

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA



**COMPARACIÓN DE EFECTO ANTIMICROBIANO DE 3 SELLADORES
ENDODÓNTICOS, SILICATO DE CALCIO (BIOROOT), AGREGADO DE
TRIÓXIDO MINERAL (MTA FILLAPEX) Y RESINA EPOXI (AH PLUS),
COMBINADOS CON AMOXICILINA, CONTRA *Enterococcus faecalis*.**

Por

Vanascheck Dasaev Villanueva Pérez

Como requisito parcial para obtener el Grado de

Maestría en Ciencias Odontológicas en el Área de Endodoncia.

Septiembre, 2023

Maestría en Ciencias Odontológicas en el Área de Endodoncia.

COMPARACIÓN EFECTO ANTIMICROBIANO DE 3 SELLADORES
ENDODÓNTICOS, SILICATO DE CALCIO (BIOROOT), AGREGADO DE TRIÓXIDO
MINERAL (MTA FILLAPEX) Y RESINA EPOXI (AH PLUS), COMBINADOS CON
AMOXICILINA, CONTRA *Enterococcus faecalis*.

Vanascheck Dasaev Villanueva Pérez

Comité de Tesis

DIRECTOR DE TESIS
Dra. Myriam Angélica de la Garza Ramos.

CODIRECTOR DE TESIS
Dra. Idalia Rodríguez Delgado.

ASESOR METODOLÓGICO
Dra. Elizabeth Madla Cruz

ASESOR METODOLÓGICO
Dra. Mayra Guadalupe Martínez García

ASESOR METODOLÓGICO
Dra. Susana Gómez Acevedo

ASESOR ESTADISTICO
Guadalupe Ismael Malagón

Maestría en Ciencias Odontológicas en el Área de Endodoncia.


Maestría en Ciencias Odontológicas en el Área de Endodoncia.

COMPARACIÓN EFECTO ANTIMICROBIANO DE 3 SELLADORES
ENDODÓNTICOS, SILICATO DE CALCIO (BIOROOT), AGREGADO DE TRIÓXIDO
MINERAL (MTA FILLAPEX) Y RESINA EPOXI (AH PLUS), COMBINADOS CON
AMOXICILINA, CONTRA *Enterococcus faecalis*.

Vanascheck Dasaev Villanueva Pérez

Comité de Tesis


DIRECTOR DE TESIS
Dra. Myriam Angélica de la Garza Ramos.


CODIRECTOR DE TESIS
Dra. Idalia Rodríguez Delgado.

ASESOR METODOLÓGICO
Dra. Elizabeth Madla Cruz

ASESOR METODOLÓGICO
Dra. Mayra Guadalupe Martínez García

ASESOR METODOLÓGICO
Dra. Susana Gómez Acevedo

ASESOR ESTADÍSTICO
Guadalupe Ismael Malagón

Maestría en Ciencias Odontológicas en el Área de Endodoncia.

COMPARACIÓN EFECTO ANTIMICROBIANO DE 3 SELLADORES
ENDODÓNTICOS, SILICATO DE CALCIO (BIOROOT), AGREGADO DE TRIÓXIDO
MINERAL (MTA FILLAPEX) Y RESINA EPOXI (AH PLUS), COMBINADOS CON
AMOXICILINA, CONTRA *Enterococcus faecalis*.

C.D.M.Sc. JORGE JAIME FLORES TREVIÑO

COORDINADOR DEL POSGRADO DE ENDODONCIA

C.D.M.O.A. ROSA ISELA SÁNCHEZ NÁJERA PhD

SUBDIRECTORA DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO DE
ODONTOLOGÍA DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

COMPARACIÓN EFECTO ANTIMICROBIANO DE 3 SELLADORES
ENDODÓNTICOS, SILICATO DE CALCIO (BIOROOT), AGREGADO DE TRIÓXIDO
MINERAL (MTA FILLAPEX) Y RESINA EPOXI (AH PLUS), COMBINADOS CON
AMOXICILINA, CONTRA *Enterococcus faecalis*.

APROBACION DE LA TESIS

LOS MIEMBROS DEL JURADO ACEPTAMOS LA INVESTIGACION Y
APROBAMOS EL DOCUMENTO QUE AVALA LA MISMA; COMO
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRIA EN
CIENCIAS ODONTOLOGICAS EN EL ÁREA EN ENDODONCIA.

HONORABLES MIEMBROS DEL JURADO

Dr. PRESIDENTE

Dr. SECRETARIO

Dr. VOCAL

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer primeramente a Dios, por permitirme vivir esta etapa en mi vida, siempre acompañarme en este camino, enseñarme a que todo lo bueno y lo malo siempre tiene un aprendizaje.

Expresar mi más sincero agradecimiento al Dr. Jorge Jaime Flores por darme la oportunidad de realizar mi residencia en este valioso posgrado, por todas sus enseñanzas tanto endodónticamente, como de la vida, tengo totalmente admiración por él como docente, edodoncista y como por ser humano. A la Dra. Myriam Angélica de la Garza Ramos y la Dra. Idalia Rodríguez Delgado por darme parte de su tiempo para asesorarme y poder realizar esta investigación. Así como la Dra. Susana Gómez y la Dra. Mayra Martínez por sus valiosas sugerencias e interés, en la revisión del presente trabajo.

A mi familia por el apoyo que siempre me han brindado antes, durante y al final de estos años de maestría y mis compañeros de residencia los cuales compartí muchas emociones, tanto buenas como malas.

A todos mis maestros del posgrado de endodoncia de la UANL por sus conocimientos tanto teóricamente como en la práctica, durante estos 2 años.

TABLA DE CONTENIDO

Sección	Página
AGRADECIMIENTOS	5
LISTA DE TABLAS	8
LISTA DE FIGURAS	9
RESUMEN	11
ABSTRACT	12
1. INTRODUCCIÓN	13
2. HIPÓTESIS	14
3.OBJETIVOS.....	15
3.1 Objetivo general	
3.2 Objetivos particulares	
4. ANTECEDENTES	16
4.1.- Tratamiento de Endodoncia.	
4.2 .- Limpieza y Conformación.	
4.3 .- Obturación.	
4.4.- Cementos Selladores	
4.4.1.- Sellador AHPlus.	
4.5 .- Sellador a base de silicato tricálcico /Biocerámicos.	
4.5.1.- Sellador BioRoot	
4.5.2.- MTA Fillapex.	
4.6.- Microorganismos.	
4.7.- Enterococcus faecalis.	
4.8.- Amoxicilina.	
4.9.- Prueba de agar	
5.- Prueba de contacto Directo	
6. MÉTODOS.....	28
6.1 Prueba de los materiales y microorganismo y sus condiciones de crecimiento.	
6.2 Prueba de contacto directo.	
6.3 Prueba de AGAR.	
6.4 Análisis estadístico.	

7. RESULTADOS	30
7.1 Prueba de Agar	
7.2 Prueba de Contacto Directo	
8.DISCUSIÓN.....	40
9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	42
10. LITERATURA CITADA	44
11. RESUMEN BIOGRÁFICO.....	50

LISTA DE TABLAS

Tabla

Página

I. Resultado de la lectura por absorbancia en la prueba de contacto	30
II. Comparación de turbidez de los cementos por prueba de contacto.....	32
III. Resultados de lecturas de los 3 cementos después de la prueba por contacto...	34

LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
I. Placas de microtitulación de 96 pocillos.....	31
II. Prueba de Kruskal-Walls	33
III.Resultados de alo de inhibición de los cementos sin antibiótico.....	35
IV. Cajas Petri para prueba de difusión en agar con E. faecalis.....	35
V.Grafica descriptiva de los cementos comparado con ZOOE.....	36
VI. Comparación de la inhibición de los 3 cementos combinados con antibiótico.....	36
VII. Alos de inhibición del AH plus combinado con Amoxicilina.....	37
VIII. Grafico descriptivo del comportamiento de los cementos combinado con el antibiótico.....	38

NOMENCLATURA

DCT **Prueba de Contacto Directo**

ADT **Difusión en Agar**

TESISTA: VANASCHECK DASAEV VILLANUEVA PÉREZ
DIRECTOR DE TESIS: MYRIAM ANGÉLICA DE LA GARZA RAMOS.
CODIRECTOR DE TESIS: IDALIA RODRÍGUEZ DELGADO
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

COMPARACIÓN EFECTO ANTIMICROBIANO DE 3 SELLADORES
ENDODÓNTICOS, SILICATO DE CALCIO (BIOROOT), AGREGADO DE TRIÓXIDO
MINERAL (MTA FILLAPEX) Y RESINA EPOXI (AH PLUS), COMBINADOS CON
AMOXICILINA, CONTRA *Enterococcus faecalis*.

RESUMEN

INTRODUCCIÓN: La combinación de cemento sellador con algún medicamento pueda incrementar la eficacia antimicrobiana del cemento, en donde se utilizará contra cepas de *E. faecalis*, el cual es el microorganismo más prevalente en las infecciones endodónticas y más difícil de eliminar. **OBJETIVO:** Determinar los efectos antimicrobianos in vitro de los selladores AHPlus, BioRoot MTA Fillapex mezclados con amoxicilina, sobre *Enterococcus faecalis*. **METODOLOGÍA:** Se utilizó la prueba de contacto directo (DCT). El DCT se basa en la medición del efecto del contacto cercano entre las bacterias de prueba y el material probado en la cinética del crecimiento bacteriano utilizando un espectrofotómetro de microplacas de temperatura controlada. Se realizó también para comparar la prueba, la prueba de difusión en agar (ADT). **RESULTADOS:** los 3 cementos selladores al agregarles amoxicilina, incrementaron su eficacia antibacteriana de manera significativa, donde tanto en prueba de difusión de agar como de contacto directo, el cemento que resultó con más efectividad fue el AH Plus, ganando a los cementos biocerámicos. **CONCLUSIONES:** Si bien el resultado de esta investigación muestra que tanto los cementos BioRoot y AHplus, muestran reducción del crecimiento bacteriano, la combinación de estos cementos mejora aún más la eficacia contra el *E. faecalis*.

