

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA



Efectividad antimicrobiana de los cementos selladores EndoSequence, BioRoot, AH Plus y ZOE contra *Enterococcus faecalis*.

Por

PAOLA CASTILLO VILLAGÓMEZ

Como requisito parcial para obtener el Grado de
Maestría en Ciencias Odontológicas en el Área de Endodoncia

Noviembre, 2020

Maestría en Ciencias Odontológicas en el Área de Endodoncia

Efectividad antimicrobiana de los cementos selladores EndoSequence, BioRoot, AH Plus y ZOE contra *Enterococcus faecalis*.

Paola Castillo Villagómez

Comité de Tesis

Dr. Sergio Eduardo Nakagoshi Cepeda
Presidente

Dra. Myriam Angélica De La Garza Ramos
Secretario

Dra. Fanny López Martínez
Vocal

Maestría en Ciencias Odontológicas en el Área de Endodoncia

Efectividad antimicrobiana de los cementos selladores EndoSequence, BioRoot, AH Plus y ZOE contra *Enterococcus faecalis*.

TESISTA
PAOLA CASTILLO VILLAGOMEZ

Comité de Tesis

DIRECTOR DE TESIS
Dra. Myriam Angélica de la Garza Ramos

CODIRECTOR DE TESIS
Dra. Fanny López Martínez

ASESOR METODOLÓGICO
M. en C Guadalupe Ismael Malagón

ASESOR METODOLÓGICO
Dra. Mayra Guadalupe Martínez García

ASESOR METODOLÓGICO
Dra. Susana Comorot Gomez Acevedo

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a la Dra. Myriam Angélica de la Garza Ramos y la Dra. Fanny Lopez por darme parte de su tiempo para asesorarme. 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 moral que siempre me ha brindado antes, durante y al final de estos años de maestría.

A mí prometido por brindarme todo su apoyo incondicional, consejos y paciencia.

A todos mis maestros de la UANL del posgrado de endodoncia por sus enseñanzas.

Tabla de contenido

AGRADECIMIENTOS	iii
RESUMEN	v
ABSTRACT.....	vi
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. HIPÓTESIS.....	2
3. OBJETIVOS.....	3
Objetivo General.....	3
Objetivos Específicos	3
4. ANTECEDENTES.....	4
4.1.1 Enterococcus faecalis.....	6
4.2 Limpieza y conformación	7
4.3 Obturación	8
4.4 Cementos selladores.....	11
4.4.1 Sellador AH Plus (a base de resina epoxi).....	12
4.4.2 Sellador a base de silicato tricálcico /Biocerámicos	13
5. MATERIALES Y MÉTODOS	17
5.1 Prueba de los materiales y microorganismo y sus condiciones de crecimiento	17
5.2 Prueba de contacto directo	17
5.3 Prueba de AGAR.....	18
5.4 Análisis estadístico.....	19
6. RESULTADOS	20
6.1 Prueba de contacto directo	20
6.2 Prueba de Agar.....	26
7. DISCUSIÓN	29
8. CONCLUSIÓN.....	32
9. LITERATURA CITADA	34
RESUMEN BIOGRÁFICO.....	39

TESISTA: Paola Castillo Villagómez
DIRECTOR DE TESIS: Dra Myriam Angélica de la Garza Ramos
CODIRECTOR DE TESIS: Dra. Fanny López Martínez
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

EFFECTIVIDAD ANTIMICROBIANA DE LOS CEMENTOS SELLADORES
ENDOSEQUENCE, BIOROOT, AH PLUS Y ZOE CONTRA *E. FAECALIS*.

RESUMEN

INTRODUCCIÓN: La eliminación completa de microorganismos del sistema de conductos radiculares en todos los pacientes no es posible; por lo tanto, el uso de materiales de relleno del conducto radicular con actividad antimicrobiana se considera para reducir microorganismos y prevenir infecciones. **OBJETIVO:** Determinar la efectividad antimicrobiana de los cementos selladores EndoSequence, BioRoot, AH plus y ZOE contra *E. 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 de difusión en agar (ADT). **RESULTADOS:** Utilizando la ANOVA de un factor y la prueba tipo F, con un intervalo de confianza para la media al 95% se pudo confirmar que existen diferencias estadísticas significativas entre los cementos selladores. El cemento sellador BioRoot tuvo mayor efecto antimicrobiano dado a que no es estadísticamente significativo ($p=0.9999373$ y siendo mayor a 0.05) contra ZOE (Control). Con el cemento sellador Endosequence, si hay diferencia estadísticamente significativa ($p=0.0000266$ y siendo menor a 0.05) contra el control. Por último, el cemento sellador AH Plus también hay diferencia estadísticamente significativa ($p=0.0000068$ y siendo menor a 0.05) contra el control. **CONCLUSIONES:** se puede concluir que el cemento que tuvo mayor efecto microbiano fue BioRoot seguido Endosequence y por último AH plus. Utilizando la ANOVA de un factor y la prueba tipo F, con un intervalo de confianza para la media al 95% se pudo confirmar que existen diferencias estadísticas significativas entre los cementos selladores.

TESISTA: Paola Castillo Villagómez
DIRECTOR DE TESIS: Dra. Myriam Angélica de la Garza Ramos
CODIRECTOR DE TESIS: Dra. Fanny López Martínez
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

ANTIMICROBIAL EFFECTIVENESS OF ENDOSEQUENCE, BIOROOT, AH PLUS
AND ZOE SEALING CEMENTS AGAINST *E. FAECALIS*

ABSTRACT

INTRODUCTION: The complete loss of microorganisms from the root canal system in all patients is not possible; therefore, the use of root canal fillers with antimicrobial activity is considered to reduce microorganisms and prevent infections. **OBJECTIVE:** To determine the antimicrobial effectiveness of EndoSequence, BioRoot, AH plus and ZOE sealing cements against *E. Faecalis*. **METHODOLOGY:** the direct contact test (DCT) will be used. The DCT is based on measuring the effect of close contact between the test bacteria and the material tested on the kinetics of bacterial growth using a temperature controlled microplate spectrophotometer. It will also be performed to compare the agar diffusion test (ADT). **RESULTS:** Using the one-way ANOVA and the type F test, with a 95% confidence interval for the mean, it was possible to confirm that there are significant statistical differences between the sealant cements. BioRoot sealant cement had a greater antimicrobial effect since it is not statistically significant ($p = 0.9999373$ and being greater than 0.05) against ZOE (Control). With Endoquence sealant cement, there is a statistically significant difference ($p = 0.0000266$ and being less than 0.05) against the control. Finally, the AH Plus sealant cement also has a statistically significant difference ($p = 0.0000068$ and being less than 0.05) against the control. **CONCLUSIONS:** it can be concluded that the cement that had the greatest microbial effect was BioRoot followed by Endoquence and finally AH plus. Using the one-way ANOVA and the type F test, with a 95% confidence interval for the mean, it was possible to confirm that there are statistically significant differences between the sealant cements.

1. INTRODUCCIÓN

El éxito del tratamiento endodóntico depende de la eliminación de la carga microbiana por la preparación quimicomecánica de los conductos radiculares. El tratamiento de conductos se basa en el desbridamiento, desinfección y obturación, todos con la misma importancia. La endodoncia depende parcialmente de la capacidad del cemento sellador, para prevenir la infección recurrente en el espacio periapical. Ante la anatomía las bacterias no solo se adhieren a las paredes de los conductos principales, sino que también existen en las ramificaciones, conductos laterales y túbulos dentinarios donde es difícil de eliminar. ¿Cuál será el efecto antimicrobiano de los cementos selladores EndoSequence, BioRoot, AH plus y ZOE contra *E. faecalis*?

La eliminación completa de microorganismos del sistema de conductos radiculares en todos los pacientes no es posible; por lo tanto, el uso de materiales de relleno para el conducto radicular con actividad antimicrobiana es considerado para reducir microorganismos y prevenir infecciones. El objetivo del presente estudio fue investigar la actividad antibacteriana de los selladores endodónticos Endosequence, Bioroot, AH Plus y ZOE contra *E. faecalis* utilizando DCT. El efecto antibacteriano de los selladores endodónticos se ha estudiado con mayor frecuencia utilizando la prueba de difusión en agar (ADT) o la prueba de contacto directo (DCT). En este estudio se realizaron ambas pruebas.

2. HIPÓTESIS

Hipótesis de Investigación

“Los cementos selladores EndoSequence, BioRoot, AH Plus y ZOE tienen efecto antimicrobiano contra *E. faecalis*”.

