



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA

CARRERA DE CIRUJANO DENTISTA

**Actividad antimicrobiana de 5 selladores endodónticos utilizados
en el tratamiento de conductos**

TESIS QUE PARA OBTENERE EL TÍTULO DE CIRUJANO DENTISTA

PRESENTA

Jorge Yair Bustos Díaz

Director de tesis: Dra. María Teresa de Jesús Zaragoza Meneses

Ciudad de México, 2018.



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Índice

Introducción	4
Justificación	6
Marco teórico	7
Sistema de conductos	7
Tratamiento de conductos	11
Factores de fracaso en tratamientos de conductos	14
Microbiota asociada a lesiones periapicales	18
<i>Candida albicans</i>	22
<i>Enterococcus faecalis</i>	24
<i>Staphylococcus aureus</i>	27
<i>Escherichia coli</i>	29
Obturación en endodoncia	31
Cementos Selladores	34
Óxido de zinc y eugenol	36
Hidróxido de calcio	38
Resina epóxica	40
Agregado de trióxido mineral	42
Otros cementos selladores	45
Actividad antimicrobiana de cementos selladores	46
Técnicas microbiológicas	47
Planteamiento del problema	49
Hipótesis	49
Objetivo	50
Material y método	51
a) Tipo de estudio	51
b) Población	51
c) Definición y operacionalización de variables	51

d) Técnica	52
e) Diseño estadístico	62
Resultados	63
Discusión	79
Conclusiones	84
Anexos	86
Formato de recolección de datos	86
Referencias	87

Agradecimientos

A toda mi familia que ha estado siempre apoyándome desde el lugar donde se encuentren, especialmente a mi mamá Alicia y a mi hermano Daniel que siempre han encontrado los medios para estar presentes en todo momento.

A todos mis compañeros y amigos que en toda la carrera estuvieron ahí, en las adversidades y en los buenos momentos sin importar la situación. A Priscila que nunca ha dejado de creer en mí.

Al equipo de trabajo del laboratorio de investigación en odontología, con el que estuve trabajando durante este periodo, a Karen, a Fer, a Ramón y Lupita y por su puesto a la Dra. Zaragoza.

A los profesores que compartieron conmigo durante estos años su experiencia y conocimiento y al honorable jurado:

- Mtra. Olga Taboada Aranza
- Dra. María Teresa Zaragoza Meneses
- CD. Esp. Alejandro Múzquiz Shamosh
- Mtro. Eduardo García Vidales
- CD. Esp. Brenda Contreras Pérez

Introducción

La práctica odontológica en México, está inmersa en un contexto social donde la mayor parte de la población carece de acceso a atención a la salud dental, y por ende, a la información necesaria para conocer alternativas de tratamientos, lo que hace que la odontología en el país se vuelva mutilatoria principalmente, solamente enfocándose a la solución inmediata de síntomas. Es por ello que el deber del Cirujano Dentista debe enfocarse a encontrar medios para cambiar las conductas cotidianas que muchas veces son orilladas por la falta de resultados por parte de tratamientos más conservadores como es el caso de la endodoncia, que a pesar de que es una práctica ampliamente aceptada en la actualidad, existen situaciones en las que su efectividad no se da de la manera deseada.

En ocasiones, el tratamiento del sistema conductos no logra dar solución a la sintomatología que el paciente presenta debido a la falta de conocimientos por parte del clínico, pues al ser un procedimiento de alta precisión, demanda destreza en cada uno de sus pasos, y en caso de que en algún punto falle, la intervención completa puede fracasar y orillar nuevamente a tratamientos quirúrgicos invasivos.

Los cementos selladores tienen una función crucial en el procedimiento del tratamiento de conductos y no sólo debido a sus propiedades físicas, sino que también, al ser la mayoría de las patologías periapicales de origen microbiano, sus propiedades juegan un papel importante en el éxito de un tratamiento, pues ciertos microorganismos poseen mecanismos que les permiten sobrevivir aún después del trabajo biomecánico y la exposición a las soluciones irrigantes, es por eso que a pesar de tener cuidado durante el tratamiento, la elección de un cemento sellador

adecuado puede favorecer el éxito de una intervención lo que reduce el tiempo de duración del tratamiento y ayuda a evitar las recaídas.

La investigación en desarrollo de materiales selladores para tratamiento de conductos, ha dado una amplia gama de posibilidades y opciones disponibles en el mercado, que permiten al profesional discernir entre ellos de acuerdo a las necesidades de cada caso. Y aunque hay selladores con excelentes propiedades físicas, pueden no ser completamente biocompatibles, o bien, al tener alta biocompatibilidad, no poseen una buena acción antimicrobiana.

Justificación

La evidencia científica muestra que el fracaso endodóntico, a pesar de ser multicausal, tiene como factor principal la persistencia de microorganismos, ya que estos logran penetrar los túbulos dentinarios y causan infecciones periapicales recurrentes. Los selladores endodónticos tienen la función de evitar la filtración en los espacios existentes entre la gutapercha y la dentina del conducto radicular que por sus propiedades pueden evitar la proliferación de microorganismos.⁹

El tratamiento de conductos es la necesidad real más común en México y debido a la gran variedad de productos para el sellado endodóntico disponibles en el mercado, por eso, en este estudio se determinó la efectividad que tienen diversos cementos selladores de uso endodóntico –Silco®, Denssell ZOE®, ADSEAL®, Sealapex® y MTA-Fillapex®- para inhibir la proliferación *in vitro* de microorganismos -*Enterococcus faecalis*, *Escherichia coli*, *Candida albicans* y *Staphylococcus aureus*- que, de acuerdo a diversas publicaciones, fungen como agentes importantes en las patologías endodónticas.²⁷

Las investigaciones existentes han evaluado la actividad antimicrobiana de selladores de diferentes categorías, contra los patógenos mencionados anteriormente, pero no de forma idéntica al presente estudio, por lo que es útil el desarrollo de esta investigación para tener una noción de las diferencias de cada tipo de sellador en cuanto a inhibición de crecimiento microbiano y así poder contribuir a la literatura científica actual.

Marco teórico

Sistema de conductos

El conocimiento anatómico del sistema de conductos es fundamental para la realización de cualquier tratamiento de endodoncia, ya que esta anatomía puede tener variaciones dadas por factores fisiológicos o patológicos.¹

Estas variaciones se originan durante el proceso de odontogénesis, ya que una vez que termina el desarrollo de la corona, inicia el desarrollo de la raíz que parte del complejo epitelio-mesénquima mediante interacciones célula-célula y célula-matriz extracelular. En este punto pueden ocurrir interacciones anormales de los tejidos. Variables como el sexo y el grupo étnico tienen un papel importante en la determinación morfológica del sistema de conductos.^{2,3}

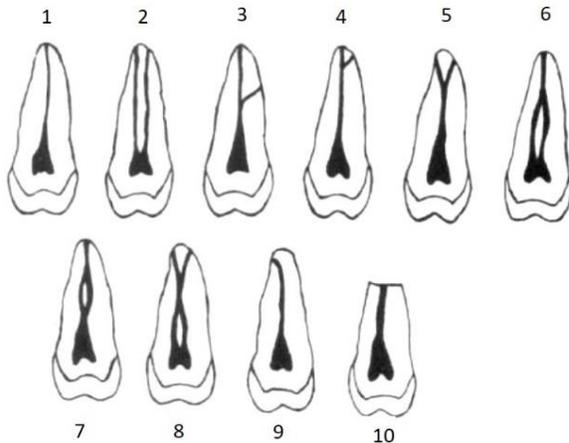
Autores como Hess (1925) citado por Mejía, reporta que en un 6% de segundos premolares inferiores con dos conductos, Weine (1969) citado por Mejía, quien observó que la raíz mesio-vestibular de los molares superiores llegaban a presentar dos conductos que se fusionan en uno sólo en un 37.5% de los casos y Seiderg (1973) comprobó la existencia de dos conductos en la raíz mesiovestibular de los molares superiores en el 25% de los casos, así como en caninos mandibulares se pueden llegar a encontrar con dos conductos principales en un 15% de los casos. Baratto y Filho (citado por Greco) realizaron un estudio donde encontraron dientes anteroinferiores que teniendo dos conductos principales, en el tercio medio de la raíz, el conducto lingual se dividía en dos y los tres conductos convergían hacia uno solo para salir del foramen apical. Greco y cols. realizaron un estudio donde

observaron que el segundo premolar superior tenía dos conductos en el 60.3% de los casos.^{1, 2, 4}