TESISTA: VANASCHECK DASA EV VILLANUEVA PÉREZ
DIRECTOR DE TESIS: MYRIAM ANGÉLICA DE LA GARZA RAMOS.
CODIRECTOR DE TESIS: IDALIA RODRÍGUEZ DELGADO
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

COMPARACIÓN EFECTO ANTIMICROBIANO DE 3 SELLADORES
ENDODÓNTICOS, SILICATO DE CALCIO (BIOROOT), AGREGADO DE TRIÓXIDO
MINERAL (MTA FILLAPEX) Y RESINA EPOXI (AH PLUS), COMBINADOS CON
AMOXICILINA, CONTRA *Enterococcus faecalis*

ABSTRACT

INTRODUCTION: The combination of sealer cement with some medication can increase the antimicrobial efficacy of the cement, where it will be used against strains of *E. faecalis*, which is the most prevalent microorganism in endodontic infections and the most difficult to eliminate. **OBJECTIVE:** To determine the in vitro antimicrobial effects of AHPlus, BioRoot MTA Fillapex sealers mixed with amoxicillin on *Enterococcus faecalis*. **METHODOLOGY:** The direct contact test (DCT) was used. The DCT is based on the measurement of the effect of close contact between the test bacteria and the tested material on the kinetics of bacterial growth using a temperature-controlled microplate spectrophotometer. An agar diffusion test (ADT) was also performed to compare the test. **RESULTS:** The 3 sealant cements with the addition of amoxicillin significantly increased their antibacterial efficacy, where in both the agar diffusion test and the direct contact test, the most effective cement was AH Plus, beating the bioceramic cements. **CONCLUSIONS:** While the result of this research shows that both BioRoot and AHplus cements show reduction of bacterial growth, the combination of these cements further improves the efficacy against *E. faecalis*.

1.- Introducción

El principal objetivo biológico de la terapia de endodoncia es eliminar los microorganismos mediante desbridamiento, desinfección completa y lograr un sellado hermético de los sistemas de conductos radiculares. Las bacterias y sus subproductos se consideran los agentes etiológicos primarios de la necrosis pulpar y las lesiones periapicales. La literatura sugiere que las infecciones secundarias o intrarradiculares persistentes son las principales causas del fracaso del tratamiento del conducto radicular. 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. Es poco probable que la administración sistémica de un antibiótico y la concentración insignificante que llega al conducto radicular sean beneficiosas. La principal ventaja de los antibióticos locales en comparación con el uso sistémico es que se previenen las consecuencias y complicaciones sistémicas y que se pueden utilizar concentraciones sustancialmente más altas. ¿Podrán Inhibir al *E. faecalis* presente en el conducto radicular la combinación de selladores con antibiótico?

La combinación de cemento sellador con algún medicamento pueda incrementar la eficacia antimicrobiana del cemento, en donde se utilizará contra cepas de *E. faecalis*, el cual es el microorganismo más prevalente en las infecciones endodónticas y más difícil de eliminar. El objetivo del presente estudio fue determinar los efectos antimicrobianos in vitro de los selladores AHPlus, BioRoot MTA Fillapex mezclados con amoxicilina, sobre *Enterococcus faecalis*. Se utilizó la prueba de contacto directo (DCT) que se basa en la determinación turbidimétrica del crecimiento bacteriano en placas de microtitulación de 96 pocillos. Se realizó también para comparar la prueba, con la de difusión en agar (ADT).

2.- Hipótesis

Los cementos selladores, BioRoot, AH Plus y MTA fillapex, combinados con Amoxicilina tienen efecto antimicrobiano contra *E. faecalis*”.

3.1- Objetivos Generales

Determinar los efectos antimicrobianos in vitro de los selladores AHPlus, BioRoot MTA Fillapex mezclados con amoxicilina, sobre *Enterococcus faecalis*.

3.2.- Objetivos específicos

- Analizar el efecto antimicrobiano del cemento sellador BioRoot combinado con Amoxicilina contra *E. faecalis*.
- Evaluar el efecto antimicrobiano del cemento sellador MTA Fillapex combinados con Amoxicilina contra *E. faecalis*
- Determinar el efecto antimicrobiano del cemento sellador AH plus combinado con Amoxicilina contra *E. faecalis*.

4. Antecedentes

4.1.- Tratamiento de Endodoncia

Para un tratamiento endodóntico exitoso, la preparación quimiomecánica completa, la irrigación, la obturación y la restauración postendodóntica son esenciales para lograr resultados óptimos, eliminando así las bacterias del conducto radicular (Gjorgievska ES *et al.*, 2017). La desinfección del conducto radicular es uno de los principales determinantes que ayuda en la curación de los tejidos periapicales. Independientemente de la limpieza profunda, el modelado y el uso de medicamentos intraconducto, es difícil erradicar por completo todos los microorganismos del sistema del conducto radicular, lo que puede conducir al fracaso del tratamiento endodóntico. Los microorganismos y sus subproductos se consideran factores etiológicos primarios de la necrosis pulpar y la periodontitis apical (Arora R *et al.*, 2014).

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 Pizzo *et al.*, 2006). En consecuencia, el uso de materiales de obturación del conducto radicular con actividad antimicrobiana se considera beneficioso en un esfuerzo por reducir aún más el número de microorganismos restantes y erradicar la infección (Zhang H *et al.*, 2009).

4.2 Limpieza y Conformación

El éxito del tratamiento del conducto radicular depende principalmente de la eliminación de microorganismos mediante la instrumentación quimio-mecánica del sistema del conducto radicular. Si bien la configuración del conducto radicular se puede lograr de manera

predecible y eficiente con tecnología de instrumentación avanzada, la limpieza efectiva de todo el sistema del conducto radicular sigue siendo un desafío (Lim *et al.*, 2003).

Se dispone de una amplia gama de instrumentos, tanto manuales como rotatorios, para la preparación del conducto radicular. Hasta la última década del siglo pasado, los instrumentos endodónticos se fabricaban de acero inoxidable. Con la introducción del NiTi comenzaron a variar los diseños de los instrumentos en lo que respecta a la conicidad y las longitudes de las hojas de corte y el diseño de la punta. Los microorganismos de la cavidad pulpar y el conducto radicular coronal pueden ser eliminados con facilidad por los irrigantes al principio del procedimiento; La instrumentación y la irrigación reducen significativamente las bacterias, sin embargo, hay bacterias que permanecen en las paredes de la dentina y dentro de los túbulos dentinarios. Para llegar a la longitud de una raíz se llega con la instrumentación y se puede dejar elementos infecciosos en áreas donde no es posible acceder a los instrumentos y soluciones desinfectantes. Se ha demostrado frecuentemente que la circunferencia del conducto no será limpiada en su totalidad y en las áreas apicales, pueden dejarse sin ser abordadas en adecuadamente por el procedimiento de preparación. Numerosos estudios han destacado que las bacterias no solo se adhieren a las paredes de los conductos radiculares, sino que también existen en ramificaciones, conductos laterales y dentina en los túbulos 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. 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 (Pizzo *et al.*, 2006). En consecuencia, el uso de materiales de obturación del conducto radicular con actividad antimicrobiana se considera beneficioso en un esfuerzo por reducir aún más el número de microorganismos restantes y erradicar la infección (Zhang *et al.*, 2009).

4.3 Obturación

El sellado hermético a los fluidos completo y tridimensional del sistema del conducto radicular es el componente final de la tríada endodóntica. El material más antiguo y más cercano que ha cumplido este criterio es la gutapercha (GP). Se han probado varios materiales como material de obturación endodóntica, de los cuales GP se ha utilizado más ampliamente durante años y se ha establecido como un estándar de oro. Además, ha demostrado su eficacia con diferentes técnicas de obturación manteniendo sus requisitos básicos. Este artículo trata brevemente de la historia y evolución de GP, fuente, composición química, fabricación, desinfección, reactividad cruzada y avances en el material (Vishwanath y Rao, 2019).

El sistema del conducto radicular debe obturarse con un sello hermético para evitar la penetración de microorganismos y toxinas bacterianas en el sistema endodóntico (Shin et al., 2018). Las pastas asociadas con los conos de gutapercha están mejor indicadas para este tipo de obturación. Estos materiales deben ser biocompatibles y no reabsorbibles, de modo que puedan actuar como apósito en la zona de transición entre la obturación y el tejido periapical (Arthanari *et al.*, 2019).

Independientemente de la técnica de obturación del conducto radicular utilizada, se observan áreas herméticas insuficientes si no se utiliza sellador. En consecuencia, 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 *et al.*, 2019). Es decir que los cementos selladores tienen una función importante en el control de la infección endodóntica al contener las bacterias residuales y prevenir la fuga de nutrientes y la reinfección del conducto radicular. Además, algunos selladores tienen actividad antimicrobiana, que se considera beneficiosa para reducir y prevenir el crecimiento de bacterias residuales. Los selladores actúan como lubricantes durante el proceso de obturación y deben ser biocompatibles y bien tolerados por los tejidos perirradiculares. (Cohen & Hargreaves, 2011).

4.4- Cementos Selladores

Los cementos selladores del conducto radicular son necesarios para sellar el espacio entre la pared dentinaria y el material obturador. Los cementos selladores también llenan los huecos y las irregularidades del conducto radicular, los conductos laterales y accesorios, y los espacios que quedan entre las puntas de gutapercha usadas en la compactación lateral. Los cementos selladores actúan además como lubricantes durante el proceso de obturación (Grossman, 1988).

La tasa de éxito general de la endodoncia se puede mejorar con selladores que exhiben una excelente capacidad de sellado y propiedades antimicrobianas. Esto permite que el sellador se enfrente mejor a la infección residual persistente y evite que las bacterias vuelvan a entrar desde la cavidad bucal (Aravind *et al.*, 2006).

Los selladores endodónticos se aplican para evitar que los exudados perirradiculares se filtren hacia las áreas sin rellenar del conducto radicular y para evitar que los microorganismos restantes lleguen a los tejidos periapicales al eliminar los espacios entre el material de obturación y las paredes del conducto radicular. Un buen sellador debe tener propiedades tales como tolerancia tisular favorable, ausencia de encogimiento al fraguar e insolubilidad en los fluidos orales y tisulares. Además, la inhibición del crecimiento microbiano puede ser una propiedad óptima para un sellador (Elsaka SE *et al.*, 2012).

Los selladores del conducto radicular deben ser compatibles con los tejidos, proporcionar un sello hermético y poseer un efecto antimicrobiano. La actividad antimicrobiana de los selladores puede evitar que la infección residual persistente y los microorganismos vuelvan a entrar a través de la cavidad oral, aumentando así las posibilidades de un resultado exitoso del tratamiento endodóntico (Monajemzadeh A *et al.*, 2017).

Los selladores disponibles comercialmente se clasifican según sus componentes químicos: selladores de óxido de zinc, eugenol, hidróxido de calcio, a base de resina, a base de ionómero de vidrio, a base de silicona y a base de biocerámica (Garrido AD *et al.*, 2010).

Grossman estudió las propiedades de los materiales de obturación y sugirió que la adhesión de los selladores a las paredes del conducto radicular es importante para el resultado exitoso del tratamiento endodóntico (Orstavik D *et al.*, 1983).

4.4.1.- Sellador AHPlus

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).

Se presenta en forma pasta-pasta y posee un tiempo de trabajo de 4 horas y de fraguado 8 horas. Leonardo y cols (2000) informaron que AH Plus era capaz de inhibir el crecimiento *in vitro* de diversas colonias bacterianas, tales como *S. aureus*, *E. Coli*, *S. mutans* o *S. epidermidis*. Kayaoglu *et al.*, mencionaron que AH Plus Proporciona un efecto antibacteriano provisional contra *E. faecalis*.

