

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
PROGRAMA DE ESPECIALIDAD EN ENDODONCIA



**ANÁLISIS DE ACTIVIDAD ANTIMICROBIANA EN CEMENTOS SELLADORES
BIOCERÁMICOS (NROOT SP, BIO C SEALER, AH- PLUS BIOCERAMIC
SEALER): UN ESTUDIO *IN VITRO***

**TRABAJO TERMINAL QUE PARA OBTENER EL DIPLOMA DE
ESPECIALIDAD EN ENDODONCIA**

PRESENTA

C.D. SILVIA ANDREA LÓPEZ MEDINA

PRESIDENTE

(DIRECTOR DEL PROYECTO)

DR. JULIO CÉSAR GARCÍA BRIONES

SINODAL

(CODIRECTORA DEL PROYECTO)

MC. OFELIA CANDOLFI ARBALLO

SINODAL

(CO-DIRECTORA DEL PROYECTO)

DR. EUSTOLIA RODRÍGUEZ VELÁZQUEZ

SINODAL

(CO-DIRECTOR DEL PROYECTO)

MC. LUIS HERNÁN CARRILLO VÁRGUEZ

TIJUANA, BAJA CALIFORNIA; MÉXICO

JUNIO 2024

"2024, año de los pueblos yumaros, pueblos originarios y de las personas
afromexicanas"
FACULTAD DE ODONTOLÓGIA TIJUANA
ESPECIALIDAD EN ENDODONCIA

Tijuana, Baja California a, 31 de mayo de 2024

AL COMITÉ DE ESTUDIOS DE POSGRADO

Por medio del presente, me permito informar que el trabajo: **ANÁLISIS DE ACTIVIDAD ANTIMICROBIANA EN CEMENTOS SELLADORES BIOCERAMICOS (NROOT SP, BIO C SEALER, AH-PLUS BIOCERAMIC SEALER): UN ESTUDIO *IN VITRO*.**

Propuesto por la C.D. SILVIA ANDREA LÓPEZ MEDINA, fue revisado y ha sido aprobado para su impresión.

Por lo que el sustentante puede continuar con el proceso del examen recepcional.

ATENTAMENTE
"POR LA REALIZACIÓN PLENA DEL SER"



DR. JULIO CÉSAR GARCÍA BRIONES
PRESIDENTE

"2024, año de los pueblos yumaros, pueblos originarios y de las personas
afromexicanas"

**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA TIJUANA
ESPECIALIDAD EN ENDODONCIA**

Tijuana, Baja California a, 31 de mayo de 2024

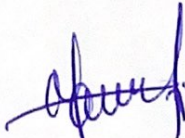
AL COMITÉ DE ESTUDIOS DE POSGRADO

Por medio del presente, me permito informar que el trabajo: **ANÁLISIS DE ACTIVIDAD ANTIMICROBIANA EN CEMENTOS SELLADORES BIOCERAMICOS (NROOT SP, BIO C SEALER, AH-PLUS BIOCERAMIC SEALER): UN ESTUDIO *IN VITRO*.**

Propuesto por la **C.D. SILVIA ANDREA LÓPEZ MEDINA**, fue revisado y ha sido aprobado para su impresión.

Por lo que el sustentante puede continuar con el proceso del examen recepcional.

**ATENTAMENTE
"POR LA REALIZACIÓN PLENA DEL SER"**



**DRA. OFELIA CANDOLFI ARBALLO
SINODAL**

"2024, año de los pueblos yumaros, pueblos originarios y de las personas
afromexicanas"

**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA TIJUANA
ESPECIALIDAD EN ENDODONCIA**

Tijuana, Baja California a, 31 de mayo de 2024

AL COMITÉ DE ESTUDIOS DE POSGRADO

Por medio del presente, me permito informar que el trabajo: **ANÁLISIS DE ACTIVIDAD ANTIMICROBIANA EN CEMENTOS SELLADORES BIOCERAMICOS (NROOT SP, BIO C SEALER, AH-PLUS BIOCERAMIC SEALER): UN ESTUDIO *IN VITRO*.**

Propuesto por la **C.D. SILVIA ANDREA LÓPEZ MEDINA**, fue revisado y ha sido aprobado para su impresión.

Por lo que el sustentante puede continuar con el proceso del examen recepcional.

**ATENTAMENTE
"POR LA REALIZACIÓN PLENA DEL SER"**


DRA. EUSTOLIA RODRÍGUEZ VELÁZQUEZ
SINODAL

"2024, año de los pueblos yumaros, pueblos originarios y de las personas
afromexicanas"

**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA TIJUANA
ESPECIALIDAD EN ENDODONCIA**

Tijuana, Baja California a, 31 de mayo de 2024

AL COMITÉ DE ESTUDIOS DE POSGRADO

Por medio del presente, me permito informar que el trabajo: **ANÁLISIS DE ACTIVIDAD ANTIMICROBIANA EN CEMENTOS SELLADORES BIOCERAMICOS (NROOT SP, BIO C SEALER, AH-PLUS BIOCERAMIC SEALER): UN ESTUDIO *IN VITRO*.**

Propuesto por la C.D. **SILVIA ANDREA LÓPEZ MEDINA**, fue revisado y ha sido aprobado para su impresión.

Por lo que el sustentante puede continuar con el proceso del examen recepcional.

**ATENTAMENTE
"POR LA REALIZACIÓN PLENA DEL SER"**



MC LUIS HERNÁN CARRILLO VÁRGUEZ
SINODAL

**ANÁLISIS DE ACTIVIDAD ANTIMICROBIANA EN CEMENTOS
SELLADORES BIOCERAMICOS (NROOT SP, BIO C SEALER, AH-
PLUS BIOCERAMIC SEALER): UN ESTUDIO *IN VITRO*.**

PRESENTA



C.D. SILVIA ANDREA LOPEZ MEDINA

PRESIDENTE

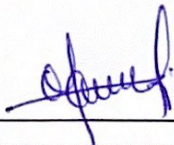
(DIRECTOR DEL PROYECTO)



DRA. JULIO CÉSAR GARCÍA BRIONES

SINODALES

(CO-DIRECTORES DEL PROYECTO)



MC. OFELIA CANDOLFI ARBALLO



DRA. EUSTOLIA RODRÍGUEZ
VELÁZQUEZ



MC. LUIS HERNÁN CARRILLO VÁRGUEZ

Tijuana, Baja California, 25 de Mayo de 2024

AGRADECIMIENTOS

A la Dra. A. Gabriela Carrillo, Dr. Julio Briones por apostar por mí, darme el voto de confianza, creer en mí en todo momento y darme la oportunidad de pertenecer a este posgrado. Por protegernos guiarnos y siempre ver por nosotros.

A la Dra. Eustolia Rodríguez por impulsarnos a ser mejores día a día.

A la Dra. Candolfi por abrirme las puertas de su laboratorio y contagiarme de esa hermosa pasión que tiene por la microbiología. Tiene mi más profunda admiración.

Al Dr. Hernán Carrillo, Dr. Miguel Ángel, Dr. Enrique Aguilar. Les doy las gracias por su apoyo incondicional desde el día uno. Gracias por apoyarme en momentos cardiacos clínicos con una sonrisa. Tiene en mí una amiga.

Al Dr. Javier Domínguez por apostar por mí, incluso en momentos donde yo dude de mis capacidades. Gracias por contagiarme de esta hermosa pasión endodóntica. Por demostrarnos que tan lejos podemos llegar, al creer en nuestros sueños, ser perseverantes y constantes. Tiene mi más grande admiración y amistad.

Al personal administrativo, en especial a Vicky, por siempre ayudarnos y recibirnos con una sonrisa en cada dificultad. Quiero agradecer infinitamente a mi familia por todo el apoyo y sacrificio en estos años. A mi madre Mercedes por siempre motivarme, por decirme que soy capaz de todo lo que me imaginó y sostenerme la mano en todo momento. A mis hermanos Omar, Eiffel por estar para mí y apoyarme en cada noche de desvelo. Este triunfo es tan mío como suyo. A mis amigos por ser mi motor en cada momento.

Por último, pero no menos importante quiero agradecer a mis compañeros de generación por compartir día a día esta etapa, se queda una parte de mi en ustedes. Así como mi respeto, admiración y profundo cariño

AGRADECIMIENTOS INSTITUCIONALES

Quiero agradecer a la Universidad Autónoma de Baja California por permitirme formar parte de esta institución desde el pregrado hasta llegar al Posgrado

Se agradece a CONAHCYT por la beca otorgada, No. CVU: 1226806

Se agradece al Laboratorio de Microbiología de la Facultad de Ciencias de la Salud Valle de las Palmas, Universidad Autónoma de Baja California, por permitir realizar este estudio en sus instalaciones Responsable Dra. Nydia Alejandra Castillo Martínez.

.

CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS	I
AGRADECIMIENTOS INSTITUCIONALES	II
CONTENIDO	III
LISTA DE ABREVIATURAS	V
ÍNDICE DE FIGURAS	VI
ÍNDICE DE TABLAS	VII
I. RESUMEN	VIII
I. ABSTRACT	IX
II. INTRODUCCIÓN	2
2.1. ENDODONCIA	2
2.2. Triada endodóntica	3
2.3. Obturación	4
2.4. Biopelícula	5
2.5. <i>Enterococcus faecalis</i>	6
2.6. Infecciones endodónticas	7
2.7. Materiales de obturación	9
2.8. Cemento sellador	10
2.8.1. Cemento sellador de silicato de calcio	13
2.8.2. Cemento sellador nroot SP	14
2.8.3. Cemento sellador Bio C Sealer	15
2.8.4. Cemento sellador AH- Plus Bioceramic	16
III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	18
IV. JUSTIFICACIÓN	19

V. HIPÓTESIS.....	20
VI. OBJETIVOS.....	21
VII. VARIABLES.....	27
VIII. MATERIALES Y MÉTODOS.....	23
8.4.2. PREPARACIÓN DE MEDIO DE CULTIVO	24
8.4.3. PREPARACIÓN DEL INÓCULO	26
8.4.4. INOCULACIÓN DE LAS PLACAS	27
8.4.5. COLOCACIÓN DE LOS DISCOS CON CEMENTOS EN EL MEDIO DE CULTIVO	28
8.4.6. LECTURA DE LOS RESULTADOS	30
8.5. ANALISIS ESTADÍSTICO	31
IX. RESULTADOS.....	32
9.1. Evaluación de actividad antibacteriana	32
9.2. Evaluación visual de halo de inhibición	34
9.3. Análisis de Varianza (ANOVA) / Post hoc Tukey.....	35
X. DISCUSIÓN	38
XI. CONCLUSIONES.....	41
XII. RECOMENDACIONES	42

LISTA DE ABREVIATURAS

AAE	Asociación americana de endodoncia
ANOVA	Análisis de Varianza (por sus siglas en inglés)
BCS	Bio C Sealer
Cl	Cloruro
C-S-H	Silicato de calcio
<i>E. faecalis</i>	<i>Enterococcus faecalis</i>
EUA	Estados Unidos de América (por sus siglas en inglés)
FDA	Administración de Alimentos y Medicamentos (por sus siglas en inglés)
MTA	Agregado Trióxido Mineral (por sus siglas en inglés)
NGS	Secuenciación de nueva generación (por sus siglas en inglés)
pH	Potencial de hidrógeno
ROS	Especies reactivas de oxígeno (por sus siglas en inglés)
RR	Reabsorción radicular

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Proceso de inflamación, necrosis e infección de la pulpa a partir de la exposición a caries dental.	3
Figura 2. Materiales de obturación.	10
Figura 3. Superficie del conducto radicular con presencia de biopelícula.	13
Figura 4. Inflamación del tejido pulpar en la zona apical del conducto radicular se extiende a los tejidos periapicales en un diente maduro.	17
Figura 5. Preparación de medio de cultivo Agar Mueller-Hinton.....	25
Figura 6. Preparación del inóculo.....	27
Figura 7. Inoculación de placas de agar.....	28
Figura 8. Colocación de los discos con cementos en el medio de cultivo.	29
Figura 9. Incubación.....	30
Figura 10. Lectura de los resultados.	31
Figura 11. Fotografías de halo de inhibición de cementos selladores mediante observación con eteroscopio.....	34

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Halo de inhibición <i>E. faecalis</i> NROOT SP	32
Tabla 2. Halo de inhibición <i>E. faecalis</i> Bio C Sealer	33
Tabla 3. Halo de inhibición <i>E. faecalis</i> AH plus Bioceramic.....	33
Tabla 4. Análisis de Varianza (ANOVA)	35
Tabla 5. Método Post hoc Tukey	36
Tabla 6. Estadística descriptiva	36
Tabla 7. Halo de inhibición <i>E. faecalis</i>	37

I. RESUMEN

Introducción: El objetivo final del tratamiento endodóntico es prevenir el desarrollo de la periodontitis apical. La actividad antimicrobiana de los materiales a utilizar son propiedades importantes para los selladores endodónticos porque mantienen contacto con los tejidos periapicales, así como en contacto indirecto a través de subproductos erado por los selladores, pueden influir en la reparación y erradicación de la enfermedad. **Objetivo** Evaluar la actividad antibacteriana de los cementos selladores nroot SP, Bio C Sealer y AH-Plus Bioceramic contra *Enterococcus faecalis* a través de ensayos *in vitro*. **Materiales y métodos:** Se evaluó la actividad antibacteriana de los cementos selladores nroot SP, Bio C sealer y AHPlus Bioceramic a y través de ensayos de difusión en agar contra *Enterococcus faecalis*. Las muestras e incubaron durante 24 horas a 37 °C en presencia de la bacteria y los halos inhibición fueron medidos con vernier digital a las 24 horas. Se realizó un análisis estadístico de los resultados mediante el Análisis de la Varianza (ANOVA) una vía, post hoc Tukey. **Resultados:** Se obtuvo una mayor inhibición del crecimiento bacteriano con el cemento AHPlus Bioceramic (10 mm), seguido de Bio C sealer (9 mm), el CS nroot SP mostró muy poca actividad inhibitoria de *Enterococcus faecalis* (8.5 mm). **Conclusión:** La inhibición del crecimiento de *la bacteria* por la presencia de los Cemento Sellador a base de silicato de calcio utilizados fue distinta entre sí, existe variabilidad importante en la capacidad antibacteriana de los Cementos Selladores analizados.