Otra variante de consideración es el conducto en “C” que se presenta hasta en un 35% de los casos encontrados en segundos molares inferiores, esta situación se evidencia cuando se ha realizado la apertura cameral y no se puede diferenciar cada uno de los orificios de los conductos. Sin embargo, los conductos pueden ser independientes, fusionados, con foramen propio o unido al conducto principal.³

Así mismo, es posible encontrarse con istmos, que comprenden un cordón de comunicación entre dos conductos radiculares que contiene tejido pulpar. Esta variable anatómica se puede presentar en cualquiera de los tercios de la raíz, sin embargo, es más común hallarla en el tercio apical, y su incidencia disminuye con la edad, esto es debido al depósito de dentina continuo que se tiene a lo largo de la vida.³

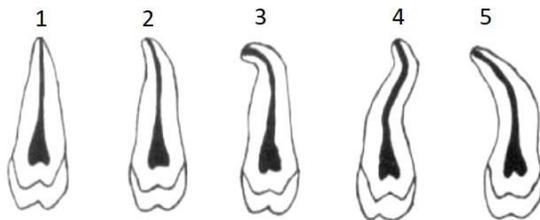
Comúnmente varía también la anatomía de cada conducto, en las que se pueden encontrar diversas variables como las que se muestran a continuación.¹



1. Conducto principal
2. Dos conductos principales
3. Conducto principal más un canal lateral
4. Conducto principal más un canal secundario
5. Conducto 1:2
6. Conducto 2:1
7. Conducto 1:2:1
8. Conducto 2:1:2
9. Foramen desviado
10. Ápice abierto

Figura 1. Clasificación de variables anatómicas de conductos. Tomado de Mejía y Sierra (1989).¹

También la forma de las raíces tiene variaciones que deben tomarse en cuenta.¹



1. Recto
2. Con leve curva apical
3. Con curva apical pronunciada
4. Con forma de bayoneta
5. Con forma de hoz

Figura 2. Clasificación de morfología radicular. Tomado de Mejía y Sierra (1989).¹

De tal modo que el conocimiento de la variabilidad anatómica de los conductos por parte del clínico, se vuelve imprescindible para determinar el éxito o fracaso que pudiera llegar a tener el tratamiento realizado, minimizando la posibilidad de accidentes durante el procedimiento.²

También es posible encontrar variación en el número de las raíces del diente, como es el caso del *radix entomolaris* que se manifiesta como un apéndice de la raíz lingual de un molar por lo general inferior. Cuando se encuentra esta misma estructura en la raíz mesial, se le denomina *radix paramolaris*, el cual se encuentra con mayor frecuencia en terceros molares.³

Oporto y cols. reportaron un canino mandibular que presentaba dos raíces en una mujer de 37 años de edad, el diagnóstico se realizó mediante una radiografía periapical, así mismo, reportó en un paciente femenino de 30 años de edad, un primer molar maxilar que presentaba tres raíces y un primer molar mandibular con dos.²

Tratamiento de conductos

Los tratamientos de conductos son la alternativa de elección a la extracción de piezas dentales que aún podrían conservar funciones como la masticación, deglución y fonación. La pulpectomía es una técnica que consiste en el retiro total de la pulpa cameral y la de los conductos, sea que esta esté en estado vital o necrótico. Cuando termina el tratamiento los síntomas deben desaparecer y resolverse el proceso infeccioso.⁵

El diagnóstico es esencial para determinar si se debe o no proceder a la pulpectomía, para ello se emplea pruebas de vitalidad pulpar, a través de estímulos eléctricos, frío y calor. Asimismo, se han llevado a cabo pruebas de oximetría de pulsación en los dientes para verificar que la pulpa continúe con vitalidad. Es pertinente realizar un estudio radiográfico de la pieza en cuestión para conocer más a fondo la patología que se está presentando y estar conscientes de la anatomía del diente a tratar previo a la intervención un diagnóstico exacto sólo se puede conseguir a través del estudio histopatológico.⁵

La pulpectomía se lleva a cabo a través de la preparación biomecánica, la cual consiste en la remoción de pulpa y dentina radicular afectada, esta se puede realizar mediante instrumentación manual, con ultrasonido y con sistemas rotatorios. Agregando agentes químicos que interactúan tanto con los tejidos biológicos como con los agentes microbiológicos que contaminan el conducto, produciendo una acción "biomecánica".^{5, 6}

Se pueden efectuar dos tipos de tratamiento de acuerdo a cada situación; la biopulpectomía, que se realiza cuando los tejidos se encuentran vivos, pero aun así se deben remover por una inflamación crónica asociada a factores traumáticos o bacterianos, y la necropulpectomía que se indica cuando hay mortificación de la pulpa, y sus estructuras se encuentran comprometidas de manera definitiva con una fuerte carga de microorganismos, en muchos casos patógenos.⁶

De ese modo, en la biopulpectomía se acondicionan los conductos para crear condiciones morfológicas que permitan restaurar la función del diente, y en la necropulpectomía aparte de eso, también se combate el proceso infeccioso.⁶

El procedimiento que realiza una vez hecha la apertura de la cámara pulpar, consiste primeramente en la exploración. Esta parte sirve para localizar, y determinar el calibre aproximado del conducto, la presencia de curvaturas y la dirección, las posibles obstrucciones y la posibilidad de acceso al tercio apical. Por lo general se emplean limas de calibre 6, 8 o 10 para este fin. Posteriormente se obtiene una odontometría, en este caso mediante el método *Ingle* que consiste en la medición del conducto, se realiza primeramente de manera presuntiva con la radiografía inicial y posteriormente se hace una medición a través del instrumento de exploración, no necesariamente llegando al nivel del ápice, ni mucho menos perforándolo. Esta medición puede ser corroborada con una radiografía y es prudente anotarla.^{6,7}

La falta de exactitud de este método al estar basado en radiografías cuya interpretación puede variar o modificarse por diversos factores, hace necesaria la utilización de métodos modernos como es el caso del localizador electrónico de foramen apical. Este aparato mide la resistencia eléctrica creada entre el ligamento periodontal y la mucosa oral, transmitida a través de cables, uno colgado en el carrillo del paciente y el otro en contacto con una lima que se introduzca al conducto seleccionado. ⁶

Y finalmente se realiza la conformación, cuyo objetivo es crear las condiciones morfológicas y dimensionales que se requieren. Esta se logra mediante métodos manuales o rotatorios, con una amplia variedad de materiales de fabricación de las limas, así como forma y método de corte, lo que establece diferentes técnicas y posibilidades distintas. ⁶

Factores de fracaso en tratamientos de conductos

Aunque el éxito de un tratamiento endodóntico oscila entre un 65% y un 95%, los casos de fracaso endodóntico se asocian a diferentes causas. Esto se mide a través de los signos y síntomas así como hallazgos radiográficos, el factor principal asociado con los tratamientos de conductos fallidos es la persistencia de la infección microbiana en el sistema de los conductos radiculares, pues los microorganismos implicados pueden haber sobrevivido a los efectos de la aplicación de los procedimientos biomecánicos que se realizan durante la ejecución de dicho tratamiento o pueden haber invadido los conductos como consecuencia de las filtraciones que se suscitan en la corona de los dientes con tratamientos de conducto obturados. La mayoría de infecciones recidivantes se dan en pulpas necróticas y en dientes que tienen una lesión periapical, ya que entre mayor sea la lesión periapical, mayor carga bacteriana.^{11, 12, 7}

En todos los casos de fracaso endodóntico está indicado el retratamiento, en ocasiones conservador, pero en otras quirúrgico. Los errores técnicos más comunes son la sobreobturación, subobturación, fractura de instrumento, exceso de sellador y persistencia de contaminación bacteriana.¹⁵

También puede darse el caso de un accidente al momento de realizar el procedimiento, esto puede suscitarse al momento de explorar el conducto, creando una comunicación accidental entre el conducto y los tejidos de soporte del diente. Asimismo, es posible realizar una perforación al realizar la apertura cameral, entre más extenso sea el daño y mayor tiempo pase antes de darle resolución, el riesgo

de fracaso incrementa, al igual que con la falta del sellado coronal y la instrumentación apical insuficiente.^{8,9}

