

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA



**FILTRACIÓN, SELLADO Y ADHESIÓN DE CEMENTO AH PLUS  
COMBINADO CON AMOXICILINA Y SIN AMOXICILINA**

Por

VERÓNICA ARELLANO VALDEZ

Como requisito parcial para obtener el Grado de  
**Maestría en Ciencias Odontológicas con Especialidad en Endodoncia**

Agosto, 2025

**Maestría en Ciencias Odontológicas con Especialidad en Endodoncia**

**FILTRACIÓN, SELLADO Y ADHESION DE CEMENTO AH PLUS COMBINADO  
CON ANTIBIOTICO Y SIN ANTIBIOTICO**

**VERÓNICA ARELLANO VALDEZ**

**Comité de Tesis**

---

Presidente

---

Secretario

---

Vocal

**Maestría en Ciencias Odontológicas con Especialidad en Endodoncia**

**FILTRACIÓN, SELLADO Y ADHESIÓN DE CEMENTO AH PLUS  
COMBINADO CON ANTIBIOTICO Y SIN ANTIBIOTICO**



**VERÓNICA ARELLANO VALDEZ  
TESISTA**

Comité de Tesis



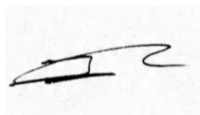
**IDALIA RODRIGUEZ DELGADO  
DIRECTOR DE TESIS**



**MYRIAM ANGELICA DE LA GARZA RAMOS  
CODIRECTOR DE TESIS**



**JORGE JAIME FLORES TREVIÑO  
ASESOR METODOLÓGICO**



**ROSA ISELA SANCHEZ NAJERA  
ASESOR METODOLÓGICO**

## **AGRADECIMIENTOS**

Quiero expresar mi gratitud a la Dra. Idalia Rodríguez y a la Dra. Miriam De la Garza por su guía y apoyo incondicional, a si mismo al Dr. Jorge Jaime Flores y la Dra. Rosa Isela Sánchez Najera por brindarme la oportunidad de crecer académicamente y brindarme las herramientas y el entorno para el desarrollo de esta investigación.

Agradezco a mi familia y amigos por su amor y apoyo incondicional gracias por su paciencia y comprensión, sin su apoyo este logro no habría sido posible.

Agradezco a la Universidad Autónoma de Nuevo León, a la Facultad de Odontología y al Posgrado de Endodoncia por permitirme convertirme en una profesional competitiva.

## TABLA DE CONTENIDO

<b>Sección</b>	<b>Página</b>
LISTA DE TABLAS .....	6
LISTA DE FIGURAS .....	7
RESUMEN .....	9
ABSTRACT .....	11
1. INTRODUCCION .....	13
2. HIPÓTESIS .....	15
3. OBJETIVOS .....	16
3.1 Objetivo general .....	16
3.2 Objetivos específicos .....	16
4. ANTECEDENTES .....	17
4.1 Tratamiento de endodoncia .....	17
4.2 Limpieza y Conformación .....	18
4.3 Obturación .....	19
4.4 Cemento Sellador .....	21
4.5 AH PLUS .....	22
4.6 Microorganismos .....	23
4.7 Microscopia .....	23
4.8 Antibiótico .....	25
4.9 Sellador combinado con Antibiótico .....	26
4.10 Adhesión .....	26
5. MÉTODOS .....	27
5.1 Prueba microbiológica .....	27
5.2 Prueba de filtración con azul de metileno al 1% .....	31
5.3 Caracterización del cemento sellador AH Plus-Amoxicilina por microscopía electrónica de barrido .....	33
5.4 Prueba de Push Out .....	34
5.5 Análisis Estadístico .....	35
6. RESULTADOS .....	35
7. DISCUSIÓN .....	41
8. CONCLUSIÓN .....	44
9. REFERENCIAS .....	45

## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla</b>	<b>Página</b>
Tabla 1. Prueba de normalidad de los datos mediante Shapiro-Wilk .....	36
Tabla 2. Comparación del efecto antimicrobiano contra <i>E. faecalis</i> .....	38
Tabla 3. Comparaciones pareadas de las diferentes profundidades .....	40
Tabla 4. Diferencias entre el porcentaje no filtrado y filtrado .....	41

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura</b>	<b>Página</b>
Fig.1, Suspensión de <i>E. faecalis</i> .....	28
Fig.2, Órgano dentario instrumentado e inoculado con <i>E.faecalis</i> sin obturar .....	29
Fig.3, Órganos dentarios instrumentados e inoculados dentro de la incubadora a 37°C .....	29
Fig.4, Cemento sellador AH Plus y amoxicilina .....	30
Fig.5, Órgano dentario obturado e inoculado con <i>E. faecalis</i> , suspendido en microtúbulo .....	31
Fig.6, Toma de muestra para diluciones seriadas .....	31
Fig. 7, Sembrado directo en placa de agar antibiótico mezclado con AH Plus .....	31
Fig. 8, Placa agar crecimiento <i>E.Faecalis</i> antibiótico mezclado con AH Plus .....	31
Fig. 9, Órgano dentario sumergido en apical en azul de metileno al 1% .....	32
Fig.10, Corte transversal 5mm sin antibiótico con estereomicroscopio 2.8x .....	33
Fig.11, Corte transversal 5mm con antibiótico con estereomicroscopio 2.8x .....	33
Fig.12, Imagen mag.3000x SEM tercio medio de muestra G1 con antibiótico .....	34
Fig.13, Imagen mag.3000x SEM tercio medio de muestra G2 sin antibiótico .....	34
Fig.14, Muestra de corte transversal obturada con cemento Ah Plus (Dentsply) sin antibiótico, sometida a fuerza expansiva a una velocidad de 1mm/min .....	35
Fig.15, Recuento de unidades formadas de colonias (UFC) en los diferentes grupos de estudio (control, sin antibiótico y con antibiótico) .....	36
Fig.16, Diagrama de cajas de los datos de UFC de <i>E. faecalis</i> en los diferentes grupos de estudios (control, sin antibiótico y con antibiótico) .....	37
Fig.17, Tasa de cambio del crecimiento de <i>E. faecalis</i> (Fold Change) calculada respecto al control usando el cemento sellador con y sin antibiótico .....	38
Fig.18, Resistencia del cemento sellador con y sin antibiótico a dos diferentes velocidades (0.5 y 1 mm/min) .....	39
Fig.19, Porcentaje de filtración de la pieza dental a diferentes dimensiones de profundidad entre los grupos de estudios (cementos sellados con y sin antibiótico) .....	40
Fig.20, Fold Change del porcentaje de filtración observado a diferentes profundidades respecto al grupo de referencia o control (sin antibiótico) .....	41

## NOMENCLATURA

EDTA: Ácido etilendiaminotetraacético  
NaOCL: Hipoclorito de Sodio  
UFC: Unidades formadoras de colonias  
SEM: Microscopia Electrónica de Barrido  
HRS: Horas

**TESISTA: VERÓNICA ARELLANO VALDEZ**  
**DIRECTOR DE TESIS: IDALIA RODRIGUEZ DELGADO**  
**CODIRECTOR DE TESIS: MIRYAM ANGELICA DE LA GARZA RAMOS**  
**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**  
**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN**

**FILTRACIÓN, SELLADO Y ADHESIÓN DE CEMENTO AH PLUS  
COMBINADO CON ANTIBIOTICO Y SIN ANTIBIOTICO**

**RESUMEN**

**INTRODUCCIÓN:** El cemento sellador juega un papel importante en la obturación de conductos. AH Plus® (Dentsply) es un sellador endodóntico a base de resina epóxica que presenta baja solubilidad y desintegración, buena radiopacidad, adherencia a la dentina radicular, actividad antimicrobiana y propiedades biológicas adecuadas. Estudios recientes mencionan que la combinación de cemento sellador con algún medicamento puede incrementar su eficacia antimicrobiana contra *Enterococcus faecalis*, siendo el más prevalente en las infecciones endodónticas. **OBJETIVO:** Determinar la filtración bacteriana al mezclar antibiótico con el cemento sellador, así como evaluar si se afecta la adhesión y sellado del cemento a la dentina interradicular. **METODOLOGÍA:** Estudio experimental y comparativo, se incluyó una muestra de 19 órganos dentarios unirradiculares extraídos del humano por causas ajenas al estudio, se realizaron 2 grupos muestra de dientes instrumentados y obturados con cemento sellador AH Plus mezclado con antibiótico y sin antibiótico. Se realizó la prueba microbiológica de UFC, análisis de filtración por medio de azul de metileno para evaluar el sellado, y prueba de Push Up para determinar la resistencia de unión a la dentina. **RESULTADOS:** Para filtración se obtuvo del grupo sin antibiótico con  $154 \pm 139.9$  UFC y del grupo con antibiótico con  $49 \pm 40.6$  UFC; se utilizó la prueba Kruskal-Wallis donde se observó un comportamiento similar al comparar el grupo con antibióticos y sin antibióticos ( $P = 0.589$ ), para Push up se observó que a menor velocidad se obtiene una mayor resistencia cuando se combina con antibiótico el AH Plus, para filtración con azul de metileno el cemento sellador sin antibiótico muestran un menor porcentaje de filtración al escalar en la profundidad del corte transversal, desde 89.7% a

3 mm, 53.2% a 5 mm y 23.5% a 7 mm, mientras que el cemento sellador mezclado con antibiótico se observó una tendencia similar pero menos marcada con una filtración de 91.9% a 3 mm, 80.3% a 5 mm y 55.2% a 7 mm. **CONCLUSIONES:** La combinación de AH Plus más amoxicilina aumenta las propiedades antimicrobianas del cemento sellador, pero existe una alteración de las propiedades de sellado y adhesión. Futuras investigaciones son necesarias para encontrar una concentración ideal que permita aumentar las propiedades antimicrobianas sin afectar el sellado y adhesión.