Hipótesis Nula

“Al menos uno de los cementos selladores EndoSequence, BioRoot, AH Plus y ZOE no tienen efecto antimicrobiano contra *E. faecalis*”.

3. OBJETIVOS

Objetivo General

Determinar la efectividad antimicrobiana de los cementos selladores EndoSequence, BioRoot, AH plus y ZOE contra *E. faecalis*.

Objetivos Específicos

- Analizar el efecto antimicrobiano del cemento sellador Endosequence contra *E. faecalis*.
- Evaluar el efecto antimicrobiano del cemento sellador BioRoot contra *E. faecalis*
- Contrastar los resultados del efecto antimicrobiano del cemento sellador AH plus contra *E. faecalis*.
- Estudiar el efecto antimicrobiando del cemento sellador ZOE contra *E. faecalis*.

4. ANTECEDENTES

La endodoncia es la disciplina dental que juega un papel esencial en la promoción de la salud oral al ayudar a reducir la carga biológica infecciosa oral total. (Siqueira & Lopes, 2011). Debe reconocerse que el resultado del tratamiento del conducto radicular no es solo una cuestión de qué tan bien se trata tecnológicamente los conductos radiculares. De hecho, la terapia endodóntica es principalmente un problema de infección. Esto significa que el objetivo principal del tratamiento es remediar la infección del conducto radicular para que el diente pueda mantenerse a largo plazo sin causar enfermedades inflamatorias o efectos adversos para la salud. En el curso del tratamiento, la falta de una técnica aséptica adecuada y el movimiento de organismos bacterianos de la lesión de caries y la pulpa infectada a la porción de la raíz apical parecen ser contribuyentes significativos de la periodontitis apical persistente después del tratamiento. (Bergenholtz, 2016).

4.1 Microorganismos

Las infecciones primarias se caracterizan por una comunidad mixta notoriamente dominada por bacterias anaerobias. Las especies bacterianas detectadas con frecuencia en infecciones primarias, incluida la periodontitis apical aguda y crónica, pertenecen a diversos géneros de bacterias gramnegativas. Las bacterias ubicadas en el conducto radicular apical se encuentran en una posición estratégica para inducir daños en los tejidos perirradiculares. Los productos liberados de la biopelícula bacteriana en el conducto se acumulan y alcanzan los tejidos perirradiculares dando lugar a una respuesta inflamatoria que finalmente conduce a la destrucción del ligamento periodontal y el hueso. Los conductos laterales y los istmos que conectan los conductos principales pueden obstruirse con bacterias organizadas principalmente en biopelículas. El diámetro de los túbulos

dentarios en el lado pulpar es lo suficientemente grande como para permitir la penetración de la mayoría de las bacterias orales. Según se informa, la infección de los túbulos dentarios ocurre del 70 al 80% de los dientes que presentan periodontitis apical. Mientras que las bacterias que se presentan como células planctónicas o que forman agregados o coagregados en el conducto radicular principal pueden ser fácilmente accesibles y eliminadas por instrumentos e irrigantes utilizados durante el tratamiento, las biopelículas unidas a las paredes de los conductos, localizadas en los istmos y los conductos laterales, o los túbulos dentarios son definitivamente más difíciles o incluso imposibles de alcanzar. (Siqueira & Lopes 2011)

La infección endodóntica persistente es causada por microorganismos que participaron en una infección primaria o secundaria y de alguna manera lograron resistir los procedimientos antimicrobianos intraconducto y soportar períodos de privación de nutrientes. La infección endodóntica secundaria es causada por microorganismos que se introdujeron en el conducto radicular en algún momento después de la intervención profesional. Tanto las infecciones persistentes como las secundarias pueden ser responsables de varios problemas clínicos, que incluyen exudación persistente, síntomas persistentes, agudización entre citas y fracaso del tratamiento endodóntico caracterizado por la aparición de periodontitis apical posterior al tratamiento. Las infecciones intraradiculares persistentes o secundarias son las principales causas del fracaso del tratamiento endodóntico. Esta afirmación está respaldada por dos argumentos sólidos basados en evidencia. El primero es que existe un mayor riesgo de resultados adversos del tratamiento cuando las bacterias están presentes en el conducto en el momento de la obturación y el segundo es que la mayoría (si no todos) los dientes tratados con endodoncia

con lesiones de periodontitis apical postratamiento han demostrado albergar una infección intraradicular. (Siqueira & Lopes 2011)

4.1.1 Enterococcus faecalis

Las infecciones endodónticas son polimicrobianas y hay más de 150 especies de bacterias y otros microorganismos que son responsables de la infección primaria o persistente. (Zehnder & Belibasakis, 2015) (Ricucci & Siqueira, 2010). Los microorganismos detectados en muestras tomadas de dientes tratados con endodoncia con enfermedad posterior al tratamiento probablemente estén relacionados con el fracaso del tratamiento. La microbiota en estos dientes exhibe una diversidad de especies menor que la de las infecciones primarias. un canal radicular aparentemente bien tratado puede albergar de 1 a 5 especies. En comparación, un conducto tratado de manera inadecuada puede contener hasta 10 a 30 especies, que es muy similar al número de canales no tratados. *E. faecalis* es la especie más frecuentemente detectada en los dientes tratados endodónticamente, con valores de prevalencia que alcanzan hasta el 90% según lo determinado en estudios moleculares dependientes e independientes del cultivo (Siqueira & Lopes 2011). *E. faecalis* es una especie comúnmente aislada que puede jugar un papel en las infecciones endodónticas persistentes. *E. faecalis* se considera un patógeno responsable de la periodontitis apical, ya que puede tolerar condiciones extremas y sobrevivir en los conductos radiculares y los tejidos periapicales sin el apoyo de otras bacterias (Borzini L et al., 2016). Los dientes tratados con endodoncia tienen nueve veces más probabilidades de albergar *E. faecalis* que los dientes con infecciones primarias. Esto sugiere que esta especie puede ser inhibida por otros miembros del consorcio bacteriano mixto comúnmente presente en infecciones primarias y que las condiciones ambientales

sombrías dentro de los conductos radiculares llenos no impiden su supervivencia. El hecho de que *E. faecalis* siga vivo del tratamiento en múltiples visitas y / o se haya dejado abierto para el drenaje sugiere que esta especie es un invasor secundario capaz de colonizar el conducto y resistir el tratamiento. En otras palabras, *E. faecalis* puede causar infecciones secundarias que luego se vuelven persistentes (Siqueira & Lopes 2011). Es por eso que se considera una de las bacterias más resistentes en los dientes necróticos, y su persistencia provoca el fracaso del tratamiento del conducto radicular. Se requiere diferentes visitas y el uso de medicamento intraconducto entre las visitas para erradicar esta bacteria del conducto radicular. Por lo tanto, es muy importante encontrar materiales que tenga un fuerte efecto bactericida para deshacerse de las bacterias y mejorar la tasa de éxito del tratamiento de conductos (Kamberi *et al.*, 2012).

4.2 Limpieza y conformación

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) . Por esta razón, el uso de cemento sellador del conducto radicular con propiedades antimicrobianas se considera favorable para reducir la infección residual o crear un entorno que dificulte la colonización bacteriana. (Wang, Shen, & Haapasalo, 2014) La eliminación completa de microorganismos del sistema de conductos radiculares en todos los pacientes no es posible; por lo tanto, el uso de materiales de relleno del conducto radicular con actividad antimicrobiana se considera para reducir microorganismos y prevenir infecciones.(Monajemzadeh *et al.*, 2017)

4.3 Obturación

Los cementos selladores de conductos radiculares se utilizan junto con conos sólidos en el relleno del conducto radicular. Estos llenan los espacios e interactúan con la dentina, lo que conduce a una alianza entre el sellador y la pared de la dentina. (Tedesco *et al.*, 2014). La tecnología para rellenar los conductos radiculares en la adición no es perfecta y pueden aparecer espacios a lo largo del relleno de la raíz que son lo suficientemente grandes para permitir que la comunicación de las bacterias del conducto radicular con el tejido periapical dé lugar a lesiones infecciosas o inflamatorias en el periápice posteriores al tratamiento (Bergenholtz, 2016). 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).