De tal forma que, es posible encontrar que posterior al tratamiento de conductos puede haber una falta del sellado apical del diente tratado, lo cual conlleva a microfiltraciones bacterianas. Colán y García realizaron un estudio *in vitro* mediante la técnica de diafanización de Robertson para evaluar la microfiltración de tinta china en dientes obturados previamente, obteniendo que el grupo de piezas obturadas con un cemento a base de óxido de zinc y eugenol, fueron las que más microfiltración presentaron, al contrario del grupo obturado con cemento a base de resina epóxica y el obturado con cemento sellador a base de MTA. Sáenz y cols. realizaron un estudio similar observando que después de 30 días el sellador a base de resina epóxica continuaba con el mismo grado de microfiltración. Monardes y Cols. mencionan que a pesar de que se observan estas diferencias en los modelos experimentales con sustancias inertes, en el experimento que realizaron con muestras de *Enterococcus faecalis* la diferencia de microfiltración de bacterias no difiere significativamente entre un cemento a base de resina epóxica y uno de óxido de zinc y eugenol.^{9,10, 13, 14}

Cuando se presenta una complicación de dolor y/o inflamación, después de un tratamiento endodóntico que lleva a que el paciente consulte de manera imprevista al odontólogo, se le denomina «exacerbación». Esta puede ser resultante de la irritación bacteriana, mecánica o química, por ejemplo, al exceder la obturación con cemento sellador más allá del foramen apical, al no instrumentar lo suficiente, dejando tejido necrótico con carga bacteriana, o al utilizar soluciones irrigantes que logren salir del foramen apical.¹⁶

La exposición de la pulpa dental a las bacterias y sus productos, actuando como antígenos, podría producir respuestas inflamatorias inespecíficas así como reacciones inmunológicas específicas en los tejidos perirradiculares y causar la lesión periapical. La periodontitis apical está usualmente producida por una infección intrarradicular, la cantidad de bacterias aumenta en medida de que se evita el uso de dique de hule y el uso inapropiado de soluciones irrigantes con capacidad antimicrobiana.

El tratamiento consiste en la eliminación de los agentes infecciosos mediante el tratamiento del canal radicular, permitiendo la cicatrización de la lesión. Sin embargo, cuando la infección no es eliminada completamente, la lesión periapical permanece, siendo considerada un fallo del tratamiento.¹²

La presencia de quistes periapicales y granulomas aumenta la posibilidad de fracaso en el tratamiento de conductos. El quiste periapical se puede llegar a encontrar hasta en un 42% de los casos de lesión periapical, aunque en la actualidad se dividen en los quistes en bahía que son aquellos que se comunican con el foramen apical y pueden ser tratados con la endodoncia y los quistes verdaderos, que no tienen relación alguna con el conducto radicular. Mientras que el granuloma a su vez, no se origina de una reacción granulomatosa verdadera, sino de un proceso inflamatorio crónico, producido por la agresión bacteriana en la zona perirradicular.^{11, 12}

Los microorganismos que acceden a la pulpa lo pueden hacer por diversas vías, como a través de la caries y por fracturas, aunque también pueden presentarse dientes aparentemente sin ningún daño con pulpas infectadas y necrosadas. Grossman comentó que este hecho podría deberse a través de conductos laterales comunicados con el periodonto, túbulos dentinarios expuestos en la superficie radicular por fallas en la cobertura del cemento dental e incluso se ha comentado la posibilidad del ingreso de microorganismos a través de bacteremias transitorias produciendo un fenómeno llamado «anacoresis».^{12, 16}

Microbiota asociada a lesiones periapicales

La pulpa dental es un tejido conectivo laxo que histológicamente presenta células muy especializadas y ante estímulos nocivos, esta produce una serie de signos y síntomas que causan dolor al paciente. Pues desde que la caries alcanza la dentina, la pulpa origina una respuesta para protegerse de los estímulos, ya que algunos microorganismos logran avanzar dentro de los túbulos dentinarios y una vez alcanzado el tejido pulpar, esta sucumbe ante la infección.¹⁷

Las infecciones periapicales son causadas por microorganismos que llegan a colonizar el sistema de conductos, y para lograr un tratamiento exitoso es necesario eliminar o al menos disminuir la población microbiana que contamina el tejido, si esto no se logra después del trabajo biomecánico o inclusive después de la medicación intraconductos, aumenta significativamente el riesgo de recidiva. Al terminar un tratamiento, el medio ambiente al que estaban sometidos estos microorganismos, tiene cambios radicales y estos tienden a ser muy resistentes ya que han logrado adaptarse a las diferentes condiciones a las que son sometidas durante el tratamiento de conductos, principalmente a través del trabajo biomecánico, los irrigantes, con y sin propiedades antisépticas. Y aunque el hipoclorito de sodio ha sido el irrigante más utilizado, se ha demostrado que no todas las concentraciones logran eliminar al 100% la carga microbiana dentro de los túbulos.

Rocha y cols. realizaron estudios de microscopía electrónica de barrido en las superficies periapicales de dientes extraídos y encontraron que estos tenían *biofilms* bacterianos. Sin embargo, esto sólo sucedió en aquellos dientes que habían cursado con alguna patología periapical.¹⁸

Sassone y cols. realizaron un estudio para evaluar la microbiota de los *biofilms*, con técnica de hibridación de DNA-DNA, encontrado que las especies más comunes fueron *Fusobacterium nucleatum*, *Veillonella parvula*, *Treponema vincentii*, *Enterococcus faecalis* y *Neiseria mucosa*. Sin embargo, no se ha comprobado que todas tengan relación con sintomatologías particulares como podría ser el caso de *Fusobacterium nucleatum* y *Porphyromonas gingivalis*, que se han aislado constantemente en fístulas de origen periapical o como la presencia de *Prevotella melaninogenicus* que comúnmente se acompaña clínicamente con dolor agudo, y fístulas con contenido con mal olor.^{19, 20}

Tras la preparación de conductos se han logrado aislar numerosas especies, y en los cultivos realizados tras un fracaso de endodoncia se ha observado la presencia de bacterias grampositivas principalmente como *Enterococcus faecalis*, *Streptococcus spp*, *Actinomyces spp*, levaduras como *Candida albicans*, y en algunos casos gramnegativos como *Pseudomonas aeruginosa*. Rodríguez y cols. mediante cultivo en agar brucella, complementado con prueba de luz ultravioleta, identificaron en su estudio la presencia de *Porphyromona gingivalis* en el 10% de su muestra. Anuradha y cols. realizaron cultivos de 30 dientes de pacientes a los que se les iba a realizar la endodoncia y observaron que el 49.7% de los microorganismos aislados eran anaerobios estrictos que resultaron ser sensibles al

metronidazol, el resto eran aerobios que eran resistentes a los betalactámicos, y mostraron ser sensibles a las cefalosporinas de tercera generación.^{19, 21, 22}

El problema de que exista una amplia gama de microorganismos presentes en las infecciones dentales, es que cuando se intenta un tratamiento con antibióticos no siempre se logran los resultados esperados, pues existen microorganismos que son capaces de soportar diversos mecanismos de acción como es el caso del *Fusobacterium nucleatum* que es capaz de producir betalactamasa, ayudando así a otros microorganismos a soportar los betalactámicos.²³

Técnicas más actuales, han logrado enumerar una mayor cantidad de microorganismos de los que usualmente se encontraban, por ejemplo, las especies de *Treponema*, que son muy difíciles de cultivar, se han detectado mediante técnica de reacción en cadena de polimerasa (PCR), donde *Treponema denticola* ha sido la que ha aparecido hasta en un 79% de casos de absceso dental.²⁴

Baumgartener y cols. demostraron mediante técnica PCR que existía la presencia de la levadura *Candida albicans* en un 21% de las muestras que analizó para su estudio, de las cuales todas eran de abscesos crónicos con presencia clínica de fístula. En estos casos también es posible encontrar presencia de *Actinomyces*. Siqueira y cols. detectaron la presencia de estos en el 8% de las muestras analizadas con fracaso endodóntico.^{25, 26}

Los microorganismos anaerobios estrictos, pueden ser eliminados con relativa facilidad, o al menos reducir considerablemente su número con el trabajo biomecánico y las soluciones irrigantes, pero los aerobios facultativos, son los que componen la población microbiana de las infecciones persistentes, un claro ejemplo de esto son: *Enterococcus faecalis*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* y *Candida albicans*.²⁷