**TESISTA: VERÓNICA ARELLANO VALDEZ**  
**DIRECTOR DE TESIS: IDALIA RODRIGUEZ DELGADO**  
**CODIRECTOR DE TESIS: MIRYAM ANGELICA DE LA GARZA RAMOS**  
**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**  
**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN**

**FILTRACIÓN, SELLADO Y ADHESIÓN DE CEMENTO AH PLUS  
COMBINADO CON ANTIBIOTICO Y SIN ANTIBIOTICO**

**ABSTRACT**

**INTRODUCTION:** Sealing cement plays an important role in duct filling. AH Plus® (Dentsply) is an epoxy resin-based endodontic sealant that has low solubility and disintegration, good radiopacity, adhesion to root dentin, antimicrobial activity and adequate biological properties. Recent studies mention that the combination of sealing cement with some medicine can increase its antimicrobial effectiveness against *Enterococcus faecalis*, being the most prevalent in endodontic infections. **OBJECTIVE:** Determine the bacterial filtration by mixing the antibiotic with the sealing cement, as well as evaluate whether the adhesion and sealing of the cement to the interradicular dentin is affected. **METHODOLOGY:** Experimental and comparative study, a sample of 19 uniradicular dental organs extracted from humans for causes unrelated to the study was included, 2 sample groups of teeth were carried out instrumented and obturated with AH Plus sealing cement mixed with antibiotic and without antibiotic. The microbiological CFU test, filtration analysis by means of methylene blue to evaluate the seal, and Push Up test to determine the binding strength to the dentin were performed. **RESULTS:** For filtration it was obtained from the antibiotic-free group with  $154 \pm 139.9$  CFU and from the antibiotic group with  $49 \pm 40.6$  CFU; the Kruskal-Wallis test was used where a similar behavior was observed when comparing the group with antibiotics and without antibiotics ( $P = 0.589$ ), for Push up it was observed that at a lower speed greater resistance is obtained when combined with antibiotic the AH Plus, for filtration with methylene blue the antibiotic-free sealing cement shows a lower percentage of filtration when climbing in the depth of the cross-section, from 89.7% to 3 mm, 53.2% to 5 mm and 23.5% to 7 mm, while sealing cement mixed with antibiotic was observed a

similar but less marked trend with a filtration of 91.9% to 3 mm, 80.3% to 5 mm and 55.2% to 7 mm. CONCLUSIONS: The combination of AH Plus plus amoxicillin increases the antimicrobial properties of sealing cement, but there is an alteration of the sealing and adhesion properties. Future research is necessary to find an ideal concentration that allows increasing antimicrobial properties without affecting sealing and adhesion.

## 1.- INTRODUCCIÓN

La terapia endodóntica es la limpieza, desinfección y conformación del sistema de conductos radiculares seguida de una obturación tridimensional (Khandelwal et al., 2022). Un aspecto a tener en cuenta es la complejidad anatómica de los conductos radiculares, los materiales de obturación deben tener propiedades mecánicas especiales que le permitan fluir y sellar las irregularidades del conducto y los túbulos dentinarios; además deben ser estables dimensionalmente, tener baja solubilidad, adecuada radiopacidad, ser bacteriostáticos, biocompatibles y preferiblemente favorecer o no interferir en la cicatrización de los tejidos periapicales (Gasner y Brizuela, 2023).

En la actualidad, la técnica de obturación de conductos radiculares se basa en el uso de conos de gutapercha como material base y un cemento sellador como refuerzo ya que la gutapercha por sí sola no es capaz de producir un sellado tridimensional entre dentina y material obturador. Por lo tanto, el cemento sellador del conducto radicular debe ser capaz de crear una adhesión entre el material base y la dentina del conducto radicular evitando filtraciones (Shahi et al., 2024).

La instrumentación, la irrigación y los medicamentos intraconducto reducen significativamente la cantidad de microorganismos dentro del conducto radicular infectado. Algunos reportes sugieren que el uso de selladores mezclados con antibióticos como amoxicilina tienen un efecto inhibitor significativamente mayor sobre el crecimiento de *E. faecalis* en comparación con selladores sin amoxicilina (De Sarkar et al., 2023; Kangarlou et al., 2016; Baer et al., 2010).

Estudios recientes mencionan que la combinación de cemento sellador con algún medicamento puede incrementar la eficacia antimicrobiana del cemento sellador, en donde se utilizan contra cepas de *E. faecalis*, el cual es el microorganismo más prevalente en las infecciones endodónticas y más difícil de eliminar (Vanascheck et al., 2023). *E. faecalis* se asocia con diferentes formas de enfermedad perirradicular, incluyendo el fracaso del tratamiento endodóntico y las infecciones persistentes.

Aunque la desinfección químico-mecánica logra reducir significativamente la cantidad de microorganismos en un conducto infectado, hay áreas del sistema radicular donde es imposible eliminarlos por completo. Es decir, siempre existe el riesgo de que queden algunos microbios residuales, como *E. faecalis* (Wong et al., 2021). Por eso, aumentar la efectividad de los cementos selladores aunado a la desinfección mecánica toma mucha relevancia con el propósito de incrementar las tasas de éxito terapéutico en endodoncia.

La resistencia de unión a la dentina interradicular de materiales endodónticos es un indicador de fuerza que nos permite conocer el grado con el que el material de obturación está pegado en las paredes dentinarias, esta resistencia previene la fuga coronal y apical del material y apoya al tejido dental contra la fractura radicular durante las maniobras de llenado de la raíz (Mishra et al., 2017; Marques Ferreira et al., 2022).

El presente estudio se enfoca en evaluar la microfiltración de *E. faecalis* utilizando antibiótico mezclado con el cemento sellador AH Plus *in vitro*.

## 2.- HIPÓTESIS

El cemento sellador junto con la gutapercha proporciona una barrera para evitar la supervivencia de los microorganismos ya que aísla las bacterias remanentes en los túbulos dentinarios.

El cemento sellador Ah Plus en combinación con amoxicilina presentara filtración de *E. faecalis*.

### **3.- OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivo general:**

Determinar la filtración de *E. faecalis* utilizando antibiótico mezclado con el cemento sellador.

#### **3.2 Objetivos específicos:**

3.2.1 Evaluar el efecto antimicrobiano de la amoxicilina mezclada con el cemento AH Plus

3.2.2 Analizar el sellado de túbulos dentinarios de cemento mezclado con antibiótico.

3.2.3 Identificar si existe alteración en la fuerza de adhesión al utilizar AH Plus con antibiótico y sin antibiótico.

## 4. ANTECEDENTES

### 4.1 Tratamiento de endodoncia

Para un tratamiento endodóntico exitoso, la preparación quimiomecánica completa, la irrigación, la obturación y la restauración post endodóntica son esenciales para lograr resultados óptimos, eliminando así las bacterias del conducto radicular (Gjorgiesvska et al., 2017).

La finalidad del tratamiento endodóntico es la conservación del diente para que pueda ser reconstruido en su forma y función. Los selladores endodónticos son materiales utilizados en la obturación de los sistemas del conducto para lograr un sellado tridimensional a lo largo del sistema de conductos radiculares, lo cual previene filtraciones, reduce bacterias residuales y contribuye con la resolución de lesiones periapicales (Ree et al., 2014).

Aunque parece que no hay una correlación directa entre la fuerza de unión del sellador y el éxito clínico, es probable que los cementos selladores endodónticos con baja fuerza de unión muestren más defectos entre la superficie de la dentina y el material de sellado debido a la tensión de polimerización (Misgar OH, et al; 2017)

La instrumentación, la irrigación y los medicamentos intraconducto reducen significativamente la cantidad de microorganismos dentro del conducto radicular infectado. Sin embargo, es imposible erradicar por completo todos los microbios del sistema de conductos radiculares ya que las bacterias pueden obstinarse en áreas como los

conductos laterales, los túbulos dentinarios y las ramificaciones apicales (Giuseppe Pizzoa et al., 2006)

Entre de los irrigantes que ayudan a la eliminación del *smear layer* se encuentra el NaOCl y el EDTA, ayudando a la eliminación de restos de tejidos de pulpa, y microorganismos (Teixeira CS et al,2015).

#### 4.2 Limpieza y Conformación

En la actualidad existe una amplia gama de instrumentos, tanto manuales como rotatorios, para la instrumentación del conducto radicular. En la década del siglo pasado, los instrumentos endodónticos se fabricaban de acero inoxidable, para su uso manual. Con la elaboración de instrumentos de níquel – titanio (NiTi) se han simplificado los procedimientos de conformación de conductos, estudios mencionan la capacidad de las limas NiTi para mayor flexibilidad y resistencia a la fatiga (Srivastava S., 2024).

La instrumentación por sí sola no es capaz de tocar todas las paredes del conducto radicular, el proceso de irrigación juega un papel importante en el tratamiento de conductos, la irrigación con jeringa y aguja asociada con el uso de sustancias químicas sigue siendo el método más utilizado, sin embargo, no garantiza una limpieza optima de los conductos radiculares (Gomes BPFA, et al., 2023).

Estudios han reportado que las bacterias no solo se adhieren a las paredes de los conductos radiculares, sino que también están presentes en ramificaciones, conductos laterales y en los túbulos dentinarios donde pueden resistir las medidas destinadas a su eliminación (Bergenholtz, 2016).

La instrumentación, la irrigación y los medicamentos intraconducto reducen significativamente la cantidad de microorganismos dentro del conducto radicular

infectado, pero los microorganismos pueden adherirse en áreas como los conductos laterales, los túbulos dentinarios y los deltas apicales ( Pizzo et al., 2006)

Los materiales de obturación del conducto radicular poseen propiedades antimicrobianas, la adición de antibiótico aumenta la eficacia antibacteriana (Zhang et al., 2009).

#### 4.3 Obturación

Un procedimiento endodóntico idealmente debe ser exitoso a largo plazo y para lograrlo debe cumplir con un protocolo donde no se omita ningún paso del mismo; esto incluye la eliminación del tejido necrótico, la limpieza y conformación adecuada del sistema de conductos radiculares y por último la obturación tridimensional del mismo, la cual debe realizarse con un materiales biocompatibles y no tóxicos con los tejidos adyacentes, que conduzcan a la resolución de las lesiones, que eviten microfiltraciones y que garanticen la mejor adaptación a las paredes dentinales (Kabini et al., 2018).

Una obturación del conducto radicular debe consistir esencialmente en un material básico en forma de uno o más conos y una pasta de obturación del conducto radicular. La función de este último es llenar los vacíos entre la pared de la raíz y el cono manteniendo una buena estabilidad dimensional (Primus CM et al; 2019; Tyagi S. et al, 2013).

La gutapercha ha sido utilizada para la obturación, sin embargo, debido a la pobre adhesividad de la gutapercha, se ha utilizado en conjunto con cementos selladores para lograr este objetivo (Salehrabi R. et al; 2004)

#### 4.4 Cemento Sellador

Un cemento sellador es necesario para cubrir la dentina y para rellenar las irregularidades y discrepancias entre el material de obturación y las paredes del conducto logrando así la obturación.

Los selladores suelen proyectarse a través de los conductos accesorios o laterales y pueden ayudar al control microbiano al expulsar los microorganismos ubicados en las paredes del conducto radicular o en los túbulos dentinarios.

El cemento sellador se define como un material plástico que puede ser base-catalizador o polvo-líquido que se endurece para actuar como material de relleno en conjunto con el material sólido (gutapercha) a lo largo de todo el conducto radicular. Debe poseer características fisicoquímicas biocompatibles en cuanto a dentina y tejidos periradiculares (Ree et al., 2014).