I. ABSTRACT

Introduction: The ultimate goal of endodontic treatment is to prevent the development of apical periodontitis. The antimicrobial activity of the materials to be used are important properties for endodontic sealants because they maintain contact with the periapical tissues, as well as in indirect contact through byproducts created by the sealants, they can influence the repair and eradication of the disease. **Objective** To evaluate the antibacterial activity of nroot SP, Bio C Sealer and AH-Plus Bioceramic sealant cements against *Enterococcus faecalis* through in vitro tests. **Materials and methods:** The antibacterial activity of the sealing cements nroot SP, Bio C sealer and AHPlus Bioceramic ay was evaluated through agar diffusion assays against *Enterococcus faecalis*. The samples were incubated for 24 hours at 37 °C in the presence of the bacteria and the inhibition zones were measured with a digital vernier at 24 hours. A statistical analysis of the results was performed using one-way Analysis of Variance (ANOVA), post hoc Tukey. Results: A greater inhibition of bacterial growth was obtained with the AHPlus Bioceramic cement (10 mm), followed by Bio C sealer (9 mm), the CS nroot SP showed very little inhibitory activity against *Enterococcus faecalis* (8.5 mm). **Conclusion:** The inhibition of bacterial growth by the presence of the Calcium Silicate-based Sealing Cement used was different from each other, there is important variability in the antibacterial capacity of the Sealing Cements analyzed.

II. INTRODUCCIÓN

A medida que la odontología toma una nueva faceta mucho más conservadora, es importante aprovechar los recursos que tengamos al alcance de nuestras manos para facilitar el procedimiento (1). Lograr tener éxito en el tratamiento y conservar aquellos órganos dentarios que antes podían haber sido valorados como perdidos. Los cambios no solo se encuentran en los equipos electrónicos (microscopios, motores, localizadores etc.) y programas digitales, sino también en materiales biocompatibles, bioactivos con actividad antimicrobiana que aseguran un mejoramiento en el tratamiento, otorgando un índice de éxito mayor que el de la década (1).

2.1. ENDODONCIA

El objetivo final del tratamiento endodóntico es prevenir el desarrollo de la periodontitis apical o, cuando la enfermedad ya esté presente, crear las condiciones adecuadas para la curación del tejido perirradicular (Figura 1) (1). Por lo cual es muy importante establecer un diagnóstico certero para facilitar el correcto tratamiento. El propósito de un diagnóstico es determinar cuál es el problema del paciente y la razón de que lo padezca. Finalmente, el diagnóstico guardará una relación directa con el tratamiento necesario. Es de suma importancia que este proceso de investigación utilice una estrategia planificada, metódica y sistemática (2). Los factores que influyen en la eficacia del tratamiento primario de los conductos radiculares son cuatro: ausencia de una lesión periapical pretratamiento, obturación de los conductos sin vacíos, obturación a 2.0 mm del ápice y protección cuspídea adecuada (3). El proceso de limpieza y conformación determina el grado de desinfección y obturación del espacio radicular.

2.2. Triada endodóntica

El tratamiento de conducto tienen como finalidad eliminar los microorganismos de la raíz sistema de canales y para prevenir la reinfección (4–6). Debido a la compleja anatomía del sistema de conductos radiculares, que incluye conductos laterales, ramificaciones y deltas, es imposible completar la desinfección del conducto radicular utilizando únicamente instrumentación (1).

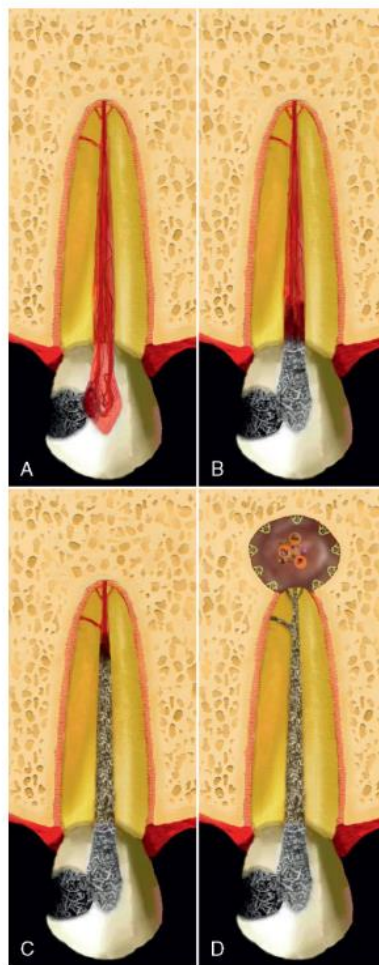


Figura 1. Proceso de inflamación, necrosis e infección de la pulpa a partir de la exposición a caries dental.

En la figura se muestra A) Lesión cariosa inicial, B) Contaminación de la pulpa dental, C) Necrosis parcial, D) Necrosis pulpar e inicio de una periodontitis apical sintomática (1).

La irrigación es un complemento fundamental para la instrumentación porque elimina bacterias, desechos y tejido necrótico presentes en la capa de barrillo dentinario. Mientras realiza una acción de lubricación en el proceso de instrumentación (7). Si se realiza de una manera correcta el primer paso, el cual sería establecer un buen diagnóstico para realizar un tratamiento indicado, todo seguirá el flujo correcto en el tratamiento, finalmente habiendo instrumentado y desinfectado el conducto, se procede a la etapa final del tratamiento de conductos la obturación (8).

2.3. Obturación

El éxito del tratamiento endodóntico se basa en la Triada de desbridamiento, desinfección exhaustiva y obturación, todos con la misma importancia (1). De acuerdo con la asociación americana de endodoncia (AAE), una obturación adecuada se define y se caracteriza por el llenado tridimensional de todo el conducto radicular, lo más cercano posible de la unión cemento-dentinaria (9).

No es posible evaluar por completo el sellado establecido durante la obturación con una radiografía. En 1914 se descubrió con el uso de radiografías que el conducto no era cilíndrico, lo cual inició la necesidad de crear un material de obturación adicional, con acción antiséptica. La obturación ideal se logra empleando un núcleo central y un buen cemento sellador. Y es de suma importancia realizar el tratamiento bajo condiciones asépticas utilizando siempre aislamiento absoluto (1,4,10). Múltiples técnicas de obturación cada una se adopta a las necesidades del tratamiento y el clínico al ejecutarla. La elección de una técnica de obturación radicular puede basarse en otros factores como la simplicidad, velocidad, economía o seguridad en el tratamiento. Un metaanálisis demostró que los materiales de obturación que sobresalen más allá del ápice radiográfico se correlacionan con un peor pronóstico. Además, de ser necesarios protocolos estandarizados en los procedimientos de endodoncia y en la investigación dental (11).

La obturación realizada utilizando la fuente de calor generalmente resulta en una mejor replicación del canal en comparación con la compactación lateral, y la principal ventaja de este sistema de obturación es que el empaquetamiento de gutapercha puede ser logrado en un movimiento continuo con un instrumento obturador calentado (12). El uso de un cemento sellador para llenar los huecos, espacios entre el material principal y las paredes del conducto radicular siguen siendo indispensables porque los conductos radiculares puedan ser sellados presentando menores niveles de infiltración. Sin embargo, cuando se aplica calor al plastificar la gutapercha, los selladores del conducto radicular se ven expuestos inadvertidamente a cambios de calor. Los cambios físicos y químicos en los selladores inducidos por aumentos de temperatura aún son no bien documentados. Pocos estudios han investigado los efectos del calentamiento en los selladores y sus propiedades ante esta fuente de calor (10). La conservación de las propiedades del material a utilizar es fundamental, ya que otorga un pronóstico favorable al tratamiento en un periodo a largo plazo. Una de las propiedades principales de nuestros materiales debe de ser su constante actividad antibacteriana, evitando así la proliferación de bacterias, eliminación de la biopelícula y una posible incidencia de la enfermedad (13).

2.4. Biopelícula

Las biopelículas son comunidades microbianas sésiles compuestas de células unidas irreversiblemente a un sustrato y una interfaz o entre sí. Ultra estructuralmente las biopelículas forman micro colonias en forma de torre o de hongo con canales intercalados que están separados del ambiente externo y a través de los cuales los fluidos se mueven por convección (14). Las células dentro de las biopelículas producen la matriz de sustancias poliméricas extracelulares (15). Las células ubicadas más profundamente en la biopelícula están expuestas a condiciones ambientales que difieren de las de la superficie, incluida la disminución de la tensión de oxígeno. Esto da como resultado fenotipos alterados en términos de tasa de crecimiento y transcripción genética

que podrían facilitar ciertas características de supervivencia y virulencia. La lenta tasa metabólica de los microorganismos en las biopelículas, así como la matriz extracelular de la biopelícula, puede impedir la eficacia de muchos antimicrobianos. Por ejemplo, la inhibición de las biopelículas de *Enterococcus faecalis* (*E. faecalis*) requiere concentraciones muy altas de antibióticos como ampicilina, vancomicina y linezolid (16). Las condiciones bajo las cuales pueden ocurrir biopelículas en conductos radiculares infectados in vivo no se conocen bien. Se ha descrito la presencia de biopelículas en las partes no desbridadas del sistema de conductos radiculares de los ápices radiculares resecaos quirúrgicamente. Los estudios in vitro se han centrado en la eficacia de irrigantes y medicamentos seleccionados para eliminar biopelículas cultivadas en pozos en filtros de membrana , y en muestras de dentina mediante el uso de una o varias cepas de especies seleccionadas que se encuentran en infecciones del conducto radicular, incluida *E. faecalis* .Sin embargo, aparte de un estudio que incluyó un aislamiento del conducto radicular no se pudo encontrar información sobre las capacidades y características de formación de biopelículas de los aislados clínicos de *E. faecalis* recuperados de los conductos radiculares o de la cavidad bucal ni sobre su capacidad relativa para la formación de biopelículas en comparación con cepas asociadas con otras infecciones humanas (17).

2.5. *Enterococcus faecalis*

E. faecalis es un patógeno oportunista y una de las principales causas de infecciones orales. *E. faecalis* también se aísla con frecuencia de los conductos radiculares fallidos sometidos a retratamiento, aunque en números bajos como proporción de la carga bacteriana general. La capacidad de *E. faecalis* para formar biopelículas puede conferir una ventaja ecológica en determinadas situaciones (18). Por ejemplo, las cepas clínicas de *E. faecalis* aisladas de pacientes con endocarditis infecciosa se asociaron significativamente con una mayor formación de biopelículas que los aislados clínicos sin endocarditis (19). Esto puede atribuirse en parte a rasgos de virulencia específicos como la

producción de gelatinasa y la presencia del determinante de adherencia, especialmente; se demostró que esta combinación está asociada con la formación de biopelículas más gruesas (20). Estos rasgos de virulencia y otros también se han identificado en aislados clínicos de *E. faecalis* de los conductos radiculares y la cavidad bucal (21).

Sundqvist *et al.* encontraron que hasta el 38% de los tratamientos de conducto fallidos estaban contaminados con *E. faecalis*, lo que indica que *E. faecalis* es un agente importante en la causa de los fracasos. Sin embargo, los enterococos no se ven favorecidos por las condiciones del conducto no tratado y, cuando están presentes, constituyen un pequeño porcentaje de la flora inicial del conducto radicular. Sin embargo, una vez que ingresan al sistema de canales y se establecen, pueden resistir el tratamiento antimicrobiano, incluidos los medicamentos provisionales, Cementos selladores y persistirán después de la obturación. Creando así un pronóstico reservado en nuestro tratamiento o bien dejando a la oportunidad de una incidencia de la enfermedad (22).