Candida albicans

El género *Candida* crece como levadura oval con un tamaño de entre 4 y 6 μm , estos son comúnmente asociados a micosis orales, especialmente *Candida albicans*, la cual posee una gran capacidad para asimilar los carbohidratos, y ser polimórfica, adaptando su forma de acuerdo a la disponibilidad de nutrimentos y a la variabilidad genética, el cual puede ir desde forma de levadura, crear tubo germinativo que se considera como una hifa verdadera o en pseudohifa según sea el caso. Además de que posee la capacidad de digerir la colágena y la queratina, lo que les permite penetrar y mantenerse en tejidos profundos. Por su alta afinidad a mucosas, mediada por una proteína de superficie (Hwp1), que le permite crear uniones con las células epiteliales, puede también crear uniones con componentes como la fibronectina, colágena y laminina, debido a esto, es una levadura comúnmente encontrada en cavidad oral, ya que hasta un 75% de la población sin algún compromiso sistémico, puede estar colonizado por este microorganismo, y en individuos infectados por VIH, la candidiasis oral se puede presentar hasta en un 95% de los casos. Sus mecanismos de supervivencia en ambientes extremos de pH le permiten invadir los túbulos dentinarios.^{27, 28, 31}

Mushi y cols. realizaron un estudio donde, en África encontraron que la manifestación oral de candidiasis más común era la de tipo pseudomembranosa con un 66.7% de los casos, en contraste con la candidiasis atrófica que se presentó en un 40.2% de los casos.²⁸

Molander y cols. llevaron a cabo estudios microbiológicos y de microscopía electrónica que demostraron la presencia de hongos en las raíces de los dientes con lesiones periapicales, principalmente *Candida albicans* que ha sido descrita como uno de los factores etiológicos más frecuentes en la persistencia de este tipo de lesiones recidivantes, incluso ha mostrado ser resistente al hidróxido de calcio y proliferar rápidamente aún en presencia de este. También se ha asociado la presencia de esta levadura con la aparición de granulomas y abscesos periapicales, su prevalencia puede ir del 7% hasta un 55% de los casos. Cuando la infección es tratada mediante el uso de antibióticos no se considera este microorganismo e incluso prolifera con mayor facilidad al no competir por nutrientes con las bacterias.^{18, 29, 30}

Romero y cols. realizaron un estudio donde en una muestra de 77 dientes con necrosis pulpar se obtuvo que el 2.6% de ellos estaban contaminados con *Candida albicans*, ambos dientes presentaban una lesión periapical.³⁰

Enterococcus faecalis

El género *Enterococcus*, comprende bacterias esféricas, grampositivas, pertenecientes al grupo D de Lancefield, con tamaño que va de 0.6-2.5µm. Son anaerobios facultativos, no esporulados que fermentan una gran cantidad de carbohidratos con producción de ácido láctico, que disminuyen el pH hasta ± 4 , pueden crecer en presencia de NaCl y de bilis. Por lo cual son comúnmente encontrados en el tracto digestivo, y aunque se agrupan en pares o cadenas, desde la década de los 70's ya no se consideran como *Streptococcus*, y debido a sus características taxonómicas son un género distinto.^{32, 33}

Enterococcus faecalis es uno de los principales patógenos nosocomiales debido a la resistencia que tienen a un número variado de antibióticos, como los betalactámicos, que por la baja afinidad de sus proteínas a estos, resultan poco eficaces contra esta bacteria. El desarrollo genético contra los aminoglucósidos, y la aparición de cepas resistentes a la Vancomicina, así como otros grupos de antibióticos los ha convertido en objeto de preocupación ya que hasta el 12% de las infecciones nosocomiales son por bacterias del género *Enterococcus* y el 80% de las infecciones enterocócicas están asociada a *E. faecalis*.³³

A nivel odontológico, *Enterococcus faecalis* se encuentra comúnmente en infecciones post-tratamiento endodóntico en conductos dentales de pacientes con síntomas de periodontitis apical crónica hasta en un 23-70% de los casos, ya que logra colonizar con facilidad las paredes dentinarias dentro del conducto, aún con condiciones extremas, gracias a enzimas como las serinas proteasas, que degradan

enlaces peptídicos y ayudan a la unión de la bacteria con la dentina lo que lo ha convertido en el patógeno dominante en infecciones periapicales persistentes.^{18, 34}

Vidana y cols. realizaron un estudio donde encontraron que, en los cultivos de ocho pacientes con infección dental, seis tenían cepas genéticamente idénticas de *Enterococcus faecalis* en sus coprocultivos, lo que sugiere que la fuente de esta bacteria en infecciones orales puede ser intrínseco. A nivel odontológico son usualmente reportadas en números bajos en conductos dentales infectados sin tratamiento previo con pulpas necróticas. La resistencia al tratamiento por parte de *Enterococcus* en el canal radicular ha sido identificado por diversos autores importantemente en obturaciones con medicamentos intraconducto rutinarios como el hidróxido de calcio, que ha resultado ineficaz para eliminar esta bacteria.^{35, 36, 37,}

38

Este microorganismo, es asociado al fracaso del tratamiento endodóntico, debido a que una vez instalado en el sistema de conductos, resiste a una gran cantidad de agentes antimicrobianos al que se somete, pues su tamaño le permite penetrar los túbulos dentinarios, este también posee la capacidad de inhibir la función de los linfocitos, contribuyendo a que el tratamiento fracase, además de que es capaz de compartir sus características virulentas con otras especies. *E. faecalis* es resistente al hidróxido de calcio debido a la capacidad buffer de su citoplasma, ya que posee una bomba de protones que mantiene la homeostasia del pH. También los componentes de la propia dentina como el colágeno tipo I, la matriz dentinaria y la hidroxiapatita interfieren en la acción del hidróxido de calcio, del hipoclorito de sodio e inclusive de la clorhexidina. Lo que causa que la adaptación del microorganismo

sea cada vez mayor. Existen reportes de casos donde esta bacteria ha sido encontrada en conductos como el único microorganismo presente y se ha concluido que esto es debido a su alta capacidad de supervivencia.^{39, 40, 43}

Rendon y cols. evaluaron la microfiltración coronal de *Enterococcus faecalis* en dientes obturados con tres tipos de obturación, en el cual observaron que en todos los casos había microfiltración, y no encontraron diferencias significativas entre la obturación vertical y la lateral, pero sí con la obturación de cono único, ya que esta técnica fue la que más rápidamente cedió.⁴¹

Este microorganismo del mismo modo no sólo es capaz de filtrarse al sistema de conductos una vez obturado, sino que también puede resistir la presencia de distintos selladores en diferentes niveles. Los cementos selladores a base de silicón tienen una pobre actividad antimicrobiana sobre esta bacteria. Carpio y Tapia, en su investigación concluyeron que la combinación de Apexit plus®, cemento basado en hidróxido de calcio, en combinación de amoxicilina con clavulanato, daban un efecto antimicrobiano altamente eficaz.^{42, 43}

Staphylococcus aureus

El género *Staphylococcus* comprende cocos grampositivos, anaerobios facultativos, que se tienden a agrupar en racimos, aunque bien pueden agruparse en tetradas, cadenas cortas o como células solas. Miden de 0.5 a 1.5 μm de diámetro y aunque no producen esporas ni tienen motilidad, son productores de diversas enzimas y toxinas que aumentan su virulencia. Y aunque hay diversas especies pertenecientes a este género, sólo dieciséis se localizan en los humanos, y *Staphylococcus aureus* es con creces, la especie más virulenta.^{45, 46}

La presencia de ácido lipoteicoico favorece la adhesión de la bacteria a superficies, y sus peptidoglicanos le confieren resistencia y tolerancia osmótica, además de que puede desarrollar una cápsula polisacárida denominada *slime*, que además de ayudar también a la adhesión, evita la fagocitosis. Así mismo produce diversas exoenzimas, y proteínas de membranas activas (hemolisinas y leucocidinas), como la proteína fijadora al colágeno, proteína fijadora a la fibronectina y dos formas de coagulasa; como factor de agregación y en estado libre, la cual es capaz de convertir el fibrinógeno en fibrina sin la intervención de los factores plasmáticos. Esta enzima aumenta su patogenicidad pues le ayuda a envolverse a sí misma en fibrina y evitar aún más la fagocitosis. También produce catalasa y hialuronidasa, y otra enzima de gran trascendencia clínica, la β -lactamasa que hidroliza el anillo β -lactámico de las penicilinas y las inactiva.^{31, 45}