La obtención de un “sellado hermético” es citada con frecuencia como un objetivo fundamental del tratamiento del conducto radicular. De acuerdo con definiciones aceptadas, el término *hermético* significa sellado contra la entrada o la salida de aire, o convertido en impermeable al aire mediante fusión o sellado. Sin embargo, el sellado del conducto radicular se evalúa comúnmente por la filtración de fluidos, una medida utilizada para aceptar o rechazar los materiales y las técnicas de obturación. La importancia del sellado se aplica tanto en la región apical como en coronal. El término *hermético* se ha introducido en la nomenclatura endodóntica probablemente de modo paralelo al descubrimiento de un sellado impermeable al aire. (Cohen & Hargreaves, 2011)

Antes de 1800, el único material empleado para rellenar el conducto radicular, era el oro. Las obturaciones posteriores con diversos metales, oxiclورو de cinc, parafina y amalgama, proporcionaron grados variables de éxito. En 1847, Hill invento el primer material de obturación del conducto radicular a base de gutapercha, conocido como «tapón de Hill». El preparado, que consistía principalmente en gutapercha blanqueada, carbonato cálcico y cuarzo, fue patentado en 1848 e introducido en la práctica odontológica. En 1867, Bowman volvió a sacar a la luz (ante la St. Louis Dental Society) el primer uso de la gutapercha para obturación de los conductos en un primer molar extraído. Las

referencias al uso de la gutapercha para obturación de los conductos radiculares antes del siglo xx son pocas y vagas. (Cohen & Hargreaves, 2011)

Perry afirmó en 1883 que había usado un alambre de oro puntiagudo, envuelto en gutapercha blanda. Las puntas se preparaban cortando gutapercha en tiras, que se calentaban con una lámpara y se colocaban en una caja quirúrgica. En 1887, la S.S. White Company comenzó a fabricar puntas de gutapercha. Rollins en 1893 presentó un tipo nuevo de gutapercha a la que agregaba bermellón. Puesto que el bermellón es óxido de mercurio puro, y por tanto resultaba peligroso en las cantidades indicadas por Rollins, la técnica fue criticada por muchos expertos (Cohen & Hargreaves, 2011).

Se espera que los materiales tengan una baja citotoxicidad y que prevengan la colonización bacteriana y la formación de un biofilm. Se anhelan materiales antibacterianos para poder suprimir las bacterias e inhibir el desarrollo de biopelículas bacterianas en la medida de lo posible. Las bacterias que persisten especialmente en la endodoncia pueden poner en peligro el éxito de la terapia incluso después de una preparación mecánica y desinfección minuciosas de los conductos radiculares (Heyder *et al.*, 2013).

La gutapercha, junto con los selladores, es el material de relleno del conducto radicular más común (Oltra, Cox, LaCourse, Johnson, & Paranjpe, 2017). Debido a la relativa importancia biológica y técnica de los selladores, sus propiedades físicas y químicas han sido objeto considerable de atención desde su desarrollo inicial a principios del siglo XX (Al-Haddad & Che Ab Aziz, 2016).

4.4 Cementos selladores

Los selladores se clasifican de acuerdo con sus principales componentes químicos: eugenol de óxido de zinc, hidróxido de calcio, ionómero de vidrio, silicona, resina y selladores a base de biocerámica. Los cementos más antiguos son a base de óxido de Zinc y Eugenol. Estos surgen a mediados de 1936, propuestos por Grossman para ser utilizados junto con la gutapercha en la obturación de los conductos radiculares. Grossman describió las propiedades del cemento sellador ideal:

- 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, si se precisa eliminar el relleno del conducto radicular

Los cementos de ZOE son ampliamente utilizados a nivel mundial a pesar de ser los cementos que más irritan el periápice. La proporción del polvo líquido del cemento de ZOE es importante en la biocompatibilidad de esos cementos y se observa que las

muestras fluidas desencadenan respuestas más intensas que las que producen las mezclas más espesas. (Leonardo, 2005). Se observó la acción irritante del cemento ZOE en la región apical de dientes humanos, tratados endodónticamente, varios años después de la obturación, y constato la presencia de un infiltrado inflamatorio de tipo crónico en esta región, después de un largo periodo de tiempo. Este hecho, es debido a que el eugenol es citotóxico, lo cual ha sido comprobado en fibroblastos de ratón (L929), células pulpares, hepatocitos, y fibroblastos de la mucosa oral. El eugenol libre actúa como depresor celular y puede permanecer en los tejidos por un periodo de tiempo largo, la agresión causada por este tipo de cemento puede observarse hasta en periodos de 10 años

4.4.1 Sellador AH Plus (a base de resina epoxi)

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 T *et al.*, 2020)

AH Plus (Dentsply International Inc., York, PA, EE. UU.) es un sellador endodóntico basado en resina epoxi, tiene un extensa historia de uso y estudios de investigación (Ozkocak & Sonat, 2015;Candeiro *et al.*, 2016; Du *et al.*, 2015) es por eso que ha sido utilizado para muchos estudios comparativos. 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*. (Tiwari S et al., 2018)

pero se ha descrito que los materiales endodónticos que presentan una fuerte actividad antimicrobiana, frecuentemente son mutagénicos (Geurtsen, & Leyhausen, 1997) sobre todo aquéllos que liberan formaldehído. Estudios anteriores han demostrado que la incorporación de clorhexidina o cetrimida puede agregar cierto grado de propiedad antimicrobiana a este sellador sin alterar significativamente las propiedades físicas (Arias-Moliz et al., 2015)

4.4.2 Sellador a base de silicato tricálcico /Biocerámicos

Los selladores biocerámicos solo han estado disponibles para su uso en endodoncia durante los últimos treinta años, su ascenso corresponde al mayor uso de la tecnología de biocerámicos en los campos de la medicina y la odontología. Los biocerámicos son materiales cerámicos diseñados específicamente para uso médico y dental. Incluyen alúmina, circonia, vidrio bioactivo, vitrocerámica, hidroxiapatita y fosfatos de calcio. La clasificación de los materiales biocerámicos en materiales bioactivos o bioinertes es una función de su interacción con el tejido vivo circundante. Los materiales bioactivos, como el vidrio y el fosfato de calcio, interactúan con el tejido circundante para estimular el crecimiento de tejidos más duraderos. Los materiales bioinertados, como la zirconia y la alúmina, producen una respuesta insignificante del

tejido circundante, que no tiene ningún efecto biológico o fisiológico.(Al-Haddad & Che Ab Aziz, 2016)

Sin embargo, el primer uso documentado de materiales compararon la eficacia del cemento de fosfato de calcio experimental con el sellador de Grossman en dientes extraídos, y no encontraron diferencias significativas entre ambos selladores en términos de oclusión apical, adaptación, oclusión de los túbulos dentinales, adhesión, cohesión o apariencia morfológica (K. F. Krell & Wefel, 1984)

Hay dos ventajas principales asociadas con el uso de materiales biocerámicos como selladores de conductos radiculares. El primero su biocompatibilidad (Al-Haddad & Che Ab Aziz, 2016) y el segundo es que los materiales biocerámicos contienen fosfato de calcio que mejora las propiedades de fraguado de los biocerámicos y da como resultado una composición química y una estructura cristalina similar al dientes y huesos (Ginebra *et al.*, 1997). Estudios previos sobre selladores biocerámicos han valorado su fuerza de unión, capacidad de sellado, resistencia a la fractura de la raíz, propiedades de fraguado, citotoxicidad y efectos antibacterianos. (Ozkocak & Sonat, 2015; Topçuoğlu *et al.*,2013; Loushine *et al.*, 2011; Candeiro *et al.*, 2016). 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-Moliz & Camilleri, 2016) La zona de infiltración de minerales es la capa de intercambio iónico que aparece en la interfaz entre la dentina y cementos basados en silicato tricálcico atribuidos a un efecto doble del cemento liberador de hidróxido de calcio: Un grabado cáustico alcalino seguido de difusión mineral.(Atmeh, Chong *et al.*, 2012). 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, F., & Jafari, S. 2017).

