Vioseal.

Tabla 7. Comparación de la capacidad antibacteriana de los selladores endodónticos a base de hidróxido de calcio con los controles en relación a los periodos evaluados.

	2 horas		24 horas		48 horas		72 horas	
	Media	D.E.	Media	D.E.	Media	D.E.	Media	D.E.
Sealer 26	5.00 ^A	0.16	9.54 ^A	1.95	9.58 ^A	1.36	9.60 ^A	1.15
Gluconato de Clorhexidina al 2%	5.00 ^A	0.23	20.14 ^B	1.91	20.77 ^B	2.32	21.26 ^B	2.21
Suero fisiológico	5.00 ^A	0.39	5.00 ^C	0.21	5.00 ^C	0.47	5.00 ^C	0.39

En la tabla 7 se puede visualizar la comparación de la capacidad antibacteriana del sellador a base de hidróxido de calcio, el control positivo y negativo a las 2, 24, 48 y 72 horas de evaluación. Se puede observar que a las 2 horas no hubo diferencias estadísticamente significativas. A las 24, 48 y 72 horas de evaluación hubo diferencias estadísticamente significativas cuando se comparó el Sealer 26 con los controles ($p < 0.05$). El gluconato de clorhexidina presentó la mayor capacidad antibacteriana ($p < 0.05$).

Gráfico 7. Comparación de la capacidad antibacteriana de los selladores endodónticos a base de hidróxido de calcio con los controles en relación a los periodos evaluados.



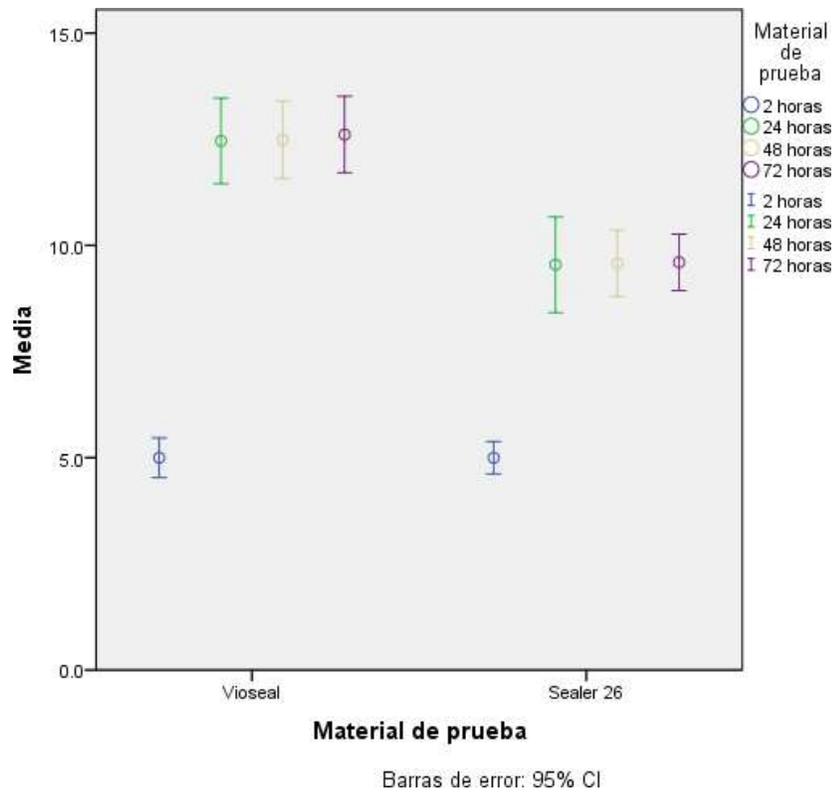
En el gráfico 7 se observa la capacidad antibacteriana del sellador endodóntico a base de hidróxido de calcio (Sealer 26) y los controles evaluados a las 2, 24, 48 y 72 horas. Se visualiza que el suero fisiológico no presentó capacidad antibacteriana desde las 2 a las 72 horas de evaluación. El Sealer 26 y el gluconato de clorhexidina al 2% presentaron actividad antibacteriana desde las 24 hasta las 72 horas. Al concluir la investigación el gluconato de clorhexidina al 2% presentó la mayor actividad antibacteriana seguida del Sealer 26.

Tabla 8. Comparación de la capacidad antibacteriana de los selladores endodónticos a base de resina epoxi con el sellador a base de hidróxido de calcio en relación a los periodos evaluados.

	2 horas		24 horas		48 horas		72 horas	
	Media	D.E.	Media	D.E.	Media	D.E.	Media	D.E.
Vioseal	5.00 ^A	0.31	12.46 ^A	1.74	12.49 ^A	1.58	12.61 ^A	1.56
Sealer 26	5.00 ^A	0.16	9.54 ^B	1.95	9.58 ^B	1.36	9.60 ^B	1.15

En la tabla 8 se puede visualizar la comparación de la capacidad antibacteriana del sellador a base de resina epoxi, hidróxido de calcio, control positivo y negativo a las 2, 24, 48 y 72 horas de evaluación. Se puede observar que a las 2 horas no hubo diferencias estadísticamente significativas. A las 24, 48 y 72 horas de evaluación hubo diferencias estadísticamente significativas cuando se comparó el Vioseal y el Sealer 26 ($p < 0.05$). El Vioseal (sellador a base de resina epoxi) gluconato de clorhexidina presentó la mayor capacidad antibacteriana ($p < 0.05$).