Gracias a estos factores, esta una de las bacterias con la que se tienen mayores dificultades durante el control de la infección. Reader y cols. realizaron un estudio de caso, donde tomaron muestras de una lesión periapical recidivante mediante la recolección de exudado purulento de una fístula palatina con técnica de aspiración con jeringa, tras la realización de un cultivo, se confirmó la presencia de *Staphylococcus aureus* en la lesión, que posiblemente pudo haberse inoculado durante los estadios iniciales de la infección pues es una bacteria comúnmente encontrada en cavidad oral, aunque no pertenece como tal a la flora residente, por lo que en casos de infección relacionados a esta bacteria, la contaminación puede venir de otra fuente, pues como Liébana menciona, se puede aislar dicho microorganismo de la superficie, por ejemplo, de prótesis dentales. ^{46, 47}

Escherichia coli

Este microorganismo, perteneciente al género *Enterobacteriaceae*, es un residente común de la flora gastrointestinal, es gramnegativo, anaerobio facultativo, del que se pueden distinguir más de 150 serotipos diferenciados por sus diversos antígenos. Esta bacteria frecuentemente presenta Pili o fimbrias en su superficie, que le permiten adherirse firmemente a una gran variedad de células, sobre todo epiteliales. Este microorganismo produce una serie de toxinas y enzimas que le permiten coexistir en ambientes extremos, y aunque no es del todo común, Seng y cols. publicaron un caso donde un paciente con tratamiento de conductos previo, aun después de la reinstrumentación, la irrigación con hipoclorito de sodio al 3% y la aplicación de hidróxido de calcio puro en el conducto, no tenía mejoría. Por lo que se realizó un cultivo donde se encontró la presencia de *Escherichia coli*. Gracias a ello, se aplicó la antibioticoterapia local específica para ese caso con ciprofloxacino.^{31, 48}

Balaei y cols. analizaron la microbiota de 150 dientes necróticos y con tratamiento de conductos fallido donde encontraron que, aunque la mayoría de la población microbiana incluía anaerobios estrictos, el 1.6% de la muestra en total correspondía a *Escherichia coli*.⁴⁹

Por ello es de suma importancia tener consideraciones con los materiales a utilizar durante el momento de la obturación no sólo considerando las propiedades físicas del material, sino que también las propiedades antimicrobianas que cada uno tiene. Como es el estudio de Winston y Castro (2007) citado por Bladwin, donde se probaron 4 cementos selladores endodónticos donde un cemento con base de

resina epóxica y el cemento tipo Grossman, fueron los que tuvieron un mejor efecto de inhibición de crecimiento bacteriano, este efecto se asocia principalmente a la liberación de formaldehído de la resina epóxica que contiene, mientras que en el caso del cemento tipo Grossman al eugenol.^{50, 51}

Cuando se llega a alterar el equilibrio que la pulpa dental tiene naturalmente, se producen fenómenos como la activación del complemento, productos del ácido araquidónico, filtración leucocitaria, hasta la presencia de linfocitos B y T y células presentadoras de antígeno, se produce una vasodilatación con incremento de la permeabilidad vascular, degranulación de células cebadas, y estimulación de las fibras sensoriales.⁵²

Obturación en endodoncia

La etapa final del tratamiento de conductos consiste en obturar todo el sistema de conductos radiculares que se haya instrumentado con materiales que sellen herméticamente y que sean compatibles con el organismo, esto mediante el relleno compacto y permanente del espacio que solía ocupar la pulpa tanto cameral como radicular. Grossman mencionaba que también debe bloquear toda puerta de acceso a los tejidos periapicales para que el exudado perirradicular de los conductos. Esto debe ser bidireccional, es decir, del periápice al conducto y viceversa, de ese modo el material no produce reacciones indeseables en el periápice y el exudado del periápice no contamina el conducto tratado.^{53, 54}

Los egipcios llegaron a utilizar oro como material de obturación, muy distinto a la gutapercha que se utiliza hoy en día, pues a lo largo de la evolución de la endodoncia, se han utilizado diversos materiales. Grossman por su parte describió tres grandes grupos para clasificarlos; plásticos, sólidos y cementos-pastas. En la actualidad lo más utilizado es un material plástico, la gutapercha, junto con un cemento-pasta para lograr el relleno tridimensional.⁵⁹

Al momento de obturar se debe tener en cuenta que el conducto debe estar conformado con el debido cuidado, pues de momento no existen métodos precisos para determinar si un conducto está correctamente conformado o desinfectado se deberá asumir que la acción mecánica y la irrigación constante son la única manera de tener seguridad para poder sellar el conducto, así como el uso de dique de hule desde el inicio del tratamiento hasta el sellado final.^{54, 55, 56}

El tiempo en el que se debe realizar la obturación dependerá del estado de la pulpa y de la complejidad del acondicionamiento de cada conducto. Es aceptable que en dientes que aún tienen la pulpa vital la obturación se realice en la misma sesión del inicio del tratamiento, esto gracias a que la relativa ausencia de contaminación microbiana. La ventaja de concluir el tratamiento en una sola sesión radica en que se disminuye el riesgo de contaminación del sistema de conductos entre citas por filtración coronal.⁵⁶

Si se trata de una pulpa necrosada, la obturación se realiza generalmente cuando haya logrado mediante el tratamiento, que remita el dolor, inflamación y sensibilidad a la percusión. Así como ausencia de fístulas y de mal olor, en ciertos casos se puede obturar en una sesión con meticulosidad en el trabajo biomecánico, y con antibioticoterapia.^{55, 56}

La distancia de obturación al foramen apical ha sido controversial en endodoncia, tradicionalmente se realiza a aproximadamente uno a dos milímetros, corroborando mediante el uso de radiografías. Esta distancia ha demostrado ser efectiva para evitar la extrusión de material a la zona periapical, pues está demostrado que cuando el material sale del foramen apical, el pronóstico del tratamiento empeora significativamente.⁵⁶

Previo a la obturación es necesario preparar la superficie dentinaria, debido a que durante el proceso de conformación biomecánica, se acumula materia orgánica remanente de la pulpa y microorganismos así como materia inorgánica de la dentina retirada, lo cual produce barro dentinario que interfiere con la correcta adhesión del

cemento sellador con el conducto, así como con la penetración a los túbulos. Este barro dentinario puede removerse mediante una irrigación previa a obturar empleando EDTA disódico al 17% o hipoclorito de sodio al 5.25% durante un minuto únicamente. Se han propuesto otros métodos que funcionan bien como el uso de instrumentos ultrasónicos, ya que logran desprender la capa de barro dentinario y así obtener una superficie adecuada para la obturación final.⁵⁶

A pesar de que existen diversos materiales, los más comúnmente usados en la actualidad son la gutapercha combinada con cementos selladores, pues la gutapercha tiene la cualidad de ser fácil de manipular, ser radiopaca y de tener baja toxicidad, aunque después de someterse a calor tiende a encogerse. Existen en presentaciones de puntas estandarizadas con diámetros específicos catalogadas por números y colores. Y no estandarizadas que se catalogan por su grosor de manera nominal.⁵⁶

Las técnicas varían de acuerdo a los criterios del clínico, como la condensación vertical con calor, la inyección termoplástica, la punta maestra con núcleo sólido, la técnica con uso de solventes y gutapercha, la pasta como único método, aunque la más utilizada por su sencillez y efectividad es la condensación lateral, que consta de un cono de gutapercha principal seleccionado de acuerdo a las dimensiones del conducto, corroborado con una radiografía, en conjunto con un cemento sellador, y con la ayuda de espaciadores se colocan conos accesorios y con un instrumento calentado al rojo vivo se corta el excedente de gutapercha para ser condensado verticalmente con un instrumento frío.^{53, 55, 56}

Cementos Selladores

Estos son auxiliares en la obturación del sistema de conductos para lograr un sellado tridimensional y hermético para cubrir las discrepancias entre el material semisólido y las paredes de la dentina a través del conducto radicular, esto incluye al foramen apical, y aunque se procura la biocompatibilidad del mismo, gran parte de los cementos selladores tienen propiedades de toxicidad debido a los componentes químicos que poseen.^{19, 57}

Las propiedades que los cementos poseen en general son; la fluidez y viscosidad, el espesor, el tiempo de trabajo, el tiempo de fraguado o polimerización, la solubilidad, el cambio dimensional, el cambio del pH, así como la radiopacidad, y las propiedades antimicrobianas. Grossman enunció una serie de aspectos que debe cumplir un sellador ideal; ser homogéneo al mezclarse, tener adhesión con la dentina, amplio tiempo de trabajo, sellar herméticamente, ser radiopaco, expandirse tras endurecer, tener propiedades bacteriostáticas, no irritar los tejidos periapicales, ser insoluble ante el fluido de los tejidos, no pigmentar la estructura dental, ser soluble en solventes, no provocar una respuesta inmune y no ser mutagénico ni carcinogénico.:^{19, 55, 57}