4.4.2.1 EndoSequence

EndoSequence Bioceramic Sealer (BC; Brasseler USA, Savannah, GA) es un sellador a base de silicato de calcio y está compuesto de óxido de circonio, silicatos de calcio, fosfato de calcio monobásico, hidróxido de calcio, relleno y agentes espesantes (Al-Haddad A & Che Ab Aziz ZA, 2016). BC demuestra muchas propiedades deseables, tales como biocompatibilidad, estabilidad química, hidrofilia, fluidez, radiopacidad y ligeras tendencias expansivas. (Pawar SS *et al*, 2014)

También se ha demostrado que los materiales biocerámicos producen hidroxiapatita, que proporciona una unión directa entre la dentina y el material (Reyes-Carmona JF *et al*, 2010) Este sellador exhibe un efecto antimicrobiano en bacterias que se sabe que son resistentes a los procedimientos de desinfección, como *Enterococcus faecalis*. (Zhang H *et al*, 2009) El sellador BC se entrega convenientemente en forma premezclada, haciendo que su uso sea consistente y eficiente en un entorno clínico. La capacidad de flujo superior y la capacidad de expandirse ligeramente durante el fraguado permiten utilizar este sellador en una técnica de obturación de cono único (Zhou HM *et al*, 2013) El sellador se pone en contacto con la humedad, principalmente proveniente de los túbulos dentinarios. (Xu *et al*, 2007) (Nagas E *et al*, 2012) Por lo tanto, estas cualidades de BC han mejorado la eficiencia de la obturación del conducto radicular y pueden permitir un sellado mejorado dentro de las anatomías del conducto inaccesibles.

4.4.2.2 BioRoot

BioRoot RCS (Septodont, Saint - Maur - des Fosses, Francia) es un cemento a base de silicato tricálcico hidráulico en polvo / líquido (Gilles & Oliver 2012) comercializado desde febrero de 2015 y recomendado para la técnica de cono único o relleno de raíz de condensación lateral en frío. 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 angiogénico y osteogénico por las células del ligamento periodontal humano (Camps *et al.* 2015); Además, tiene una citotoxicidad más baja que otros selladores convencionales del conducto radicular, puede inducir la deposición de tejido duro (Dimitrova-Nakov *et al.* 2015; Prüllage *et al.* 2016) y tiene actividad antimicrobiana (Arias-Moliz & Camilleri 2016). Aunque estas modificaciones tienen como objetivo mejorar las propiedades de manejo y evitar la decoloración de los dientes, pueden influir en el potencial de regeneración de los tejidos circundantes. (Camps *et al.*, 2015)

5. MATERIALES Y MÉTODOS

El universo de estudio es EndoSequence (Brasseler, USA), BioRoot (Septodont, France), AH Plus (Dentsply Sirona, Germany) y Óxido de Zinc y Eugenol. 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.

5.1 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* 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

5.2 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.

5.3 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 triplicado. 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.

5.4 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.

6. RESULTADOS

6.1 Prueba de contacto directo

Se realizaron las siguientes pruebas con los 4 cementos selladores (ZOE, AH Plus, Endosequence y BioRoot, así como las Bacterias) para poder comparar el nivel de absorbancia en cada uno.

Utilizando la ANOVA de un factor y la prueba tipo F, con un intervalo de confianza para la media al 95% se pudo confirmar que **existen diferencias estadísticas significativas entre los cementos selladores**. Como CONTROLES fueron ZOE y BACTERIAS solas para poder determinar los efectos de cementos selladores vs. los controles.

Descriptivos								
Absorbancia								
	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
ZOE (control)	3	.03903	.000058	.000033	.03889	.03918	.039	.039
AH Plus	2	.85250	.198697	.140500	-.93272	2.63772	.712	.993
Endosequence	2	.71750	.026163	.018500	.48244	.95256	.699	.736
Bioroot	3	.04467	.002887	.001667	.03750	.05184	.043	.048
Bacterias	3	.35233	.037554	.021682	.25904	.44562	.316	.391
Total	13	.34216	.339992	.094297	.13671	.54762	.039	.993

ANOVA de un factor					
Absorbancia					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	1.344	4	.336	62.514	.000
Intra-grupos	.043	8	.005		
Total	1.387	12			

Posterior a ello se hizo la prueba HSD de Tukey y la prueba *t* de Dunnett para poder corroborar el nivel de significancia que existe entre cada uno de los cementos selladores, comparándolos entre sí.

En la prueba HSD de Tukey, considerando que la diferencia de medias es significativa al nivel de 0.05, se demostró que **no existen diferencias estadísticas significativas entre el cemento sellador Bioroot y Zoe**, teniendo como resultado 1.000. Al igual, **no existen diferencias**

estadísticas significativas entre AH Plus y Endosequence, sin embargo, no como los efectos de los cementos selladores previamente mencionados, al tener un grado de 0.415 de significancia. Las interacciones entre todos los otros cementos selladores existen diferencias estadísticas significativas entre ellos.

Utilizando la prueba *t* de Dunnett, tratando el grupo de ZOE como control y comparándolo con todos los demás grupos, se demostró que **no existen diferencias estadísticas significativas entre Bioroot y Zoe**, obteniendo un resultado de $p \leq 0.094$ (.9999373)

Pruebas post hoc

Comparaciones múltiples

Variable dependiente:		Absorbancia						
				Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
(I) Tratamiento							Límite inferior	Límite superior
HSD de Tukey	ZOE (control)	AH Plus		-.813467	.066928	.000	-1.04469	-.58225
		Endosequence		-.678467	.066928	.000	-.90969	-.44725
		Bioroot		-.005633	.059863	1.000	-.21244	.20118
		Bacterias		-.313300	.059863	.005	-.52011	-.10649
	AH Plus	ZOE (control)		.813467	.066928	.000	.58225	1.04469
		Endosequence		.135000	.073316	.415	-.11829	.38829
		Bioroot		.807833	.066928	.000	.57661	1.03905
		Bacterias		.500167	.066928	.000	.26895	.73139
	Endosequence	ZOE (control)		.678467	.066928	.000	.44725	.90969
		AH Plus		-.135000	.073316	.415	-.38829	.11829
		Bioroot		.672833	.066928	.000	.44161	.90405
		Bacterias		.365167	.066928	.004	.13395	.59639
	Bioroot	ZOE (control)		.005633	.059863	1.000	-.20118	.21244
		AH Plus		-.807833	.066928	.000	-1.03905	-.57661
		Endosequence		-.672833	.066928	.000	-.90405	-.44161
		Bacterias		-.307667	.059863	.006	-.51448	-.10086
	Bacterias	ZOE (control)		.313300	.059863	.005	.10649	.52011
		AH Plus		-.500167	.066928	.000	-.73139	-.26895
		Endosequence		-.365167	.066928	.004	-.59639	-.13395
		Bioroot		.307667	.059863	.006	.10086	.51448
t de Dunnett (bilateral) ^b	AH Plus	ZOE (control)		.813467	.066928	.000	.60977	1.01716
	Endosequence	ZOE (control)		.678467	.066928	.000	.47477	.88216
	Bioroot	ZOE (control)		.005633	.059863	1.000	-.17655	.18782
	Bacterias	ZOE (control)		.313300	.059863	.003	.13111	.49549

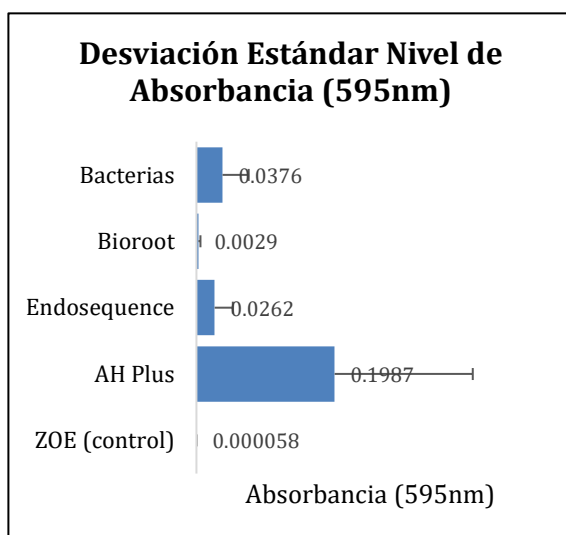
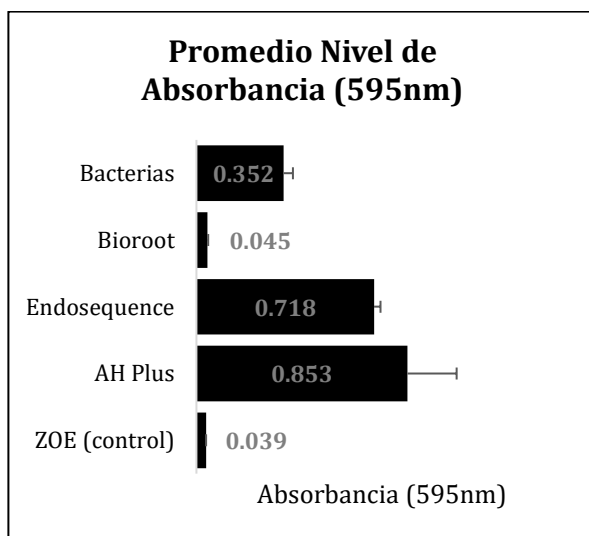
*. La diferencia de medias es significativa al nivel 0.05.

b. Las pruebas t de Dunnett tratan un grupo como control y lo comparan con todos los demás grupos.