Gráfico 8. Comparación de la capacidad antibacteriana de los selladores endodónticos a base de resina epoxi con el sellador a base de hidróxido de calcio en relación a los periodos evaluados.



En el gráfico 8 se observa la capacidad antibacteriana del sellador endodóntico a base resina epoxi (Vioseal) y el sellador endodóntico a base de hidróxido de calcio (Sealer 26) y los controles evaluados a las 2, 24, 48 y 72 horas. Se visualiza que los selladores endodónticos presentaron actividad antibacteriana desde las 24 hasta las 72 horas. Al concluir la investigación el sellador endodóntico a base de resina epoxi presentó la mayor actividad antibacteriana.

4.2. Discusión

La capacidad antibacteriana de los selladores endodónticos es importante para un tratamiento de conductos debido a que aumenta la probabilidad de éxito del tratamiento ya que se podrá neutralizar e impedir la replicación y la recolonización bacteriana en los conductos radiculares, (3,4) es por ello que, esta investigación tuvo como objetivo general determinar mediante un estudio in vitro la capacidad antibacteriana del sellador endodóntico a base de resina epoxi e hidróxido de calcio frente a *Enterococcus Faecalis*.

Para esta investigación se optó por trabajar con el *Enterococcus faecalis* debido a que esta bacteria fue aislada en más del 90% de tratamientos endodónticos y retratamientos que no tuvieron éxito. (7,8,26) Omid et al. en el 2018 manifiestan que este microorganismo presenta una alta capacidad para tolerar condiciones ambientales inadecuadas, tolera ambientes alcalinos y crea resistencia a los medicamentos intracanales. (3) Alghamdi et al. en el 2020 hacen referencia que el *Enterococcus faecalis* puede sobrevivir en niveles bajos de oxígeno, en inanición, además, puede formar una biopelícula en las paredes de los conductos y provocar una monoinfección sin el apoyo de otras bacterias. (36)

En el periodo de predifusión que hace referencia a las 2 horas de evaluación, es un periodo donde permite a los selladores endodónticos fraguar o polimerizar y de esta forma minimizar al máximo el efecto de las variaciones de los selladores dentro de los pocillos del agar Mueller Hinton. (5,43) En esta investigación no hubo variación de la capacidad antibacteriana en este periodo, es decir, no hubo diferencias estadísticamente significativas al comparar los materiales evaluados, lo hallado es similar a la investigación de Brezhnev et al. en el 2019 (5) que al comparar diferentes selladores a base de resina epoxi encontraron que a las 2 horas de evaluación los materiales no formaron halos de inhibición bacteriana. También presenta similitud con la investigación de Gjorgievska et

al. en el 2013 (43) que luego de comparar el efecto antibacteriano RoekoSeal, Endomethasone, N2, Apexit Plus y AH plus encontraron que los valores del efecto antibacteriano no tuvieron variación alguna.

En esta investigación, la actividad antibacteriana de los selladores endodónticos se evidenció a partir de las 24 horas de evaluación. Esta información concuerda con la investigación de Dalmia et al. en el 2018 (6) que al comparar el efecto antibacteriano del sellador a base de resina epoxi, MTA, Hidróxido de calcio y óxido de zinc encontraron que los selladores evaluados evidenciaron efecto antibacteriano a partir de las 24 horas hasta las 72 horas de evaluación. Adama en el 2021 (11) al comparar la capacidad antibacteriana de selladores basados en resina epoxi e hidróxido de calcio potencializados con amoxicilina con ácido clavulánico halló que los selladores endodónticos iniciaron su capacidad antibacteriana a las 24 horas hasta las 48 horas que duró su investigación. Gonzales en el 2020 (12) investigó la efectividad antimicrobiana de los cementos endodónticos basados en hidróxido de calcio y óxido de zinc encontró que la capacidad antibacteriana inició a partir de las 24 hasta las 48 horas que duró su investigación. Heredia en el 2017 (13) al comparar la eficacia antibacteriana de los selladores endodónticos a base de resina epóxica, hidróxido de calcio y óxido de zinc, encontró que a las 24 horas inició la formación de halos de inhibición de crecimiento bacteriano.

La capacidad antibacteriana de los selladores endodónticos fue incrementándose progresivamente hasta las 72 horas que duró esta investigación, hecho que concuerda con la investigación de Adama en el 2021 (11), Gonzales en el 2020 (12) y Colombo et al. en el 2020 (15) que concluyen que la capacidad antibacteriana de los selladores evaluados, fueron incrementándose hasta que concluyeron las investigaciones.