Es un cemento sellador de conductos basado en un polímero de epoxi-amina y es usado para sellado permanente conforme a los standards más elevados. AH Plus™ es una versión mejorada, perfecta del tradicional cemento para endodoncia de DENTSPLY De Trey, el AH

26. Ofrece incluso mejor biocompatibilidad, mejor radioopacidad y estabilidad de color y es más fácil de eliminar. Su manejo también es más fácil y rápido.

Los selladores a base de resina epoxi fueron introducidos en endodoncia por Schroeder, y las modificaciones actuales de la fórmula original se utilizan ampliamente para los procedimientos de obturación del conducto radicular y las modificaciones actuales de la fórmula original se utilizan ampliamente para los procedimientos de obturación del conducto radicular (Torabinejad M *et al.*, 1980).

4.5.- Sellador a base de silicato tricálcico /Biocerámicos

Los selladores a base de biocerámica solo han estado disponibles para su uso en endodoncia durante los últimos treinta años, su ascenso a la prominencia corresponde al mayor uso de la tecnología biocerámica en los campos de la medicina y la odontología. Las biocerámicas son materiales cerámicos diseñados específicamente para uso médico y dental. Incluyen alúmina, zirconia, vidrio bioactivo, vitrocerámica, hidroxiapatita y fosfatos de calcio (Hench, 1991). La clasificación de materiales biocerámicos en materiales bioactivos o bioinertes es una función de su interacción con el tejido vivo circundante (Best *et al.*, 2008). Los materiales bioactivos, como el vidrio y el fosfato de calcio, interactúan con el tejido circundante para estimular el crecimiento de tejidos más duraderos (Koch y Brave, 2009). Los materiales bioinertes, como la zirconia y la alúmina, producen una respuesta insignificante del tejido circundante, sin tener ningún efecto biológico o fisiológico.

Hay dos ventajas principales asociadas con el uso de materiales biocerámicos como selladores de conductos radiculares. En primer lugar, su biocompatibilidad evita el rechazo de los tejidos circundantes. En segundo lugar, los materiales biocerámicos contienen fosfato de calcio que mejora las propiedades de fraguado de las biocerámicas y da como resultado una composición química y una estructura cristalina similar a los materiales de apatita de dientes y huesos (Geneva *et al.*, 1997) mejorando así la unión del sellador a la dentina radicular.

Los selladores de conductos radiculares basados en silicato tricálcico se han desarrollado debido a sus prometedoras propiedades biológicas y químicas y físicas que los han hecho exitosos en otros procedimientos de endodoncia (Arias y Camilleri, 2016).

Los selladores a base de silicato de calcio mostraron propiedades físicas adecuadas para ser utilizados como un sellador endodóntico. Sin embargo, su alta solubilidad sigue siendo un tema importante ya que muestran buen desempeño en cuanto a la liberación de iones de calcio, el espesor de la película y la capacidad de proyección (Jafari, 2017).

4.5.1.- Sellador BioRoot

BioRoot RCS (Septodont, Saint - Maur - des Fosses, Francia) es un cemento a base de silicato tricálcico hidráulico en polvo / líquido (Gilles y Oliver 2012) comercializado desde febrero de 2015 y recomendado para la técnica de un solo cono o el relleno de raíces de condensación lateral fría. El polvo contiene silicato tricálcico, povidona y óxido de circonio; el líquido es una solución acuosa de cloruro de calcio y policarboxilato.

Se ha informado que BioRoot RCS induce in vitro la producción de factores de crecimiento angiogénicos y osteogénicos por las células del ligamento periodontal humano (Camps et al., 2015).

Además, tiene una citotoxicidad más baja que otros selladores de conductos radiculares convencionales, puede inducir la deposición de tejido duro. Permite que los valores de pH aumenten por encima de 11 y tiene propiedades hidrófilas. Según algunos estudios, BioRootTM RCS tiene una mayor bioactividad en comparación con los selladores convencionales de óxido de zinc y eugenol en las células del ligamento periodontal humano (PDL) y también es menor citotóxico en las células madre pulpares (Dimitrova et al., 2015) y tiene actividad antimicrobiana (Arias y Camilleri 2016).

4.5.2.- MTA Fillapex

MTA Fillapex (Angelus, Londrina, Brasil) es un sellador a base de resina de salicilato que contiene partículas de silicato tricálcico (MTA), dióxido de silicio y óxido de bismuto (Flores et al., 2011). Tiene un flujo adecuado, buen sellado y baja solubilidad (Gandolfi et al., 2016) y está indicado para su uso en técnicas de relleno de raíces en frío y en caliente (Viapiana et al., 2014). El componente orgánico de resina reducida las tasas de supervivencia de las células de salicilato (da Silva *et al.*, 2017) y el aumento de la citotoxicidad (Collado *et al.*, 2017).

4.6.- Microorganismos

La etiología más común de las patologías pulpares y perirradiculares son los microorganismos o la microflora. La infección en la cavidad oral es causada por una serie de organismos de diferentes especies que se encuentran en la boca humana (Loesche, 1976). Estas bacterias orales tienen la capacidad de formar biopelículas en distintas superficies que van desde tejidos duros a blandos. Entonces, lo fundamental para mantener la salud bucal y prevenir la caries dental, gingivitis y periodontitis es controlar las biopelículas bucales (Bowden, 1990). El modo de crecimiento de la biopelícula es ventajoso para los microorganismos, ya que forman comunidades estructuradas tridimensionales con canales fluidos para el transporte de sustrato, productos de desecho y moléculas de señal (Usha *et al.*, 2010).

Costerton *et al.* afirmaron que la biopelícula consiste en células individuales y microcolonias, todas ellas incrustadas en una matriz de exopolímero predominantemente aniónico altamente hidratado. Las bacterias pueden formar biopelículas en cualquier superficie que tenga líquido que contenga nutrientes. La formación de biopelículas involucra principalmente los tres componentes principales: células bacterianas, una superficie sólida y un medio fluido (Costerton *et al.*, 1987).

Específicamente, la diversidad del microbiota endodóntico también ha sido desentrañada por numerosos estudios culturales y moleculares. En conjunto, se han identificado diferentes formas de periodontitis apical y más de 400 especies microbianas diferentes en muestras de endodoncia de dientes. Estos taxones se encuentran generalmente en combinaciones que involucran muchas especies en infecciones primarias y menos en infecciones secundarias / persistentes (Siqueira y Rôças, 2005).

Los datos de cultivos y estudios moleculares han demostrado que el microbiota asociado con las infecciones endodónticas primarias está claramente dominado por bacterias anaeróbicas y que un conducto radicular infectado puede albergar de 10 a 30 especies bacterianas (Siqueira y Rôças, 2004). Por otro lado, se ha demostrado que el microbiota de las infecciones endodónticas persistentes asociadas con el fracaso del tratamiento está compuesto por menos especies, con predominio de bacterias facultativas.

La transición del microbiota endodóntico es más notoria con la progresión de la infección. El estado nutricional y ambiental dentro del conducto radicular cambia a medida que avanza la infección. Crea un ambiente más anaeróbico y el agotamiento de la nutrición, lo que ofrece un nicho ecológico difícil para los microorganismos sobrevivientes. Las complejidades anatómicas y geométricas (por ejemplo, delta e istmo) en los sistemas de conductos radiculares protegen a las bacterias adheridas de los procedimientos de limpieza y modelado.

4.7.- Enterococcus faecalis

Enterococcus faecalis es un coco anaerobio grampositivo que normalmente comienza en la cavidad bucal, el tracto gastrointestinal y la vagina humanos porque ha demostrado una buena adaptación a dichos ambientes con niveles ricos de nutrientes y bajos niveles de oxígeno y una ecología compleja. Varios estudios mostraron que *E. faecalis* se encontró más en casos de tratamiento endodóntico fallido que en casos con infecciones primarias. Entre todos los casos reportados con dolor e infección post-terapia endodóntica, se ha observado que *E. faecalis* es el más comúnmente encontrado, con altos valores de prevalencia que alcanzan hasta el 90%. Entre todos los casos con infección endodóntica primaria, *E. faecalis* tenía más

probabilidades de asociarse con casos asintomáticos que con sintomáticos (Rocas *et al.*, 2004).

E. faecalis puede sobrevivir en entornos muy duros, con un suministro deficiente de nutrientes y un pH alcalino alto que llega hasta 11,5. La capacidad de *E. faecalis* para crecer como una biopelícula en las paredes del conducto radicular y como una mono infección en los conductos tratados sin el apoyo sinérgico de otras bacterias hace que la alta resistencia a los agentes antimicrobianos sea un patógeno muy resistente al tratamiento del conducto radicular (Estrela *et al.*, 2008).

Al ser un patógeno oportunista, causa infecciones nosocomiales y con frecuencia se aísla de los conductos radiculares fallidos que se someten a retratamiento (Sedgley *et al.*, 2006). Su prevalencia en este tipo de infecciones oscila entre el 24 y el 77%. Los factores que conducen a una infección perirradicular persistente después del tratamiento del conducto radicular son la infección intrarradicular, la infección extrarradicular, la reacción a cuerpo extraño y los quistes que contienen cristales de colesterol. Se cree que la principal causa de falla es la supervivencia de microorganismos en la porción apical del diente relleno de raíz (Sedgley *et al.*, 2006).

E. faecalis en los túbulos dentinarios puede resistir los apósitos intracanal de hidróxido de calcio durante más de 10 días formando una biopelícula que lo ayuda a resistir la destrucción al permitir que las bacterias se vuelvan 1000 veces más resistentes a la fagocitosis, anticuerpos y antimicrobianos que los organismos que no producen biopelículas. El hidróxido de calcio, un medicamento intracanal de uso común, puede ser ineficaz para matar *E. faecalis* por sí solo, si no se mantiene un pH alto (Sedgley *et al.*, 2005). *E. faecalis* tiene la capacidad de formar una biopelícula que puede resistir el apósito de hidróxido de calcio manteniendo la homeostasis del pH, pero a un pH de 11,5 o más, *E. faecalis* no puede sobrevivir.

4.8.- Amoxicilina

Es un antibiótico betalactámico bactericida de amplio espectro que inhibe la síntesis de la pared celular (Majumdar S y Pratt RF, 2009). La fuerza de unión del sellador endodéntico a la dentina es importante para mantener la integridad del sello del conducto radicular. La adición de amoxicilina a los selladores endodénticos podría cambiar su capacidad para sellar el sistema de canales. La capacidad de sellado de un sellador endodéntico está determinada por su fuerza de adherencia (Kleinman Brain S y Berzins David W).

Algunos estudios han evaluado los efectos antimicrobianos de varios antibióticos como amoxicilina, vancomicina, eritromicina, bencilpenicilina y doxiciclina contra *Enterococcus faecalis* (Pinheiro et al., 2004). Cuando se usa localmente, se evitan los efectos secundarios de la administración sistémica de antibióticos y se dispone de una mayor concentración del medicamento (Bansal et al., 2004).