2.6. Infecciones endodónticas

El tratamiento de endodoncia es el enfoque clínico recomendado, que normalmente consiste en la eliminación del tejido pulpar infectado del sistema de conductos radiculares, desinfección químico mecánica, procedimientos de obturación del diente para prevenir la reinfección. Una infección primaria se refiere a la primera infección de un conducto radicular. Los estudios han informado tasas variables de éxito del tratamiento, desde el 70% hasta un 95% (23). Una revisión basada en 26 estudios clínicos informó una tasa de éxito de alrededor del 80%. Sin embargo, los fracasos del tratamiento endodóntico conducen a una reinfección y se consideran infecciones secundarias o infecciones persistentes, que pueden ser causadas por una inflamación persistente relacionada con la presencia de microorganismos residuales dentro de los conductos radiculares después del tratamiento químico mecánico (24).

II. INTRODUCCIÓN

Asimismo, las infecciones secundarias pueden estar asociadas al reingreso de microorganismos aislados o biopelículas al conducto radicular, lo que puede ocurrir debido al retraso en la colocación de una restauración coronal definitiva con un sellado adecuado (25). Otras causas reportadas de fracaso del tratamiento incluyen canales omitidos durante el tratamiento, agrandamiento insuficiente de los conductos radiculares, perforaciones, caries residuales y fracturas radiculares. De hecho, los sistemas de conductos radiculares dentales incluyen un istmo, conductos laterales y ramificaciones apicales, a los que puede resultar difícil acceder durante la terapia endodóntica, particularmente cuando los microorganismos ya han colonizado estas áreas y pueden permanecer viables después de los procedimientos de tratamiento (26).

Se han investigado bacterias residuales que sobreviven a procedimientos químico mecánicos mediante enfoques culturales y moleculares. Se ha informado que los sellados coronales pueden volverse ineficaces y permitir que las glicoproteínas del huésped se filtren en el entorno del conducto radicular, proporcionando así una fuente endógena de nutrientes para las bacterias residuales, permitiéndoles proliferar y causar lesiones perirradiculares. Se ha descubierto que los géneros bacterianos aislados de conductos radiculares necróticos son en su mayoría anaerobios estrictos y facultativos, como *Peptostreptococcus*, *Prevotella*, *Porphyromonas*, *Fusobacterium*, *Eubacterium*, *Actinomyces*, *Streptococcus* y *Enterococcus*. Curiosamente, se ha informado que las infecciones secundarias del conducto radicular tienen poblaciones microbianas distintas en comparación con las no tratadas (27).

Se ha descubierto que algunas de estas bacterias son resistentes a los productos antimicrobianos convencionales utilizados en el tratamiento de endodoncia y pueden permanecer viables en dientes con endodoncia (28).

Los estudios encontrados en la literatura varían en metodologías y tipos de enfermedades periapicales incluidas. Hasta donde sabemos, solo dos estudios evaluaron el microbioma de infecciones endodónticas primarias y secundarias, incluidas diferentes enfermedades periapicales, mediante secuenciación de

próxima generación (NGS), pero ambos estudios solo recolectaron muestras después del tratamiento químico mecánico (29).

Se ha informado que la infección del túbulo dentinario ocurre en el 70% al 80% de los dientes con periodontitis apical primaria (23). Aunque una penetración intratubular superficial es más común, las células bacterianas pueden alcanzar hasta 300 μm de profundidad en algunos dientes (23). Debido a que algunas células bacterianas dentro de los túbulos se han observado aparentemente en proliferación activa, hay razones para creer que los nutrientes están disponibles en estas áreas (30).

Asimismo, la elección de un material que otorgue una alta actividad antimicrobiana es de suma importancia, teniendo en cuenta su alcance en zonas estrechas de la diversa anatomía del tercio apical (31).

2.7. Materiales de obturación

La elección de materiales en todo procedimiento es importante, en el sellado del conducto radicular no es la excepción. La gutapercha es el material de relleno del conducto radicular usado con más frecuencia. Es un polímero cristalino lineal que se fusiona a una temperatura fija, provocando un cambio aleatorio pero característico de la estructura. Los cementos selladores deben ser biocompatibles y bien tolerados por los tejidos perirradiculares. Todos los cementos selladores presentan toxicidad cuando están recién mezclados; sin embargo, la toxicidad disminuye al fraguar. Los cementos selladores son reabsorbibles cuando entran en contacto con los tejidos y los fluidos tisulares. Su actividad antimicrobiana frente a diversas bacterias es fundamental, y es una de las características indispensables que poseen estos materiales. Al parecer, la curación y la reparación de los tejidos no son afectados por la mayoría de los cementos selladores, siempre que no se produzcan derivados catabólicos perjudiciales con el paso del tiempo (Figura 2) (1).

2.8. Cemento sellador

Existen diversos selladores endodónticos disponibles en el mercado y se clasifican principalmente según su composición química. Todos los materiales endodónticos (soluciones de irrigación, apósitos, etc.) deben ser biocompatible, tener propiedades bacteriostáticas y fisicoquímicas satisfactorias (32).

El cemento sellador tiene una función importante en el relleno del conducto radicular, esta rellena todo el espacio que la gutapercha es incapaz de obturar, debido a sus limitaciones físicas. Un buen sellador debe adherirse con fuerza a la dentina y al material central (33).



Figura 2. Materiales de obturación.

La obturación de conducto radicular es el resultado positivo de la correcta instrumentación y desinfección. Se lleva a cabo con un material de núcleo o Gutapercha y un cemento sellador mediante una técnica de obturación ideal para el caso (1).

II. INTRODUCCIÓN

Dentro de las propiedades de un cemento sellador ideal destacan (1):

- Pegajoso durante la mezcla, para proporcionar buena adherencia con la pared del conducto una vez fraguado
- Proporcionar un sellado hermético
- Ser radiopaco, para poder verlo en las radiografías
- Ser polvo muy fino, para poder mezclarlo fácilmente con el líquido
- No contraerse al fraguar
- No teñir la estructura dental
- Ser bacteriostático, o por lo menos no favorecer la proliferación bacteriana
- Fraguarse lentamente
- Ser insoluble en los fluidos tisulares
- Ser tolerado por los tejidos; es decir, no producir irritación del tejido perirradicular
- Ser soluble en un solvente común

La obturación de conductos radiculares es la última etapa de la endodoncia, tratamiento en el que el material de relleno debe ser bien tolerado por los tejidos periapicales (34,35). La evaluación de la reacción negativa, la toxicidad de los selladores y sus ingredientes puede evaluarse observando sus alteraciones morfológicas en cultivos celulares y analizar estos cultivos bajo transmisión de electrones o luz de barrido microscopía, con o sin marcaje con radioisótopos (34). Además, debe poseer resistencia cohesiva para mantener unida la obturación, evitando así la existencia de una filtración y por ende la aparición de microorganismos que pueden afectar el pronóstico del tratamiento.

El propósito del sellador de conductos es evitar que los exudados periapicales se difundan hacia la parte no rellena del conducto, prevenir el reingreso y la colonización de bacterias y evitar que las bacterias residuales alcancen los tejidos periapicales. Los selladores idealmente deben ser antimicrobianos Grossman *et al.* papel importante en el éxito del tratamiento de los conductos radiculares (36).

II. INTRODUCCIÓN

En general, el sellador es la parte más crítica cuando se valora la toxicidad de los materiales usados (37). Un requisito importante para los selladores de conductos radiculares es la compatibilidad biológica, ya que permanecen en estrecho contacto con los tejidos periapicales vivos durante un largo período de tiempo. Todos los materiales utilizados tienen ingredientes potencialmente tóxicos y pueden interferir con el proceso de curación o pueden causar reacciones alérgicas (11,38).

Existen muchos cementos selladores en el mercado, y con el paso de los años se ha creado la importancia de crear y utilizar uno que cumpla todas o la mayoría de las características de Grossman *et al.*

El agregado trióxido mineral (MTA) fue desarrollado por la Universidad de Loma Linda (California, EE. UU.) a principios de los años noventa. En la búsqueda de un material biocompatible que no agrediera los tejidos periapicales y otorgara un sellado radicular, así como sellado de perforaciones y procedimientos quirúrgicos. En 1998 se autorizó su comercialización en el mercado norteamericano con el nombre de ProRoot MTA (Dentsply, Tulsa, EE) y es aprobado por la FDA como material para obturar endodoncias en humanos en 1998 (Bellet *et al.*) (Chaple *et al.*). Varios estudios tras su aparición fueron sobre una decoloración dental postoperatoria indeseable después del uso de agregado de trióxido mineral (MTA) (39). Lo que dio la importancia de hacer un cambio en su fórmula y así evitar esa pigmentación. Así como ampliar las presentaciones del material, el tiempo de fraguado de este y todos sus derivados (40).

Las excelentes propiedades de este material, como buena biocompatibilidad, bioactividad, osteoconductividad y actividad antimicrobiana, han alentado a científicos de todo el mundo a desarrollar otros materiales endodónticos basados en MTA (41).

Un sellador biocompatible y bacteriostático no debe impedir, ni obstaculizar la reparación del tejido, pero debe ayudar o estimular la reorganización de la estructura lesionada, de modo que la reparación pueda favorecer el sellado biológico del ápice de la raíz y aislar cuerpos extraños (42).

II. INTRODUCCIÓN

Mientras se combate bacterias existentes en el caso de presentarse en las variaciones del tercio apical (43).

Es ventajoso que los materiales de obturación del conducto radicular tengan una sustentividad antimicrobiana para eliminar bacterias residuales que sobreviven al proceso inicial de desinfección del conducto radicular dentro de los túbulos dentinarios o como biopelícula en superficies dentinarias intactas (Figura 3) (44).

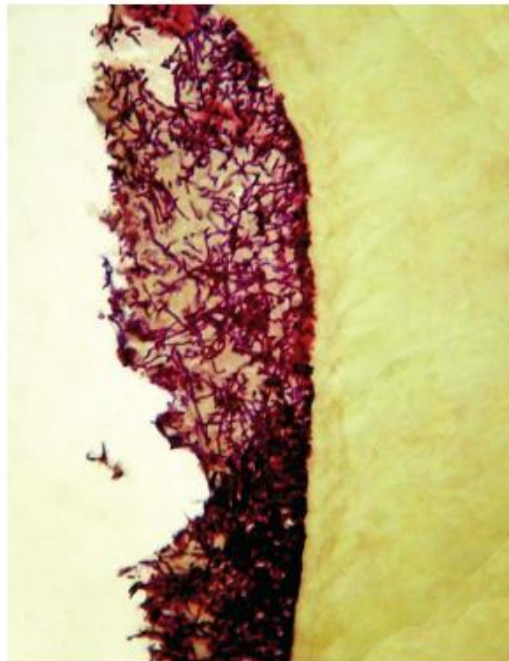


Figura 3. Superficie del conducto radicular con presencia de biopelícula.

Es fundamental una correcta instrumentación y desinfección del conducto radicular antes de pasar al proceso final de obturación. Aunque hay zonas específicas anatómicas que hacen difícil la desinfección, existen istmos y superficies inalcanzables, confiando así el contacto estrecho con nuestros auxiliares de obturación y sus propiedades (10).

2.8.1. Cemento sellador de silicato de calcio

El MTA ha ganado una amplia aceptación en odontología desde su introducción a principios de los años 1990 debido a sus buenas propiedades biológicas y

II. INTRODUCCIÓN

físicas. Inicialmente se utilizó como material de obturación del extremo radicular, pero ahora se utiliza en una variedad de situaciones clínicas desafiantes, como recubrimiento pulpar, pulpotomía, apexogénesis, formación de barrera apical en dientes con ápices abiertos, reparación de perforaciones radiculares y como cemento sellador del conducto radicular (41).

Los selladores a base de silicato de calcio son materiales hidráulicos que fraguan con agua (humedad). Estos materiales presentan un pH alcalino y tienen la capacidad de liberar iones de calcio, lo que resulta en la deposición de una capa de apatita, lo que puede explicar su bioactividad y biocompatibilidad. Sus propiedades antimicrobianas tienen el potencial de eliminar o sepultar microorganismos que persistieron después de los procedimientos químico mecánicos. Prevenir la reincidencia bacteriana también es un objetivo que se debe alcanzar con estos materiales (45).

La presentación de esta clase de cementos selladores normalmente es fluida en una jeringa con aplicador, su colocación es de manera inyectada. Lo que otorga la posibilidad de fluir y llegar a zonas anatómicas difícil de alcanzar. El tener contacto con estas estructuras genera la oportunidad de realizar un sellado hermético con el material de núcleo, realizando una acción bioactiva y antibacteriana en el interior de la obturación del conducto (27).