En esta investigación también se evidenció que, al concluir el estudio, el sellador endodóntico a base de resina epoxi presentó mayor capacidad antibacteriana que el sellador a base de hidróxido de calcio, esta data es similar a la investigación de Verma et a. en el 2021 (14) que encontró que al comparar la actividad antibacteriana de los selladores endodónticos a base de resina epoxi, hidróxido de calcio y óxido de zinc

eugenol encontró que al concluir su estudio, el sellador a base de óxido de zinc presentó mayor actividad antibacteriana seguida del sellador basado en resina epoxi y finalmente el sellador basado en hidróxido de calcio. Lo hallado también concuerda con la investigación de Heredia en el 2017 (13) que encontró que, al concluir la investigación, el sellador a base de óxido de zinc presentó la mayor eficacia antibacteriana seguida del sellador a base de resina epoxi y finalmente el sellador basado en hidróxido de calcio. Los datos también coinciden con la investigación de Colombo et al en el 2020 (15) que al comparar la capacidad antibacteriana de selladores endodónticos basados en MTA, biocerámicos, hidróxido de calcio (Sealapex) y resina epoxi halló que el sellador a basado en biocerámicos en fue quien presentó la mayor capacidad antibacteriana seguida del sellador basado en resina epoxi, hidróxido de calcio y MTA respectivamente.

Sin embargo, se contrapone a la de Adama en el 2021 (11) que encontró que el sellador a base de hidróxido de calcio presentó mayor capacidad antibacteriana que el sellador basado en resina epóxi, esto podría ser debido a que entre selladores de una misma naturaleza puedan presentar otro tipo de composiciones ya que Adama utilizó el Adseal como sellador de resina epoxi y el Sealapex como sellador de hidróxido de calcio. De igual manera, se contrapone a la investigación de Dalmia et al. en el 2018 (6) que comparó el efecto antibacteriano de selladores endodónticos basados en resina epoxi, óxido de zinc, hidróxido de calcio y MTA donde halló que el sellador basado en hidróxido de calcio presentó la mayor capacidad antibacteriana seguida del, óxido de zinc, resina epoxi y MTA respectivamente.

La capacidad antibacteriana del sellador endodóntico a base de resina epoxi se debe principalmente a que liberan formaldehído como subproducto mediante el proceso de polimerización, además que, puede estar asociado con el diglicidil éter de bisfenol A que ayuda a liberar amina que puede condicionar a la muerte bacteriana. (16,17) También cabe mencionar que el AH plus, un sellador a base de resina epoxi está catalogado como el

Gold estándar dentro de los selladores endodónticos y el Vioseal presenta la misma composición que dicho sellador (2,16,33)

La capacidad antibacteriana del sellador endodóntico basado en hidróxido de calcio se debe principalmente a que dentro de su composición esta presenta dos tipos de iones: hidroxilo y el calcio. Al dividirse estos dos iones, el ion hidroxilo incrementa el pH del medio condicionando un pH alcalino que produce la inhibición de la actividad enzimática bacteriana considerado como proceso de vital importancia para el crecimiento, división y metabolismo del microorganismo. (1,6,37)

Por todo lo mencionado anteriormente en relación a lo encontrado en este estudio, se acepta la hipótesis del investigador en donde menciona que el sellador endodóntico a base de resina epoxi presentó mayor capacidad antibacteriana al compararlo con el sellador endodóntico a base de hidróxido de calcio y el control negativo.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- Los selladores endodónticos a base de resina epóxi e hidróxido de calcio presentaron capacidad antibacteriana a las 24, 48 y 72 horas de evaluación.
- Los selladores endodónticos a base de resina epóxi e hidróxido de calcio y los controles no presentaron capacidad antibacteriana a las 2 horas de evaluación.
- A las 24 horas de evaluación el gluconato de clorhexidina al 2% (20.14) presentó la mayor capacidad antibacteriana seguido del vioseal (12.46) y el sealer 26 (9.54) respectivamente.
- A las 48 horas de evaluación el gluconato de clorhexidina al 2% (20.77) presentó la mayor capacidad antibacteriana seguido del vioseal (12.49) y el sealer 26 (9.58) respectivamente.
- A las 72 horas de evaluación el gluconato de clorhexidina al 2% (21.26) presentó la mayor capacidad antibacteriana seguido del vioseal (12.61) y el sealer 26 (9.60) respectivamente.
- El vioseal presentó mayor capacidad antibacteriana que el suero fisiológico y menor capacidad antibacteriana que el gluconato de clorhexidina al 2% desde las 24 hasta las 72 horas de evaluación.
- El sealer 26 presentó mayor capacidad antibacteriana que el suero fisiológico y menor capacidad antibacteriana que el gluconato de clorhexidina al 2% desde las 24 hasta las 72 horas de evaluación.
- El vioseal presentó mayor capacidad antibacteriana que el sealer 26 desde las 24 hasta las 72 horas de evaluación.