En 2006, Hoelscher et al demostraron que las combinaciones de sellador-antibiótico que contienen amoxicilina, penicilina, clindamicina y doxiciclina pueden aumentar significativamente las zonas de inhibición del crecimiento en comparación con los selladores solos (Hoelscher et al., 2006).

Además, Baer y Maki (2010) informaron que los selladores mezclados con amoxicilina tenían un efecto inhibitor significativamente mayor sobre el crecimiento de *Enterococcus faecalis* en comparación con selladores sin amoxicilina (Baer et al., 2010). Parece que la adición de antibióticos a los selladores puede aumentar su eficacia antimicrobiana e inhibir el crecimiento de los microorganismos restantes en el conducto radicular.

4.9 Prueba de Agar

Se puede utilizar una variedad de métodos de laboratorio para evaluar o examinar la actividad antimicrobiana *in vitro* de un extracto o un compuesto puro. Los métodos más conocidos y básicos son la difusión en disco y los métodos de dilución en caldo o agar (Balouiri et al., 2016).

La prueba de difusión en disco de agar, desarrollada en 1940 (Heatley, 1944), es el método oficial utilizado en muchos laboratorios de microbiología clínica para las pruebas de susceptibilidad antimicrobiana de rutina. Hoy en día, el Instituto de Estándares Clínicos y de Laboratorio (CLSI) publica muchos estándares aceptados y aprobados para las pruebas de bacterias y levaduras. Aunque no todas las bacterias fastidiosas pueden analizarse con precisión con este método, la estandarización se ha realizado para probar ciertos patógenos bacterianos fastidiosos como estreptococos, *Haemophilus influenzae*, *Haemophilus parainfluenzae*, *Neisseria gonorrhoeae* y *Neisseria meningitidis.*, utilizando medios de cultivo específicos, diversas condiciones de incubación y criterios interpretativos de los halos de inhibición.

Sin embargo, el ensayo de difusión en disco ofrece muchas ventajas sobre otros métodos: sencillez, bajo costo, la capacidad de probar una gran cantidad de microorganismos y agentes antimicrobianos, y la facilidad para interpretar los resultados proporcionados. Además, varios estudios han demostrado el gran interés en pacientes que padecen infección bacteriana de una antibioterapia basada en el antibiograma del agente causal (Kreger *et al.*, 1980).

5. Prueba de Contacto Directo

La prueba de contacto directo modificada empleada en este estudio tiene muchas ventajas sobre la prueba de difusión en agar que se usa habitualmente. La prueba de contacto directo es un ensayo cuantitativo que permite probar materiales insolubles en agua. Se basa en el contacto directo e íntimo entre los microorganismos de prueba y los medicamentos probados y es prácticamente independiente de las propiedades de difusión tanto del material probado como de los medios, a diferencia de la prueba de difusión en agar. Es reproducible y es insensible al tamaño del inóculo puesto en contacto con el material analizado (Varghese *et al.*, 2020).

6. Métodos

El universo de estudio es BioRoot (Septodont, France), AH Plus (Dentsply Sirona, Germany) y MTA Fillapex. Los Criterios de inclusión es la Cepa Bacteriana de *E. faecalis* y los cementos selladores en buen estado. Los Criterios de exclusión son ausencia de crecimiento bacteriana de *E. faecalis*, contaminación de las muestras y cementos selladores caducos. Los criterios de eliminación son las muestras contaminadas durante el procedimiento.

6.1 Prueba de los materiales y microorganismo y sus condiciones de crecimiento

Los selladores fueron preparados con la recomendación de los fabricantes. Se usó *Enterococcus Faecalis* (ATCC 11420), aislado del conducto radicular infectado y empleado ampliamente para probar la actividad antimicrobial de los materiales endodónticos. Este aislamiento se obtuvo del CIDICS. Las bacterias se cultivaron aeróbicamente a partir de cultivos almacenados congelados en caldo de infusión de cerebro y corazón (BHI) a 37°C. Se utilizaron caldos preparados en el laboratorio de acuerdo a las especificaciones del fabricante. Las células fueron cosechadas por centrifugación y resuspendidas en medio fresco. Los inóculos se prepararon por resuspensión de células lavadas a densidades ópticas predeterminadas que se relacionan con concentraciones conocidas.

6.2 Prueba de contacto directo

En estudios anteriores, la prueba de difusión en agar se usaba comúnmente para evaluar la actividad antimicrobiana de los selladores endodónticos. Sin embargo, la prueba ya no se recomienda para este propósito debido a su falta de confiabilidad. Desde entonces, la prueba de difusión en agar ha sido reemplazada por la prueba de contacto directo (DCT), que refleja mejor el verdadero potencial antimicrobiano de los diversos selladores en entornos estandarizados.

La prueba de contacto directo se basa en la determinación turbidimétrica del crecimiento bacteriano en placas de microtitulación de 96 pocillos. La cinética del crecimiento en cada pozo se monitorizó a 600 nm a 37 ° C y se registró cada 30 minutos utilizando un espectrofotómetro de microplacas de temperatura controlada. Se hizo el procedimiento del DTC según la metodología de Weiss E.I. y col. en 1996.

Los datos se registraron, los valores de los pocillos de control negativo se consideraron como la línea de base y se restaron de los conjuntos experimentales respectivos, luego se representaron gráficamente y se analizaron estadísticamente mediante el análisis de varianza ANOVA y el procedimiento Scheffe de comparación de múltiples puntas. Se realizaron experimentos similares en los que se permitió que los materiales probados se depositen en los pozos durante 24 h antes de ser analizados por el DCT.

6.3 Prueba de AGAR

Para el agar se usó 200 ul. de la suspensión bacteriana (aproximadamente 5×10^8 células) se sembraron cajas con agar con BHI (Infusión Cerebro Corazón), los experimentos se realizaron por quintuplicado. Se prepararon muestras con la mezcla de cada material analizado en cajas de 96 pozos para cultivo en vertical en pocillos uniformes (5 mm de diámetro) perforados en el agar.

6.4 Análisis estadístico

Se analizaron estadísticamente mediante el análisis de varianza ANOVA y el procedimiento Scheffe de comparación de múltiples puntas. Se realizaron experimentos similares en los que se permitió que los materiales probados se depositen en los pozos durante 24 h antes de ser analizados por el DCT. Con la prueba de AGAR, después de la incubación a 37 °C durante 24 hrs. se examinaron las placas para medir la inhibición del crecimiento bacteriano según la metodología de Tomas RS y cols. (1985) Se realizaron repeticiones para probar el experimento y el resultado del material de fraguado a las de 24 horas.

7. Resultados

7.1 Prueba de Contacto Directo

Sealer w/o amoxicillin	t–statistic	SD	t–statistic D	Sig.	Adj. Signif.
AH plus–MTA Fillapex	–4.000	3.873	–1.033	0.302	1.000
AH plus–Bioroot	–8.500	3.873	–2.195	*0.028	0.169
AH plus–Bacteria (control)	–9.500	3.742	–2.539	*0.011	0.067
MTA Fillapex–Bioroot	–4.500	3.162	–1.423	0.155	0.928
MTA Fillapex–Bacteria (control)	–5.500	3.000	–1.833	*0.067	0.401
Bioroot RCS–Bacteria (control)	–1.000	3.000	–0.333	0.739	1.000

Tabla 1 Resultados de lecturas de los 3 cementos después de la prueba por contacto.

En la Tabla 1 muestra la comparación de los 3 cementos sin antibiótico contra el *E. faecalis*, donde se observa que el cemento AH plus fue uno de los que tuvo un efecto estadísticamente significativo comparado con el control ($P \leq 0.011$), junto con el Bioroot ($P \leq 0.028$).

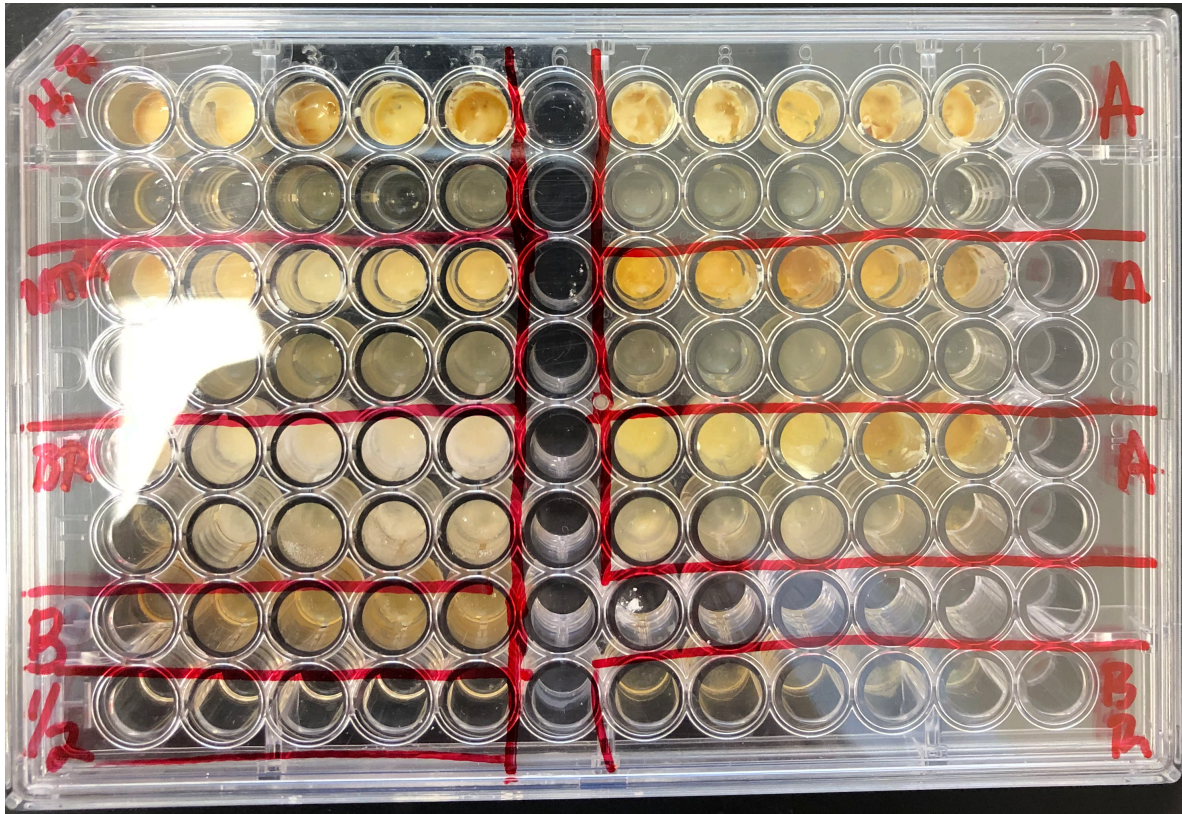


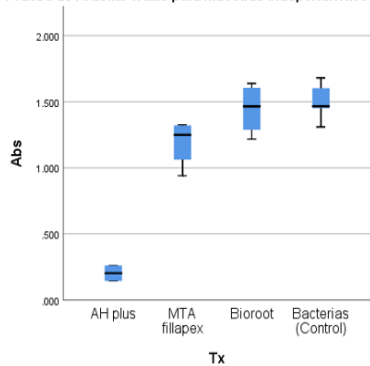
Figura 1 Placas de microtitulación de 96 pocillos. a 37 ° C y se registró cada 30 minutos con DO.595.