Como la gutapercha por sí sola no es capaz de adherirse a la pared de la dentina de una manera sólida, se puede suscitar una microfiltración bacteriana que conlleva al fracaso del tratamiento de conductos. La fluidez del sellador podría determinar qué tan eficaz será el sellado de los conductos accesorios. Zhou y cols. estudiaron las propiedades físicas de 5 selladores endodónticos, donde observaron que el MTA

Fillapex® y Endosequence® tenían buena fluidez y estabilidad dimensional aunque eran más solubles que AH Plus®, ThermaSeal®, PCS® y GuttaFlow®.^{57, 58}

Por la amplia variedad de opciones de cementos selladores que están disponibles en el mercado, se vuelve difícil elegir, pues se tienen que tomar en consideración factores como los recursos económicos disponibles, el diagnóstico y el tipo de restauración que necesita el diente, este se debe elegir con base a las características biológicas y físicoquímicas que poseen.⁵⁹

Óxido de zinc y eugenol

El cemento a base de óxido de zinc y eugenol (ZOE), es un cemento muy popular ampliamente usado, ya que proporciona una excelente plasticidad, consistencia, eficacia selladora y estabilidad dimensional a la hora de fraguar. El polvo consiste en óxido de zinc en partículas finas, y del eugenol como vehículo, que al mezclarse produce una reacción de quelación cuyo producto final es el eugenolato de zinc. Este admite el adición de otros elementos para potenciar el efecto antimicrobiano, radiopacidad, plasticidad, adhesividad, tiempo de trabajo y biocompatibilidad. Dentro del conducto, la presencia de agua produce hidrólisis del compuesto liberando zinc, que al unirse a la porción mineral de la dentina sustituye al calcio y la torna más quebradiza. El eugenol libre que queda en el cemento funciona como antimicrobiano, pero también como irritante, cuando este cemento llega a salir del forámen apical, se logra reabsorber, pero muy lentamente con tendencia al encapsulamiento.^{61, 62}

El cemento sellador con la fórmula de Grossman, es un cemento hecho a base de ZOE, que viene en presentación de polvo-líquido, el polvo contiene 42% de óxido de zinc, 27% de resina hidrogenada, 15% de subcarbonato de bismuto, 15% de sulfato de bario y 1% de borato de sodio. Mientras que el líquido se compone de eugenol únicamente. El eugenol es un fenol, ya que posee un grupo alcohol unido a un anillo aromático en su composición química, es un líquido transparente incoloro, extraído del aceite esencial de clavo. López y Ruíz. realizaron un estudio donde evaluaron la pigmentación coronal asociada al eugenol donde observaron que la pigmentación era mayor cuando no se combinaba con el óxido de zinc.^{59, 62, 63}

El cemento SILCO®, es un cemento de fórmula de Grossman comercializado en México por la casa comercial Productos endodónticos especializados®, San Luis Potosí. Mora y cols. realizaron un estudio donde evaluaron la capacidad antibacteriana del SILCO® en combinación con puntas de gutapercha como sistema de obturación con el método de Haapasalo y Orstavik en bloques de dentina. Donde se observó que tras 7 días existía una inhibición casi total de crecimiento de *E. faecalis*.⁶⁴

Hidróxido de calcio

Las pastas de hidróxido de calcio son ampliamente usadas en la práctica clínica para tratar procesos infecciosos agudos y estimular el cierre apical, y por las múltiples propiedades que presenta, diversas casas comerciales han presentado selladores endodónticos a base de hidróxido de calcio que tienen un enfoque terapéutico bueno, sobre todo en la estimulación de la regeneración tisular ósea, ya que los iones de calcio libres son aprovechados por las células para generar matriz mineralizada, sin embargo, preocupa el hecho de la disociación del ion calcio y el hidróxido, ya que este lo vuelve soluble en agua lo que permite el dejar espacios vacíos, aunado a que tarda hasta tres semanas en alcanzar el fraguado final y sólo en presencia de humedad, en un ambiente seco no logra fraguar, y no posee buena adhesión a la dentina o a la gutapercha. Su efecto de inhibición bacteriana se basa en la capacidad que posee de elevar el pH de su entorno hasta 10 u 11, lo cual dificulta el desarrollo y crecimiento de múltiples microorganismos, aunque este efecto no se logra a corto plazo y es menor que el de los cementos con eugenol y los cementos de resina.^{61, 65, 66, 67}

El sellador Sealapex®, comercializado por la casa comercial Sybron/Kerr®. Se vende en presentación de pasta-pasta, una de estas es la base y la otra el catalizador. La base contiene hidróxido de calcio, óxido de zinc, sulfato de bario y una combinación de N-etyl tolueno-sulfonamida y metilen-metil-salicilato. Mientras que el catalizador se compone de dióxido de titanio, isobutil-salicilato y trióxido de bismuto. Cuando se mezclan, el fraguado final tarda tres semanas en presencia de 100% de humedad. En un medio seco no logra fraguar, y al no existir la disociación

de los iones de calcio, sus efectos benéficos no se logran. Su capacidad antibacterial es intermedia contra microorganismos aerobios y anaerobios, se ha observado que no es muy eficaz en la eliminación de *Enterococcus faecalis* ni especies de *Candida*. Cuando fragua tiende a sufrir una expansión volumétrica, y su radiopacidad aumenta conforme va fraguando y aunque en términos generales es biocompatible, hay reporte de daño irreversible a tejido nervioso después de 30 minutos de exposición a Sealapex®.^{59, 67, 68}

Resina epóxica

Los cementos a base de resina epóxica, se caracterizan por sus propiedades como la adhesión a la dentina, fácil manipulación por su largo tiempo de trabajo. Poseen excelente estabilidad dimensional, radiopacidad y tienen gran fluidez y cierta solubilidad. Hay en presentaciones polvo y líquido que permite escoger la viscosidad adecuada, o pasta pasta que proveen de una simplicidad mayor. Tiene un efecto citotóxico tanto *in vitro* como *in vivo*, debido a la liberación de residuos de formaldehído, sobre todo en la etapa inicial de polimerización, este compuesto se considera como un agente antimicrobiano efectivo y aunque se ha comprobado que es mutagénico y carcinogénico, por las concentraciones liberadas y la limitación al espacio del conducto se consideran seguros para su uso, pues después de producir inflamación crónica tras ser mezclado por varias horas, al término de 6 meses los macrófagos logran fagocitar las partículas. Por ser radiolúcidos, se les incorporaran sales metálicas para hacerlos radiopacos.^{59, 61, 69, 71, 72}

El cemento ADSEAL®, es un sellador a base de resina epóxica producido por la casa comercial META BIOMED®, que está disponible en presentación pasta-pasta en una jeringa dual. La base está compuesta de oligómero de resina epóxica, glicolsalicilato de etileno, fosfato cálcico, subcarbonato de bismuto, y óxido de zirconio. Mientras que el catalizador se compone de poliaminobenzoato, trietanolamina, fosfato de calcio, subcarbonato de bismuto, óxido de zirconio y óxido de calcio. Téllez y cols. en un estudio con un modelo animal observaron que la respuesta inflamatoria del ADSEAL® en tejido subcutáneo fue leve durante los

primeros 15 días, a los 30 días filtrado inflamatorio leve y a los 60 días, filtrado inflamatorio crónico leve, pero con proliferación de fibroblastos.^{69, 70, 73}

Aunque META BIOMED® señala que, en combinación con puntas de gutapercha, el ADSEAL® puede ser retirado con métodos convencionales, los remanentes que pudieran quedar en las paredes del conducto no siempre se retiran tan fácilmente. Por ello, Ramakrishna y cols. realizaron un estudio *in vitro* donde concluyeron que este cemento en particular podía ser removido con facilidad con Endosolv-R® (Septodont®) el cual contiene principalmente formamido y permite disolver obturaciones a base de resina de manera más eficaz que el Xylol o el cloroformo.^{71,}

73

Agregado de trióxido mineral

El agregado de trióxido mineral (MTA) fue desarrollado al inicio de la década de los noventas por Torabinejad. Existe el MTA blanco y el MTA gris, Su composición está dada por óxido tricálcico, silicato tricálcico, óxido de bismuto, aluminio tricálcico y óxido de silicio. Cabe mencionar que el cemento Portland, es decir, el cemento de uso en construcción, tiene una composición similar al MTA, excepto por el óxido de bismuto que se le agrega a este último para mejorar su radiopacidad, Gracias a su propiedad de fraguado en presencia de humedad puede usarse aún en contacto con sangre y otros fluidos, lo que le confiere una ventaja clínica importante. Originalmente fue usado para reparar perforaciones del conducto, como material para la retro-obturación, como recubrimiento pulpar directo y como promotor de la apexificación. En obturación retrógrada este material en capas de 3 mm logra evitar el filtrado de *Enterococcus faecalis* hasta por más de 70 días.^{74, 75, 76, 77}