5.2. Recomendaciones

- Utilizar la metodología empleada en esta investigación y a su vez comparar con otros métodos antibacterianos para poder conocer ampliamente la capacidad antibacteriana de los materiales utilizados.
- Incluir la línea de investigación de biomateriales odontológicos en la Universidad para que de esta forma se pueda desarrollar aún más el conocimiento con referente a esta área.
- A la Universidad y a la facultad se les recomienda implementar aún más los laboratorios microbiológicos para poder evaluar con mayor facilidad la capacidad antibacteriana de los materiales.
- A los profesionales Odontólogos se les recomienda indagar más sobre los selladores endodónticos y de esta forma elegir el material correcto para un determinado tratamiento.

6. REFERENCIAS

1. Arora S, Mir S, Gautam A, Batra R, Soni S, Lata K. Evaluation of Antimicrobial Efficacy of Root Canal Sealers against *Enterococcus faecalis*: A Comparative Study. *J Contemp Dent Pract*. 2018 Jun; 19(6): p. 680-683.
2. Jafari F, Samadi Kafil H, Jafari S, Aghazadeh M, Momeni T. Antibacterial Activity of MTA Fillapex and AH 26 Root Canal Sealers at Different Time Intervals. *Iran Endod J*. 2016 Jul; 11(3): p. 192-197.
3. Omidi S, Hoshyari N, Reza A, Ebrahimzadeh M, Ahajan M, Yazdani J, Haddadi A. Comparison of Antibacterial Activity of Three Endodontic Sealers against *Enterococcus faecalis*. *Journal of Research in Medical and Dental Science*. 2018 Feb; 6(1): p. 413-417.
4. Dornelles NB Junior, Collares FM, Genari B, de Souza Balbinot G, Samuel SMW, Arthur RA, Visioli F, Guterres SS, Leitune VCB. Influence of the addition of microsphere load amoxicillin in the physical, chemical and biological properties of an experimental endodontic sealer. 2018 Jan; 68(1): p. 28-33.
5. Brezhnev A, Neelakantan P, Tanaka R, Brezhnev S, Fokas G, Matinlinna JP. Antibacterial Additives in Epoxy Resin-Based Root Canal Sealers: A Focused Review. *Dent J (Basel)*. 2019 Jul; 7(3): p. 72-79.
6. Dalmia S, Gaikwad A, Samuel R, Aher G, Gulve M, Kolhe S. Antimicrobial Efficacy of Different Endodontic Sealers against *Enterococcus faecalis*: An In vitro Study. *J Int Soc Prev Community Dent*. 2018 Apr; 8(2): p. 104-109.
7. Nirupama DN, Nainan MT, Ramaswamy R, Muralidharan S, Usha HH, Sharma R, Gupta S. In Vitro Evaluation of the Antimicrobial Efficacy of Four Endodontic Biomaterials against *Enterococcus faecalis*, *Candida albicans*, and *Staphylococcus aureus*. *Int J Biomater*. 2014 Nov; 1(3): p. 1-5.
8. AlShwaimi E, Bogari D, Ajaj R, Al-Shahrani S, Almas K, Majeed A. In Vitro Antimicrobial Effectiveness of Root Canal Sealers against *Enterococcus faecalis*: A

Systematic Review. *J Endod.* 2016 Nov; 42(11): p. 1588-1597.

9. Hasheminia M, Razavian H, Mosleh H, Shakerian B. In vitro evaluation of the antibacterial activity of five sealers used in root canal therapy. *Dent Res J (Isfahan)*. 2017 Feb; 14(1): p. 62-67.
10. Poggio C, Trovati F, Ceci M, Colombo M, Pietrocola G. Antibacterial activity of different root canal sealers against *Enterococcus faecalis*. *J Clin Exp Dent*. 2017 Jun; 9(6).
11. Adama J. Efectividad antibacteriana de dos selladores endodónticos combinados con y sin amoxicilina más ácido clavulánico frente a a cepas de *Enterococcus Faecalis*. [Tesis]. Huancayo: Universidad Peruana los Andes; 2021.
12. Gonzales H. EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD ANTIBACTERIANA DE DOS CEMENTOS ENDODÓNTICOS A BASE DE HIDRÓXIDO DE CALCIO Y ÓXIDO DE ZINC FRENTE A CEPAS DE *ENTEROCOCCUS FAECALIS*. ESTUDIO IN VITRO. [Tesis]. Lima: Universidad privada Norbert Wiener; 2020.
13. Heredia-Veloz D, Abad-Coronel D, Villavicencio-Caparó E. Eficacia antibacteriana de tres selladores endodónticos frente al *Enterococcus faecalis*. *Rev Estomatol Herediana*. 2017 Jul; 27(3): p. 132-140.
14. Verma P, Gupta Sh. Comparison of antimicrobial activity of three different root canal sealers: An in vitro study. *Journal of Advanced Medical and Dental Sciences Research*. 2021 Jun; 9(6): p. 109-113.
15. Colombo M, Poggio C, Dagna A, Meravini MV, Riva P, Trovati F, Pietrocola G. Biological and physico-chemical properties of new root canal sealers. *J Clin Exp Dent*. 2018 Feb; 10(2): p. 120-126.
16. Huang Y, Li X, Mandal P, Wu Y, Liu L, Gui H, Liu J. The in vitro antimicrobial activities of four endodontic sealers. *BMC Oral Health*. 2019 Jun; 19(1): p. 118-124.
17. Wainstein M, Morgental RD, Waltrick SB, Oliveira SD, Vier-Pelisser FV, Figueiredo JA, Steier L, Tavares CO, Scarparo RK. In vitro antibacterial activity of a silicone-