2.8.2. Cemento sellador nroot SP

El sellador nroot SP (Denjoy, China) informa todas las propiedades que poseen los cementos selladores de elección rutinaria a base de silicato de calcio como, actividad antibacteriana e inhibición de la infiltración bacteriana (27).

Este cemento sellador anuncia tener propiedades específicas como (27):

- Óptima biocompatibilidad y baja toxicidad al tener contacto con los tejidos periapicales
- Excelente radiopacidad radiográfica

- Actividad antibacteriana
- Fácil utilización debido a su presentación premezclada
- Expansión microscópica de curado del 0.5%
- No genera tinción dental
- Índice de fluides de 24 milímetros muy por encima del estándar de 18 milímetros, facilita la obturación de espacios por debajo de los 2 micrómetros
- Sin contracción después del fraguado

2.8.3. Cemento sellador Bio C Sealer

Cemento endodóntico biocerámico listo para su uso. Además de los beneficios de la formulación de silicato de calcio, como inducción de regeneración tisular, acción bactericida e inhibición de la infiltración bacteriana, presenta una gran ventaja con relación a los cementos de obturación tradicionales, no exigiendo manipulación. Su aplicación es muy sencilla y facilita la aplicación en el conducto, simplificando este procedimiento con gran ahorro de tiempo. En los procedimientos de obturación ha mostrado excelentes resultados. Además del sellado físico proporcionado por la expansión del cemento, promueve un sellado biológico por la formación de una capa intermedia de mineralización (46). El tiempo de fraguado del Bio C Sealer dependerá de la presencia de humedad en el lugar que se aplicó en la estructura dental. Las moléculas de agua presentes en el medio entran en contacto de forma progresiva con las partículas del dicho cemento ocasionando la hidratación, fraguado del cemento y liberación de los iones activos. Estas reacciones químicas involucran la hidratación de compuestos de Silicato de Calcio para producir un gel hidratado de Silicato de Calcio (C-S-H), responsable del fraguado y la formación de hidróxido de calcio, Antes de llenar el conducto radicular con Bio-C Sealer (BCS), el canal debe secarse con puntas de papel, “solo sin causar un secado excesivo”. Lima *et al.*

No se puede medir la humedad o la sequedad dentro de los conductos radiculares durante el tratamiento de conductos, las instrucciones de secado del canal deben ser específicos y directos (47,48). Ser sistemáticamente reproducido en situaciones clínicas. Estudios previos demostraron que el conducto seco afectó significativamente la interacción de la dentina radicular con base de resina (47).

2.8.4. Cemento sellador AH- Plus Bioceramic

AH Plus Biocerámico es un nuevo sellador premezclado a base de silicato de calcio. De acuerdo con la información del fabricante, tiene un fraguado rápido, alta resistencia al lavado y radiopacidad; es seguro y biocompatible; y no decolora el diente. Las propiedades fisicoquímicas y biológicas de los selladores endodónticos pueden influir en la calidad de la obturación del conducto radicular y resultados del tratamiento. Por lo tanto, la comprensión de estas propiedades puede ayudar al clínico a determinar el material más adecuado para ser utilizado en diferentes escenarios clínicos (5). La reacción del AH-Plus Biocerámico libera pequeñas cantidades de formaldehído, lo que podría explicar en parte la toxicidad de este sellador (49). La Citotoxicidad también puede deberse a la presencia de resina epóxica que se ha demostrado que causa Inflamación, la cual se puede restaurar Souza *et al.* (Figura 4). Las características especiales que menciona tener son (49):

- **Un fraguado más rápido:** Tiempo de fraguado rápido y predecible de 2 a 4 horas
- **Dimensionalmente estable:** Baja solubilidad del 0.11 % con una alta resistencia al lavado para sellar de forma estable el conducto radicular durante mucho tiempo
- **Seguro y biocompatible:** Induce la cicatrización de los tejidos y no estimula el tejido periodontal, incluso cuando está en contacto

II. INTRODUCCIÓN

- **Mejor radiopacidad:** 25 % más radiopaco que EndoSequence, BC Sealer y TotalFill, BC Sealer
- **Estética mejorada:** Libre de óxido de bismuto, nuestro sellador no decolora el diente y garantiza una sonrisa segura
- **Retirabilidad:** Removible incluso después de fraguado con una lima manual general o una lima NiTi

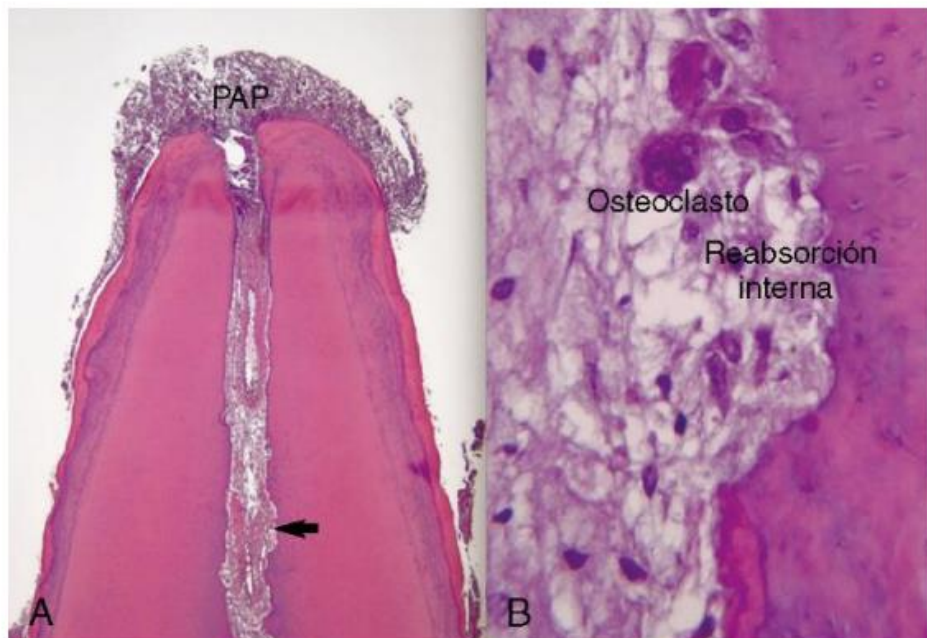


Figura 4. *Inflamación del tejido pulpar en la zona apical del conducto radicular se extiende a los tejidos periapicales en un diente maduro.*

En la figura se muestra A) La flecha señala una gran ampliación del tejido de la pulpa en la zona apical del conducto radicular, B) Células inflamatorias obsérvese también una reabsorción de la pared del conducto y clastos multinucleados. La inflamación crónica en el tratamiento abre la posibilidad de la incidencia de una reabsorción. Es fundamental la selección de materiales biocompatibles, para bajar la incidencia de complicaciones o reacciones adversas en el tratamiento (1).

III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Hoy en día se tienen muchos materiales a la mano para poder realizar un tratamiento óptimo, pero elegir el adecuado para el tratamiento es la tarea más ardua. Erradicar la periodontitis apical y su reincidencia debido a la contaminación bacteriana es sin duda la labor más complicada de un material de obturación. Un cemento sellador que elimina las bacterias presentes en el tratamiento baja la carga bacteriana, otorgando un pronóstico favorable a largo plazo, sin modificar al proceso de cicatrización del tejido periapical es algo indispensable en el tratamiento de conductos.

IV. JUSTIFICACIÓN

La evaluación de la actividad antimicrobiana de los materiales de obturación constituye un factor importante dentro de los diferentes cementos selladores endodónticos, ya que interactúan estrechamente con los tejidos periapicales. En el presente proyecto se propone evaluar la actividad antimicrobiana *in vitro* del cemento sellador nroot SP, en comparación con dos cementos selladores a base de silicato de calcio (Bio C sealer, AH- Plus Bioceramic sealer) utilizando un medio de cultivo Agar Mueller-Hinton, frente a *E. faecalis* comprobando así sus propiedades antibacterianas y su halo de inhibición al completar su acción de fraguado.

V. HIPÓTESIS

5.1. HIPÓTESIS DE TRABAJO

La experimentación planteada en este estudio nos permitirá evaluar la actividad antibacteriana de los cementos nroot SP, Bio C sealer y AH plus Bioceramic frente a *E. faecalis* e identificar diferencias si las hay.

5.2. HIPÓTESIS NULA (H0)

No existirá diferencia estadísticamente significativa al comparar la actividad antibacteriana de los cementos selladores objeto de estudio, con un nivel de confianza del 95%

5.3. HIPÓTESIS ALTERNATIVA (H1)

Existirá diferencia estadísticamente significativa en la actividad antibacteriana de al menos uno de los cementos objeto de estudio con respecto a sus homólogos, con un nivel de confianza del 95%.

VI. OBJETIVOS

6.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar la actividad antibacteriana de los cementos selladores nroot SP, Bio C Sealer y AH-Plus Bioceramic contra *E. faecalis* a través de ensayos *in vitro*.

6.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Evaluar la actividad antimicrobiana de los cementos objeto de estudio a través de ensayos de difusión en agar por 24 horas.
2. Realizar un análisis estadístico de los resultados obtenidos.

VII. VARIABLES

7.1. VARIABLE INDEPENDIENTE

1. Tipo de cemento sellador endodóntico (nroot SP, Bio C Sealer, AH-Plus Bioceramic).

7.2. VARIABLE DEPENDIENTE

1. Halo de inhibición (mm)

7.3. OPERACIONES DE VARIABLES

Se evaluó la actividad antimicrobiana de los cementos nroot, Bio C Sealer, AH-Plus Bioceramic. Para su análisis, las muestras fueron preparadas siguiendo las recomendaciones de los fabricantes. La evaluación de la actividad antibacteriana se llevó a cabo a través de ensayos de difusión en agar. Se realizó análisis estadístico de los resultados mediante el Análisis de la Varianza (ANOVA) una vía, post hoc Tukey (se consideró como diferencia estadísticamente significativa $p < 0.05$).

VIII. MATERIALES Y MÉTODOS

8.1. TIPO DE ESTUDIO

- Experimental.

8.2. UNIVERSO DE ESTUDIO

Las muestras evaluadas fueron (n =18):

Grupo 1: Cementos selladores nroot SP

Grupo 2: Bio C sealer

Grupo 3: AH-Plus Bioceramic.

Grupo control positivo (+): Agua destilada.

Grupo control negativo (-): Bacteria *E. faecalis*.

8.3. MATERIALES E INSTRUMENTAL

Se emplearon los cementos selladores nroot SP (Dentjoy, China), Bio C sealer (Angelus, Brazil) y AHPlus Bioceramic (Dentsply De Trey, EUA). Para los ensayos de difusión en agar se empleó agar Mueller-Hinton (MDC LAB, EUA), placas de Petri estériles de 100 x 15 milímetros (SYM, México). Se empleó la bacteria *E. faecalis* (cepa ATCC29212). Para incubar las muestras se empleó una incubadora (Blamis IB-0E1, EUA). Adicionalmente se empleó probeta graduada de 1000 mililitros, papel filtro, vernier digital (ULINE, México), agua destilada, cámara profesional (Cannon T6i, Japón), vórtex (Mixer V 1 plus, EUA), balanza analítica (Adventure Pro, OHAUS, EUA), parrilla de agitación con temperatura (VWR 620-HPS), moscas de agitación magnética,

espectrofotómetro (Genesys 20, Thermo Scientific, EUA), estereoscopio (Iroscope, IRO-FP 24, EUA).

8.4. METODOLOGÍA

8.4.1. PREPARACIÓN DE MATERIALES

Los cementos selladores seleccionados se utilizaron para el estudio premezclados según el fabricante, sin cambiar ningún paso el cual pudiera afectar la investigación. El método metodológico utilizado fue de tipo experimental basado en ensayos de laboratorio. Se utilizó el método de Difusión en agar (*Kirby Bauer et al.*)

Para realizar la experimentación fueron necesarios discos de papel filtro, los cuales fueron recortados con un diámetro de 6 milímetros, y esterilizados en autoclave a 121°C horas antes del experimento, en bolsas de esterilizado con papel testigo. Los discos fueron impregnados por los cementos selladores investigados, hasta cubrir la superficie de manera uniforme.

8.4.2. PREPARACIÓN DE MEDIO DE CULTIVO

Se empleó el medio de cultivo MDC LAB Agar Mueller-Hinton, se preparó con las instrucciones que indica el fabricante. Se suspendieron 19 gramos del medio en una balanza analítica Adventure Pro (OSHASUS), posteriormente se colocó el medio de cultivo en polvo en un matraz de laboratorio estéril. Se recolectaron 500 mililitros de agua destilada en una probeta graduada, para verse en el matraz con el medio ya mencionado. Para realizar una correcta mezcla utilizamos una placa caliente VWR 620-HPS, el matraz con tapón se colocó sobre la placa caliente con dos agitadores magnéticos en su interior (Figura 5) Se realizó un calentamiento con agitación suave hasta su completa disolución y hervor durante un minuto.