Aunque autores como Vizgirda y cols. (2004) citado por Mejía, han propuesto la utilización de este cemento como material de obturación radicular sólo utilizando la pasta, las características de su manipulación, que se realiza en combinación del cemento con agua, se obtiene una consistencia que no permite llevarlo hasta la porción apical del conducto con tanta facilidad, con esta premisa, Mejía y Bustos realizaron un estudio en dientes extraídos donde compararon el sellado apical obtenido con la obturación ortógrada sólo de MTA *versus* MTA con puntas de gutapercha y concluyeron que cualquiera de los dos métodos son factibles de utilizar, pues en ambos casos el sellado apical fue lo suficientemente uniforme.⁷⁶

La aparición de cementos selladores especializados con base de MTA empezó a partir del interés de la cualidad de este cemento por fraguar en presencia de humedad, además de las cualidades bioactivas con la formación de precipitados de apatita. La hidratación de estos selladores forma silicato hidratado de calcio (CSH) que tiene la facultad de adherirse a la punta de gutapercha. El CSH se endurece después de hasta 4 horas. La irrigación final previa a la obturación influye de manera importante en la porosidad del producto final. El uso de hipoclorito de sodio deja un ambiente alcalino adecuado para la hidratación del CSH, mientras que el uso de EDTA interfiere negativamente con la hidratación final.⁷⁴

La casa comercial brasileña Angelus® tiene en su línea de productos un cemento sellador endodóntico biocerámico hecho a base de MTA, el MTA-Fillapex®, el cual ha demostrado ser un material que estimula la mineralización. La presentación de este producto es pasta-pasta con jeringas individuales o bien en jeringa dual con punta mezcladora. Una de las pastas es la base que se compone de resina salicilato, resina natural, tungstato de calcio, sílica nanoparticulada y pigmentos, y la pasta catalizadora que contiene resina diluyente, MTA, sílica nanoparticulada y pigmentos.⁷⁸

Su fluidez es alta, y logra penetrar en conductos accesorios, el tiempo de trabajo que provee es de 35 minutos, y sus buenas propiedades antibacterianas son asociadas a la elevación del pH que se mantiene constante hasta por 14 días. Su solubilidad es de sólo 0.1% pero se puede retirar del conducto fácilmente, de acuerdo con el fabricante, con aceites cítricos o cloroformo. Su estabilidad dimensional es buena pues expande sólo un 0.088% al fraguar y de acuerdo a

Téllez y cols. el MTA-Fillapex® presenta una respuesta inflamatoria aguda leve que va desapareciendo al término de 60 días.^{74, 78}

Otros cementos selladores

El ionómero de vidrio, se propuso en los 70's por Wilson y Kent como una alternativa de cemento sellador debido a su capacidad de unirse a la dentina a través de enlaces químicos, además de que es radiopaco, tiene una mínima contracción tras endurecer, y es biocompatible, su desventaja principal es su casi nula solubilidad, ya que en caso de requerir un retratamiento es muy difícil retirarlo por lo cual no se utiliza actualmente.⁶¹

También se han presentado cementos a base de silicona cuyo principio radica en la utilización de polidimetilsiloxano, en combinación con partículas de gutapercha, sin embargo, hasta el momento existe poca evidencia de su éxito clínico. Hernández y cols. en su estudio de evaluación de GuttaFlow®, un sellador de esta categoría, no logró obtener ninguna ventaja de sellado frente a una técnica convencional de condensación lateral.^{59, 79}

Los selladores biocerámicos son materiales no metálicos, biocompatibles con características mecánicas similares a los tejidos duros. Los estudios publicados hablan de similitudes importantes con las propiedades del MTA, también poseen una biocompatibilidad superior que los selladores convencionales, una actividad antimicrobiana basada en elevación de pH, y se consideran también bioactivos, por la capacidad de mineralización y la liberación de Ca^{2+} . Resisten la microfiltración, y por su baja toxicidad son adecuados cuando el riesgo de sobreobturación es elevado. Algunos productos comerciales de esta categoría son; iRoot BP Plus® (BioCeramix®), EndoSequence® (Brasseler®), BioDentine® (Septodont®) y MTA-Fillapex® (Angelus®).⁸⁰

Actividad antimicrobiana de cementos selladores

Shakouie y cols. realizaron una evaluación del efecto antimicrobiano de AH-Plus®. Adseal® y Endofill® contra *Enterococcus faecalis*, donde el cemento Endofill® fue el que tuvo una mayor actividad antimicrobiana, se le atribuyó a su composición a base de ZOE, mientras los otros dos estaban compuestos a base de resina epóxica. Mora y cols. por su parte evaluaron la eficacia antibacteriana del sistema de obturación Resilon®, que ocupa el sellador de resina, Epiphany®, *versus* el sistema de condensación lateral con puntas de gutapercha y en este caso sellador SILCO®, a base de ZOE. Donde el sistema Resilon® demostró tener una actividad antimicrobiana muy limitada.^{52, 64}

García y cols. compararon la actividad antimicrobiana del cemento de resina AH-Plus® contra RSA-Roeko Seal Automix®, que es un sellador a base de silicona, donde observaron que el AH-Plus® tuvo una mejor actividad antimicrobiana contra *E. faecalis*. Mientras que Brito y cols. a través de una revisión a la literatura concluyeron que el Sealapex® a pesar de tener menor actividad antimicrobiana que otros selladores, tiene mejor biocompatibilidad.^{81, 82}

Técnicas microbiológicas

Los estudios mencionados previamente, utilizaron en su mayoría métodos de estudio de susceptibilidad mediante test de difusión en agar para medir la actividad antimicrobiana de los cementos selladores en los microorganismos seleccionados. Este método también se conoce como método de difusión de discos de Kirby-Bauer. Y aunque está estandarizado, pues normalmente se utiliza para realizar antibiogramas, existen modificaciones que se adaptan a la necesidad del estudio.^{83,}

84

Se recomienda en términos generales utilizar como marco de referencia cepas ATCC®, realizando suspensiones con una turbidez 0,5 de McFarland, que corresponde a $1,5 \times 10^8$ UFC/ml, la cual debe ser uniforme tras su agitación en vórtex. El inóculo debe realizarse durante los primeros 15 minutos de su estandarización y posteriormente la colocación de los discos impregnados con los agentes a evaluar; normalmente se realiza en agar Mueller-Hinton, y tras la incubación necesaria se realiza la lectura de los halos de inhibición formado y con observación con luz reflejada en un fondo contrastante.⁸³

Autores como Rojas y cols. han reportado la modificación de este método utilizando agares selectivos y en la utilización de sacabocados para realizar pozos de 6 mm de diámetro en lugar de discos, en cada caja de Petri se pueden colocar el número de pozos necesarios para cada situación.⁸⁴

La técnica de inoculación en el agar normalmente se realiza en este test por estría masiva, sin embargo, también se pueden utilizar otras técnicas como la técnica por goteo o la siembra por inundación la cual consiste en utilizar la muestra directamente sobre la placa de Petri, balancearla, y eliminar el excedente con una pipeta estéril, procurando esperar un tiempo para que el inóculo se fije al medio.⁸⁵

Planteamiento del problema

¿Qué cemento sellador tiene un efecto de inhibición de crecimiento *in vitro* más importante contra microorganismos seleccionados de la microbiota patógena en el sistema de conductos?

Hipótesis

La literatura científica reporta que los cementos a base de ZOE tienen mayor efecto de inhibición de crecimiento microbiano, por lo que suponemos que los halos de inhibición de crecimiento, serán más amplios en los cementos selladores que contienen óxido de zinc y eugenol que los basados en resina epóxica, hidróxido de calcio o MTA.

Objetivo

Objetivo general

- Determinar si los cementos selladores de uso endodóntico poseen propiedades antimicrobianas sobre la microbiota patógena del sistema de conductos.