Sealers with amoxicillin	t-statistic	SE	t-statistic	Sig.	Adj.
			D		Signif.
AH plus +amoxicillin–MTA	–3.000	3.416	–0.878	0.380	1.000
Fillapex +amoxicillin					
AH plus +amoxicillin –Bioroot	–7.333	3.416	–2.147	*0.032	0.191
+amoxicillin					
AH plus +amoxicillin –Bacteria	–9.200	3.005	–3.011	*0.003	0.016
(control)					
MTA Fillapex +amoxicillin –	–4.333	3.416	–1.269	0.205	1.000
Bioroot +amoxicillin					
MTA Fillapex +amoxicillin –	–6.200	3.055	–2.029	*0.042	0.254
Bacteria (control)					
Bioroot RCS +amoxicillin –	–1.867	3.055	–0.611	0.541	1.000
Bacteria (control)					

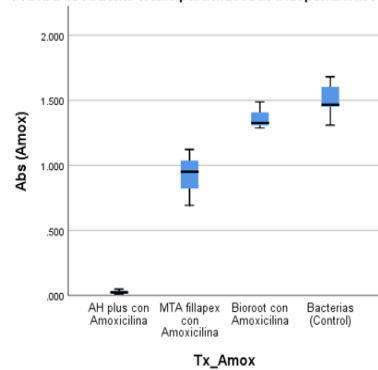
Tabla 2 Comparación de turbidez de los cementos por prueba de contacto

En la tabla 2 se observa que hubo diferencia significativa cuando los cemento se mezclaron con la amoxicilina en presencia de *E. faecalis* en la prueba de contacto directo. El AH plus con Amoxicilina fue el que mostró mejores resultados ($P \leq 0.032$ y 0.003), junto con el MTA Fillapex ($P \leq 0.042$), en comparación del cemento Bioroot con Amoxicilina que tuvo ($P \leq 0.541$).

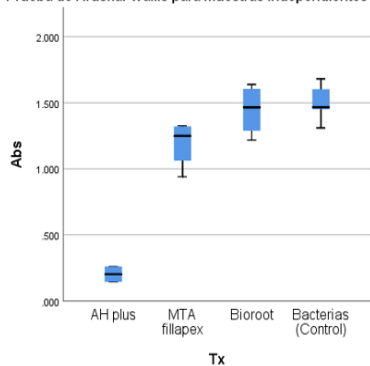
Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes



Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes



Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes



Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes

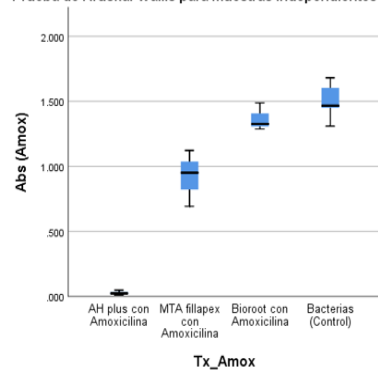


Figura 2 Análisis descriptivo de los resultados de turbidez de los 3 cementos después de la prueba por contacto

En la figura 2 se puede apreciar que el comportamiento de los 3 cementos tuvieron eficacia, comparado con el control (solo bacterias) lo cual sugiere que tanto los cementos solos, como los cementos con antibiótico, tuvieron reducción del crecimiento de *E. fecalis*, sin embargo se aprecia que el AHPlus con Amoxicilina tuvo mejor comportamiento.

7.2 Prueba de Difusión en agar

Se realizó la comparación de los cementos entre si y cementos agregando antibiótico, observamos que los cementos solos si funcionan (BioRoot), pero cuando se combinan con Amoxicilina su eficacia aumentó, principalmente el AHplus que fue el que tuvo mejor comportamiento.

Pruebas Post Hoc

Diferencia de Media ZOE (control)	Desv. Error	Significancia	Intervalo de confianza al 95% Límite inferior	Intervalo de confianza al 95% Limite Superior
AH plus con Amoxicilina	6.2800	0.000	4.797	7.763
MTA fillapex con Amoxicilina	2.9850	0.001	1.412	4.558
Bioroot con Amoxicilina	2.8600	0.001	1.287	4.433

Tabla 3. Prueba de Dunnet.

Tabla 3. Se muestra que todos los cementos combinados con la amoxicilina tuvieron mejores resultados, ($P \leq 0.000$), que el control, que fue ZOE en la prueba de difusión en agar. La Diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05. La Prueba t de Dunnett tratan un grupo como un control y comparan todos los demás grupos con este.

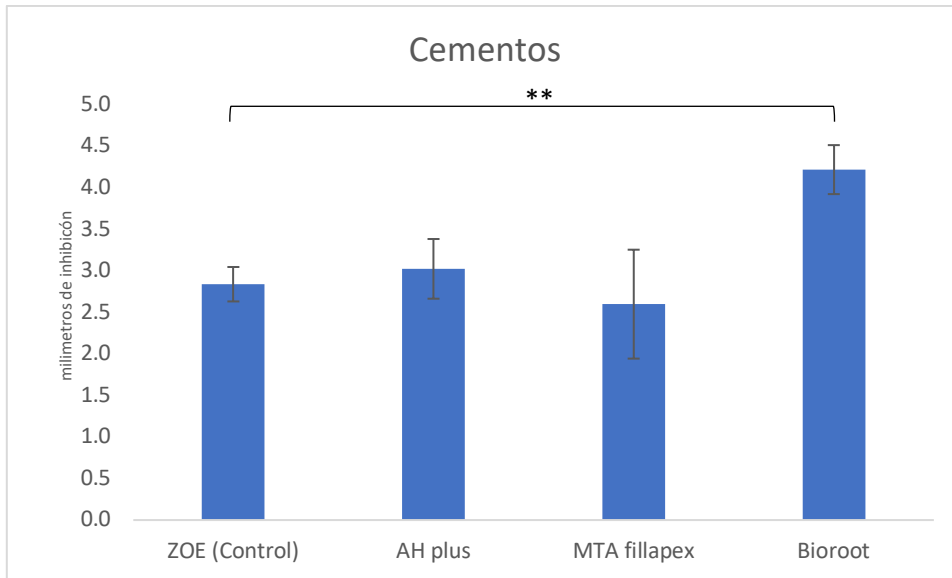


Figura 3 resultados de halo de inhibición de los cementos sin antibiótico

En la figura 3 se observa la comparación de los cementos sin amoxicilina en la prueba de difusión en agar con *E. faecalis*, en donde se muestra que el que tuvo mejor comportamiento fue el cemento BioRoot, después los cementos AH plus, ZOE (control) y MTA fillapex.

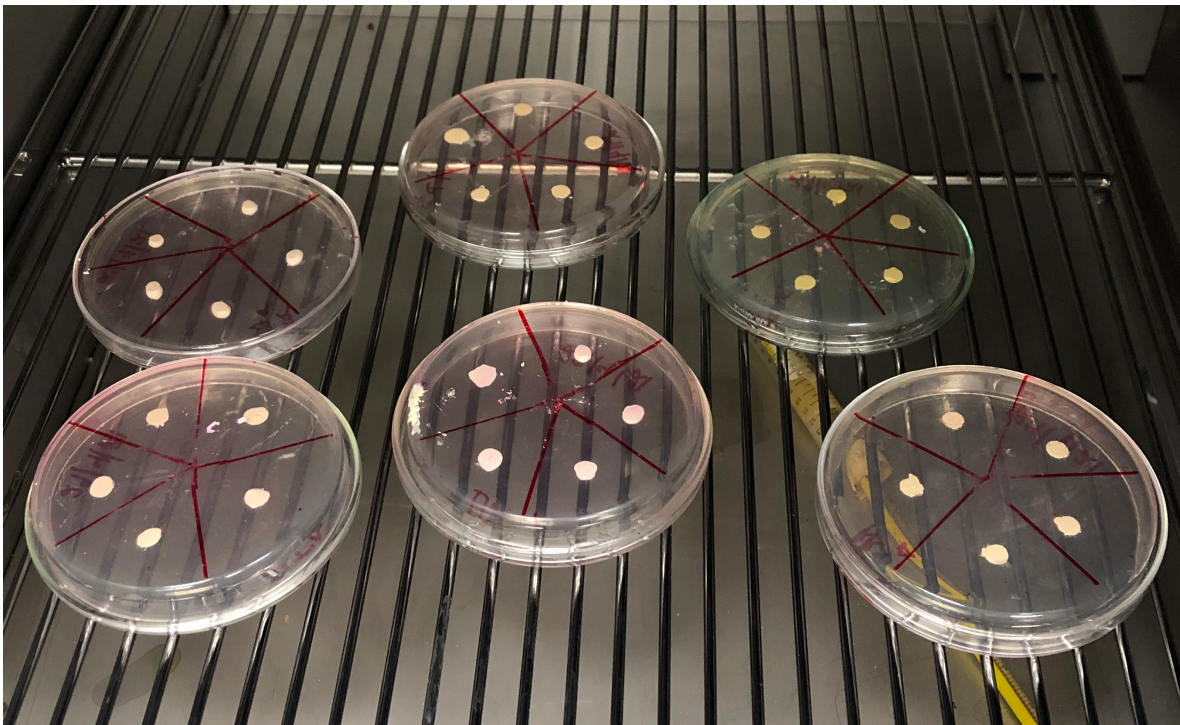


Figura 4 Cajas Petri para prueba de difusión en agar con *E. faecalis*, con cementos sin Amoxicilina (AHplus, MTA fillapex y BioRoot), al quintuplicado y estos mismos cementos combinados con Amoxicilina