VIII. MATERIALES Y MÉTODOS

Posteriormente se esterilizó en un autoclave de laboratorio, bajo las condiciones de 121 °C, 20 libras de presión por 15 minutos y se dejó enfriar a una temperatura ambiente, para colocarlas en placas de Petri estériles, iniciando desde su apertura y manipulación, se mantuvo a temperatura ambiente una hora antes de utilizarlo.

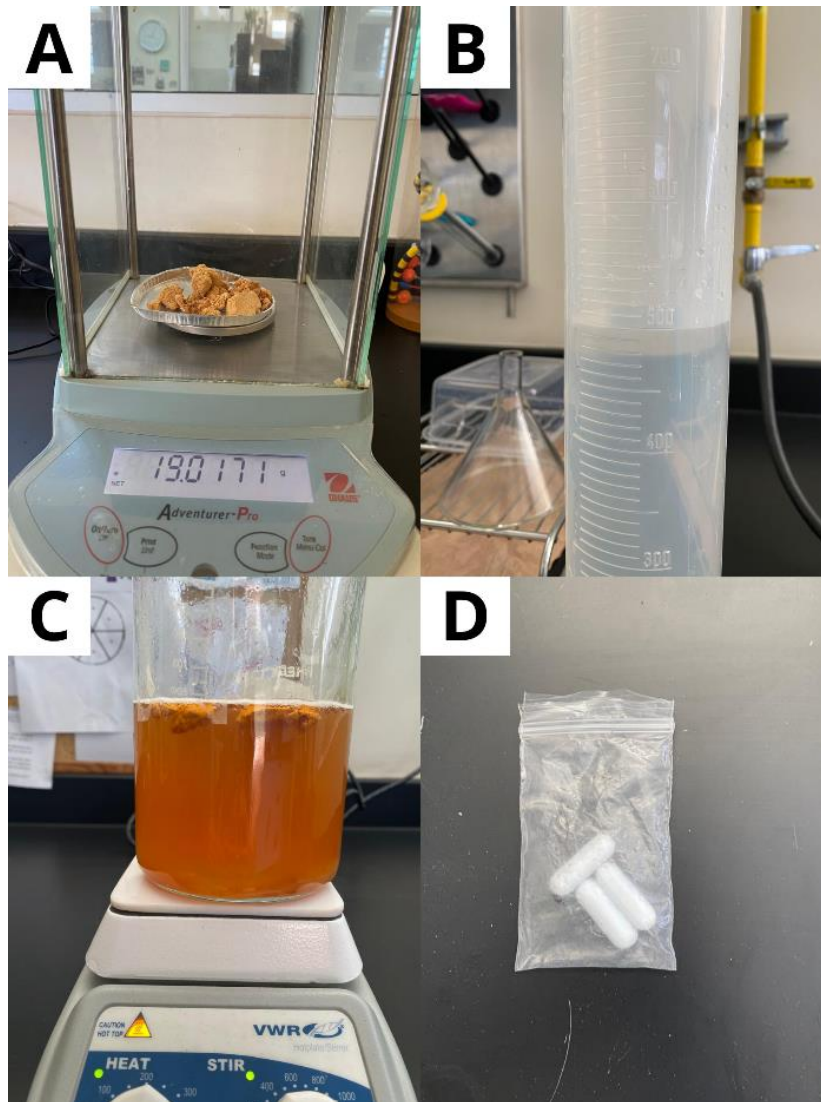


Figura 5. Preparación de medio de cultivo Agar Mueller-Hinton

En la figura se muestra A) Se pesan 19 gramos del medio en una balanza analítica Adventure Pro (OSHASUS), B) 500 mililitros de agua destilada en un cilindro graduado, C) Placa caliente VWR 620-HPS, D) Agitadores magnéticos

VIII. MATERIALES Y MÉTODOS

La manera en la que se vaciaron en las cajas Petri, para tener un orden de los grupos de estudio fue la siguiente:

Grupo 1

Cemento sellador nroot SP:

- Caja Petri 1
- Caja Petri 2
- Caja Petri 3

Grupo 2

Cemento sellador Bio C Sealer:

- Caja Petri 1
- Caja Petri 2
- Caja Petri 3

Grupo 3

Cemento sellador AH plus Bioceramic

- Caja Petri 1
- Caja Petri 2
- Caja Petri 3

Grupo Control Negativo

- Caja Petri 1

Grupo Control Positivo

- Caja Petri 1

8.4.3. PREPARACIÓN DEL INÓCULO

Se utilizó el método de suspensión directa de colonias, a partir de una placa de cultivo de 24 horas de la bacteria *E. faecalis* se seleccionaron de 4 a 6

VIII. MATERIALES Y MÉTODOS

colonias y se ajustó el inóculo a una turbidez equivalente al 0.5 de la escala de MacFarland, se utilizó vórtex durante 15-20 segundos para homogenizar (Figura 6) Se confirmó mediante un Espectrofotómetro Genesis 20, Thermo Scientific.

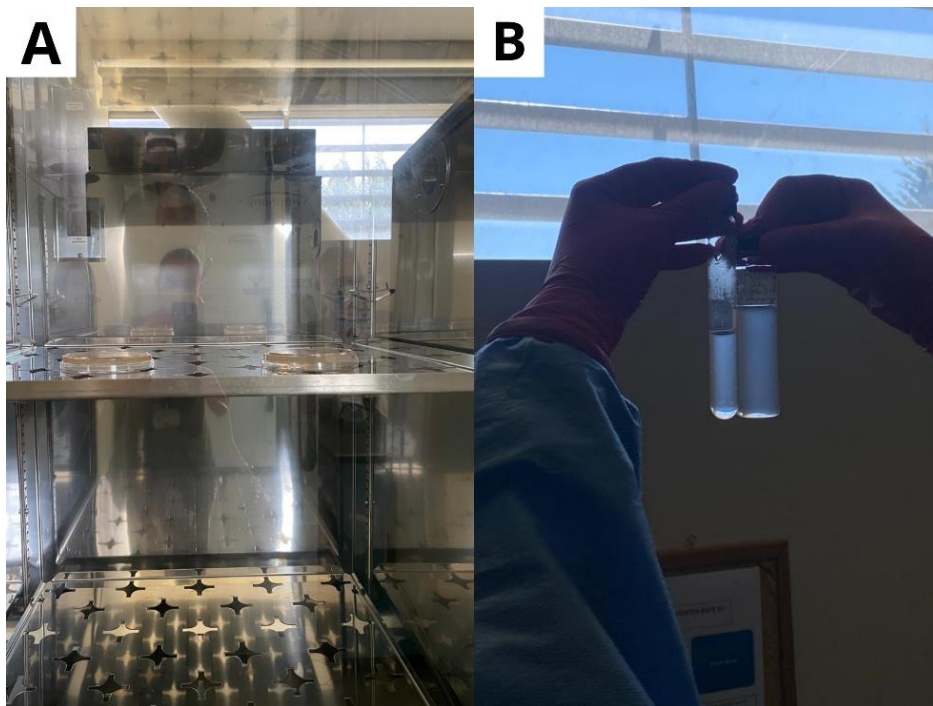


Figura 6. Preparación del inóculo.

*En la figura se muestra A) Placa de cultivo de 24 horas de la bacteria *Enterococcus faecalis*, B) Turbidez equivalente al 0.5 de la escala de McFarland.*

8.4.4. INOCULACIÓN DE LAS PLACAS

Durante los primeros 15 minutos posteriores al ajuste del inóculo, se introdujo un hisopo estéril dentro de la suspensión y se recolectó una cantidad con la cual se inocularon las placas de agar previamente preparadas con la técnica de inoculación en césped, sin dejar ninguna zona libre del agar (Figura 7). Se

VIII. MATERIALES Y MÉTODOS

dejaron secar de 3 a 5 minutos en un área estéril, para posteriormente depositar los discos.



Figura 7. *Inoculación de placas de agar*

Placas de agar previamente preparadas con la técnica de inoculación en césped.

8.4.5. COLOCACIÓN DE LOS DISCOS CON CEMENTOS EN EL MEDIO DE CULTIVO

Los discos de papel filtro de laboratorio previamente esterilizados, se impregnaron con cada cemento, preparados según las indicaciones del fabricante, con pinzas estériles se colocaron manualmente 6 discos con 6mm de diámetro equidistantes por placa de agar, presionando ligeramente la parte

VIII. MATERIALES Y MÉTODOS

superior del disco asegurando que hicieran contacto perfectamente con la superficie del agar (Figura 8.).

Posteriormente, las placas se colocaron en incubación de forma invertida a 37 °C, en atmósfera aeróbica por 24 horas (Figura 9).

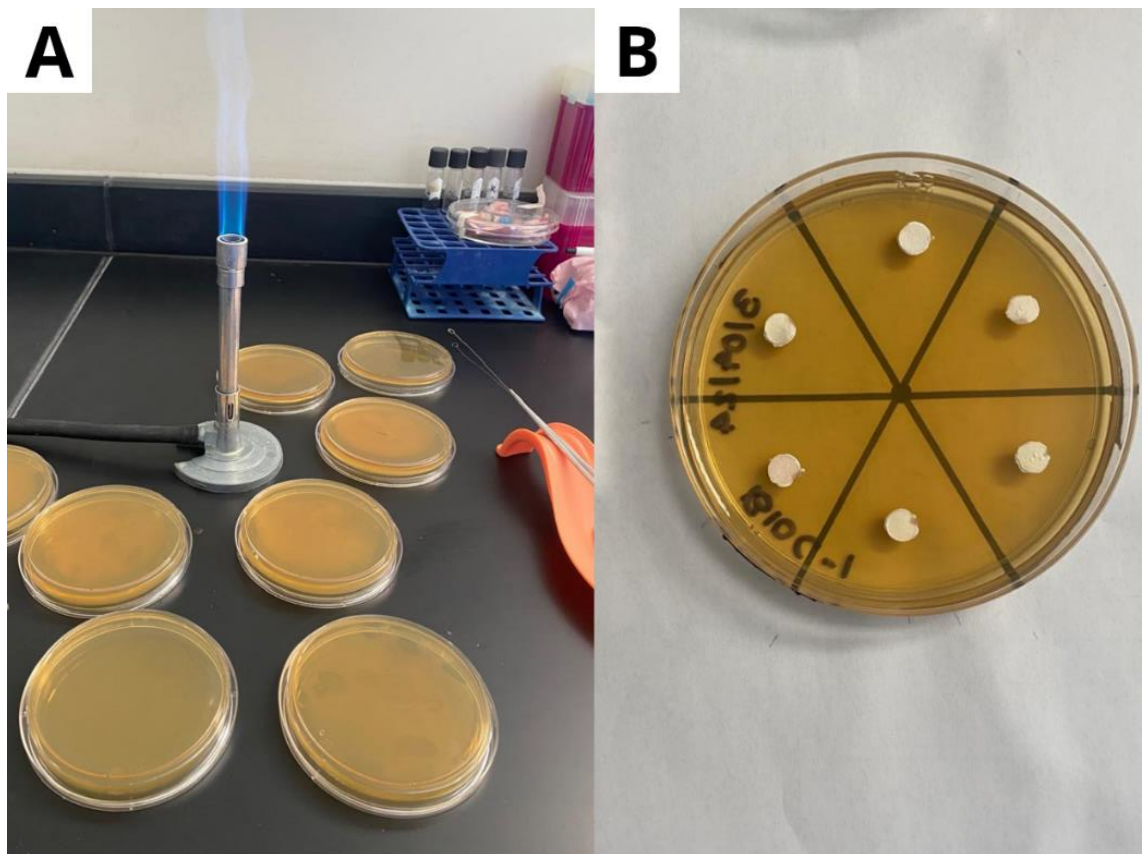


Figura 8. Colocación de los discos con cementos en el medio de cultivo.

En la figura se muestra A) Agar en momento de secado de 3 a 5 minutos en un área estéril, B) Colocación manualmente de 6 discos con 6 milímetros de diámetro equidistantes por placa de agar.



Figura 9. Incubación

Las placas se colocaron en incubación de forma invertida a 37 °C, en atmósfera aeróbica por 24 horas.

8.4.6. LECTURA DE LOS RESULTADOS

Se midieron las zonas de completa inhibición del crecimiento bacteriano con un vernier electrónico, contra una superficie oscura bajo luz reflejada sobre el respaldo de la caja de Petri sin remover la tapa con la ayuda de un Estereoscopio de laboratorio. El punto final de inhibición completa del crecimiento se estimó a simple vista (Figura 10).