(Tx vs Control)		Dunnett	sig.
AH Plus	ZOE (control)	12.154	.000068

Endosequence	ZOE (control)	10.137	.0000266
Bioroot	ZOE (control)	0.094	.9999373
Bacterias	ZOE (control)	5.234	.0026529

Se sacaron los promedios de los resultados y sus desviaciones estándar, y se tuvo un entendimiento claro de los resultados en las tablas a continuación:



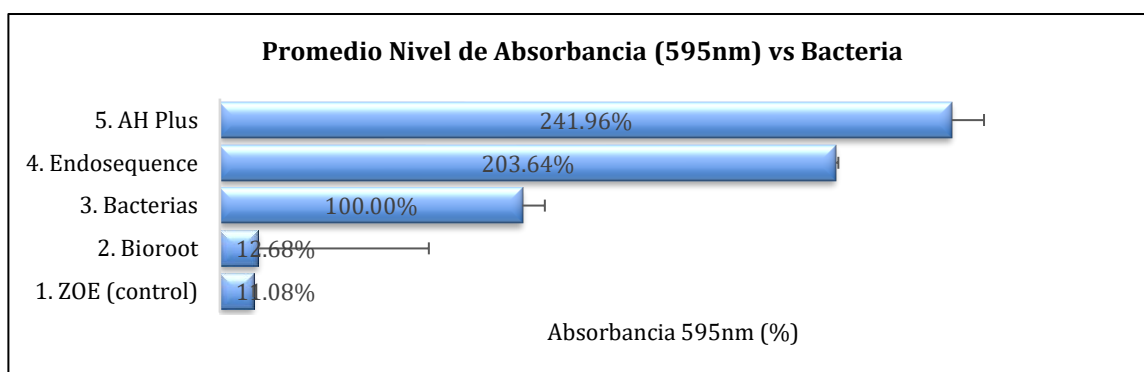
Control vs Tratamiento		Abs ₅₉₅ ($\bar{X} \pm S$)	Dunnnett	Valor <i>p</i>
ZOE (control)	AH Plus	0.853 ± 0.1987	12.154	0.0000068
	Endosequence	0.718 ± 0.0262	10.137	0.0000266
	Biorroot	0.045 ± 0.0029	0.094	0.9999373
	Bacterias	0.352 ± 0.0376	5.234	0.0026529

Dado a que Biorroot tiene $p=0.9999373$ y es mayor a 0.05, concluimos que no es estadísticamente significativo (no hay diferencia entre el efecto de ZOE (Control) y Biorroot en niveles de absorbancia, como visto en las gráficas). En las tablas se observó el resultado de los cementos selladores a la hora de ponerse a prueba contra las bacterias. Resultó que el promedio de menor nivel de Absorbancia (595nm) fue de ZOE con un valor de 0.039 con una desviación estándar mínima de 0.000058 ($p= 0.9999373$) con Biorroot. Al igual sucedió con el cemento sellador Biorroot, con resultados muy bajos de 0.045 de Absorbancia (595nm) como promedio entre sus experimentos y una desviación estándar de 0.0029, teniendo éstos muy concisos y sin mucha diferencia entre los valores. Seguido por las Bacterias, se hizo el experimento y se obtuvo un promedio de Absorbancia (595nm) de 0.352 con una desviación estándar de 0.0376, ($p= 0.9999373$). Por otro lado, los cementos selladores con mayor promedio en Absorbancia (595nm) fue Endosequence, con un resultado de 0.718 como promedio de Absorbancia (595nm) y una desviación estándar de 0.0262, seguido por AH Plus, siendo éste el cemento sellador con mayor Absorbancia (595nm), obteniendo un promedio de 0.853, con una desviación estándar de 0.1987 (la mayor desviación estándar de los experimentos de los cementos selladores).

Para visualizar el efecto de la absorbancia de los cementos selladores contra las bacterias, se tomó como CONTROL a ZOE y BACTERIAS solos para obtener las diferencias estadísticas

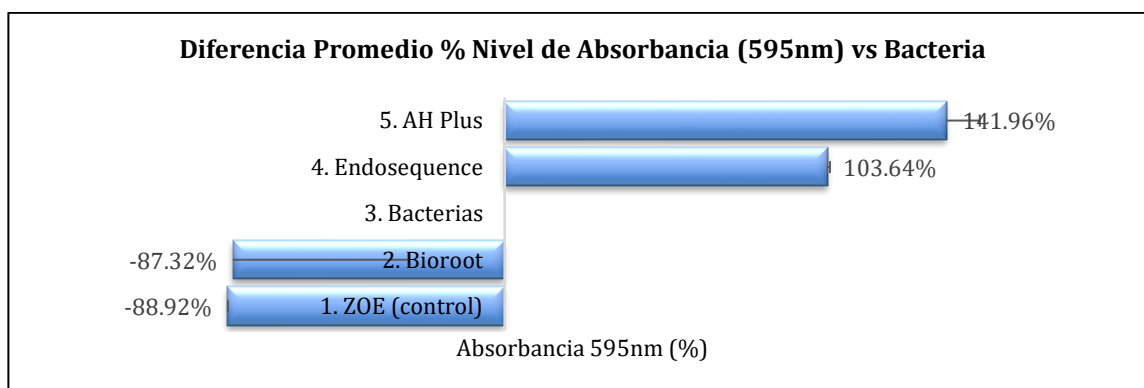
y se tomó un análisis de promedios contra las mismas. En la siguiente tabla se pueden observar los porcentajes que se sacaron de los promedios de cada cemento sellador vs. las bacterias, tomando en la primera columna a la Bacteria como un 100% (PROMEDIO % VS BACTERIAS) y posteriormente eliminando el efecto “Bacterias” (CONTROL) en la segunda columna (PROMEDIO DIFERENCIA % VS BACTERIAS). Se obtuvieron los resultados siguientes:

TRATAMIENTOS	ABSORBANCIA 595nm (%)		
	PROMEDIO % VS BACTERIAS	PROMEDIO DIFERENCIA % VS BACTERIAS	DESV. EST.
1. ZOE (control)	11.08%	-88.92%	0.02%
2. Bioroot	12.68%	-87.32%	0.82%
3. Bacterias	100.00%		10.66%
4. Endosequence	203.64%	103.64%	7.43%
5. AH Plus	241.96%	141.96%	56.39%



Control vs Tratamiento		Abs ₅₉₅ ($\bar{x} \pm s$)	Dunnett	Valor p
ZOE (control)	AH Plus	0.853 ± 0.1987	12.154	0.0000068
	Endosequence	0.718 ± 0.0262	10.137	0.0000266

	Biorroot		0.045 ± 0.0029		0.094		0.9999373
	Bacterias		0.352 ± 0.0376		5.234		0.0026529



Control vs Tratamiento		Abs ₅₉₅ ($\bar{x} \pm s$)	Dunnett	Valor p
ZOE (control)	AH Plus	0.853 ± 0.1987	12.154	0.0000068
	Endosequence	0.718 ± 0.0262	10.137	0.0000266
	Biorroot	0.045 ± 0.0029	0.094	0.9999373
	Bacterias	0.352 ± 0.0376	5.234	0.0026529

Quitando el efecto del 100% de “Bacterias” se pudo obtener la Diferencia Promedio % de Nivel de Absorbancia de cada uno de los cementos selladores utilizando a el efecto promedio de las bacterias como base en 0% (Entre más positivo se aleja dicho cemento sellador, mayor es la absorbancia vs las Bacterias. Por otro lado, entre más negativo se aleje dicho cemento sellador, menor es la absorbancia vs las Bacterias).