Para lograr un sellado total de un conducto, los clínicos han seguido las afirmaciones de Grossman en 1958 que aún están vigentes, respecto a que el material ideal:

- Debe proporcionar adhesión entre el material y la pared del conducto al fraguar.
- Debe producir un sellado hermético.
- Debe ser radiopaco para poder observarse radiográficamente.
- Debe poseer partículas finas de polvo que se mezclen fácilmente con el líquido.
- No debe contraerse al fraguar.
- No debe pigmentar la estructura dentaria.
- Debe ser bacteriostático, o por lo menos no favorecer la reproducción de bacterias.
- Debe fraguar con lentitud para permitir un tiempo de trabajo adecuado para la

- colocación del material de obturación.
- Debe ser insoluble en fluidos bucales.
- Debe ser bien tolerado por los tejidos periapicales.

Debe ser soluble en un solvente común para retirarlo del conducto radicular si fuese necesario.

Los cementos selladores endodónticos se pueden clasificar según su composición química en cementos selladores a base de óxido de zinc-eugenol, hidróxido de calcio, ionómero de vidrio, cementos resinosos, silicona y biocerámicos (Cerna S., 2021).

#### 4.5 Cementos de resina epóxica

Son sistemas pasta-pasta, la base es una resina que una vez mezclada con el catalizador tiene un fraguado lento y por lo tanto nos da un tiempo de trabajo en clínica mayor. Además, nos permiten una mayor adhesión a la dentina, fácil manipulación y mejoran el sellado. Una importante ventaja de estos selladores es que al no tener eugenol en su composición no afectan a la polimerización de composites y adhesivos.

Los cementos basados en resina - epoxi han sido utilizados con gran éxito clínico debido a sus buenas propiedades mecánicas y compatibilidad con los tejidos. Cumplen con cuatro de las características descritas por Grossman como su adhesión a la estructura dental, largo tiempo de trabajo, fácil manejo y buen sellado (Tyagi et al., 2013).

Son cementos de resina: ThermaSeal Plus, Ribbon sealer, TopSeal, AH Plus, Adseal, Acroseal y MM (Komabayashi et al., 2020).

#### 4.6 AH PLUS

La resina epoxi fue inventada en 1938 por P. Castan, químico suizo de De Trey (Zurich, Suiza), y AH 26 fue desarrollada por la misma compañía durante la década de 1940. En 1993, Spångberg et al., informó que AH 26 libera formaldehído, que recomienda la transición de AH 26 a AH Plus, que no libera formaldehído. Los selladores a base de resinas epoxídicas, como AH 26 y AH Plus, están compuestos de resinas epoxídicas de bajo peso molecular y aminas y se fijan por reacción de adición entre grupos epóxido unidos a epoxi resinas y aminas para formar polímero (Komabayashi et al., 2020).

El cemento sellador de conductos AH Plus® (Dentsply) tiene como base una resina amino-epoxi y proporciona beneficios como propiedades de sellado de larga duración, estabilidad dimensional excepcional, propiedades auto-adhesivas y buena radiopacidad (Milanovic I et al. 2020).

Los cementos selladores a base de resina epoxi son capaces de reaccionar con cualquier grupo amino expuesto en el colágeno para formar enlaces covalentes entre la resina y el colágeno cuando el anillo de epoxi se abre durante la polimerización (Dandakis C. et al, 2005).

Su presentación es pasta – pasta con la siguiente composición:

Pasta A

- Resina epoxi de Bisfenol-A
- Resina epoxi de Bisfenol-F
- Tungstenato de calcio
- Oxido de zirconio
- Sílice

- Óxido de hierro
- Pasta B
- Dibenzil- diamina
  - Aminoadamantino
  - Triciclo-decano-diamina
  - Tungstenato de calcio
  - Oxido de zirconio
  - Sílice
  - Aceite de silicona

Presenta un tiempo de trabajo de 4 horas a 23 °C y un tiempo de fraguado de 24 horas a 37 °C. Su indicación es la obturación de conductos radiculares en dentición permanente en combinación con conos de gutapercha (Guzmán B et al 2010).

#### 4.7 Microorganismos

Costerton (1987), menciona que la biopelícula está formada por células individuales y micro colonias, y a su vez están incorporadas a una matriz de exopolímero altamente hidratado, predominantemente aniónica. Las bacterias pueden formar biopelículas en cualquier superficie que tenga líquido que contenga nutrientes. El proceso de formación de biopelículas se caracteriza por una serie de etapas, que incluyen la unión bacteriana al sustrato, la formación de micro colonias y la maduración de estructuras que contienen espacios descritos como canales de agua.

*E. Faecalis* tiene la capacidad de crecer in vitro formando biopelículas en las paredes del conducto radicular, posee una mayor resistencia a los agentes antimicrobianos

y por ende lo convierte en un patógeno muy resistente a la terapia endodóntica (George S. et al 2005, Distel J. et al 2002, Hubble TS et al. 2003, Abdullah M et al 2005).

*E. faecalis* tiene la capacidad de formar biopelícula, la presencia de biopelícula crea un entorno protector que disminuye la eficacia del sistema inmunológico y los antibióticos del huésped (Ramakrishnan et al., 2022). Las biopelículas maduras liberan micro colonias de células de la comunidad primaria, lo que les permite migrar libremente a nuevas superficies y propagar la infección a otras ubicaciones.

Durante el proceso de formación de biopelícula, se activan numerosos genes, incluidos los que gobiernan la adhesión de la superficie, la agregación, el polimorfismo extracelular y la producción de toxinas, en consecuencia estos productos genéticos mejoran el desarrollo y la colonización de biopelículas, aumentando la adhesión a los tejidos del huésped (Anderson et al., 2015).

La formación de biopelículas de *E. faecalis* implica una interacción entre factores de virulencia secretados, proteínas de superficie, moléculas de detección de quórum y reguladores que rigen la liberación de ADN electrónico. Están involucrados en la adhesión bacteriana, la formación de biopelículas, la resistencia a la muerte y el daño tisular. La gelatinasa (GeIE), un factor de virulencia crucial codificado por el gen geIE, es responsable de la degradación del colágeno y otras proteínas (Yang S., 2024).

Bolhari (2018) identifico en el antisuero de un paciente el antígeno de endocarditis por *E. faecalis* (efaA), que es un factor de virulencia muy potente que se puede encontrar en cepas de *E. faecalis* detectadas en los conductos radiculares de infecciones endodónticas.

*E. faecalis* muestra resistencia al hidróxido de calcio, debido al pH alcalino alto que llega hasta 11.5., esto se puede atribuir a la utilización de una bomba de protones por

*E. faecalis*, dentro de su membrana plasmática, lo que facilita la regulación efectiva del equilibrio citoplasmático y la resistencia contra la alta alcalinidad (Divakar et al., 2020).

#### 4.7 Microscopia

Ya Shen et al., (2013), describen la microscopia electrónica de barrido como un método de estudio utilizado con el fin de conocer y establecer propiedades físicas de un elemento analizado. La visión de alta resolución y profundidad de campo permiten observar la estructura de este y brindan una imagen detallada de la morfología.

La microscopía electrónica de barrido es uno de los instrumentos principales, confiables y que podría describir mejor la imagen de los cementos selladores a la superficie del diente *in vitro* (Khader AM., 2016)

#### 4.8 Antibiótico

Los antibióticos son fármacos naturales, semisintéticos o de síntesis que, ejerciendo su actividad a bajas concentraciones, inhiben el desarrollo o provocan la muerte bacteriana al actuar sobre alguna estructura concreta o un determinado proceso metabólico de las bacterias. No deben producir ningún efecto indeseable en el hospedador, deben tener elevada potencia que les haga útiles a bajas concentraciones, con su administración no presentar resistencias, ser activos en presencia de diversos líquidos orgánicos, persistir a nivel tisular el tiempo necesario para ejercer su acción, preferiblemente bactericida que bacteriostática. (Haapasalo M et al., 2010).

La amoxicilina es un antibiótico betalactámico bactericida de amplio espectro que inhibe la síntesis de la pared celular (Majumdar y Pratt, 2009). La amoxicilina, un fármaco semisintético estable en ácido, pertenece a una clase de antibióticos llamados penicilinas.

En el estudio de Kangarlou (2016) concluyó que la amoxicilina mejora significativamente las propiedades antibacterianas del cemento sellador AH Plus cuando se mezclan.

#### 4.9 Sellador combinado con Antibiótico

La adición de amoxicilina a los selladores endodónticos podría cambiar su capacidad para sellar el sistema de canales. La capacidad de sellado de un sellador endodóntico está determinada por su fuerza de adherencia (Vemisetty et al. 2014).

La penicilina fue incluida en la pasta poliantibiótica pero se suspendió debido al alto potencial de causar resistencia bacteriana en los pacientes y desarrollar sobreinfecciones, por lo que la desinfección necesaria en el tratamiento de conductos convencional no justificaba su uso (Grossman L. 1951).

Anita A. Hoelscher (2006) evaluó los efectos antimicrobianos por separado de la combinación de cemento sellador Kerr con cinco antibióticos: amoxicilina, penicilina, clindamicina, metronidazol y dicloxacilina, el resultado reveló que las combinaciones de cemento sellador mezclado con las muestras que contenían amoxicilina, penicilina, clindamicina y dicloxacilina tuvieron una zona de inhibición significativa a diferencia de utilizar el cemento sellador solo, los resultados del estudio piloto revelaron que todos los grupos de antibióticos mezclados con cemento sellador exhibieron una actividad antimicrobiana con un máximo del 10% de concentración de antibiótico, los aumentos en la concentración de antibiótico al 50% no aumentaron aún más las zonas de inhibición.

#### 4.10 Adhesión

Una buena adherencia se logra por uniones micromecánicas entre las estructuras y por intercambios químicos de moléculas del sellador, de la pared dentinal y de la

gutapercha, denominándose unión en monobloque, que sella como una sola estructura el conducto (BS Arteaga,2022).

Las alteraciones de las propiedades de la superficie y el deterioro de las propiedades mecánicas de la dentina del conducto radicular se han demostrado previamente cuando se utilizan medicamentos de regeneración endodóntica durante periodos a largo plazo (Marending M, 2009; Yassen GH, 2013).

Vemisetty H. (2014) menciona que la adición de 10% en peso de amoxicilina no cambia significativamente la fuerza de unión de empuje de tres selladores endodónticos cuando se comparan a nivel del diente apical, medio y coronal.