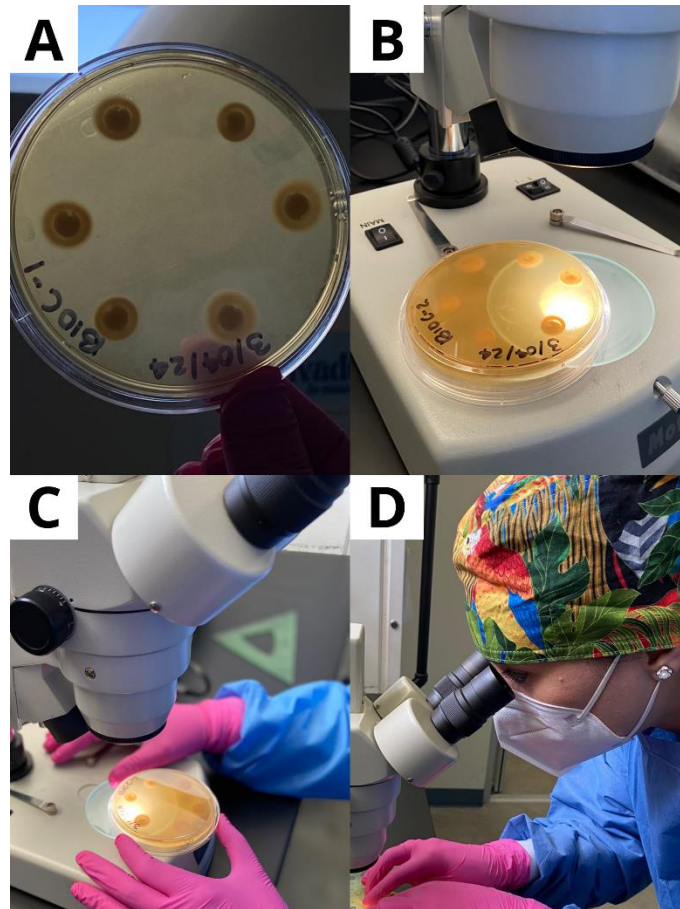


Figura 10. Lectura de los resultados.

En la figura se muestran los A) halos de inhibición de cemento sellador Bio C Sealer, B) Observación mediante microscopio de laboratorio, C) Observación más definida mediante microscopio, D) Medición de halo de inhibición con vernier electrónico

8.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El análisis estadístico se llevó a cabo empleando el método de Análisis de la Varianza (ANOVA, por sus siglas en inglés) de un factor en conjunto con el método post hoc Tukey. La diferencia estadística será considerada como significativa a $p < 0.05$

IX. RESULTADOS

9.1. Evaluación de actividad antibacteriana

Para evaluar la actividad antimicrobiana de los cementos selladores nroot SP, Bio C sealer, AH- Plus Bioceramic sealer utilizando un medio de cultivo Agar Mueller-Hinton, frente a *E. faecalis* se realizó una medición del halo de inhibición creciente en un tiempo de observación de 24 horas. Cada cemento sellador obtuvo 18 replicaciones y por lo tanto dos medidas, estas se promediaron (Tabla 1, Tabla 2 y Tabla 3).

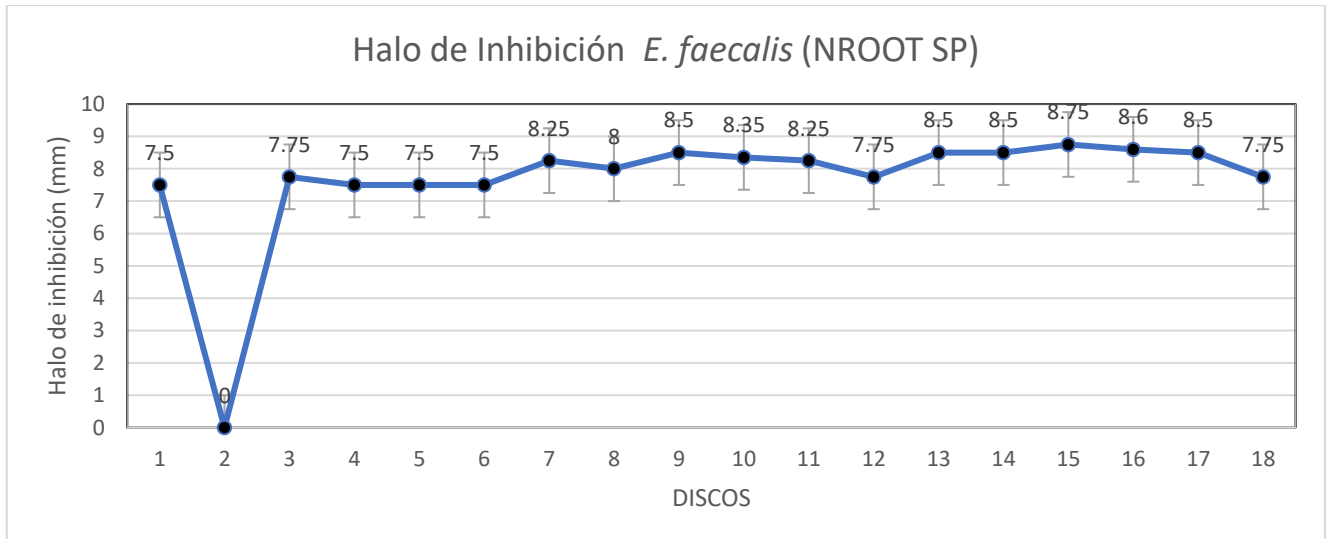


Tabla 1. Halo de inhibición *E. faecalis* NROOT SP

Resultados en promedio de halo de inhibición de cemento sellador nroot SP, el rango más alto fue 8.75 milímetros de diámetro y como detalle importante, se observó un disco con acción antibacteriana frente a la bacteria nulo. Siendo una colocación de la misma jeringa nueva para el experimento.

IX. RESULTADOS

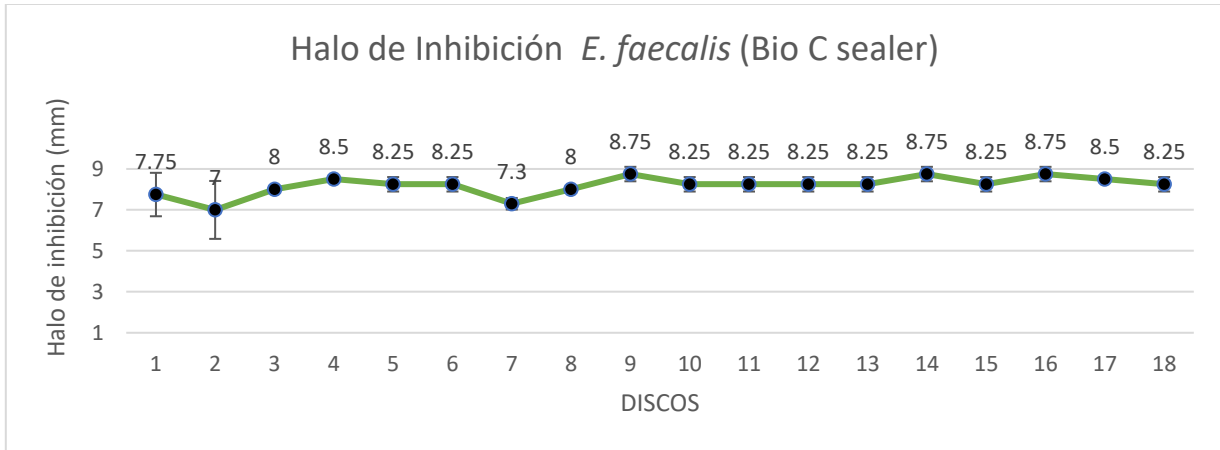


Tabla 2. Halo de inhibición *E. faecalis* Bio C Sealer

Resultados en promedio de halo de inhibición de cemento sellador Bio C sealer, el rango más alto fue 8.75 milímetros con un rango mínimo de 7 milímetros de diámetro, se observó una acción constante de la misma jeringa de experimentación.

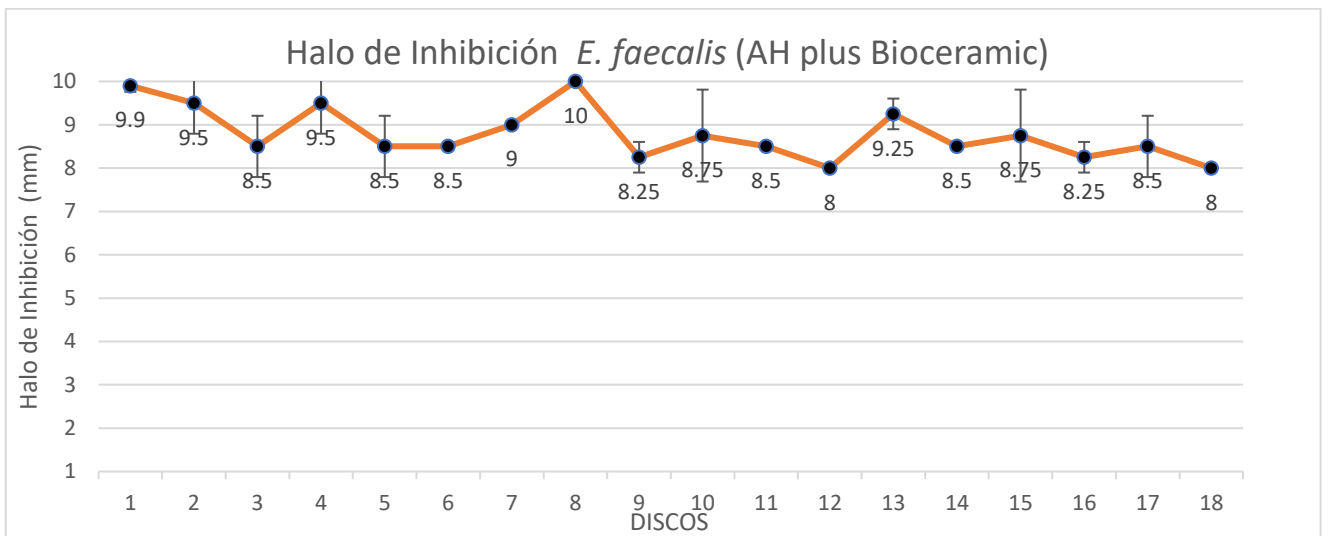


Tabla 3. Halo de inhibición *E. faecalis* AH plus Bioceramic

Resultados en promedio de halo de inhibición de cemento sellador AH plus Bioceramic, el rango más alto fue 10 milímetros con un rango mínimo de 8 milímetros de diámetro, se observó una acción constante de la misma jeringa de experimentación.

9.2. Evaluación visual de halo de inhibición

Mediante observación bajo microscopia se pueden observar la actividad antibacteriana de cada cemento sellador, la diferencia entre las regularidades de los halos de inhibición y el poder de pigmentación de un halo a otro. Cemento sellador que más demostró tener una capacidad uniforme es el cemento AH plus Bioceramic, mientras que el halo de inhibición menos definido y más irregular nos lo proporciona el cemento sellador nroot SP (Figura 11.).

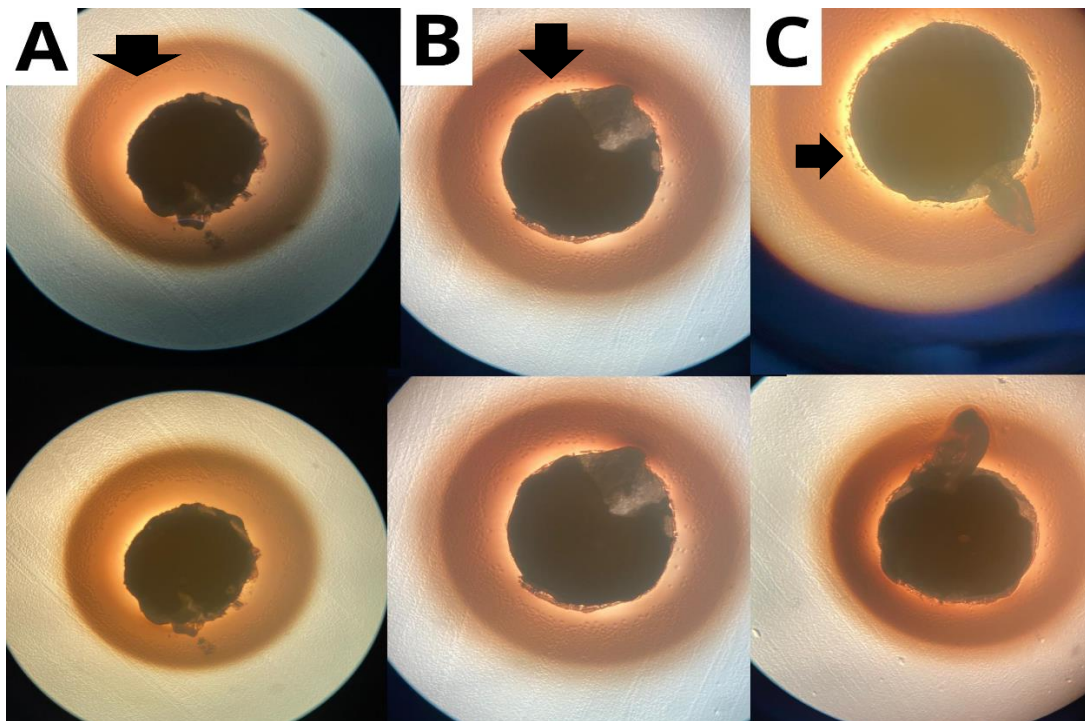


Figura 11. Fotografías de halo de inhibición de cementos selladores mediante observación con eteroscopio.