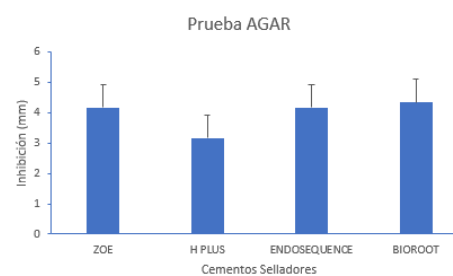
Se pudo observar que, tomando en cuenta las Bacterias como base 0%, ZOE se encuentra en el mayor nivel negativo alejado de la base Bacterias, teniendo un -88.92% y BIORROOT con un -87.32%. Por otro lado, AH PLUS se encuentra en el mayor nivel positivo alejado de la base Bacterias, obteniendo un 141.96% seguido por ENDOSEQUENCE con un 103.64%.

6.2 Prueba de Agar

Los resultados en la prueba de AGAR fueron las siguientes:

Descriptivos								
Inhibición	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
ZOE	3	4.167	.7638	.4410	2.269	6.064	3.5	5.0
H PLUS	3	3.167	.7638	.4410	1.269	5.064	2.5	4.0
ENDOSEQUENCE	3	4.167	.7638	.4410	2.269	6.064	3.5	5.0
BIOROOT	3	4.333	.7638	.4410	2.436	6.231	3.5	5.0
Total	12	3.958	.8107	.2340	3.443	4.473	2.5	5.0

HALOS DE INHIBICION			
	DISCO	DISCO	DISCO
1 ZOE	4mm	3.5mm	5mm
2 H PLUS	4mm	3mm	2.5mm
3 ENDOSEQUENCE	5mm	3.5mm	4mm
4 BIOROOT	5mm	4.5mm	3.5mm

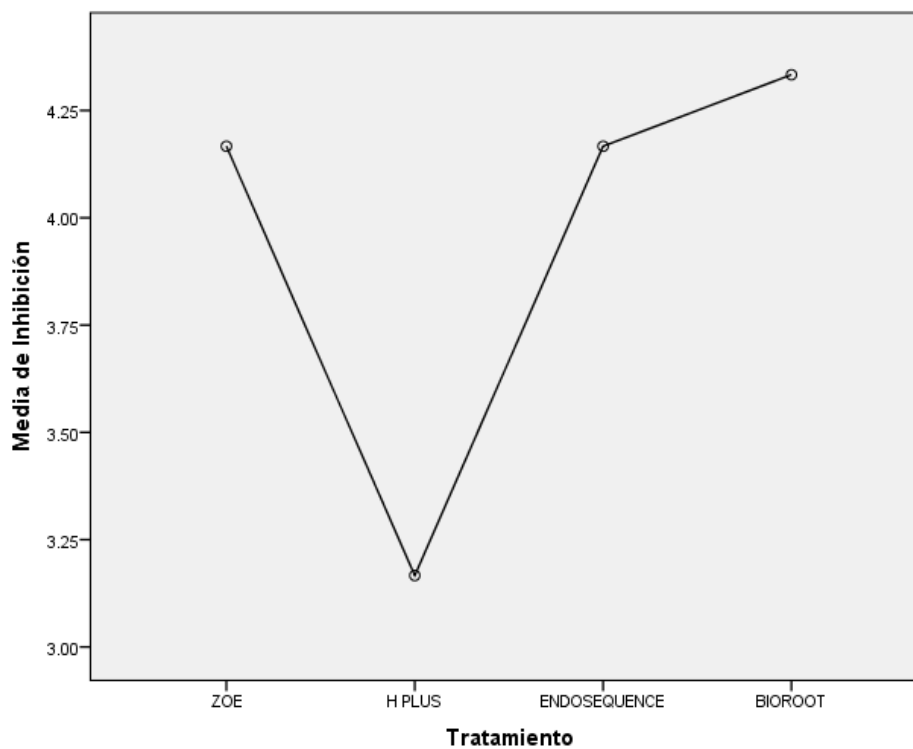


Los resultados en la prueba de ANOVA para AGAR fueron las siguientes:

ANOVA de un factor

Inhibición

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	2.563	3	.854	1.464	.296
Intra-grupos	4.667	8	.583		
Total	7.229	11			



Pruebas post hoc

Comparaciones múltiples

Variable dependien Inhibición

HSD de Tukey

(I) Tratamiento		Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	95%	
					Límite inferior	Límite superior
ZOE	H PLUS	1.0000	.6236	.428	-.997	2.997
	ENDOSEQUENCE	0.0000	.6236	1.000	-1.997	1.997
	BIORROOT	-.1667	.6236	.993	-2.164	1.830
H PLUS	ZOE	-1.0000	.6236	.428	-2.997	.997
	ENDOSEQUENCE	-1.0000	.6236	.428	-2.997	.997
	BIORROOT	-1.1667	.6236	.311	-3.164	.830
ENDOSEQUENCE	ZOE	0.0000	.6236	1.000	-1.997	1.997
	H PLUS	1.0000	.6236	.428	-.997	2.997
	BIORROOT	-.1667	.6236	.993	-2.164	1.830
BIORROOT	ZOE	.1667	.6236	.993	-1.830	2.164
	H PLUS	1.1667	.6236	.311	-.830	3.164
	ENDOSEQUENCE	.1667	.6236	.993	-1.830	2.164

Subconjuntos homogéneos

Inhibición

HSD de Tukey^a

Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	
H PLUS	3		3.167
ZOE	3		4.167
ENDOSEQUENCE	3		4.167
BIOROOT	3		4.333
Sig.			.311

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 3.000.

Se puede observar en la gráfica de Medias de Inhibición vs Cementos Selladores que el Cemento Sellador AH Plus tiene el menor nivel de medias de inhibición (HALO) con un valor de 3.167 mm. mientras que los otros Cementos Selladores tienen un mayor nivel de medias de inhibición con un valor de 4.617 mm. (ZOE y Endosequence) y 4.333 mm. para BioRoot. En la prueba HSD de Tukey, considerando que la diferencia de medias es significativa al nivel de 0.05, se demostró que **no existen diferencias estadísticas significativas entre los efectos de cualquier Cemento Sellador de la prueba de AGAR**, teniendo como resultados 3.167, 4.167, 4.167, 4.333.

7. DISCUSIÓN

La prueba de contacto directo (DCT) se realizó basándonos en la primer prueba que fue la de Weiss y colaboradores. Esta 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 (THERMOmax). Para comparar, se realizó la prueba de difusión en agar para los materiales al igual que en este experimento (Weiss, E.I *et al*, 1996). Weiss y cols. utilizaron dos cementos selladores endodónticos: AH26 (tipo resina epoxica) y Endoflas (tipo oxido de zic y eugenol) mientras que en este estudio se utilizó 4: EndoSequence (bioceramico) BioRoot (bioceramico) , AHplus (resina epoxica) y ZOE (tipo oxido de zic y eugenol). Sus resultados fueron que con la DTC el Endoflas fue un inhibidor de crecimiento bacteriano significativamente más potente que AH26 pero el AH26 fue capaz de producir una zona de inhibición mayor que el Endoflas. En este estudio el BioRoot tuvo mayor efecto antibacteriano que todos los demás y no tubo diferencia significativa con el ZOE.

En el estudio de Wang y colaboradores en el 2014 evaluaron los efectos antimicrobianos de los cementos selladores de sobre las biopelículas de *Enterococcus faecalis* en los túbulos dentinarios. En el presente estudio también se trabajó con *E. faecalis* pero no se trabajó con dientes extraídos si no con 96 pocillos. Ellos usaron 3 cementos: AH Plus, Endosequence (igual que nosotros) y pulp canal sealer EWT (a base de oxido de zinc y eugenol). Wang y colaboradores mencionan que los 3 selladores endodónticos tuvieron efectos antibacterianos contra *E. faecalis* en los túbulos dentinales. El sellador EndoSequence y AH Plus tuvieron efectos antibacterianos superiores en comparación con

pulp canal sealer EWT (Wang Z. *et al*, 2014). Por lo contrario, en el presente estudio el cemento Bioroot tuvo efecto antimicrobiano contra *E. faecalis* y EndoSequence y AH Plus tuvieron uno bajo.

Singh G. y colaboradores probaron las propiedades antibacterianas de los selladores endodónticos contra *E. faecalis*. Su estudio realizó pozos de seis milímetros para cada material en todas las placas de Petri preinoculadas. Luego, las placas de Petri se incubaron durante 24 hrs y midieron las zonas de inhibición aparecidas y las mediciones se sometieron a análisis estadístico. Sus resultados fueron que EndoSequence BC Sealer, agregado de trióxido mineral MM (MTA) y ProRoot MTA mostraron medias máximas de diámetro de zonas de inhibición, mientras que MM-seal (resina epoxica) y Endoseal no mostraron zonas de inhibición. En este estudio no evaluaron BioRoot ya que en nuestro estudio fue el más alto seguido por el EndoSequence que fue el primer cemento en el estudio de Singh. Al igual que nuestro estudio el cemento con menos efecto antimicrobiano fue uno de resina epoxica.