## **5. METODOS**

Los órganos dentales fueron almacenados en agua destilada para conservarlos en condiciones óptimas. Con una lima tipo K # 10 se realizó la permeabilización del conducto radicular y una patencia a 1mm del foramen apical. Una vez permeabilizados los conductos radiculares se instrumentaron con una lima tipo K #15, a la longitud de trabajo establecida, después se instrumentaron con limas Protaper Gold a la longitud de trabajo, durante la instrumentación se irrigó con 3ml de hipoclorito de sodio al 5,25% entre cada lima, al finalizar la instrumentación con la lima F3 se utilizó EDTA 19% para posteriormente irrigar con 10 ml de solución fisiológica.

### **5.1 Prueba microbiológica**

Para este estudio se utilizó la técnica de dilución seriada para determinar la cantidad de *E. faecalis*, y la medida de Unidad Formadora de Colonias para cuantificar la cantidad de *E. Faecalis*.

Por medio de una jeringa estéril se inoculó una alícuota 100 µl de una suspensión de *E. faecalis* ( $1 \times 10^8$  UFC/ml) la cual se colocó dentro de los conductos de los dientes instrumentados y esterilizados, posteriormente, fueron colocados dentro de microtubos de 2ml, para posteriormente ser llevados a la incubadora dentro de una gradilla a 37°C.

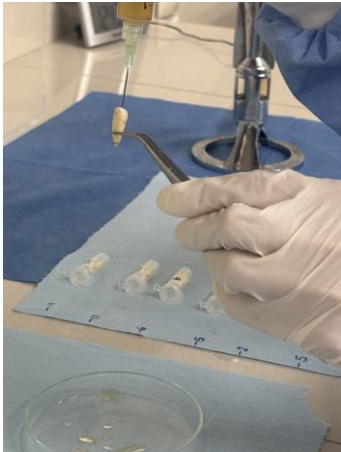


Fig.2, Suspensión de *E. faecalis*, se inoculó una alícuota 10 µl ( $1 \times 10^8$  UFC/ml), laboratorio Microbiología Oral Facultad de Odontología UANL.



*Fig.2, Órgano dentario instrumentado e inoculado con E.faecalis sin obturar.*



*Fig.3, Órganos dentarios instrumentados e inoculados dentro de la incubadora a 37°C*

Pasadas 24 horas de la inoculación se dividió la muestra en dos grupos G1: conductos obturados con cemento AH Plus mezclado con amoxicilina. G2: conductos obturados con cemento AH Plus sin amoxicilina, y un Grupo Control sin obturar con la finalidad de observar el crecimiento bacteriano.

los dientes del G1 se obturaron con conos de gutapercha y puntas accesorias con la técnica de condensación lateral impregnando las puntas de gutapercha con el cemento sellador AH Plus (Dentsply Sirona, Germany) mezclado con amoxicilina al 10% de concentración del antibiótico, el cual se calculó su peso con una báscula de precisión digital y posteriormente se añadió al cemento con las recomendaciones de mezclado 1:1 en base a recomendaciones del fabricante. Posterior se realizó la preparación de G2 AH PLUS (Dentsply Sirona, Germany) en base a recomendaciones del fabricante sin mezclar con amoxicilina y se realizó la obturación con conos de gutapercha y puntas accesorias con la técnica de condensación lateral impregnando las puntas con el cemento sellador.



Fig.4, Cemento sellador AH Plus y amoxicilina

Pasadas 24 hrs de la obturación de los órganos dentarios, se utilizó la técnica del estudio de M. Torabinejad, 1990, en donde se dejó expuesta la corona clínica de los dientes en la cual antes de sumergir la parte apical en el microtubo, fueron inoculados nuevamente en la porción coronal más próxima al acceso endodóntico con una alícuota 100  $\mu$ l de una suspensión de *E. faecalis* ( $1 \times 10^8$  UFC/ml), posteriormente fueron sumergidos solo por la porción apical en el microtubo con 900 $\mu$ l de caldo tripticaseina, la porción coronal se dejó suspendida fuera del tubo colocando clean pack para suspender el diente y reforzando con silicón frio alrededor del microtubo, al finalizar el proceso las muestras fueron colocadas en la incubadora a 37°C durante 24 hrs.

Posterior a las 24 hrs, se tomaron 100 $\mu$ l de cada muestra y se realizaron cinco diluciones seriadas por cada muestra; entre cada muestra se utilizó el vortex para homogenizar las soluciones. De la última dilución se tomó una alícuota de 100 $\mu$ l y se sembró en placas de Petri y se vertió el agar sangre fluido antes de solidificar, con la finalidad de que *E. faecalis* se distribuya uniformemente en todo el medio de cultivo.



*Fig.5, Órgano dentario obturado e inoculado con E. faecalis, suspendido en microtúbulo.*



*Fig.6, Toma de muestra para diluciones seriadas.*



*Fig. 7, Sembrado directo en placa de agar antibiótico mezclado con AH Plus*

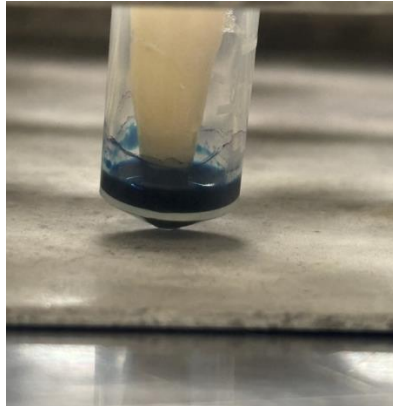


*Fig.8 Placa agar crecimiento E.faecalis muestra antibiótico mezclado con AH Plus*

## 5.2 Prueba de filtración con azul de metileno al 1%

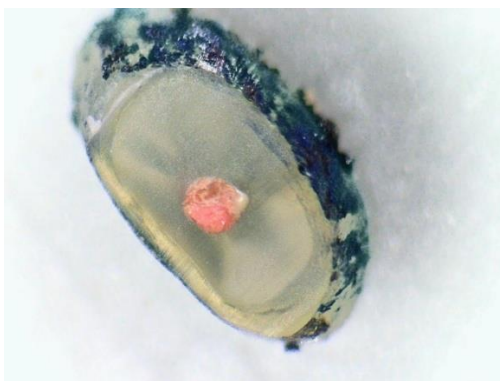
Se retiraron del caldo tripticaseína los dientes del grupo con amoxicilina y los del grupo sin amoxicilina, se colocaron para su secado a temperatura ambiente durante 24 horas y posteriormente se impermeabilizaron las raíces con barniz de uñas a excepción de

3 milímetros apical, se dejaron secar durante 1 hora a temperatura ambiente. Las piezas dentarias, una vez selladas, fueron colocadas en una solución de azul de metileno al 1% durante 72 horas (Legarda et al., 2019) dentro de la incubadora a 37°C.

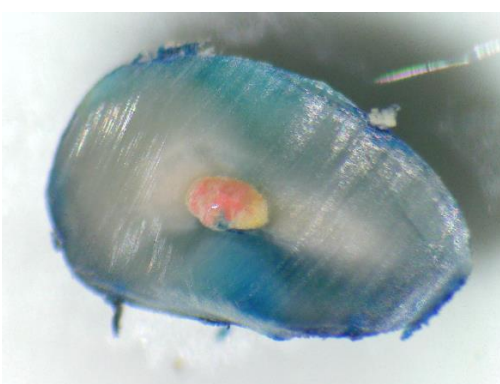


*Fig.9, Órgano dentario sumergido en apical en azul de metileno al 1%*

Posterior a esto las muestras que se sumergieron en apical fueron cortadas transversalmente en tres secciones desde apical hacia coronal con las siguientes mediciones: 3mm, 5mm y 7mm, con un disco de diamante montado en micromotor, y a continuación, cada sección fue observada en el estereomicroscopio ( Zeiss Stemi 305, Posgrado de Endodoncia, UANL), y se procedió a tomar las fotografías, la cantidad de penetración del tinte se medirá por medio de un programa de medidas milimétricas ADOBE ILUSTRADOR con un plugin para medir áreas.



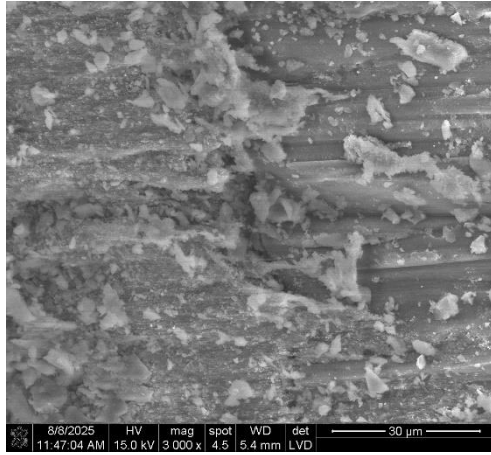
*Fig.10, Corte transversal 5mm sin antibiótico con estereomicroscopio 2.8x*



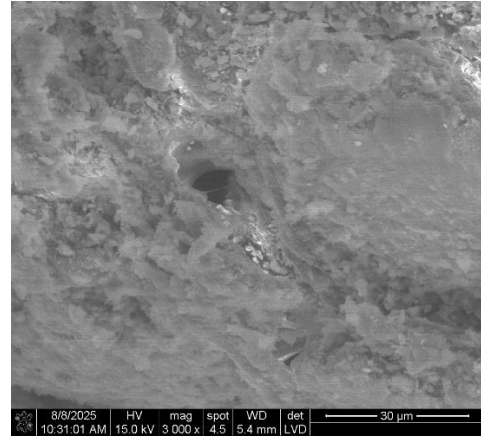
*Fig.11, Corte transversal 5mm con antibiótico con estereomicroscopio 2.8x*

### 5.3 Caracterización del cemento sellador AH Plus-Amoxicilina por microscopía electrónica de barrido.

El cemento sellador AH Plus suplementado con Amoxicilina fue analizado con el objetivo de asegurar la presencia y distribución del antibiótico, para lo que se empleó microscopía electrónica de barrido (NOVA NanoSEM 200, Centro de Innovación, Investigación y Desarrollo en Ingeniería y Tecnología, UANL). La composición elemental química fue determinada por EDAX TSL Advanced Microanalysis Solutions, sobre varios puntos de la muestra de cemento-sellador con amoxicilina y muestras de cemento-sellador sin amoxicilina.