En la figura se muestran A) Halo de inhibición de cemento sellador AH plus Bioceramic: uniforme con un diámetro constante, pigmentación profunda, B) Halo de inhibición de cemento sellador Bio C Sealer: uniforme con un diámetro en su mayoría, pigmentación poco profunda y diámetro de halo no tan sobresaliente, C) Halo de inhibición menos definido y más irregular nos lo proporciona el cemento sellador nroot SP.

9.3. Análisis de Varianza (ANOVA) / Post hoc Tukey

Mediante los análisis estadísticos ANOVA de los tres cementos selladores de estudio se encontró una diferencia significativa a $p < 0.05$ en los grupos observados (Tabla 4). Mientras que en el análisis estadístico Post Hoc, queda evidente la diferencia significativa entre el cemento sellador nroot SP y AH plus Bioceramic < 0.019 . En comparación con el cemento Bio C Sealer, en el cual no existe diferencia significativa frente a su actividad antibacteriana (Tabla 5) (Tabla 7).

Los tres cementos de estudio realizan una actividad antibacteriana y AH plus Bioceramic arroja tener una capacidad más constante con índices altos de diámetro uniforme (Tabla 6.).

ANOVA ▼

ANOVA - LECTURAS ▼

Cases	Sum of Squares	df	Mean Square	F	p
GRUPOS	11.631	2	5.816	3.953	0.025
Residuals	75.024	51	1.471		

Note. Type III Sum of Squares

Tabla 4. Análisis de Varianza (ANOVA)

Los grupos de estudio analizados demuestran una diferencia significativa a $p < 0.05$ de 0.025.

Post Hoc Tests ▼

Standard ▼

Post Hoc Comparisons - GRUPOS

		Mean Difference	SE	t	Ptukey
NROOR SP	BIO C SEALER	-0.533	0.404	-1.319	0.391
	AH PLUS BIOCERAMIC	-1.136	0.404	-2.810	0.019
BIO C SEALER	AH PLUS BIOCERAMIC	-0.603	0.404	-1.491	0.304

Note. P-value adjusted for comparing a family of 3

Tabla 5. Método Post hoc Tukey

Análisis estadístico Post Hoc, informa la diferencia significativa entre el cemento sellador nroot SP y AH plus Bioceramic < 0.019 . En comparación con el cemento Bio C Sealer, en el cual no existe diferencia significativa frente a su actividad antibacteriana.

Descriptive Statistics

Descriptive Statistics

	NROOT SP	BIO C SEALER	AH PLUS BIOCERAMIC
Valid	18	18	18
Missing	36	36	36
Mode	7.750 ^a	8.250 ^a	8.500 ^a
Median	8.125	8.250	8.500
Mean	7.650	8.183	8.786
Std. Deviation	1.957	0.462	0.609
Minimum	0.000	7.000	8.000
Maximum	8.750	8.750	10.000

^a The mode is computed assuming that variables are discreet.

Tabla 6. Estadística descriptiva

Actividad antibacteriana existente en los tres cementos de estudio con una moda mínima de 7.750 y una máxima de 8.50.

IX. RESULTADOS

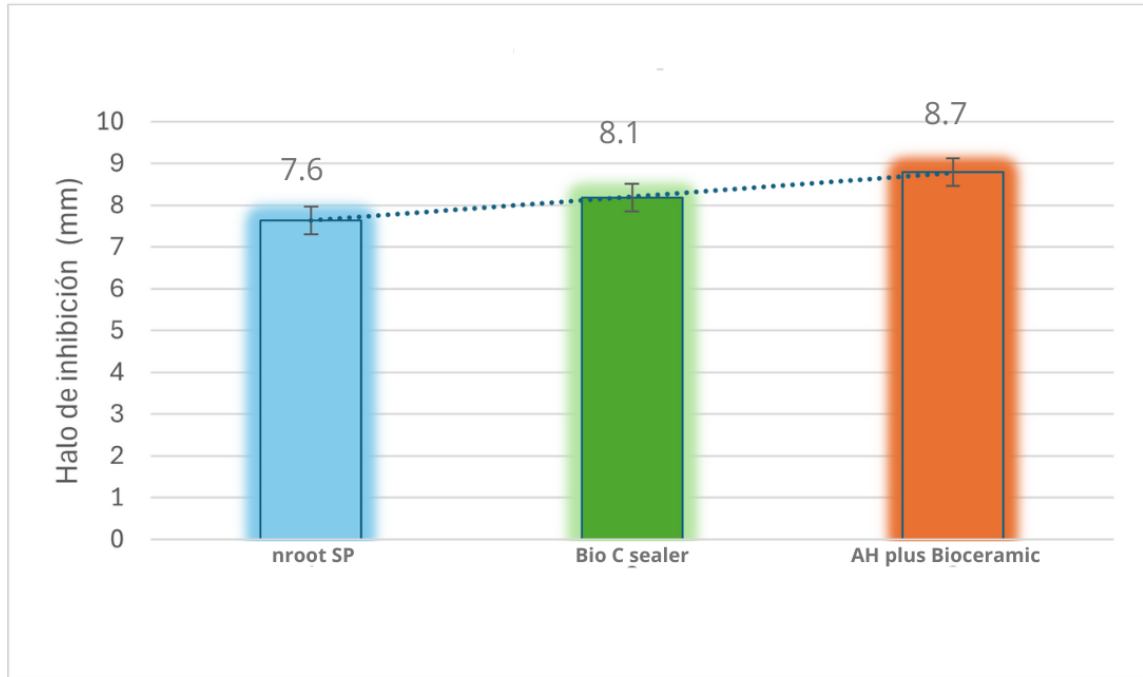


Tabla 7. Halo de inhibición *E. faecalis*

Diferencia significativa entre el cemento sellador nroot SP y AH plus Bioceramic. En comparación con el cemento Bio C Sealer, en el cual no existe diferencia significativa frente a su actividad antibacteriana.

X. DISCUSIÓN

En este estudio se evaluó *in vitro* el efecto antibacteriano de tres cementos selladores mediante el método de difusión en agar frente a *E. faecalis*, el objetivo fue evaluar los cementos endodónticos, esto con el fin de lograr una simulación de la respuesta antibacteriana después de su fraguado, estableciendo un halo de inhibición que evite la incidencia de una enfermedad endodóntica.

No solo es importante la incidencia de actividad frente a bacterias presentes en los tratamientos, también se debe tener en cuenta el poder de su halo de inhibición constante y uniforme que asegure su alcance en la anatomía diversa del tercio apical, por la migración de bacterias a través de túbulos dentinarios. Se ha informado que la infección del túbulo dentinario ocurre en el 70% al 80% de los dientes con periodontitis apical primaria. Las células bacterianas pueden alcanzar hasta 300 micrómetros de profundidad en algunos órganos dentales (23).

Un efecto antibacteriano es una propiedad deseable para un cemento sellador de conductos porque puede erradicar las bacterias que podrían haber sobrevivido a los procedimientos de limpieza y conformación. *E. faecalis* es una bacteria grampositiva que ha demostrado tener la capacidad de sobrevivir en pH alto y resistir la privación nutricional (19).

Un estudio que contrasta los resultados que se presentan en este estudio es el de Heredia *et al.* Donde se utilizó una metodología similar, con una variación del material de los discos de papel. Decidieron utilizar papel cartulina exhibiendo su resistencia a la esterilización, con solo 10 replicaciones de cada cemento estudiado. Como resultados estuvieron Medias inferiores en sus tres cementos analizados (Sealapex, TopSeal, Gross Far). Lo que acierta las propiedades favorables de los cementos selladores a base de silicato de calcio de nuestro estudio, los cuales obtuvieron una media mayor con una replicación de 18 veces,

con un material favorable a la esterilización y manipulación del material de estudio (papel filtro de laboratorio).

Chen *et al.* destacan la eficacia antibacteriana del cemento sellador AH plus, con un rango de 9 milímetros frente a *E. faecalis*, lo cual podría explicarse por sus reacciones de fraguado. Durante la polimerización del AH plus se libera formaldehído, por ser un material a base de resina epóxica. Este componente le da propiedades citotóxicas en contacto con los tejidos periapicales, poniendo en duda el beneficio durante el tratamiento endodóntico. En nuestro estudio evaluamos la eficacia antibacteriana del cemento sellador AH Plus Bioceramic, el cual es una nueva versión del AH Plus de la misma casa comercial, a través de la prueba de difusión de agar. Los resultados de nuestro estudio se pueden comparar con los reportados por Souza *et al.* donde ellos evaluar al AH Plus Bioceramic y obtuvieron un halo de inhibición de 12 milímetros, con lo cual podemos confirmar nuestros resultados. La precipitación de hidróxido de calcio durante la reacción de fraguado de los selladores a base de silicato de calcio puede aumentar el pH, lo que puede contribuir a la eficacia antimicrobiana junto con la liberación de calcio (33).

Maekawa *et al.* utilizaron el método de difusión en agar Müller- Hinton para comprobar la actividad antimicrobiana de selladores endodónticos frente al *E. faecalis* y otras especies bacterianas comunes en las infecciones del sistema de los conductos radiculares (1). La media del halo inhibitorio del sellador resinoso AH Plus fue de 7,92 milímetros que guarda una minoría en comparación a los resultados obtenidos en este estudio. Lo que nos da un punto favorable al hablar de la actividad antibacteriana de los cementos selladores a base de silicato de calcio.

Todos los selladores probados en este estudio pudieron erradicar *E. faecalis* después de 24 horas de contacto. Se observó un halo de inhibición más constante y uniforme con un diámetro de 10 milímetros, representando al cemento sellador AH plus Bioceramic. Este cemento sellador informa tener una alta capacidad de flujo, el flujo de selladores endodónticos mide su capacidad de penetrar en los canales accesorios y llenar los huecos entre la gutapercha y las

X. DISCUSIÓN

paredes de dentina. Un flujo adecuado permite un sellado adecuado de las irregularidades del conducto, mientras que un flujo alto puede resultar en extrusión, lo que puede causar daño a los tejidos periapicales señalado por Veksina *et al.* En su presente estudio donde se mostró un tamaño de partícula más fino y una estructura más densamente empaquetada en comparación con BC Universal y Totalfill BC.

XI. CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados arrojados mediante el estudio estadístico de Análisis de la Varianza (ANOVA, por sus siglas en inglés) de un factor en conjunto con el método post hoc Tukey se puede concluir:

La inhibición del crecimiento de *E. faecalis* por la presencia de los cementos Selladores a base de silicato de calcio utilizados, fue positiva, ya que todos tuvieron una reacción antibacteriana. Se confirma hipótesis alternativa (H1), se encontró una diferencia significativa entre el cemento sellador nroot SP y AH plus Bioceramic, otorgando un diámetro de halo de inhibición más constante al cemento AH plus Bioceramic. En comparación con el cemento Bio C Sealer, en el cual no existe diferencia significativa frente a su actividad antibacteriana en comparación.

Existe variabilidad es importante en la capacidad antibacteriana de los cementos selladores analizados, los hallazgos de este estudio confirman los datos reportados en otros estudios

XII. RECOMENDACIONES

Dentro de las limitaciones de este estudio, no es posible igualar las condiciones clínicas de los cementos selladores frente a *E. faecalis*.

Es necesario realizar más ensayos de laboratorio sobre actividad antibacteriana, capacidad de sellado, añadir un estudio clínico de ser posible, así como la fluidez de los cementos selladores previamente evaluados, en especial del cemento biocerámico a base de silicato de calcio nroot SP, ya que este cemento al ser prácticamente nuevo en el mercado no cuenta con estudios de investigación.