Zhang y colaboradores investigaron la actividad antibacteriana de 4 selladores endodónticos contra bacterias planctónicas comúnmente detectadas por infecciones endodónticas persistentes y secundarias. El estudio de Zhang averiguó la actividad antibacteriana de los selladores AH Plus, sellador TotalFill BC(Bioceramico) , RoekoSeal(Silicona) y Guttaflow 2(silicona) para detectar biopelículas cultivadas en 24 horas. AH Plus tuvo una alta actividad antibacteriana hacia todas las especies investigadas, tanto en plancton como en biopelículas por otro lado en el presente estudio solo investigamos una bacteria. Sin embargo, la actividad antibacteriana se perdió después de 24 horas. El sellador TotalFill BC mostró un marcado

efecto antibacteriano en las bacterias planctónicas hasta 7 días después del fraguado. El sellador TotalFill BC tuvo una menor actividad antibacteriana contra las biopelículas de *S. aureus* y *E. faecalis* en comparación con AH Plus cuando se investigó el contacto directo entre el sellador y la biopelícula Guttaflow 2 y RoekoSeal no tuvieron actividad antibacteriana contra bacterias planctónicas o bacterias en biopelícula a diferencia de nuestro estudio los selladores que fueron BioRoot y Endosequence (biocerámicos) fueron más antimicrobianos que el Ah plus.

Alshwaimi y colaboradores en el 2016 realizaron una revisión sistemática y resumieron los resultados de los estudios in vitro de selladores del conducto radicular por su efectividad antimicrobiana contra *Enterococcus faecalis* sobre la base de la prueba de contacto directo. Se realizó una búsqueda exhaustiva de la literatura mediante el uso de las bases de datos MEDLINE, Scopus, TRIP y OpenThesis, seguida de una búsqueda manual exhaustiva de referencias de artículos identificados. La mayoría de los estudios informaron que las diferentes categorías de selladores recién preparados poseían alguna forma de actividad antimicrobiana positiva contra *E. faecalis* por hasta 24 horas al igual que el presente estudio. Se encontró evidencia moderada de que no hay actividad antimicrobiana en muestras selladoras envejecidas (de 2 a 7 días) en todas las categorías. La evidencia indicó actividad antimicrobiana positiva de selladores recién mezclados contra *E. faecalis*. La eficacia antimicrobiana se perdió a medida que el material se fraguaba. A diferencia del estudio de Alshwaimi el presente estudio no analizó el efecto antimicrobiano posteriores al fraguado.

8. CONCLUSIÓN

En función de los objetivos planteados y de acuerdo con los resultados obtenidos podemos concluir que el cemento que tuvo mayor efecto microbiano fue BioRoot seguido Endosequence y por último AH Plus.

Utilizando la ANOVA de un factor y la prueba tipo F, con un intervalo de confianza para la media al 95% se pudo confirmar que existen diferencias estadísticas significativas entre los cementos selladores.

El cemento sellador Bioroot tuvo mayor efecto antimicrobiano dado a que no es estadísticamente significativo ($p=0.9999373$ y siendo mayor a 0.05) contra ZOE (Control) en niveles de 0.045 de promedio de absorbancia. De acuerdo a la prueba de AGAR en la gráfica de HSD de Tukey donde se muestra el nivel de medias de inhibición (HALO) contra cementos selladores, BioRoot demuestra tener un nivel de medias de inhibición con un valor de 4.333 mm.

El cemento sellador Endosequence, si hay diferencia estadísticamente significativa ($p=0.0000266$ y siendo menor a 0.05) con un resultado de 0.718 de promedio de absorbancia. De acuerdo a la prueba de AGAR en la gráfica de HSD de Tukey donde se muestra el nivel de medias de inhibición (HALO) contra cementos selladores, Endosequence demuestra tener un nivel de medias de inhibición con un valor de 4.167 mm.

Por último, el cemento sellador AH Plus El cemento sellador Endosequence, si hay diferencia estadísticamente significativa ($p=0.0000068$ y siendo menor a 0.05) con el mayor nivel de promedio de absorbancia de 0.853 . De acuerdo a la prueba de AGAR en la gráfica de HSD de Tukey donde se muestra el nivel de medias de inhibición (HALO)

contra cementos selladores, AH Plus demuestra tener el menor nivel de medias de inhibición con un valor de 3.167 mm.

Una observación es que unos estudios realizaron el mismo experimento por más de 24 hrs para comparar esos resultados se tendría que hacer otro estudio. Como recomendación se debe de desarrollar métodos estandarizados para evaluar la actividad antimicrobiana de los selladores del conducto radicular en Estudios in vitro.

9. LITERATURA CITADA

1. Al-Haddad A, Che Ab Aziz ZA. Bioceramic-Based Root Canal Sealers: A Review. *Int J Biomater.* 2016, 9753210.
2. 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.
3. Atmeh AR, Chong EZ, Richard G, Festy F, Watson TF. Dentin-cement interfacial interaction: calcium silicates and polyalkenoates. *J Dent Res.* (2012); 91(5), 454-459.
4. Bergenholtz G. Assessment of treatment failure in endodontic therapy. *J Oral Rehabil.* 2016; 43(10), 753-758.
5. Brasseler. Endosequence BC Sealer: instructions for use. Savannah, GA: Brasseler USA; 2008.
6. 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; 41(9), 1469-1473.
7. Candeiro GTM, Moura-Netto C, D'Almeida-Couto RS, Azambuja-Júnior N, Marques MM, Cai S. Cytotoxicity, genotoxicity and antibacterial effectiveness of a bioceramic endodontic sealer. *Int Endod J.* 2016; 49(9), 858-864.
8. Candeiro GT, Correia FC, Duarte MA. Evaluation of radiopacity, pH, release of calcium ions, and flow of a bioceramic root canal sealer. *J Endod* 2012;38:842–5.
9. Civjan S, Brauer GM. Physical properties of cements, based on zinc oxide, hydrogenated rosin, o-ethoxybenzoic acid, and eugenol. *J Dent Res* 1964; 43: 281-299.
10. Collado-González M, Tomás-Catalá CJ, Oñate-Sánchez RE, Moraleda JM, Rodríguez-Lozano FJ. Cytotoxicity of GuttaFlow Bioseal, GuttaFlow2, MTA Fillapex, and AH Plus on Human Periodontal Ligament Stem Cells. *J Endod.* 2017;43(5):816-822. doi:10.1016/j.joen.2017.01.001
11. Dimitrova-Nakov S, Uzunoglu E, Ardila-Osorio H. (2015) In vitro bioactivity of BioRoot™ RCS, via A4 mouse pulpal stem cells. *Dental Materials.* 2015; 1290–7.

12. Du T, Wang Z, Shen Y, Ma J, Cao Y, & Haapasalo M. Combined Antibacterial Effect of Sodium Hypochlorite and Root Canal Sealers against *Enterococcus faecalis* Biofilms in Dentin Canals. *J Endod.* 2015; 41(8), 1294-1298.
13. El Hachem R, Khalil I, Le Brun G, Pellen F, Le Jeune B, Daou M, El Osta N, Naaman, A, & Abboud M. Dentinal tubule penetration of AH Plus, BC Sealer and a novel tricalcium silicate sealer: a confocal laser scanning microscopy study. *Clinical oral investigations.* 2019; 23(4), 1871–1876.
14. Faraco IM, Jr Holland R. Response of the pulp of dogs to capping with mineral trioxide aggregate or a calcium hydroxide cement. *Dent Traumatol* 2001; 17: 163-166.
15. Friedman S, Abitbol S, & Lawrence HP. Treatment outcome in endodontics: the Toronto Study. Phase 1: initial treatment. *Journal of endodontics.* 2003; 29(12), 787-793.
16. Flores DS, Rached FJ, Versiani MA, Guedes DF, Sousa-Neto MD, & Pécora JD. Evaluation of physicochemical properties of four root canal sealers. *Int Endod J.* 2011; 44(2), 126-135.
17. Ginebra MP, Fernández E, De Maeyer EA, Verbeeck RM, Boltong MG, Ginebra J. Setting reaction and hardening of an apatitic calcium phosphate cement. *J Dent Res.* 1997;76(4), 905-912.
18. Geurtsen W, Leyhausen G. Biological aspects of root canal filling materials- histocompatibility, cytotoxicity, and mutagenicity. *Clin Oral Investig.* 1997; 1(1): 5-11
19. Hu J, Zou XY, Zhuang H, Gao XJ. *Beijing Da Xue Xue Bao Yi Xue Ban.* 2016;48(5):871-877.
20. HessD, Solomon E, Spears R, & He J. Retreatability of a bioceramic root canal sealing material. *J Endod.* 2011; 37(11), 1547-1549.
21. Heyder M, Kranz S, Völpel A, Pfister W, Watts DC, Jandt KD. Antibacterial effect of different root canal sealers on three bacterial species. *Dent Mater.* 2013; 29(5), 542-549.