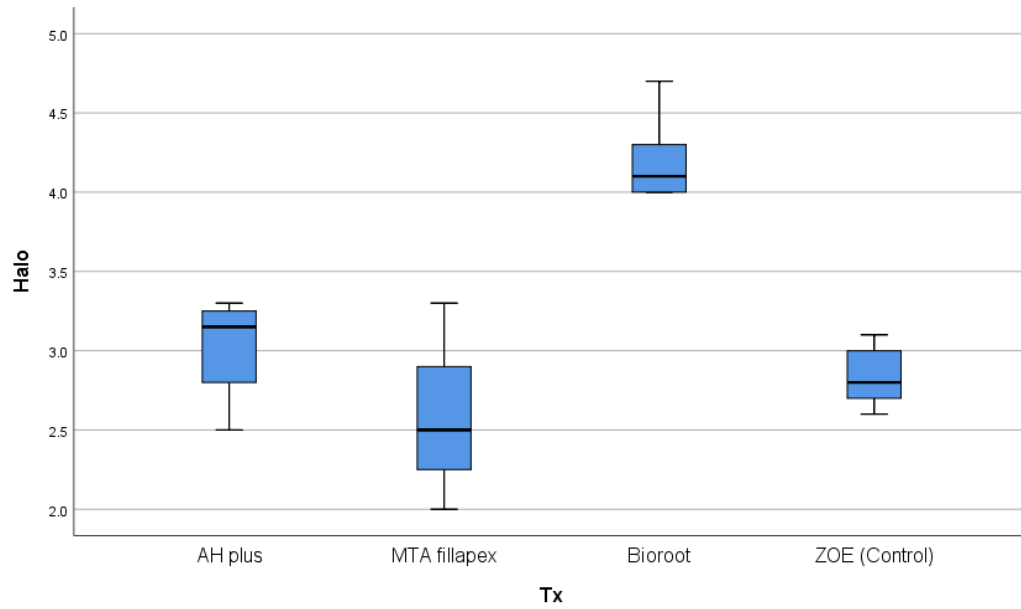


Figura 5 grafica descriptiva de los cementos solos, comparado con ZOOE

En la figura 5 se observa el comportamiento de los 3 cementos sin amoxicilina comparado con ZOE (control), en la prueba de difusión en agar con *E.faecalis*, donde el que presento mejor comportamiento fue el cemento BioRoot, siguiéndole el AH plus, ZOE y por último el MTA fillapex.

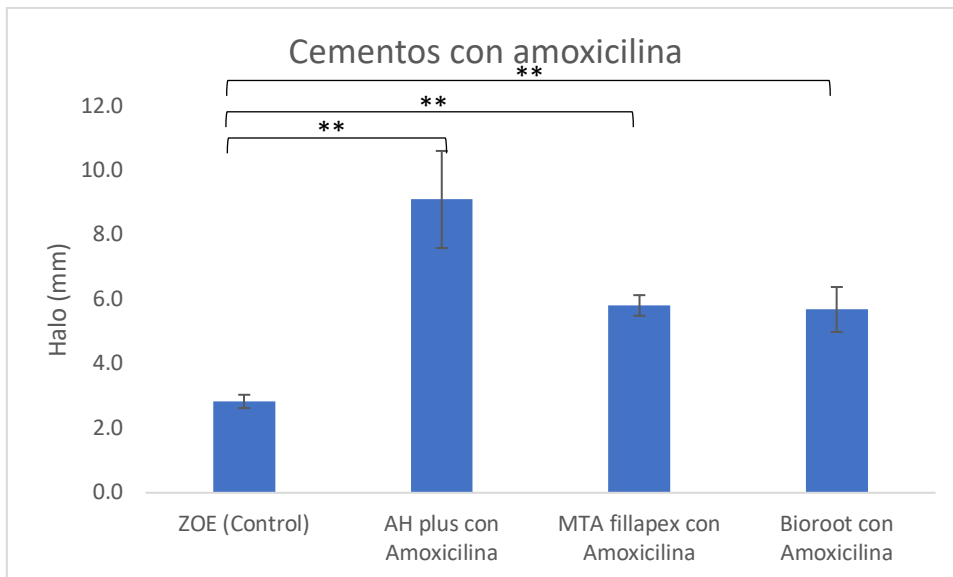


Figura 6 Comparación de la inhibición de los 3 cementos combinados con antibiótico

En la figura 6 se muestra la comparación de los cementos combinados con Amoxicilina, donde tanto AH plus, que fue el que tuvo un halo mayor, MTA fillapex, BioRoot, tuvieron mejor comportamiento en la prueba de difusión de agar con *E. Faecalis* que el ZOE (control).

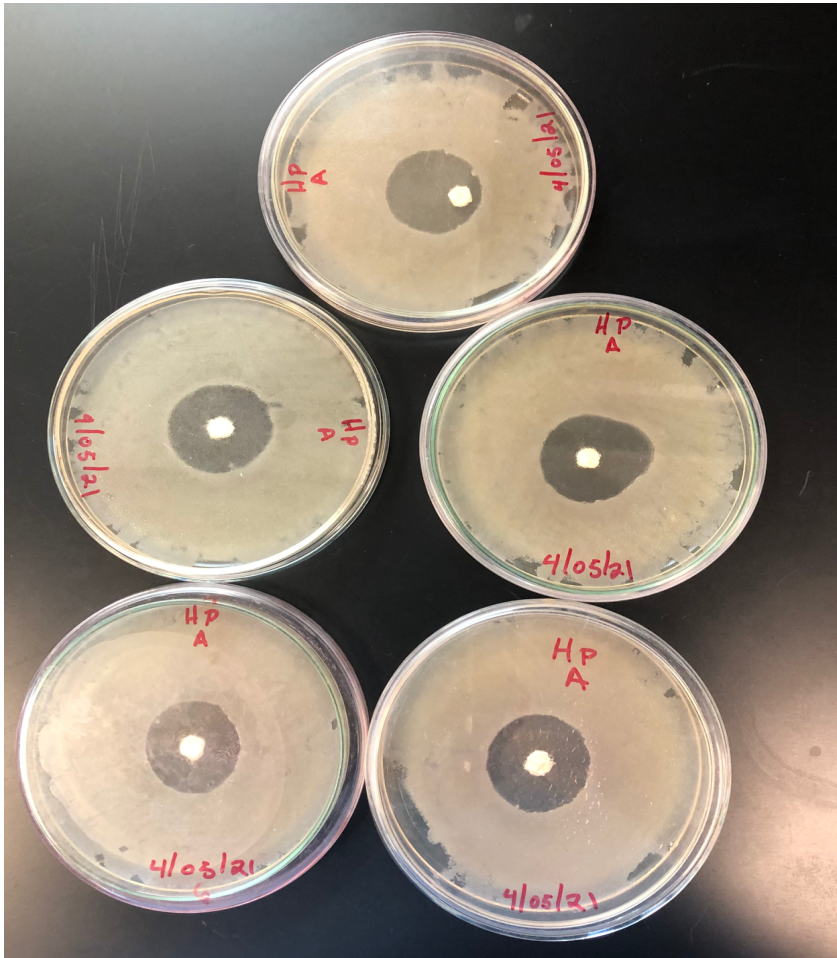


Figura 7 Prueba de difusión en agar con *E. faecalis*, donde se observa los halos de inhibición del AH plus combinado con Amoxicilina, donde fue el cemento que tuvo mejor comportamiento.

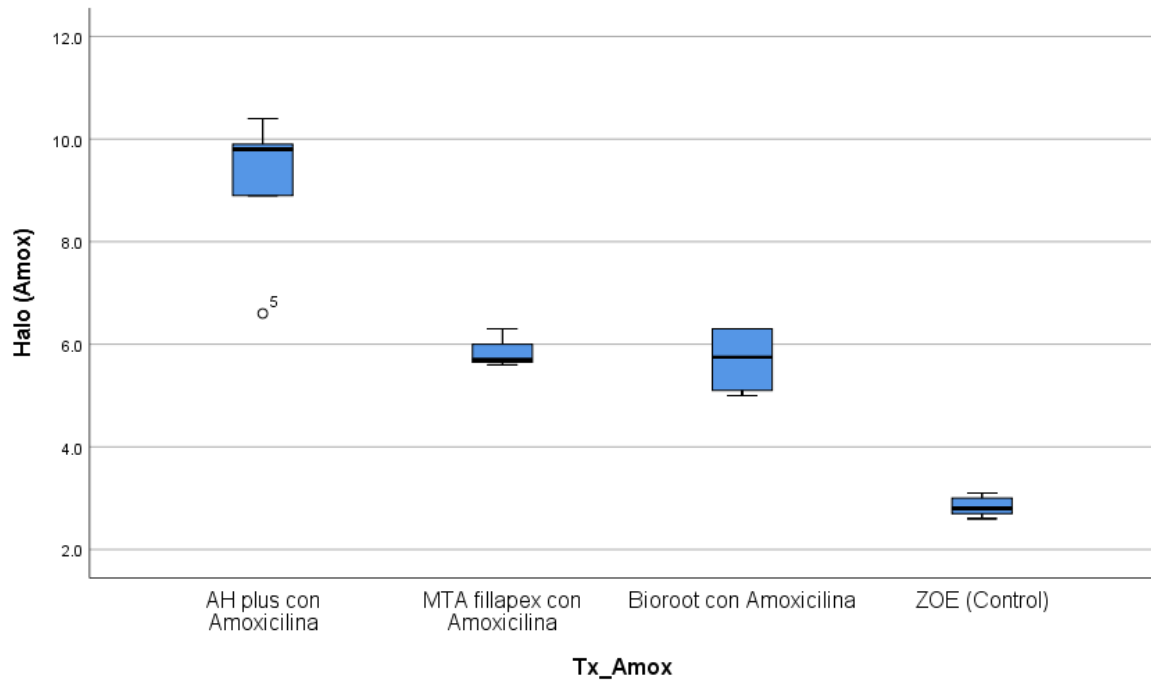


Figura 8 Grafico descriptivo del comportamiento de los cementos combinado con el antibiótico

En la figura 8 se observa el comportamiento de los 3 cementos combinados con Amoxicilina comparado con ZOE (control), en la prueba de difusión en agar con *E. faecalis*, donde todos los cementos aumentaron su eficacia antibacteriana, el que presentó mejor comportamiento fue el cemento AH plus.

8. Discusión

Muchos estudios han demostrado que las bacterias anaerobias juegan un papel importante en las infecciones persistentes del conducto radicular. Estas bacterias tienen un potencial de supervivencia en un entorno necrótico con falta de sangre y oxígeno. Los anaerobios facultativos pueden interactuar con los anaerobios e influir en su nutrición. La condición en el tratamiento de endodoncia hace obligatorio el uso de selladores de conductos radiculares con características antibacterianas, en donde nosotros combinamos con antibiótico para potencializar el efecto antimicrobiano.

Holescher y colaboradores encontraron que los grupos selladores-antibióticos exhibieron actividad antimicrobiana con un pico de alrededor del 10% de concentración de antibiótico. El aumento de la concentración de antibióticos, hasta el 50%, no aumentó más la zona de inhibición. Por lo tanto, en el presente estudio se utilizó una concentración de antibiótico del 10%. Se ha demostrado que EF es resistente a bencilpenicilina, ampicilina, clindamicina, metronidazol y tetraciclina. En nuestro estudio se utilizó el mismo porcentaje de antibiótico en combinación con nuestros cementos selladores, basados en este estudio en específico.