*Fig.12, Imagen mag.3000x SEM tercio medio de muestra G1 con antibiótico.*



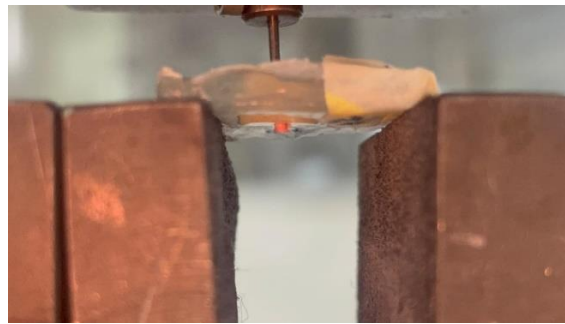
*Fig.13, Imagen mag.3000x SEM tercio medio de muestra G2 sin antibiótico.*

#### 5.4 Prueba de Push Out

Previamente se seleccionaron muestras del grupo 1 con antibiótico y grupo 2 sin antibiótico y se les realizaron cortes transversales con el micromotor y disco de diamante a un espesor de 1mm estandarizado con un vernier digital, los cortes se realizaron en el tercio medio radicular, esto debido a que se busca obtener una mejor adhesión del sellado para evitar el desplazamiento del material de obturación durante la restauración posterior (Alireza Adl, 2024).

Posteriormente los cortes de discos fueron montados en acrílico de fraguado rápido y fueron sometidos cada uno a una carga de resistencia usando la máquina universal United con cámara ambiental CEF-80 de baja carga (CIQA Centro de Investigación en Química Aplicada, Saltillo, Coahuila, México), diseñada para aplicar fuerza precisa y controlar un rango de carga baja, que va desde pocos Newtons hasta varios cientos de Newtons.

Se colocaron los discos con su cara cervical que es de mayor tamaño sobre la base de la máquina que presenta un orificio central para permitir la salida del material obturador (BS Arteaga, 2022), mientras el émbolo de acero inoxidable del equipo aplicó una fuerza expulsiva medible en Newtons sobre el material obturador del conducto radicular, se realizaron muestras a una velocidad constante de 0.5mm/min y otra muestra a 1mm/min ( Hoppe, 2015) los datos son registrados a través de un software.



*Fig.14, Muestra de corte transversal obturada con cemento Ah Plus (Dentsply) sin antibiótico, sometida a fuerza expulsiva a una velocidad de 1mm/min*

### 5.5 Análisis Estadístico

Los valores obtenidos en cada uno de los ensayos fueron comparados entre sí. Se utilizó la prueba estadística descriptiva para el análisis de las unidades formadoras de colonias en la prueba de filtración.

## 6. RESULTADOS

Se determinó el número de UFC en cada uno de los grupos mediante siembra microbiológica en agar donde observó que mayor número de UFC fue en el grupo control con  $1355 \pm 1516$  UFC, seguido del grupo sin antibiótico con  $154 \pm 139.9$  UFC y por último en grupo con antibiótico con  $49 \pm 40.6$  UFC, como se muestra en la Figura 15.

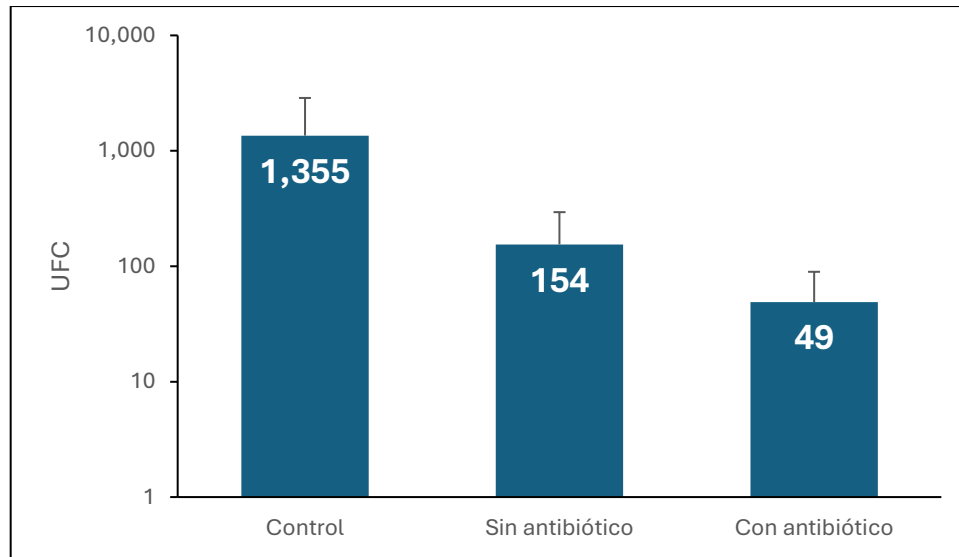


Figura 15. Recuento de unidades formadas de colonias (UFC) en los diferentes grupos de estudio (control, sin antibiótico y con antibiótico).

Posteriormente, se realizó una prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para conocer la distribución de los datos, donde se obtuvo un valor de  $P = 0.000$  ( $P < 0.05$ ). Por lo tanto, podemos asegurar que los datos muestran una distribución no normal, por lo que se requirieron pruebas no paramétricas para evaluar las diferencias entre los grupos de estudios, como se muestra en la tabla 1.

UFC	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	Grados de Libertad	Significancia (valor de p)
	0.471	15	0.000

Tabla 1. Prueba de normalidad de los datos mediante Shapiro-Wilk

Se comparó el efecto de antimicrobiano contra *E. faecalis* entre los diferentes grupos de estudio (mezcla de cemento sellador con antibiótico, cemento sellador sin antibiótico y control) mediante la prueba estadística no-paramétrica de Kruskal-Wallis y corrección de bonferroni. En la Figura 16 se representan los datos en un diagrama de cajas donde podemos observar que el mayor efecto antimicrobiano contra *E. faecalis* los podemos encontrar cuando en la mezcla de cemento sellador se incorpora amoxicilina y

esta capacidad antimicrobiana es estadísticamente diferente respecto al control ( $P = 0.037$ ). Por otro lado, no se observan diferencias al comparar el efecto antimicrobiano contra *E. faecalis* del cemento sellador sin antibiótico y el control ( $P = 0.441$ ), donde podemos inferir que mantienen un comportamiento similar al control. Además, un comportamiento similar pudimos observar al comparar el grupo con antibióticos y sin antibióticos ( $P = 0.589$ ), los datos derivados a las pruebas no-paramétricas se muestran en la Tabla 2.

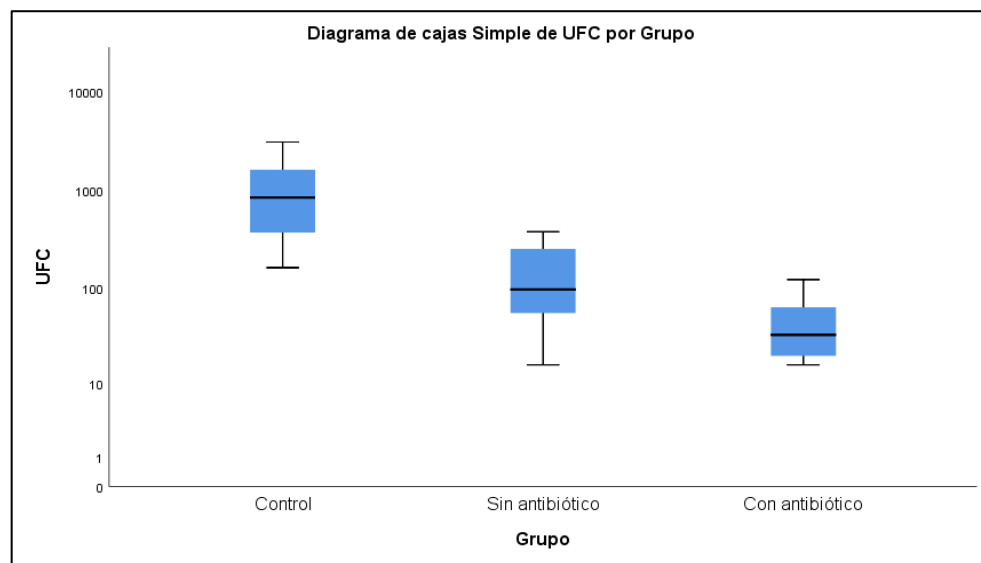


Figura 16. Diagrama de cajas de los datos de UFC de *E. faecalis* en los diferentes grupos de estudios (control, sin antibiótico y con antibiótico).

	Estadístico de prueba	Desv. Error	Desv. Estadístico de prueba	Valor de P	Valor de P ajustado <sup>a</sup>
Con antibiótico vs. Sin antibiótico	3.333	2.580	1.292	0.196	0.589
Con antibiótico vs. Control	7.917	3.159	2.506	0.012	0.037
Sin antibiótico vs. Control	4.583	3.159	1.451	0.147	0.441

Tabla 2. comparación del efecto antimicrobiano contra *E. faecalis* entre los diferentes grupos de tratamiento mediante la prueba de Kruskal-Wallis y corrección de bonferroni. Los valores de significación se han ajustado mediante la corrección Bonferroni para varias pruebas.

Tras describir las diferencias estadísticas entre los grupos, se calculó la tasa de cambio respecto al control donde observamos que al combinar el cemento sellador con antibiótico se obtiene una tasa de cambio de -0.96 respecto al control y cuando el cemento sellador no se combina con ningún antibiótico la tasa de cambio es de -0.89. Esto demuestra que se obtiene un efecto sinérgico entre el cemento sellador y el antibiótico contra *E. faecalis*, como se muestra en la figura 17.

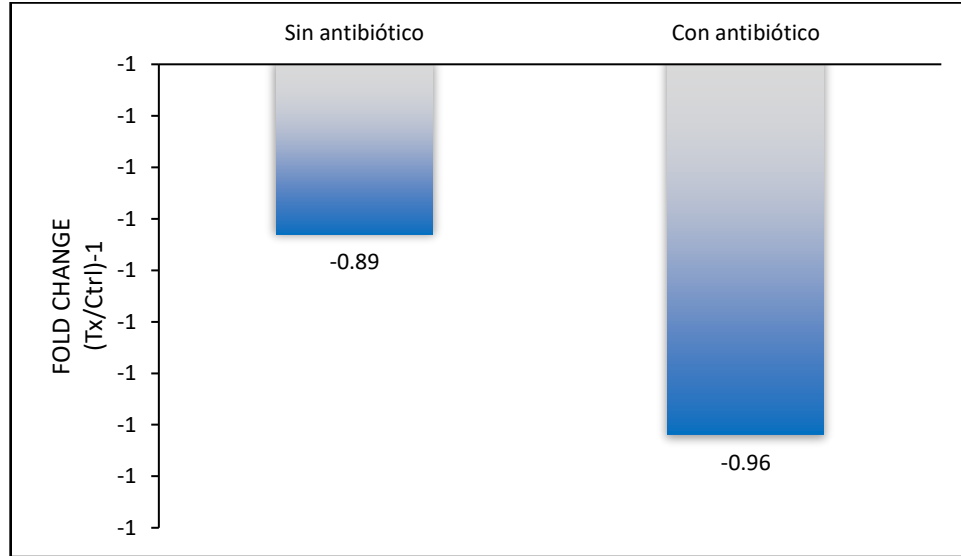


Figura 17. Tasa de cambio del crecimiento de *E. faecalis* (Fold Change) calculada respecto al control usando el cemento sellador con y sin antibiótico.