- based endodontic sealer and two conventional sealers. *Braz Oral Res.* 2016 Sep; 30(1): p. 18-23.
18. Shih YH, Lin DJ, Chang KW, Hsia SM, Ko SY, Lee SY, Hsue SS. Evaluation Physical Characteristics and Comparison Antimicrobial and Anti-Inflammation Potentials of Dental Root Canal Sealers Containing Hinokitiol In Vitro. *PLOS ONE.* 2014 Jul; 9(6): p. 94-99.
 19. Mishra P, Gupta S, Nikhil V, Jaiswal S, Raj S. Root canal sealers: An review. *IP Indian Journal of Conservative and Endodontics.* 2018 Jul; 3(1): p. 69-74.
 20. Bauza G, Correa Y, Saraiva C. Physicochemical properties of endodontic sealers of different bases. *J Applied Oral Sci.* 2012 Feb; 20(4): p. 455-461.
 21. Singh H, Markan S, Kaur M, Gupta G. “Endodontic Sealers”: Current concepts and comparative analysis. *Dent Open J.* 2015 Oct; 2(1): p. 32-37.
 22. Narwal P, Bhanot S, Talwar S, Singh F, Narwal P, Mahajan P. “Endodontic Sealers”: A Review. *IAR J Med Sci.* 2021 Jun; 2(4): p. 23-27.
 23. Gatewood R. Endodontic materials. *Dent Clin North Am.* 2007 Jul; 51(3): p. 695-712.
 24. Stock C, Gulabivala K, Walker R, Goodman J. *Atlas en color y texto de Endodoncia.* 2nd ed. España: Harcourt Brace; 1997.
 25. Macchi R. *Materiales dentales.* 4th ed. Argentina: Editorial Panamericana; 2007.
 26. Ba-Hattab, R. , Al-Jamie, M. , Aldreib, H. , Alessa, L. and Alonazi, M. Calcium Hydroxide in Endodontics: An Overview. *Open Journal of Stomatology.* 2016 Oct; 6(1): p. 274-289.
 27. Rathi CH, Chandak M, Nikhade P. Functions of root canal sealers- a review. *J. Evolution Med Dent Sci.* 2020 Apr; 9(17): p. 1454- 1458.
 28. Mohammadi, Z., & Shalavi, S. Clinical applications of glass ionomers in endodontics: a review. *International Dental Journal.* 2012 Jul; 62(5): p. 244–250.

29. Mohammadi Z, Karim Soltani M, Shalavi S, Yazdizadeh M, Jafarzadeh M. Calcium hydroxide-based root canal sealers: an updated literature review. *Compend Contin Educ Dent*. 2014 May; 35(5): p. 334-339.
30. Vega M. Comparación de la penetración de tres selladores endodónticos en los túbulos dentinarios con microscopia electrónica de barrido. [Tesis]. Lima: Universidad Peruana Cayetano Heredia; 2020.
31. Raghavendra SS, Jadhav GR, Gathani KM, Kotadia P. Bioceramics in endodontics - a review. *J Istanbul Univ Fac Dent*. 2017 Dec; 2(51): p. 128-137.
32. Al-Haddad A, Che Ab Aziz ZA. Bioceramic-Based Root Canal Sealers: A Review. *Int J Biomater*. 2016 May; 1(3): p. 123-127.
33. Fonseca DA, Paula AB, Marto CM, Coelho A, Paulo S, Martinho JP, Carrilho E, Ferreira MM. Biocompatibility of Root Canal Sealers: A Systematic Review of In Vitro and In Vivo Studies. *Materials (Basel)*. 2019 Dec; 12(24): p. 411-413.
34. Kangarlou A, Neshandar R, Matini N, Dianat O. Antibacterial efficacy of AH Plus and AH26 sealers mixed with amoxicillin, triple antibiotic paste and nanosilver. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects*. 2016 Dec; 10(4): p. 220-225.
35. Sharma D, Grover R, Pinnameneni PS, Dey S, Raju PR. Evaluation of efficacy of combinations of five endodontic sealers with five antibiotics against *Enterococcus Faecalis* - An in-vitro study. *J Int Oral Health*. 2014 Apr; 6(2): p. 90-95.
36. Alghamdi F, Shakir M. The Influence of *Enterococcus faecalis* as a Dental Root Canal Pathogen on Endodontic Treatment: A Systematic Review. *Cureus*. 2020 Mar; 13(12): p. 7257-7261.
37. Emad AlShwaimi, Dania Bogari, Reem Ajaj, Saad Al-Shahrani, Khalid Almas, Abdul Majeed. In Vitro Antimicrobial Effectiveness of Root Canal Sealers against *Enterococcus faecalis*: A Systematic Review. *Journal of Endodontics*. 2016 Nov; 42(1): p. 1588-1597.