Arora y **colaboradores seleccionaron** selladores de conductos radiculares de las marcas Endoflas FS, AH Plus y Tubli-Seal EWT. Se midió la zona de inhibición de los organismos *Enterococcus faecalis*. (Arora *et al.*, 2018). En nuestro estudio se hicieron pruebas de contacto directo, agregando también la prueba de agar en donde se usaron algunos cementos biocerámicos más innovadores que el del estudio de Arora, donde nosotros aparte de ver la eficacia del cemento solo, lo combinamos con antibiótico precisamente Amoxicilina para poder evaluar si se inhibía de manera más eficaz lo que es la bacteria *E. faecalis*.

Dalmia y colaboradores probaron cuatro selladores endodónticos diferentes, a saber, a base de resina (AH Plus), a base de óxido de zinc-eugenol (Tubliseal), a base de hidróxido de calcio (Sealapex) y a base de agregado de trióxido mineral (MTA Fillapex), (Dalmia *et al.*, 2018). Comparado con nuestra metodología nosotros agregamos también la prueba de contacto directo para que refleje mejor el verdadero potencial antimicrobiano de los diversos selladores en entornos estandarizados.

Anumula y colaboradores, utilizaron *Enterococcus faecalis* como organismo de prueba. Se realizó una prueba de contacto directo que se basa en medir el efecto del contacto cercano entre las bacterias de prueba y el material probado sobre la cinética del crecimiento bacteriano para superar las desventajas de la prueba de difusión en agar. Los datos se recopilaron registrando la densidad óptica con la ayuda de un espectrofotómetro (Anumula *et al.*, 2012). En nuestra investigación agregamos lo que son selladores endodónticos más innovadores a base de silicato tricálcico o también llamados biocerámicos, los cuales quisimos poner a prueba para observar su eficacia contra esta bacteria, nuestro experimento hubo la comparación respecto a sellador solo y combinado con amoxicilina, donde también agregamos la prueba de agar para comparar los resultados de la prueba de contacto directo.

Dos Santos y colaboradores evaluaron la actividad antimicrobiana y las propiedades físicas de selladores endodónticos experimentales a base de resinas con la incorporación de extractos vegetales obtenidos de las especies *Bixa orellana*, *Mentha piperita* y *Tagetes minuta* frente a *Streptococcus mutans*, *Enterococcus faecalis* y *Candida albicans*. (Dos Santos *et al.*, 2021). Comparado a nuestro experimento nosotros utilizamos lo que es amoxicilina como incorporación a los cementos para observar si elevaban su eficacia antibacteriana contra *E. faecalis*, donde nosotros preferimos un antibiótico debido a que las infecciones alveolares crónicas se asocian con dientes sin pulpa y lesiones que no tienen irrigación sanguínea que llega al espacio pulpar. Por lo tanto, es poco probable que la administración sistémica de un antibiótico y la concentración insignificante que llega al conducto radicular sean beneficiosas. La principal ventaja de los antibióticos locales en comparación con el uso sistémico es que se previenen las consecuencias y complicaciones sistémicas y que se pueden utilizar concentraciones sustancialmente más altas.

Huang y colaboradores analizaron las actividades antimicrobianas de cuatro selladores endodónticos se evaluaron mediante la prueba de difusión en agar (ADT) y la prueba de contacto directo (DCT) en este estudio. En ADT, los resultados se informaron como el diámetro de la zona de inhibición del crecimiento. Se midieron tanto selladores frescos como selladores de 1 día (Huang *et al.*, 2019). La investigación realizada por Huang utilizó los mismos métodos que nosotros en la investigación de lo que es prueba de contacto directo y de agar, donde ellos analizaron un microorganismo mas el cual fue *Candida albicans*, nosotros analizamos la cinética del crecimiento en cada pozo donde se monitorizó a nm a $37^{\circ}C$ y se registró cada 30 minutos utilizando un espectrofotómetro de microplacas de temperatura controlada, nosotros medimos selladores de manera fresca sin combinar el antibiótico y combinado con el antibiótico.

Kangarlou y colaboradores en su estudio, mostraron que AH Plus solo o en combinación con nanosilver en muestras establecidas después de 1, 3 y 7 días no mostró efecto antimicrobiano contra *Enterococcus faecalis*. Sin embargo, el AH Plus recién mezclado sin antibióticos mostró actividad antimicrobiana contra *Enterococcus faecalis* (Kangarlou *et al.*, 2016). En nuestro estudio se mostró que el cemento AH Plus fue el que tuvo mayor actividad antimicrobiana cuando se le agrego Amoxicilina tanto en la prueba de difusión en agar y en la técnica de Weiss, La sensibilidad de *Enterococcus faecalis* frente a los antibióticos ha sido examinada en varios estudios y se ha demostrado que este microorganismo es más sensible a la amoxicilina.

Mohammadi y colaboradores incorporaron antibióticos a los selladores puede ser eficaz en los tratamientos de endodoncia. Sin duda, la aplicación de selladores es fundamental para lograr un buen sellado. Después de mezclarlo con selladores, su propiedad antimicrobiana (Amoxicilina) persiste después del fraguado y es especialmente importante en el resultado del tratamiento de endodoncia y en la prevención de infecciones (Mohammadi y Abbott., 2009). En este estudio, el uso de una pequeña cantidad de antibiótico fue suficiente como medicamento antibacteriano en los selladores de conductos radiculares. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que la mayor cantidad de antibióticos administrados localmente puede ser

tóxico para las células huésped y se recomienda una concentración limitada. Se requieren más investigaciones para evaluar la cantidad exacta de antibiótico necesaria en los selladores de conductos radiculares, así como el tiempo de fraguado, la contracción y la solubilidad y el potencial de decoloración de los selladores.

Sharma y colaboradores mencionan que los selladores a base de resina (AH26, AH Plus, Roekoseal) tienen muy pocas propiedades antimicrobianas en comparación con los selladores que contienen óxido de zinc y eugenol, excepto AH26. AH26 muestra actividad antimicrobiana debido a la liberación de formaldehído. AH plus mostró la menor cantidad de zonas de inhibición, esto puede deberse a la difusibilidad del sellador en los medios, la interacción del sellador con los componentes de los medios y las condiciones microambientales (Sharma *et al.*, 2014). En estudio de Razmi et al y Holescher et al., el diámetro medio de la zona de inhibición de la amoxicilina en la combinación sellador-antibiótico fue significativamente mayor que cualquier otra combinación de antibióticos selladores y en el presente estudio también sellador-amoxicilina mostró la mayor zona de inhibición, que fue significativamente mayor ($p < 0,000$) en comparación con todas las demás combinaciones de sellador y antibiótico. En los resultados obtenidos en nuestro estudio AH Plus en comparación con nuestro control ZOE, no hay diferencia significativa en su eficacia antibacteriana en la prueba de agar, a cambio cuando se mezcla con el antibiótico se demuestra que su potencialidad antibacteriana crece de manera significativa mostrando un promedio de zona de inhibición de 10.62mm en este cemento.

Baer y Maki mencionan que los resultados de su estudio mostraron que los tres selladores con amoxicilina, incluso después de estar fraguados hasta 7 días, seguían manteniendo propiedades antimicrobianas e inhibían completamente el crecimiento de la *E. faecalis*. En este estudio también demostró que los tres selladores sin amoxicilina no inhibieron el crecimiento de *E. faecalis* (Baer y Maki, 2010). Comparado con nuestro estudio que fue de 24 hrs, nuestros resultados mostraron que los 3 cementos selladores sin amoxicilina inhibían el crecimiento de *E. faecalis*, pero al momento de combinar los 3 selladores con amoxicilina su eficacia antimicrobiana aumentaba, el AHplus fue el que tuvo mejor resultado combinado con el antibiótico, complementándonos con el estudio realizado de Baer, donde él analizó la respuesta de esta combinación hasta los 7 días, tenemos como resultado que seguían teniendo buena eficacia contra esta bacteria.

9. Conclusión

El uso de cementos biocerámicos ha mejorado la práctica endodóntica asegurando un mejor sellado del sistema de conductos radiculares, lo cual se sabe es fundamental para el éxito de los tratamientos.

Si bien el resultado de esta investigación muestra que tanto los cementos BioRoot y AHplus, muestran reducción del crecimiento bacteriano, la combinación de estos cementos mejoran aún más la eficacia, sin embargo, se observa que el AH Plus con Amoxicilina, mostró mejores resultados con la prueba de contacto, como con la de difusión en agar, comparado con los otros cementos reduciendo significativamente más el crecimiento de *E. fecalis*.

9. LITERATURA CITADA

1. AA Hoelscher, JK Bahcall, JS Maki. In vitro evaluation of the antimicrobial effects of a combination of root canal sealers and antibiotics against enterococcus faecalis. J Endod. 2006; 32 :145-147.
2. Abbott PV, Hume WR, Pearman JW. Antibiotics and endodontics. Australian Dental J. 1990; 35:50–60.
3. Al-Haddad A, Che Ab Aziz ZA. Bioceramic-based root canal sealants: a review. Int J Biomater. 2016; 2016:9753210.
4. Anumula L, Kumar S, Kumar VS, Sekhar C, Krishna M, Pathapati RM, Venkata Sarath P, Vadaganadam Y, Manne RK, Mudlapudi S. An Assessment of Antibacterial Activity of Four Endodontic Sealers on Enterococcus faecalis by a Direct Contact Test: An In Vitro Study. ISRN Dent. 2012; 2012:989781.
5. Aravind, V Gopikrishna, D Kandaswamy, RK Jeyavel. Comparative evaluation of the antimicrobial efficacy of five endodontic root conductor sealants against Enterococcus faecalis and Candida albicans. J Conserv Dentistry. 2006; 9:2-12.
6. Arias-Moliz MT, Camilleri J. The effect of the final irrigant on the antimicrobial activity of root canal sealers. J Dent. 2016; 52:30-36.
7. Arora R, Rawat P, Bhayya DP. A comparative evaluation of the antimicrobial efficacy of three endodontic sealants: Endoflas FS, AH plus and sealapex against Enterococcus faecalis - An in vitro study. IOSR J Dent Med Sci. 2014; 13:90-93.
8. Arthanari KK, Palanivelu CR, Ravi V., Sivakumar AA, Sivakumar JS, Prasad AS An in vitro comparative evaluation of the distribution of three different sealants using the single cone filling technique. J Pharm Bioall Sci. 2019; 11 (2): 438–441.
9. 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.
10. Balouiri M, Sadiki M, Ibsouda SK. Methods for *in vitro* evaluating antimicrobial activity: A review. J Pharm Anal. 2016 Apr;6(2):71-79.
11. Bansal R, Jain A. Overview on current antibiotic containing agents used in endodontics. J Med Sci. 2014;6(8):351–358.