Se realizaron pruebas de Push-Up para evaluar la resistencia del cemento sellador entre los diferentes grupos de estudio (con y sin antibiótico) a dos velocidades 0.5 mm/min y 1 mm/min. Los resultados revelaron un efecto dependiente de la velocidad a la que fue

sometida la pieza dental, a 0.5 mm/min observamos una resistencia de 6 MPa cuando el cemento sellador se combina con antibiótico y una menor resistencia (5.6 MPa) cuando el cemento sellador no se combina con algún antibiótico. Cuando la velocidad se duplica a 1 mm/min ocurre un efecto puesto, donde el cemento sellador sin antibiótico muestra una menor resistencia 3.9 MPa y una mayor resistencia cuando el cemento sellador no se combina con antibiótico y es de 4.9 MPa, como se muestra en la Figura 18.

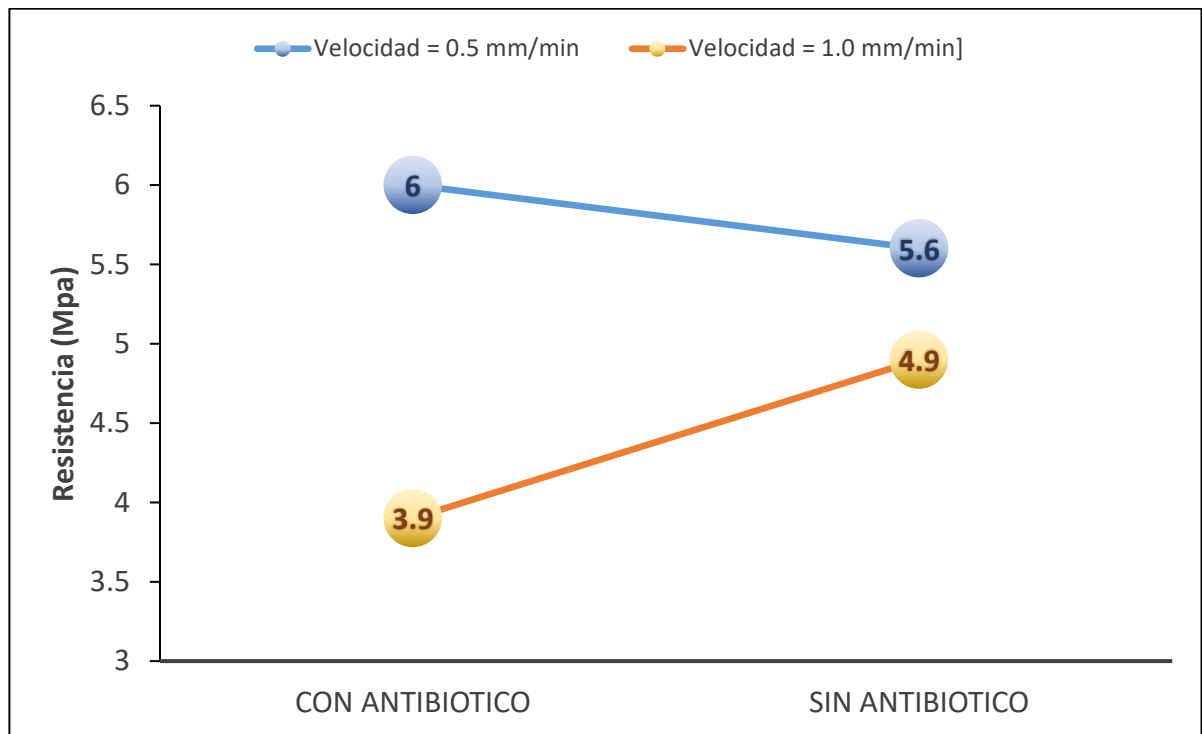


Figura 18. Resistencia del cemento sellador con y sin antibiótico a dos diferentes velocidades (0.5 y 1 mm/min).

Se evaluó la microfiliación de los dos grupos de estudios cemento sellador con y sin antibiótico a diferentes niveles de profundidad desde apical realizando cortes transversales a 3mm, 5 mm y 7 mm y tinción de azul de metileno. Los resultados se muestran en porcentaje total de filtración en la pieza dental y revelan que para las piezas dentales tratadas con cemento sellador sin antibiótico muestran un menor porcentaje de filtración al escalar en la profundidad del corte transversal, desde 89.7% a 3 mm, 53.2% a 5 mm y 23.5% a 7 mm. Por otra parte, en las piezas dentales tratadas con cemento

sellador mezclado con antibiótico se observó una tendencia similar pero menos marcada con una filtración de 91.9% a 3 mm, 80.3% a 5 mm y 55.2% a 7 mm, como se muestra en la Figura 19.

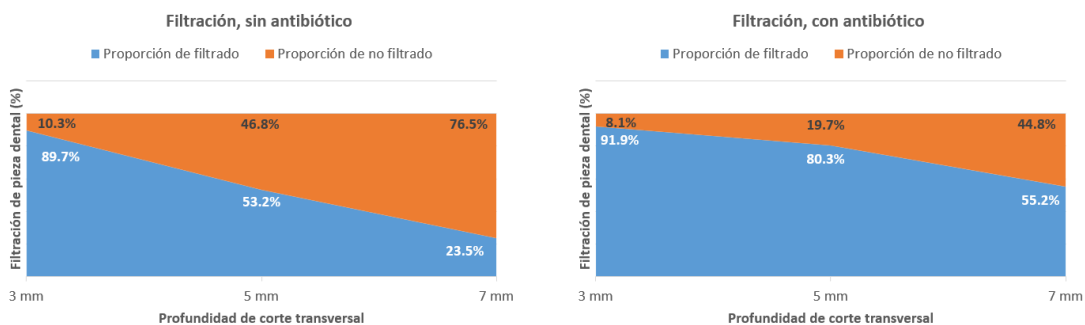


Figura 19. Porcentaje de filtración de la pieza dental a diferentes dimensiones de profundidad entre los grupos de estudios (cementos sellados con y sin antibiótico)

Se realizó una prueba de ANOVA bifactorial y prueba de Tukey para evaluar diferencias estadísticas entre los porcentajes de filtración a diferentes profundidades del corte transversal. Los resultados muestran diferencias estadísticas entre el porcentaje de filtración a 3 mm y 7 mm utilizando el cemento sellador con o sin antibiótico ( $P = 0.002$ ), como se muestra en la Tabla 3.

HSD Tukey				
Profundidad de corte transversal		Diferencia de medias	Desviación	Valor de P
Comparaciones pareadas				
3 mm	5 mm	0.24050	0.115868	0.137
	7 mm	0.51467	0.115868	0.002
5 mm	3 mm	-0.24050	0.115868	0.137
	7 mm	0.27417	0.115868	0.084
7 mm	3 mm	-0.51467	0.115868	0.002
	5 mm	-0.27417	0.115868	0.084

Tabla 3. Comparaciones pareadas de las diferentes profundidades\*La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Por otro parte, se evaluó las diferencias entre el porcentaje no filtrado y filtrado de los diferentes grupos de estudio y profundidades. Se observaron diferencia en el grupo de dientes donde se usó el cemento sellador sin antibiótico a 3 mm ( $P = 0.015$ ) y el grupo de

dientes tratados con cemento sellador más antibiótico a 3 mm ( $P = 0.001$ ) y 5 mm ( $P = 0.013$ ), como se muestra en la tabla 4.

Tratamiento (No filtrado - Filtrado)		Media	Desviación	Valor de P
Sin antibiótico	3 mm	-0.794667	0.168218	0.015
	5 mm	-0.064667	0.691295	0.886
	7 mm	0.529333	0.553698	0.240
Con antibiótico	3 mm	-0.838667	0.040464	0.001
	5 mm	-0.606667	0.122398	0.013
	7 mm	-0.104000	0.370465	0.675

Tabla 4. Diferencias entre el porcentaje no filtrado y filtrado de los diferentes grupos de estudio y profundidades

Se calculo la tasa de cambio o Fold Change para determinar el cambio con respecto al porcentaje de filtración teniendo en cuenta al grupo de dientes tratados con cemento sellado sin antibiótico como control, a una profundidad de 3 mm fue de 0.02, a 5 mm fue de 0.51 y a 7 mm fue de 1.35, observando en esta última profundidad la mayor tasa de cambio como se muestra en la Figura 20.

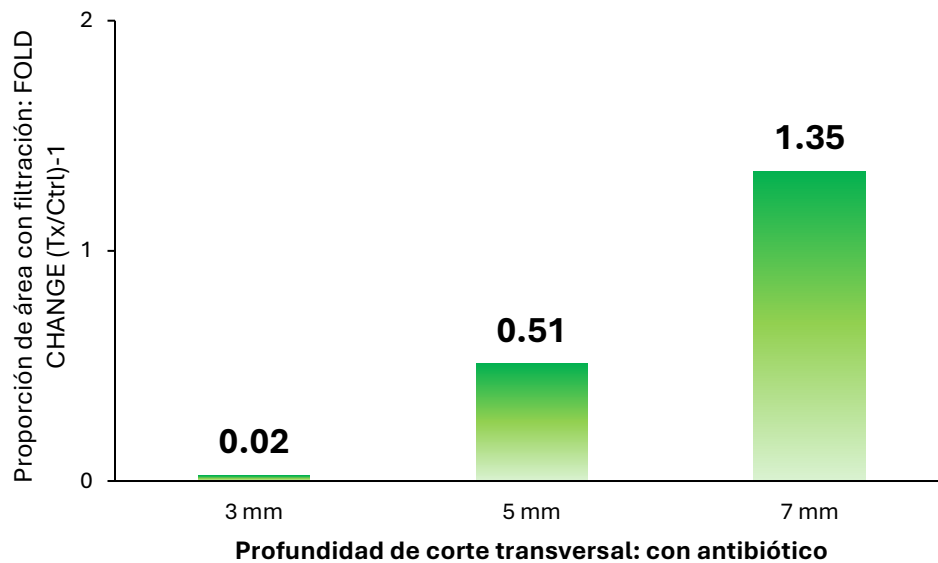


Figura 20. Fold Change del porcentaje de filtración observado a diferentes profundidades respecto al grupo de referencia o control (sin antibiótico)

## 7. DISCUSIÓN

Algunos estudios han reportado que la adición de antibiótico al cemento sellador potencializa el efecto antibacteriano contra *E. faecalis* dentro del conducto radicular. Siendo *E. faecalis* una bacteria altamente resistente debido a su potencial de supervivencia en un entorno necrótico con falta de sangre y oxígeno. La condición en el tratamiento de endodoncia hace obligatorio el uso de selladores de conductos radiculares con características antibacterianas. Vanascheck et al.2023, realizó un estudio donde determino los efectos antimicrobianos in vitro de los selladores Ah Plus, BioRoot, MTA Fillapex mezclados con amoxicilina contra *E. faecalis*, realizo una prueba de contacto directo y medición del crecimiento bacteriano mediante espectrofotometria donde encontró que el cemento con más efectividad anti *E. faecalis* fue el Ah Plus, con mejores resultados ante los cementos bioceramicos. Esos resultados muestran la efectividad de la amoxicilina en prevenir el crecimiento de patógenos endodónticos cuando se mezclan con cementos selladores como Ah Plus, lo que coincide con el resultado de este estudio utilizando la prueba microbiológica de conteo de UFC.