38. Hernández R, Fernández C, Baptista L. Metodología de la investigación. Sexta edición ed. México ed. México: McGraw-Hill Interamericana editores, S.A; 2014.
39. Artiles L, Otero J, Barrios I. Metodología de la investigación para la ciencia de la salud. Primera Edición ed. La habana: Edmed; 2008.
40. Hernández L. Metodología de la investigación en ciencias de la salud. Tercera Edición ed. México: Ecoe Ediciones; 2013.
41. Chhabra H, Bhardwaj K, Srivastava S, Srivastava A, Agarwal S. In vitro evaluation of the antimicrobial effects of a root canal sealer-antibiotic combination against *Enterococcus faecalis*. *International Journal of Contemporary Microbiology*, Jun 2015; 1(1). 2015 Jun; 1(1): p. 28-32.
42. Mohammadi Z, Giardino L, Palazzi F, Paragliola R, Grandini S, Jafarzadeh H. The Effect of Adding Different Antibiotics on the Resistance against Bacterial Leakage of AH 26 Sealer. *JDMT*. 2017 Dec; 6(4): p. 170-175.
43. Gjorgievska E, Apostolska S, Dimkov A, Nicholson JW, Kaftandzieva A. Incorporation of antimicrobial agents can be used to enhance the antibacterial effect of endodontic sealers. *Dent Mater*. 2013 Mar; 29(3): p. 29-34.

Anexos

Anexos 1: Matriz de consistencia

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Metodología
<p>Problema principal</p> <p>¿Cuál será la capacidad antibacteriana del sellador endodóntico a base de resina epoxi e hidróxido de calcio frente a Enterococcus Faecalis?</p> <p>Problemas específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Cuál es la capacidad antibacteriana del sellador endodóntico a base de resina epoxi e hidróxido de calcio frente a Enterococcus Faecalis a las 2 horas de evaluación? • ¿Cuál es la capacidad antibacteriana del sellador endodóntico a base de resina epoxi e hidróxido de calcio frente a Enterococcus Faecalis a las 24 horas de evaluación? • ¿Cuál es la capacidad antibacteriana del sellador endodóntico a base de resina epoxi e hidróxido de calcio frente a Enterococcus Faecalis a las 48 horas de evaluación? 	<p>Objetivo general</p> <p>Determinar en un estudio in vitro la capacidad antibacteriana del sellador endodóntico a base de resina epoxi e hidróxido de calcio frente a Enterococcus Faecalis.</p> <p>Objetivos específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Determinar en un estudio in vitro la capacidad antibacteriana del sellador endodóntico a base de resina epoxi e hidróxido de calcio frente a Enterococcus Faecalis a las 2 horas de evaluación. • Determinar en un estudio in vitro la capacidad antibacteriana del sellador endodóntico a base de resina epoxi e hidróxido de calcio frente a Enterococcus Faecalis a las 24 horas de evaluación. • Determinar en un estudio in vitro la capacidad antibacteriana del sellador endodóntico a base de resina epoxi e hidróxido de calcio frente a 	<p>H₁: El sellador endodóntico a base de resina epoxi presentará mayor capacidad antibacteriana al compararlo con el sellador endodóntico a base de hidróxido de calcio y el control negativo.</p> <p>H₀: El sellador endodóntico a base de hidróxido de calcio presentará mayor capacidad antibacteriana al compararlo con el sellador endodóntico a base de resina epoxi y el control negativo.</p>	<p>Variable Dependiente</p> <p><u>Capacidad antibacteriana:</u> Variable de tipo cuantitativa, medida en escala de razón, los valores serán expresados en milímetros.</p> <p>Variabes independientes</p> <p><u>Biomateriales usados en terapia pulpar:</u> Variable de tipo cualitativa, medida en escala nominal, las categorías son:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vioseal • Sealer 26 • Gluconato de clorhexidina al 2% • Suero fisiológico 	<p>La muestra se determinará luego de aplicar la fórmula de comparación de medias. Posteriormente se prepararán los materiales de acuerdo a las especificaciones estipuladas en los materiales y métodos. Luego de sembrar el inóculo del Enterococcus faecalis sobre la superficie del agar Mueller Hinton gelificados en las placas Petri se procederá a colocar los materiales evaluados en las perforaciones del agar que fueron realizadas de forma equidistante. Los grupos de evaluación se agruparán como se menciona a continuación:</p> <p>Grupo 1: VIOSEAL (Sellador a base de resina</p>