XIII. BIBLIOGRAFÍA

1. Cohen, Stephen, Hargreaves, Kenneth M, Berman, LouisH. Cohen. Vías de la Pulpa ExpertConsult. 2010. 01–1086 p.
2. Zordan-Bronzel CL, Esteves Torres FF, Tanomaru-Filho M, Chávez-Andrade GM, Bosso-Martelo R, Guerreiro-Tanomaru JM. Evaluation of Physicochemical Properties of a New Calcium Silicate–based Sealer, Bio-C Sealer. *J Endod.* 2019 Oct 1;45(10):1248–52.
3. Kim M, Yang W, Kim H, Ko H. Comparison of the biological properties of ProRoot MTA, OrthoMTA, and endocem MTA cements. *J Endod.* 2014 Oct 1;40(10):1649–53.
4. Eid AA, Nikonov SY, Looney SW, Didato A, Niu LN, Levin MD, et al. In vitro biocompatibility evaluation of a root canal filling material that expands on water sorption. *J Endod.* 2013 Jul;39(7):883–8.
5. Do T, Yang M, Kim JR. Prevalence of teaching apical patency and various instrumentation and obturation techniques in united states dental schools: two decades later. *J Endod.* 2023;
6. Pelozo LL, Souza-Gabriel AE, Alves dos Santos GN, Camargo RV, Lopes-Olhê FC, Sousa-Neto MD, et al. Canal Drying Protocols to Use with Calcium Silicate–based Sealer: Effect on Bond Strength and Adhesive Interface. *J Endod.* 2023;
7. Chu FCS, Leung WK, Tsang PCS, Chow TW, Samaranayake LP. Identification of cultivable microorganisms from root canals with apical periodontitis following two-visit endodontic treatment with antibiotics/steroid or calcium hydroxide dressings. *J Endod.* 2006 Jan;32(1):17–23.
8. Cetenovic B, Prokic B, Vasilijic S, Dojcinovic B, Magic M, Jokanovic V, et al. Biocompatibility investigation of new endodontic materials based on nanosynthesized calcium silicates combined with different radiopacifiers. *J Endod.* 2017 Mar 1;43(3):425–32.
9. Martins JFB, Scheeren B, van der Waal S V. The Effect of Unintentional AH-Plus Sealer Extrusion on Resolution of Apical Periodontitis After Root

XIII. BIBLIOGRAFÍA

- Canal Treatment and Retreatment—A Retrospective Case-control Study. *J Endod.* 2023;
10. Viapiana R, Guerreiro-Tanomaru JM, Tanomaru-Filho M, Camilleri J. Investigation of the effect of sealer use on the heat generated at the external root surface during root canal obturation using warm vertical compaction technique with system b heat source. *J Endod.* 2014;40(4):555–61.
 11. Schaeffer MA, White RR, Walton RE. Determining the optimal obturation length: A meta-analysis of literature. *J Endod.* 2005;31(4):271–4.
 12. Chybowski EA, Glickman GN, Patel Y, Fleury A, Solomon E, He J. Clinical Outcome of Non-Surgical Root Canal Treatment Using a Single-cone Technique with Endosequence Bioceramic Sealer: A Retrospective Analysis. *J Endod.* 2018 Jun 1;44(6):941–5.
 13. Sousa CJA, Montes CRM, Pascon EA, Loyola AM, Versiani MA. Comparison of the Intraosseous Biocompatibility of AH Plus, EndoREZ, and Epiphany Root Canal Sealers. *J Endod.* 2006 Jul;32(7):656–62.
 14. Giacomino CM, Wealleans JA, Kuhn N, Diogenes A. Comparative biocompatibility and osteogenic potential of two Bioceramic Sealers. *J Endod.* 2019 Jan 1;45(1):51–6.
 15. Ciasca M, Aminoshariae A, Jin G, Montagnese T, Mickel A. A Comparison of the Cytotoxicity and Proinflammatory Cytokine Production of EndoSequence Root Repair Material and ProRoot Mineral Trioxide Aggregate in Human Osteoblast Cell Culture Using Reverse-Transcriptase Polymerase Chain Reaction. *J Endod.* 2012 Apr;38(4):486–9.
 16. Kim J hyung, Cho SY, Choi Y, Kim D hyun, Shin SJ, Jung IY. Clinical Efficacy of Sealer-based Obturation Using Calcium Silicate Sealers: A Randomized Clinical Trial. *J Endod.* 2022 Feb 1;48(2):144–51.
 17. Chen B, Haapasalo M, Mobuchon C, Li X, Ma J, Shen Y. Cytotoxicity and the Effect of Temperature on Physical Properties and Chemical

XIII. BIBLIOGRAFÍA

- Composition of a New Calcium Silicate–based Root Canal Sealer. *J Endod.* 2020 Apr 1;46(4):531–8.
18. Hernández SR, Siqueira JF, Voigt DD, Soimu G, Brasil SC, Provenzano JC, et al. Bacteriologic Conditions of the Apical Root Canal System of Teeth with and without Posttreatment Apical Periodontitis: A Correlative Multianalytical Approach. *J Endod.* 2024 Feb 1;50(2):154–63.
 19. Mickel AK, Nguyen TH, Chogle S. Antimicrobial Activity of Endodontic Sealers on *Enterococcus faecalis*. 2003.
 20. de Castro Kruly P, Alenezi HEHM, Manogue M, Devine DA, Dame-Teixeira N, Garcia FCP, et al. Residual Bacteriome after Chemomechanical Preparation of Root Canals in Primary and Secondary Infections. *J Endod.* 2022 Jul 1;48(7):855–63.
 21. Heredia-Veloz D, Abad-Coronel D, Villavicencio-Caparó E. Antibacterial effectiveness of three endodontic sealers against *Enterococcus faecalis*. Vol. 27, Jul-Set. 2017.
 22. Chu FCS, Leung WK, Tsang PCS, Chow TW, Samaranayake LP. Identification of cultivable microorganisms from root canals with apical periodontitis following two-visit endodontic treatment with antibiotics/steroid or calcium hydroxide dressings. *J Endod.* 2006 Jan;32(1):17–23.
 23. Vieira AR, Siqueira JF, Ricucci D, Lopes WSP. Dentinal tubule infection as the cause of recurrent disease and late endodontic treatment failure: A case report. *J Endod.* 2012 Feb;38(2):250–4.
 24. Kara Tuncer A, Tuncer S. Effect of different final irrigation solutions on dentinal tubule penetration depth and percentage of root canal sealer. *J Endod.* 2012 Jun;38(6):860–3.
 25. Graunaite I, Skucaite N, Lodiene G, Agentiene I, Machiulskiene V. Effect of Resin-based and Bioceramic Root Canal Sealers on Postoperative Pain: A Split-mouth Randomized Controlled Trial. *J Endod.* 2018 May 1;44(5):689–93.

XIII. BIBLIOGRAFÍA

26. Tai KW, Huang FM, Chang YC. Cytotoxic Evaluation of Root Canal Filling Materials on Primary Human Oral Fibroblast Cultures and a Permanent Hamster Cell Line. 2001.
27. Drumond JPSC, Maeda W, Nascimento WM, Campos D de L, Prado MC, de-Jesus-Soares A, et al. Comparison of Postobturation Pain Experience after Apical Extrusion of Calcium Silicate- and Resin-Based Root Canal Sealers. *J Endod.* 2021 Aug 1;47(8):1278–84.
28. Jung J, Kim S, Kim E, Shin SJ. Volume of Voids in Retrograde Filling: Comparison between Calcium Silicate Cement Alone and Combined with a Calcium Silicate-based Sealer. *J Endod.* 2020 Jan 1;46(1):97–102.
29. Bukhari S, Karabucak B. The Antimicrobial Effect of Bioceramic Sealer on an 8-week Matured *Enterococcus faecalis* Biofilm Attached to Root Canal Dentinal Surface. *J Endod.* 2019 Aug 1;45(8):1047–52.
30. Hursh KA, Kirkpatrick TC, Cardon JW, Brewster JA, Black SW, Himel VT, et al. Shear Bond Comparison between 4 Bioceramic Materials and Dual-cure Composite Resin. *J Endod.* 2019 Nov 1;45(11):1378–83.
31. Zhang H, Shen Y, Ruse ND, Haapasalo M. Antibacterial Activity of Endodontic Sealers by Modified Direct Contact Test Against *Enterococcus faecalis*. *J Endod.* 2009 Jul;35(7):1051–5.
32. Candeiro GTDM, Correia FC, Duarte MAH, Ribeiro-Siqueira DC, Gavini G. Evaluation of radiopacity, pH, release of calcium ions, and flow of a bioceramic root canal sealer. *J Endod.* 2012 Jun;38(6):842–5.
33. Chen CC, Ho CC, David Chen CH, Ding SJ. Physicochemical Properties of Calcium Silicate Cements for Endodontic Treatment. *J Endod.* 2009 Sep;35(9):1288–91.
34. De R, Leonardo T, Consolaro A, Carlos Z, Leonardo MR. Evaluation of Cell Culture Cytotoxicity of Five Root Canal Sealers. Vol. 26. 2000.

XIII. BIBLIOGRAFÍA

35. Iglecias EF, Freire LG, de Miranda Candeiro GT, dos Santos M, Antoniazzi JH, Gavini G. Presence of Voids after Continuous Wave of Condensation and Single-cone Obturation in Mandibular Molars: A Micro-computed Tomography Analysis. *J Endod.* 2017 Apr 1;43(4):638–42.
36. Rajeshwari HRS, Kishen A. Periodontal Fibroblasts—Macrophage Crosstalk in External Inflammatory Root Resorption. *J Endod.* 2023 Jun;
37. Camps J, Jeanneau C, El Ayachi I, Laurent P, About I. Bioactivity of a Calcium Silicate-based Endodontic Cement (BioRoot RCS): Interactions with Human Periodontal Ligament Cells In Vitro. *J Endod.* 2015 Sep 1;41(9):1469–73.
38. Alves Silva EC, Tanomaru-Filho M, da Silva GF, Delfino MM, Cerri PS, Guerreiro-Tanomaru JM. Biocompatibility and Bioactive Potential of New Calcium Silicate-based Endodontic Sealers: Bio-C Sealer and Sealer Plus BC. *J Endod.* 2020 Oct 1;46(10):1470–7.
39. Shokouhinejad N, Nekoofar MH, Pirmoazen S, Shamshiri AR, Dummer PMH. Evaluation and Comparison of Occurrence of Tooth Discoloration after the Application of Various Calcium Silicate-based Cements: An Ex Vivo Study. *J Endod.* 2016 Jan 1;42(1):140–4.
40. Kwak SW, Koo J, Song M, Jang IH, Gambarini G, Kim HC. Physicochemical Properties and Biocompatibility of Various Bioceramic Root Canal Sealers: In Vitro Study. *J Endod.* 2023 Jul 1;49(7):871–9.
41. Kim M, Yang W, Kim H, Ko H. Comparison of the biological properties of ProRoot MTA, OrthoMTA, and endocem MTA cements. *J Endod.* 2014 Oct 1;40(10):1649–53.
42. Miletic I, Devčić N, Anić I, Borčić J, Karlović Z, Osmak M. The cytotoxicity of Roekoseal and AH plus compared during different setting periods. *J Endod.* 2005;31(4):307–9.
43. Perea Sevilla BC, Pitones Rubio SV, Márquez Lizárraga RH, Ruiz de la Rosa AA, Vigil Sánchez M. Comparación de la actividad antimicrobiana de

XIII. BIBLIOGRAFÍA

- cementos selladores en endodoncia. *Revista de la Asociación Dental Mexicana*. 2024;81(1):39–43.
44. Zhong X, Shen Y, Ma J, Chen WX, Haapasalo M. Quality of Root Filling after Obturation with Gutta-percha and 3 Different Sealers of Minimally Instrumented Root canals of the Maxillary First Molar. *J Endod*. 2019 Aug 1;45(8):1030–5.
 45. Alves Silva EC, Tanomaru-Filho M, da Silva GF, Delfino MM, Cerri PS, Guerreiro-Tanomaru JM. Biocompatibility and Bioactive Potential of New Calcium Silicate-based Endodontic Sealers: Bio-C Sealer and Sealer Plus BC. *J Endod*. 2020 Oct 1;46(10):1470–7.
 46. Bukhari S, Karabucak B. The antimicrobial effect of bioceramic sealer on an 8-week matured enterococcus faecalis biofilm attached to root Canal rentinal surface. *J Endod*. 2019 Aug 1;45(8):1047–52.
 47. Souza LC de, Neves GST, Kirkpatrick T, Letra A, Silva R. Physicochemical and biological properties of AH plus bioceramic. *J Endod*. 2023 Jan 1;49(1):69–76.
 48. Almeida LH, Gomes APN, Gastmann AH, Pola NM, Moraes RR, Morgental RD, et al. Bone tissue response to an MTA-based endodontic sealer, and the effect of the addition of calcium aluminate and silver particles. *Int Endod J*. 2019 Oct 1;52(10):1446–56.
 49. Kwak SW, Koo J, Song M, Jang IH, Gambarini G, Kim HC. Physicochemical properties and biocompatibility of various bioceramic root canal sealers: In vitro study. *J Endod*. 2023 Jul 1;