Kargarlou et al., (2016), desarrolló un estudio para determinar los efectos antimicrobianos in vitro de los selladores AH26 y AH Plus mezclados con amoxicilina, pasta triple antibiótica y nanoplate sobre *E. faecalis*. Añadieron amoxicilina, pasta antibiótica triple y polvo de nanoplate al 10 % del peso total del sellador a los selladores AH26 y AH Plus, y posteriormente se cultivaron en fresco, después de 1, 3 y 7 días con una suspensión de *E. faecalis* y evaluaron las zonas de inhibición en cada grupo. Ellos observaron que los selladores combinados con amoxicilina mostraron la mayor eficacia antibacteriana en condiciones frescas, siendo la combinación AH plus más amoxicilina

una inhibición de  $32.0 \pm 10$  mm. Estos resultados son consistentes con los encontrados en el presente estudio, a pesar las diferencias metodológicas.

Una de las propiedades físicas del cemento Ah Plus es la adhesión por varias razones: aumentará la interfaz entre el material y la dentina, mejorando así la capacidad de sellado y la retención del material puede mejorarse mediante un bloqueo mecánico.

Sin embargo, esto puede variar debido al hecho de agregar antibiótico al cemento sellador. Vinola et al., (2024) en el estudio de caracterización y evaluación de las propiedades físicas del sellador Ah Plus con y sin la incorporación de petasina, ácido paquimico, curcuma y shilajit analizaron el efecto de estos productos en las propiedades físicas del sellado Ah plus, cuando se incorpora con el sellador y evaluaron el tiempo de ajuste, solubilidad, flujo y estabilidad dimensional, siendo importante para este estudio, el resultado de la solubilidad ya que esta propiedad al verse alterada puede influir en la capacidad del Ah plus para adherirse adecuadamente, lo que puede llevar a la filtración. Los autores reportaron que al agregar curcumina aumenta la solubilidad del Ah Plus, el radio que se encontró incrementado 10:1, durante 1, 3,7 y 14 días presento un aumento gradual en la solubilidad, en el presente estudio se agregó amoxicilina al 10% de concentración del antibiótico al cemento AH Plus y se realizó la infiltración de colorante obteniendo como resultado que al mezclar Ah Plus con amoxicilina presento filtración a 3 mm ( $P \leq 0.001$ ) y 5 mm ( $P \leq 0.013$ ) ( $P \leq 0.05$ ) coincidiendo en la alteración de la solubilidad del Ah Plus al agregar un producto ajeno a la formula original del cemento.

La fuerza de unión del cemento sellador a la dentina es importante para mantener la integridad del sello del conducto radicular, por medio de la prueba de fuerza de unión de empuje se puede analizar la dislocación del material de obturación. Alireza Adl et

all.2024 en su estudio tuvo como objetivo compara la fuerza de unión del cemento Ah Plus cuando se utiliza con amoxicilina y otros antibióticos, reporto que los grupos sellador con antibiótico mostraban predominantemente modos de fallo cohesivos. Para la prueba de fuerza de unión de este estudio su utilizo una velocidad constante de 0.5 mm/min y otra muestra de una velocidad constante a 1mm/min, obteniendo como resultado que cuando la velocidad se duplica a 1 mm/min ocurre un efecto puesto, donde el cemento sellador sin antibiótico muestra una mayor resistencia 4.9 MPa, lo cual constata alteración de la propiedad del cemento ah plus al no existir una buena cohesión combinada con una mala adhesión llevando a un sellado inadecuado.

## **8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

De acuerdo con la metodología usada bajo las condiciones experimentales del presente estudio se llegó a la siguiente conclusión:

El mezclar antibiótico al cemento sellador Ah Plus muestra disminución del crecimiento bacteriano, sin embargo, en este estudio se muestra que existe una alteración de las propiedades del cemento en cuanto a sellado y adhesión.

Por lo tanto, recomendamos que para futuras investigaciones la evaluación de diferentes concentraciones de amoxicilina para encontrar una concentración ideal que permita aumentar las propiedades antimicrobianas del cemento sellador sin afectar el sellado y adhesión.

## 9. LITERATURA CITADA

1. Khandelwal, A., Janani, K., Teja, K., Jose, J., Battineni, G., Riccitiello, F., Valletta, A., Palanivelu, A., & Spagnuolo, G. (2022). Periapical Healing following Root Canal Treatment Using Different Endodontic Sealers: A Systematic Review. *BioMed research international*, 2022, 3569281. <https://doi.org/10.1155/2022/3569281>
2. Gasner NS, Brizuela M. Endodontic Materials Used To Fill Root Canals. [Updated 2023 Mar 19]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025 Jan-. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK587367>
3. Shahi, Shahriar & Moslemi, Ehsan & Yaltaghiyani, Majid & Haghghi, Danial & Maleki Dizaj, Solmaz & Sharifi, Simin. (2024). Preparation of a New Endodontics Sealer and Comparison of its Sealing Ability with Commercial AH Plus Sealer. *The Open Dentistry Journal*. 18. 10.2174/0118742106284239240305040825.
4. De Sarkar, M., Mala, K., Shenoy Mala, S., Kabekkodu, S. P., Natarajan, S., Shetty, N., Madhav Kamath, P., & Thomas, M. (2023). Antimicrobial efficacy of Kerr pulp canal sealer (EWT) in combination with 10% amoxicillin on *Enterococcus faecalis*: A confocal laser scanning microscopic study. *F1000Research*, 12, 725. <https://doi.org/10.12688/f1000research.132047.2>
5. Kangarlou, A., Neshandar, R., Matini, N., & Dianat, O. (2016). Antibacterial efficacy of AH Plus and AH26 sealers mixed with amoxicillin, triple antibiotic paste and nanosilver. *Journal of dental research, dental clinics, dental prospects*, 10(4), 220–225. <https://doi.org/10.15171/joddd.2016>.
6. Baer J, Maki JS. In vitro evaluation of the antimicrobial effect of three endodontic sealants mixed with amoxicillin. *Endodontic Magazine*. 2010;36 (7):1170–1173.
7. Vanascheck Dasaev Villanueva Pérez, Comparación de efecto antimicrobiano de tres selladores endodnticos, silicato de calcio ( Bio Root), agregado de trióxido mineral (MTA Fillapex), y resina epoxi (AH Plus), combinados con amoxicilina, contra E, 2023.
8. Wong, J., Manoil, D., Näsman, P., Belibasakis, G. N., & Neelakantan, P. (2021). Microbiological Aspects of Root Canal Infections and Disinfection Strategies: An Update Review on the Current Knowledge and Challenges. *Frontiers in oral health*, 2, 672887. <https://doi.org/10.3389/froh.2021.672887>
9. Mishra, P., Sharma, A., Mishra, S., & Gupta, M. (2017). Push-out bond strength of different endodontic obturation material at three different sites - *In-vitro* study. *Journal of clinical and experimental dentistry*, 9(6), e733–e737. <https://doi.org/10.4317/jced.53647>
10. Marques Ferreira, M., Martinho, J. P., Duarte, I., Mendonça, D., Craveiro, A. C., Botelho, M. F., Carrilho, E., Miguel Marto, C., Coelho, A., Paula, A., Paulo, S.,

- Chichorro, N., & Abrantes, A. M. (2022). Evaluation of the Sealing Ability and Bond Strength of Two Endodontic Root Canal Sealers: An In Vitro Study. *Dentistry journal*, 10(11), 201. <https://doi.org/10.3390/dj10110201>
11. Gjorgievska ES, Nicholson JW, Coleman NJ, Booth S, Dimkov A, Hurt A. Component Release and Mechanical Properties of Endodontic Sealers following Incorporation of Antimicrobial Agents. *Biomed Res Int*. 2017;2017:2129807. doi: 10.1155/2017/2129807. Epub 2017 May 23. PMID: 28620615; PMCID: PMC5460388.
  12. Ree M, Schwartz R. Clinical applications of bioceramic materials in endodontics. *Endodontic Practice* [Internet]. 2014 Jul 21 [cited 2020 May 28]; 7(4):1-9. Available from: <https://endopracticeus.com/wp-content/uploads/2015/02/CE-Ree.pdf>
  13. Misgar OH, Farooq R, Purra AR, Ahmad F, Zargar W. Comparative Evaluation of Radicular Push-out Bond Strength of EndoSequence BC, MTA FillApex, Apexit Plus and AH Plus Sealers as Affected by the Modified Plunger: Base Orifice Size Relation, India. *Ann. Int. Med. Den. Res*. 2018; 4(1):DE19-DE26
  14. Giuseppe Pizzoa, Giovanni M. Giammancob, Enzo Cumboa, Giuseppe Nicolosia, Giuseppe Gallinaa, et al. In vitro antibacterial activity of endodontic sealers, *Journal of Dentistry* (2006) 34, 35–40
  15. Teixeira CS, Felipe MC, Felipe WT. The effect of application time of EDTA and NaOCl on intracanal smear layer removal: an SEM analysis. *Int Endod J*. 2005 May;38(5):285-90. doi: 10.1111/j.1365-2591.2005.00930. x. PMID: 15876291
  16. Srivastava S. Root Canal Instrumentation: Current Trends and Future Perspectives. *Cureus*. 2024 Apr 11;16(4):e58045. doi: 10.7759/cureus.58045. PMID: 38738101; PMCID: PMC11088362.
  17. Gomes BPFA, Aveiro E, Kishen A. Irrigants and irrigation activation systems in Endodontics. *Braz Dent J*. 2023 Jul-Aug;34(4):1-33. doi: 10.1590/0103-6440202305577. PMID: 37909632; PMCID: PMC10642269.
  18. Bergenholtz G. Assessment of treatment failure in endodontic therapy. *J Oral Rehabil*. 2016;43(10):753-758.
  19. Pizzo G, Giammanco GM, Cumbo E, Nicolosi G, Gallina G. In vitro antibacterial activity of endodontic sealants. *J Dent*. 2006;34(1):35-40.
  20. Zhang H, Shen Y, Ruse ND, Haapasalo M. Antibacterial activity of endodontic sealants by modified direct contact test against *Enterococcus faecalis*. *J Endod*. 2009;35(7):1051-1055.
  21. Kabini SN, Moodley D, Parker M, Patel N. An in-vitro comparative microcomputed tomographic evaluation of three filling systems. *S. Afr. dent. j.* [online]. 2018, vol.73, n.4, pp.216-220. ISSN 0375-1562.
  22. Primus CM, Tay FR, Niu LN Bioactive tri / dicalcium silicate cements for the treatment of pulp and periapical tissues. *Acta Biomaterialia*. 2019;96:35–54.
  23. Tyagi S, Mishra P, Tyagi P. Evolution of root canal sealers: An insight story. *Eur J Gen Dent* 2013; 2(3)pag:199-218. DOI: 10.4103/2278-9626.115976 ISSN (Print): 2278-9626