<ul style="list-style-type: none"> ● ¿Cuál es la capacidad antibacteriana del sellador endodóntico a base de resina epoxi e hidróxido de calcio frente a Enterococcus Faecalis a las 72 horas de evaluación? ● ¿Qué diferencia existe en la capacidad antibacteriana del sellador endodóntico a base de resina epoxi y los controles (positivo y negativo) frente a Enterococcus Faecalis a las 2, 24, 48 y 72 horas de evaluación? ● ¿Qué diferencia existe en la capacidad antibacteriana del sellador endodóntico a base de hidróxido de calcio y los controles (positivo y negativo) frente a Enterococcus Faecalis a las 2, 24, 48 y 72 horas de evaluación? ● ¿Qué diferencia existe en la capacidad antibacteriana del sellador endodóntico a base de resina epoxi e hidróxido de calcio frente a Enterococcus Faecalis a las 2, 24, 48 y 72 horas de evaluación? 	<p>Enterococcus Faecalis a las 48 horas de evaluación.</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Determinar en un estudio in vitro la capacidad antibacteriana del sellador endodóntico a base de resina epoxi e hidróxido de calcio frente a Enterococcus Faecalis a las 72 horas de evaluación. ● Comparar la capacidad antibacteriana del sellador endodóntico a base de resina epoxi y los controles (positivo y negativo) frente a Enterococcus Faecalis a las 2, 24, 48 y 72 horas de evaluación. ● Comparar la capacidad antibacteriana del sellador endodóntico a base de hidróxido de calcio y los controles (positivo y negativo) frente a Enterococcus Faecalis a las 2, 24, 48 y 72 horas de evaluación. ● Comparar la capacidad antibacteriana del sellador endodóntico a base de resina epoxi e hidróxido de calcio frente a Enterococcus Faecalis a las 2, 24, 48 y 72 horas de evaluación. 		<p>Variable interviniente</p> <p><u>Tiempo:</u> Variable de tipo cualitativa, medida en escala ordinal, expresado en horas y las categorías son:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● T1: 2 horas. ● T2: 24 horas. ● T3: 48 horas. ● T4: 72 horas. 	<p>epoxi).</p> <p>Grupo 2: Sealer 26 (Sellador a base de hidróxido de calcio).</p> <p>Grupo 3: Gluconato de clorhexidina al 2 % (Control positivo).</p> <p>Grupo 4: Suero fisiológico (Control negativo).</p>
--	---	--	---	---

Símbolo numérico de placa Petri	Símbolo numérico asignado al Sellador endodóntico	Zonas de inhibición bacteriana					
		2 horas		24 horas		48 horas	
		D 1	D 2	D 1	D 2	D 1	D 2

--	--	--	--	--	--	--	--

**Anexo 2:
Ficha**

de recolección de datos

Anexo 3: Fotografías de los materiales y métodos

1. Materiales esterilizados.



2. Inoculación del *Enterococcus faecalis* en el agar Mueller Hinton en las placas Petri.



3. Inoculación mediante la técnica del hisopado



4. Conformación de los pocillos en el agar Mueller Hinton.



5. Pocillos conformados en el agar



6. Retiro del excedente posterior a la perforación



7. Colocación del Vioseal en el primer pocillo de las placas Petri.



8. Placas Petri con el sellador endodóntico a base de resina epóxica.



9. Proceso de obtención de la masa del polvo del Sealer 26



10. Obtención de la masa del polvo del Sealer 26



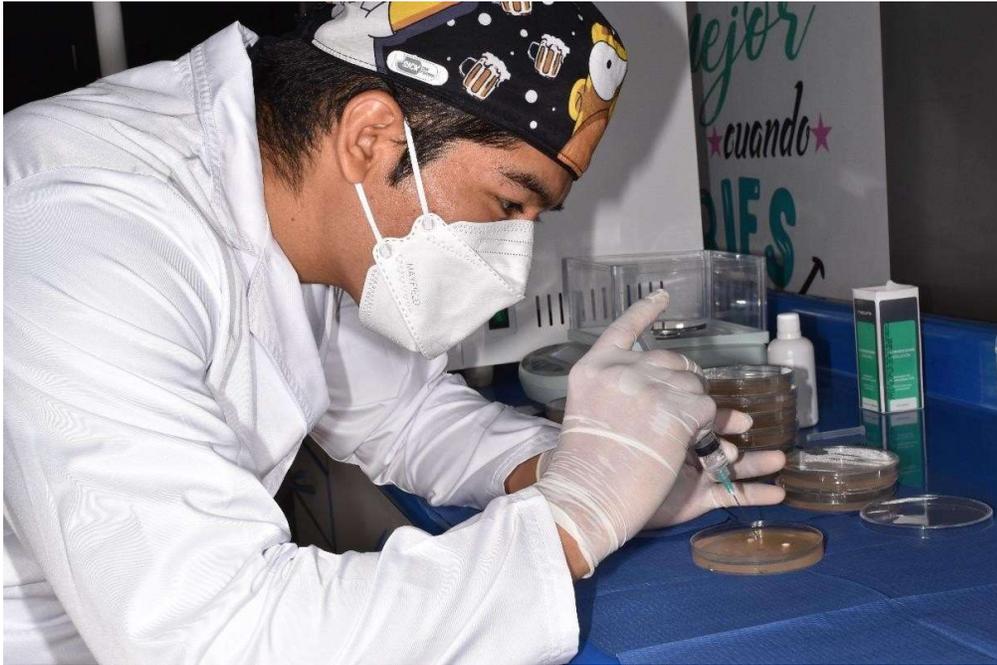
11. Obtención de la masa del gel del Sealer 26