12. Bergenholtz G. Assessment of treatment failure in endodontic therapy. *J Oral Rehabil.* 2016;43(10):753-758.
13. Best SM, Porter AE, Thian ES, Huang J. Bioceramics: Past, Present and Future. *J. Eur. Ceram.* 2008;28(7):1319-1327.
14. Bowden GH. Microbiology of root surface caries in humans. *J Dent Res.* 1990;69:1205-1210.
15. Camps J, Jeanneau C, El Ayachi I, Laurent P. About I Bioactivity of an endodontic cement based on calcium silicate (BioRoot RCS): interactions with cells of the human periodontal ligament in vitro. *J Endod.* 2015;41:1469-1473.
16. CH Stuart, SA Schwartz, TJ Beeson, CB Owatz. Enterococcus faecalis: su papel en el fracaso del tratamiento del conducto radicular y conceptos actuales en retratamiento. *J Endod.* 2006;32:93–98.
17. Collado - González M, Tomás - Catalá CJ, Oñate - Sánchez RE, Moraleda JM, Rodríguez - Lozano FJ. Citotoxicity of GuttaFlow Bioseal, GuttaFlow2, MTA Fillapex and AH plus in stem cells of the human periodontal ligament. *J Endod.* 2017;43:816 - 822.
18. Costerton JW, Cheng KJ, Geesey GG, Ladd TI, Nickel JC, Dasgupta M, Marrie TJ *Annu Rev Microbiol.* 1987;41:435-464.
19. da Silva EJ, Zaia AA, Peters OA. Cytocompatibility of calcium silicate-based sealants in a three-dimensional cell culture model. *Clin Oral Investig.* 2017;21,1531-1536.
20. Dimitrova - Nakov S, Uzunoglu E, Ardila - Osorio H et al. In vitro bioactivity of Bioroot™ RCS, through A4 mouse pulp stem cells. *Dent Mater.* 2015;31:1290 - 1297.
21. Dos Santos DC, da Silva Barboza A, Schneider LR, Cuevas-Suárez CE, Ribeiro JS, Damian MF, Campos AD, Lund RG. Antimicrobial and physical properties of experimental endodontic sealers containing vegetable extracts. *Sci Rep.* 2021;11(1):6450.
22. Elsaka SE, Elnaghy AM. The antibacterial activity of calcium hydroxide combined with chitosan solutions and results on the bond strength of RealSeal sealant to root dentin. *J Biomed Res.* 2012;26(3):193–199.
23. Estrela C, Silva JA, de Alencar AH, Leles CR, Decurcio DA. Efficacy of sodium hypochlorite and chlorhexidine against Enterococcus faecalis - a systematic review. *J Appl Oral Sci.* 2008;16(6):364-368.

24. Flores DS, Rached FJ, Versiani MA, Guedes DF, Sousa - Neto MD, Pecora JD. Evaluation of the physicochemical properties of four root canal sealants. *International J Endod.* 2011;44:126 - 135.
25. Gandolfi MG, Prati C. MTA and F-doped MTA cements used as sealants with hot gutta-percha. Long-term study of the sealing capacity. *Int Endod J.* 2010;43:889 - 901.
26. Garrido ADB, Lia RCC, França SC, da Silva JF, Astolfi-Filho S., Sousa-Neto MD Laboratory evaluation of the physicochemical properties of a new Copaifera multijuga oil-resin based root canal sealer. *Int Endod J.* 2010;43(4):283-291.
27. Geneva MP, Fernández E, De Maeyer EA, Verbeeck RM, Boltong MG, Ginebra J, Driessens FC, Planell JA and hardening reaction of an apatite calcium phosphate cement. *J Dent Res.* 1997;76(4):905-912.
28. Gjorgievska ES, Nicholson JW, Coleman NJ, Booth S, Dimkov A, Hurt A, et al. Release of components and mechanical properties of endodontic sealants after the incorporation of antimicrobial agents. *Biomed Res Int.* 2017;2017:2129807.
29. Grossman LI. Physical properties of root cements. *J Endod.* 1976; 2: 166–175.
30. Hench LL. Bioceramics: from concept to clinic. *J American Ceramic Society.* 1991;74(7):1487-1510.
31. Heatley NG A method for the assay of penicillin. *Biochemistry J.* 1944; 38:61–65.
32. Hoelscher AA, Bahcall JK, Maki JS. In vitro evaluation of the antimicrobial effects of a root canal sealer-antibiotic combination against *Enterococcus faecalis*. *Endodontic Magazine.* 2006;32(2):145–147.
33. 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;19(1):118.
34. Kangarlou A, Neshandar R, Matini N, Dianat O. Antibacterial efficacy of AH Plus and AH26 sealants mixed with amoxicillin, triple antibiotic paste and nanosilver. *J Dent Res Dent Clin Dent Perspectives.* 2016;10(4):220-225.
35. Koch K., Brave D. A new day has dawned: the increased use of bioceramics in endodontics. *Dentaltown.* 2009;10:39–43.
36. Komabayashi T, Colmenar D, Cvach N, Bhat A, Primus C, & Imai Y. Comprehensive review of current endodontic sealers. *Dent. Mater. J.* 2020;10.4012/dmj.2019-288.

37. Kreger BE, Craven DE, McCabe WR Gram-negative bacteremia. IV. Reassessment of clinical characteristics and treatment in 612 patients. *Am. J. Med.* 1980; 68:344–355.
38. Lim TS, Wee TY, Choi MY, Koh WC, Sae-Lim V. Glyde File Prep Light Scanning Electron Microscope Evaluation of Smear Layer Removal. *Int Endod J.* 2003;36(5): 336-343.
39. Loesche WJ. Chemotherapy of dental plaque infections. *Oral Sci Rev.* 1976;9:65-107.
40. Majumdar S, Pratt RF. Inhibition of class A and C β -lactamases by diaroyl phosphates. *Biochemistry.* 2009;48:8285-8292.
41. Mohammadi Z, Abbott PV. On local applications of antibiotics and antibiotic-based agents in endodontics and dental traumatology. *International journal of endodontics.* 2009; 42 (7):555-67.
42. Monajemzadeh A, Ahmadi Asoor S, Aslani S, Sadeghi-Nejad B. In vitro antimicrobial effect of different root canal sealants against oral pathogens. *Curr Med Mycol.* 2017;3: 7-12.
43. Pinheiro ET, Gomes BP, Drucker DB, Zaia AA, Ferraz CC, Souza-Filho FJ. Antimicrobial susceptibility of *Enterococcus faecalis* isolated from root-filled tooth canals with periapical lesions. *Int J Endod.* 2004;37(11):756–63.
44. Pizzo G, Giammanco GM, Cumbo E, Nicolosi G, Gallina G. In vitro antibacterial activity of endodontic sealants. *J Dent.* 2006;34(1):35-40.
45. 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.
46. Razmi H, Ashofteh Yazdi K, Jabalameli F, Parvizi S. Antimicrobial effects of AH26 antibiotic / sealant combinations against *Enterococcus faecalis*. *Iran Endod J.* 2008;3(4):103-108.
47. Rocas IN, Siqueira JF Jr, Santos KR. Association of *Enterococcus faecalis* with different forms of periradicular diseases. *J Endod.* 2004;30:315-320.

48. Sedgley C, Nagel A, Dahlén G, Reit C, Molander A. Culture analysis and quantitative real-time polymerase chain reaction of *Enterococcus faecalis* in root canals. *J Endod.* 2006;32(3):173-7.
49. Sedgley C, Buck G, Appelbe O. Prevalence of *Enterococcus faecalis* at multiple oral sites in endodontic patients by culture and PCR. *J Endod.* 2006;32(2):104-109.
50. Sedgley CM, Molander A, Flannagan SE, Nagel AC, Appelbe OK, Clewell DB, Dahlén G. Virulence characteristics, phenotype and genotype of *Enterococcus* spp. Endodontic. *Oral Microbiol Immunol.* 2005;20(1):10-9.
51. Sharma D, Grover R, Pinnameneni PS, Dey S, Raju PR. Evaluation of the efficacy of combinations of five endodontic sealants with five antibiotics against *Enterococcus Faecalis* - An in vitro study. *J Int Oral Health .* 2014;6(2):90-95.
52. Shin J.-H., Lee D.-Y., Lee S.-H. Comparison of the antimicrobial activity of traditional and new root sealants against the root canal related to pathogens. *Journal D Sci.* 2018;13(1):54–59.
53. Siqueira JF Jr, Rôças IN. Exploitation of molecular methods to explore endodontic infections: Part 2 - Redefining the endodontic microbiota. *J Endod.* 2005;31(7):488-498.
54. Siqueira JF Jr, Rôças IN, Rosado AS. Investigation of bacterial communities associated with asymptomatic and symptomatic endodontic infections using the denaturing gradient gel electrophoresis fingerprint method. *Oral Microbiol Immunol.* 2004;19(6):363-370.
55. Usha HL, Kaiwar A, Mehta D. Biofilm in endodontics: new understanding of an old problem. *Int J Contem Dent.* 2010;1:44–51.
56. Varghese VS, Kurian N. Effect of duration and dilution on antimicrobial efficacy of octenidine hydrochloride as an intracanal medicament with chitosan carrier against *Enterococcus faecalis* - A modified direct contact test. *J Conserv Dent.* 2020;23(5):463-467.
57. Viapiana R, Guerreiro-Tanomaru JM, Tanomaru-Filho M, Camilleri J. Investigation of the effect of the use of sealant on the heat generated on the external surface of the root during root canal obturation using hot source vertical compaction technique heat from system B. *J Endod.* 2014;40:555-561.
58. Vishwanath V, Rao HM. Gutta-percha in endodontics - A comprehensive review of material science. *J Conserv Dent.* 2019;22(3):216-222.

59. Weiss EI, Shalhav M, & Fuss Z. Assessment of antibacterial activity of endodontic sealers by a direct contact test. *D Traumatology*. 1996;12(4):179-184.

60. 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.

RESUMEN BIOGRÁFICO

Vanascheck Dasaev Villanueva Pérez

Candidato para el grado de

Maestría en ciencias odontológicas en el área Endodoncia

Tesis: COMPARACIÓN EFECTO ANTIMICROBIANO DE 3 SELLADORES ENDODÓNTICOS, SILICATO DE CALCIO (BIOROOT), AGREGADO DE TRIÓXIDO MINERAL (MTA FILLAPEX) Y RESINA EPOXI (AH PLUS), COMBINADOS CON AMOXICILINA, CONTRA *Enterococcus faecalis*.

Campo de Estudio: Ciencias de la Salud.

Datos Personales: Nacido en Monterrey, Nuevo León el 3 de Julio de 1996, hijo de Miguel Angel Villanueva Escobedo y Rocio Elizenda Pérez Guajardo.

Educación: Egresado de la Universidad Autónoma de Nuevo León, grado obtenido Cirujano Dentista en 2019.