24. Salehrabi R, Rotstein I. Endodontic treatment outcomes in a large patient population in the USA: an epidemiological study. *J Endod* 2004;30:846–50
25. GROSSMAN LI. An improved root canal cement. *J Am Dent Assoc.* 1958 Mar;56(3):381-5. doi: 10.14219/jada.archive.1958.0055. PMID: 13513298.
26. Cerna S. Efecto antimicrobiano de cementos endodónticos biocerámicos vs resinosos sobre cepas de *Enterococcus faecalis*. Estudio in vitro [Tesis de pregrado]. Quito: Universidad central del Ecuador facultad de odontología carrera de odontología; 2021.
27. Komabayashi T, Colmenar D, Cvach N, Bhat A, Primus C, Imai Y. Comprehensive review of current endodontic sealers. *Dent Mater J.* 2020 Sep 29;39(5):703-720. doi: 10.4012/dmj.2019-288. Epub 2020 Mar 24. PMID: 32213767.
28. Spångberg LS, Barbosa SV, Lavigne GD. AH 26 releases formaldehyde. *J Endod.* 1993 Dec;19(12):596-8. doi: 10.1016/S0099-2399(06)80272-4. PMID: 8151253
29. Milanovic I, Milovanovic P, Antonijevic D, Dzeletovic B, Djuric M, Miletic V. Immediate and Long-Term Porosity of Calcium Silicate-Based Sealers. *J Endod.* 2020 Apr;46(4):515-523. doi: 10.1016/j.joen.2020.01.007. Epub 2020 Feb 21. PMID: 32094001
30. Dandakis C, Kaliva M, Lambrianidis T, Kosti E. An In Vitro Comparison of the Sealing Ability of Three Endodontic Sealers Used in Canals with Iatrogenic Enlargement of the Apical Constriction. *J Endod* 2005;31(3):190-3
31. Guzmán B, Koury JM, García E, Méndez C, Antúnez M. Interfase TopSealdentina en relación con dos técnicas de obturación: condensación lateral y técnica termoplastificada/termorreblandecida. Estudio de microscopía electrónica de barrido. *Univ Odontol.* 2010 Ene-Jun; 29(62): 39\_44. ISSN01204319. URL <http://revistas.javeriana.edu.co/index.php/revUnivOdontologica/article/view/799>.
32. Costerton JW, Cheng KJ, Geesey GG, Ladd TI, Nickel JC, Dasgupta M, Marrie TJ. Bacterial biofilms in nature and disease. *Annu Rev Microbiol.* 1987;41:435-64. doi: 10.1146/annurev.mi.41.100187.002251. PMID: 3318676.
33. George S, Kisben A, Song Kp. The role of environmental changes on monospecies biofilm formation on root canal wall by *Enterococcus faecalis*, *J. endod* 2005; 31:867-72
34. Distel J, Hatton J, Gillespie J, Biofilm formation in medicated root canals, *J. Endod* 2002, 28:689-93
35. Hubble TS, Hatton JF, Nallapareddy SR, Murray BE, Gillespie MJ, Influence of *Enterococcus faecalis* proteases and the collagen-binding protein, ACE, on adhesion to dentin. *Oral Microbiol Immunol* 2003,18:121-6
36. Abdullah M, Ng YL, Gulabivala K, Moles DR, Spratt DA. Susceptibilities of two *Enterococcus faecalis* phenotypes to root canal medications. *J Endod* 2005;31:30-6.
37. Ramakrishnan, Reshma et al. Enzymatic dispersion of biofilms: An emerging biocatalytic avenue to combat biofilm-mediated microbial infections, *Journal of Biological Chemistry*, Volume 298, Issue 9, 102352
38. Anderson, A. C., Jonas, D., Huber, I., Karygianni, L., Wolber, J., Hellwig, E., et al. (2015). *Enterococcus faecalis* from food, clinical specimens, and oral sites:

- prevalence of virulence factors in association with biofilm formation. *Front. Microbiol.* 6. doi: 10.3389/fmicb.2015.01534
39. Yang S, Meng X, Zhen Y, Baima Q, Wang Y, Jiang X, Xu Z. Strategies and mechanisms targeting *Enterococcus faecalis* biofilms associated with endodontic infections: a comprehensive review. *Front Cell Infect Microbiol.* 2024 Jul 18;14:1433313. doi: 10.3389/fcimb.2024.1433313. PMID: 39091674; PMCID: PMC11291369
  40. Bolhari B, Bahador A, Khoshkhounejad M, Afshar MS, Moghaddaszadeh M. Evaluation of the Effect of MTAD on Expression of *Enterococcus faecalis* Virulence Factors Considering the Role of Different Obturating Materials. *J Dent.* 2018;15(6):382-392
  41. Divakar N, Mohan SP, Pulyodan MK, Tom A, Karukayil D, Somasundaram M. Evaluation of Antimicrobial Efficacy of Calcium Hydroxide along with Proton Pump Inhibitor against *Enterococcus Faecalis*. *J Pharm Bioallied Sci.* 2020 Aug;12(Suppl 1):S352-S354. doi: 10.4103/jpbs.JPBS\_104\_20. Epub 2020 Aug 28. PMID: 33149485; PMCID: PMC7595555.
  42. Ya Shen & Gary S.P Cheubg. Methods and model to study nickel-titanium instruments. *Endod topics*; Sep 2013, 29(1)pag18 – 41 doi:10.1111/etp.12046.
  43. Khader AM. An in vitro scanning electron microscopy study to evaluate the dentinal tubular penetration depth of three root canal sealers. *J Int Oral Health [Internet].* 2016; 8(2): 191-194. Disponible en: [https://journals.lww.com/jioh/abstract/2016/08020/an\\_in\\_vitro\\_scanning\\_electron\\_microscopy\\_study\\_to.8.aspx](https://journals.lww.com/jioh/abstract/2016/08020/an_in_vitro_scanning_electron_microscopy_study_to.8.aspx)
  44. Haapasalo M, Shen Y, Qian W, Gao Y. Irrigation in endodontics. *Dent Clin North Am.* 2010 Apr;54(2):291-312. doi: 10.1016/j.cden.2009.12.001. PMID: 20433979.
  45. Majumdar S, Pratt RF. Inhibición de  $\beta$ -lactamasas de clase A y C por diaroil fosfatos. *Bioquímica.* 2009; 48 :8285–92. [ Artículo gratuito de PMC ] [ PubMed ] [ Google Scholar ]
  46. 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 Fall;10(4):220-225. doi: 10.15171/joddd.2016.035. Epub 2016 Dec 21. PMID: 28096947; PMCID: PMC5237668.
  47. Grossman L. Polyantibiotic treatment of pulpless teeth. *J Am Dent Assoc.* 1951; 43: 265-278
  48. Hoelscher AA, Bahcall JK, Maki JS. In vitro evaluation of the antimicrobial effects of a root canal sealer-antibiotic combination against *Enterococcus faecalis*. *J Endod.* 2006 Feb;32(2):145-7. doi: 10.1016/j.joen.2005.10.031. PMID: 16427465.
  49. Sánchez Arteaga, Bernarda, 2022, COMPARACIÓN DE LA FUERZA DE ADHESIÓN DE DOS CEMENTOS ENDODÓNTICOS A BASE DE SILICATO DE CALCIO. ESTUDIO IN VITRO. *OdontoInvestigación.* 8. 10.18272/oi.v8i1.2513.
  50. Marending M, Stark WJ, Brunner TJ, Fischer J, Zehnder M. Comparative assessment of time-related bioactive glass and calcium hydroxide effects on mechanical properties of human root dentin. *Dent Traumatol.* 2009;25:126–9.

51. Ya Shen & Gary S.P Cheubg. Methods and model to study nickel-titanium instruments. *Endod topics*; Sep 2013, 29(1)pag18 – 41 doi:10.1111/etp.12046.
52. Vemisetty H, P V R, Reddy S J, D R, Krishna M JN, Sayini R, Yellamanda S J. Comparative Evaluation of Push-out Bond Strength of Three Endodontic Sealers with and without Amoxicillin-An Invitro Study. *J Clin Diagn Res*. 2014 Jan;8(1):228-31. doi: 10.7860/JCDR/2014/7180.3919. Epub 2013 Nov 11. PMID: 24596782; PMCID: PMC3939559.
53. Torabinejad M, Ung B, Kettering JD. In vitro bacterial penetration of coronally unsealed endodontically treated teeth. *J Endod*. 1990 Dec;16(12):566-9. doi: 10.1016/S0099-2399(07)80198-1. PMID: 2094758.
54. Adl A, Shojaei NS, Ranjbar N. The Effect of Adding Various Antibiotics on the Push-out Bond Strength of a Resin-based Sealer: An *In Vitro* Study. *J Contemp Dent Pract*. 2024 Mar 19;25(3):231-235. doi: 10.5005/jp-journals-10024-3660. PMID: 38690695.
55. Hoppe CB, Scarparo RK, Böttcher DE, Leitune VC, Collares FM, Samuel SM, Grecca FS. Thermocompaction decreases long-term push-out bond strength of methacrylate-based sealers. *Acta Odontol Scand*. 2015 May;73(4):292-7. doi: 10.3109/00016357.2014.942875. Epub 2015 Jan 26. PMID: 25623918.
56. Vinola SM, Mahalaxmi S. Characterisation and evaluation of physical properties of AH-Plus sealer with and without the incorporation of petasin, pachymic acid, curcumin and shilajit-an invitro study. *BMC Oral Health*. 2024 Mar 19;24(1):352. doi: 10.1186/s12903-024-04108-w. PMID: 38504287; PMCID: PMC10949824.