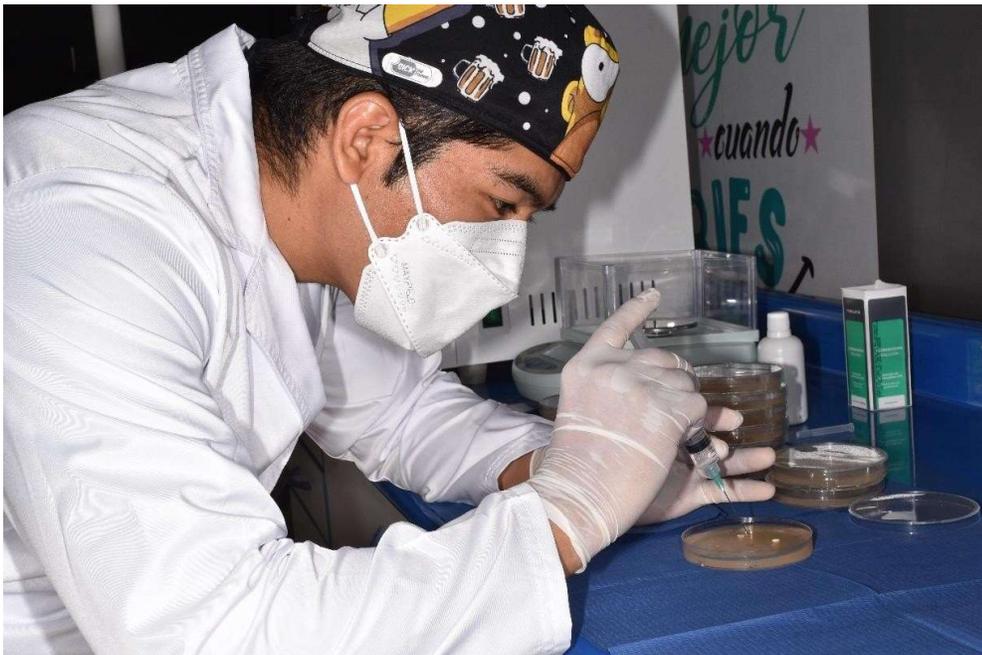
12. Colocación del sellador a base de hidróxido de calcio en el segundo pocillo de las placas Petri.



13. Colocación del gluconato de clorhexidina (Control positivo) en el tercer pocillo de las placas Petri.



14. Colocación del suero fisiológico (Control negativo) en el cuarto pocillo de las placas Petri.



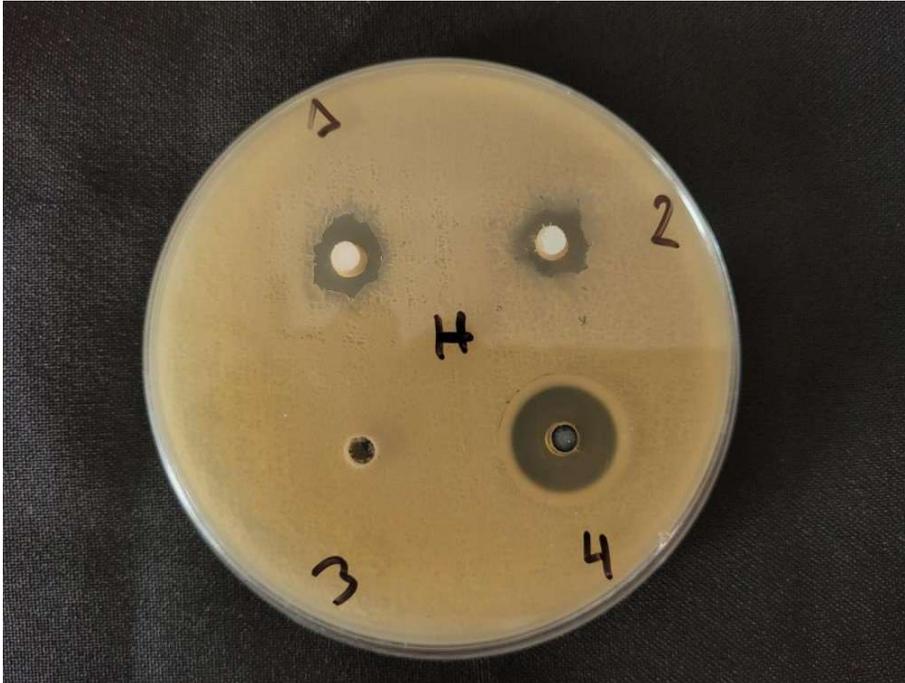
15. Colocación de las placas Petri en la incubadora.



16. Incubación de las placas Petri a 37 °C.



17. Formación de los halos de inhibición de crecimiento bacteriano.



18. Medición y lectura de las placas Petri