22. Komabayashi T, Colmenar D, Cvach N, Bhat A, Primus C, & Imai Y. Comprehensive review of current endodontic sealers. *Dental materials journal*. 2020;10.4012/dmj.2019-288.
23. Krell KF, & Wefel JS. A calcium phosphate cement root canal sealer--scanning electron microscopic analysis. *J Endod*. 1984; 10(12), 571-576.
24. Krell KV & Madison S. Comparison of apical leakage in teeth obturated with a calcium phosphate cement or Grossman's cement using lateral condensation. *J Endod*. 1985; 11(8), 336-339.
25. Lee JH, Lee HH, Kim HW, Yu JW, Kim KN, Kim KM. Immunomodulatory/anti-inflammatory effect of ZOE-based dental materials. *Dent Mater*. 2017;33(1):e1-e12. doi:10.1016/j.dental.2016.09.012
26. Leonardo MR, DA Silva LA, Tanomaru Filho M, Bonifácio KC, Ito IY, Invitro evaluation of antimicrobial activity of sealers and pastes used in endodontics. *J Endod*. 2000; 26(7):391-4
27. Loushine BA, Bryan TE, Looney SW, Gillen BM, Loushine RJ, Weller RN. Setting properties and cytotoxicity evaluation of a premixed bioceramic root canal sealer. *J Endod*. 2011; 37(5), 673-677.
28. Mendes AT, Silva PBD, S6 BB, et al. Evaluation of Physicochemical Properties of New Calcium Silicate-Based Sealer. *Braz Dent J*. 2018;29(6):536-540. doi:10.1590/0103-6440201802088
29. Monajemzadeh A, Ahmadi Asoor S, Aslani S, & Sadeghi-Nejad B. antimicrobial effect of different root canal sealers against oral pathogens. *Curr Med Mycol*. 2017; 3(2), 7-12.
30. Nagas E, Uyanik MO, Eymirli A. Dentin moisture conditions affect the adhesion of root canal sealers. *J Endod*. 2012;38:240-4.
31. Oltra E, Cox TC, LaCourse MR, Johnson JD, & Paranjpe A. Retreatability of two endodontic sealers, EndoSequence BC Sealer and AH Plus: a micro-computed tomographic comparison. *Restor Dent Endod*. 2017; 42(1), 19-26.
32. Ozbek SM, Ozbek A & Erdorgan AS. Analysis of *Enterococcus faecalis* in samples from Turkish patients with primary endodontic infections and failed

- endodontic treatment by real-time PCR SYBR green method. *J Appl Oral Sci.* 2009; 17(5), 370-374.
33. Ozkocak I, & Sonat B. Evaluation of Effects on the Adhesion of Various Root Canal Sealers after Er:YAG Laser and Irrigants Are Used on the Dentin Surface. *J Endod.* 2015; 41(8), 1331-1336.
 34. Pawar SS, Pujar MA, Makandar SD. Evaluation of the apical sealing ability of bioceramic sealer, AH plus & epiphany: an in vitro study. *J Conserv Dent.* 2014;17: 579–82.
 35. Poggio C, Arciola CR, Dagna A, Colombo M, Bianchi S, Visai L. Solubility of root canal sealers: a comparative study. *Int J Artif Organs* 2010; 33: 676-681.
 36. Prüllage RK, Urban K, Schäfer E, Dammaschke T. Material properties of a tricalcium silicate-containing, a mineral trioxide aggregate-containing, and an epoxy resin-based root canal sealer. *Journal of Endodontics.* 2016; 784–8
 37. Reyes-Carmona JF, Felipe MS, Felipe WT. The biomineralization ability of mineral trioxide aggregate and Portland cement on dentin enhances the push-out strength. *J Endod.* 2010;36:286–91.
 38. Ricucci D, & Siqueira JF. Biofilms and apical periodontitis: study of prevalence and association with clinical and histopathologic findings. *J Endod.* 2010; 36(8), 1277-1288.
 39. Ruparel NB, Ruparel SB, Chen PB. Direct effect of endodontic sealers on trigeminal neuronal activity. *J Endod.* 2014; 40:683–7.
 40. Saikia KC, Bhattacharya TD, Bhuyan SK, Talukdar DJ, Saikia SP, & Jitesh P. Calcium phosphate ceramics as bone graft substitutes in filling bone tumor defects. *Indian J Orthop.* 2008; 42(2), 169-172.
 41. Spangberg L, Langeland K. Biologic effects of dental materials. 1. Toxicity of root canal filling materials on HeLa cells in vitro. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1973; 35: 402-414.
 42. Stuart CH, Schwartz SA, Beeson TJ, & Owatz CB. *Enterococcus faecalis*: its role in root canal treatment failure and current concepts in retreatment. *J Endod.* 2006; 32(2), 93-98.

43. Tedesco M, Felipe MC, Felipe WT, Alves AM, Bortoluzzi EA, & Teixeira CS. Adhesive interface and bond strength of endodontic sealers to root canal dentine after immersion in phosphate-buffered saline. *Microsc Res Tech.* 2014; 77(12), 1015-1022.
44. Topçuoğlu HS, Tuncay Ö, Karataş E, Arslan H & Yeter K. In vitro fracture resistance of roots obturated with epoxy resin-based, mineral trioxide aggregate-based, and bioceramic root canal sealers. *J Endod.* 2013; 39(12), 1630-1633.
45. Wang Z, Shen Y & Haapasalo M. Dentin extends the antibacterial effect of endodontic sealers against *Enterococcus faecalis* biofilms. *J Endod.* 2014; 40(4), 505-508.
46. Weiss EI, Shalhav M, & Fuss Z. Assessment of antibacterial activity of endodontic sealers by a direct contact test. *Dental Traumatology.* 1996;12(4), 179-184.
47. Xu HH, Carey LE, Simon CG Jr. Premixed calcium phosphate cements: synthesis, physical properties, and cell cytotoxicity. *Dent Mater* 2007;23:433–41.
48. Zare Jahromi M, Navabi AA, Ekhtiari M. Comparing Coronal Discoloration Between AH26 and ZOE Sealers. *Iran Endod J.* 2011;6(4):146-149.
49. Zhang H, Shen Y, Ruse ND Antibacterial activity of endodontic sealers by modified direct contact test against *Enterococcus faecalis*. *J Endod.* 2009; 35:1051–5.
50. Zehnder M & Belibasakis GN. (2015). On the dynamics of root canal infections- what we understand and what we don't. *Virulence.* 2015; 6(3), 216-222.
51. Zhou HM, Shen Y, Zheng W. Physical properties of 5 root canal sealers. *J Endod.* 2013;39:1281–6.

RESUMEN BIOGRÁFICO

Paola Castillo Villagómez

Candidato para el Grado de

Maestría en Ciencias Odontológicas en el área de Endodoncia

Tesis: **Efectividad antimicrobiana de los cementos selladores EndoSequence, BioRoot, AH Plus y ZOE contra *Enterococcus faecalis*.**

Campo de Estudio: Ciencias de la Salud

Datos Personales: Nacido en Monterrey, Nuevo León el 13 de noviembre de 1993.

Hija de José Antonio Castillo Herrera y Lilia Villagómez Hinojosa.

Educación: Egresado de la Universidad de Monterrey grado obtenido Médico Cirujano Dentista en el 2018 con mención honorífica de Summa Cum Laude.

PARTICIPACIONES EN CONGRESOS: Congreso Nacional de Endodoncia AMECEE 2019 tercer lugar en cartel.