Objetivos específicos

- Determinar qué sellador posee una mayor eficacia de inhibición de crecimiento *In vitro* contra los microorganismos evaluados

Material y método

a) Tipo de estudio

Estudio experimental *in vitro*.

b) Población

Cepas de microorganismos del American Type Culture Collection (ATCC®) de *E. faecalis* ATCC® 19433™, *S. aureus* ATCC® 25923™, *E. coli* ATCC® 8739™ y *C. albicans* ATCC® 10231™.

c) Definición y operacionalización de variables

Variable	Definición	Nivel de Medición	Operacionalización
Microorganismos	Del griego <i>mikrós</i> 'pequeño' <i>bíos</i> 'vida'. Organismo unicelular sólo visible al microscopio	Cualitativa nominal	<ul style="list-style-type: none">• <i>E. faecalis</i>• <i>S. aureus</i>• <i>E. coli</i>• <i>C. albicans</i>
Cemento sellador	Material que contribuye a rellenar en forma permanente, tridimensional y estable toda comunicación con la cavidad oral y el periodonto apical.	Cualitativa nominal	<ul style="list-style-type: none">• Sealapex®• SILCO®• ADSEAL®• MTA-Fillapex®• Denssell ZOE®
Inhibición de crecimiento	Ausencia del desarrollo biológico de un microorganismo por un agente externo.	Cuantitativa continua	Diámetro en milímetros

d) Técnica

Se prepararon 21 cajas de agar Mueller-Hinton, una para control de esterilización y 20 para realizar los cultivos, para lo cual se pesaron 19.9 mg de polvo por 525 ml de agua y se vertieron en frascos autoclavables (Figura 3), se esterilizaron durante 15 minutos a 15 libras/pulgada² en olla de laboratorio y se dosificaron en cajas de Petri, 20 ml por caja, dejándose gelificar y almacenándose en refrigeración hasta su uso (Figura 4).

Posteriormente se realizaron cuatro suspensiones bacterianas en solución fisiológica estéril igualadas a la turbidez del tubo No. 1 de McFarland de las cepas de: *E. faecalis* ATCC® 19433™, *S. aureus* ATCC® 25923™, *E. coli* ATCC® 8739™ y *C. albicans* ATCC® 10231™ (Figuras 5 y 6).

Se sembró por técnica de inundación con 1 ml de suspensión de cada cepa previamente estandarizada (Figuras 8 y 9), se eliminó el excedente de cada caja (Figura 9) y se procedió a realizar 4 pozos con una pipeta Pasteur estéril para proporcionar una homogeneidad en las dimensiones de cada uno de los pozos - cada caja tiene 4 pozos con el mismo cemento y el agar es inoculado con la misma cepa-, cada sacabocados estéril para las diferentes cepas con el fin de no contaminar los cultivos con diferentes bacterias (Figura 10).

Con los pozos ya preparados se realizó la preparación de cada cemento (Figuras 11-15) de acuerdo a las indicaciones del fabricante respetando relación de las porciones de base-catalizador y técnica de manipulación de espatulado indicada hasta llegar a la consistencia descrita por cada fabricante (Figuras 16 y 17).

Se llenó cada pozo con 195.5 mm³ de cada sellador en su respectiva caja (Figuras 18 y 19) y se sometieron a incubación en atmósfera de aerobiosis a 37°C durante 24 horas. Posteriormente se midieron los diámetros de los halos de inhibición alrededor de cada pocillo (figura 20) y se vaciaron los datos en un formato diseñado *ex professo* (Anexo 1).



Figura 3. Se observa Agar Mueller-Hinton estéril sin gelificar en frasco autoclavable.



Figura 4. Se observan cajas de petri con agar Mueller-Hinton solidificado, listo para usarse.



Figura 5. Preparación de suspensión del microorganismo en tubo de ensayo con solución estéril.

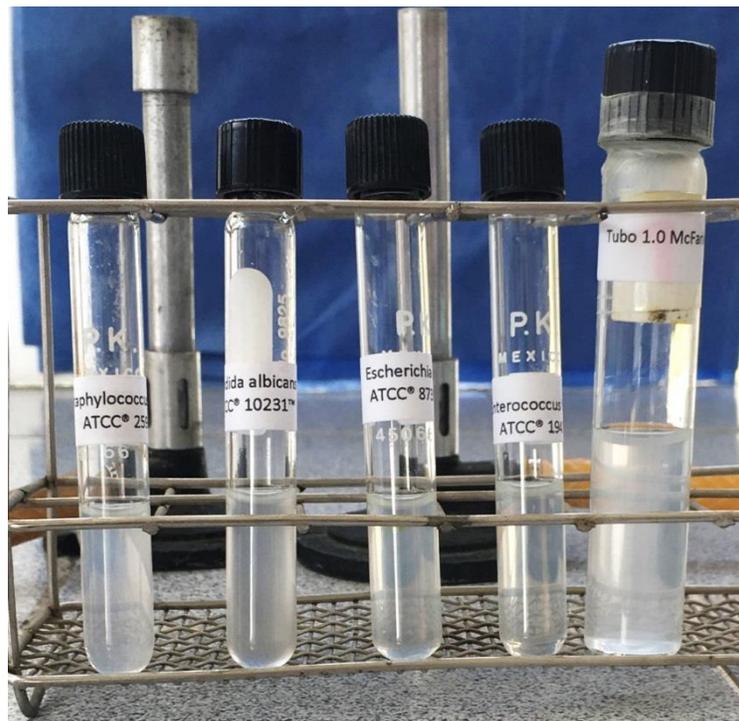


Figura 6. Igualación de turbidez de los cuatro microorganismos al tubo 1 del nefelómetro de McFarland.



Figura 7. Extrayendo suspensión bacteriana de tubo de ensayo.



Figura 8. *Siembra* por técnica de inundación en agar con jeringa estéril.



Figura 9. Recuperando excedente posterior al sembrado.



Figura 10. Conformación de un pozo con una pipeta Pasteur estéril.



Figura 11. Cemento sellador ADSEAL®, casa comercial Metabiomed®.



Figura 12. Cemento sellador SILCO®, Productos endodónticos especializados®.



Figura 13. Casa comercial Densell®, Óxido de Zinc en polvo.



Figura 14. Sealapex®, casa comercial KERR-SybronEndo®.



Figura 15. MTA-Fillapex®, casa comercial Angelus®.

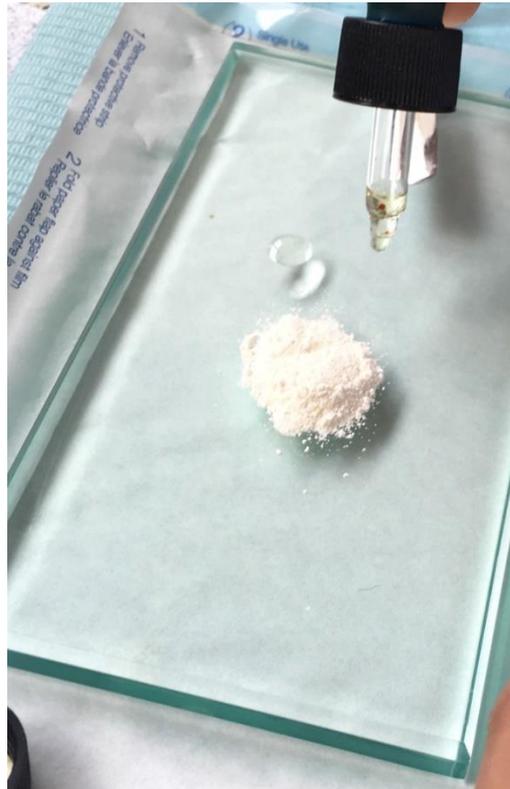


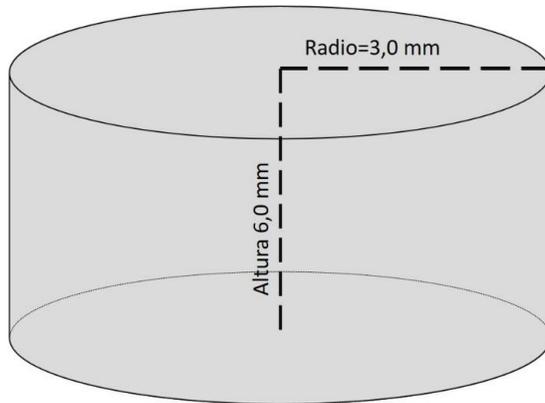
Figura 16. Dosificación de sellador SILCO® en loseta de vidrio estéril.



Figura 17. Manipulación de sellador Sealapex® en el bloc de mezcla proporcionado por el fabricante.



Figura 18. Colocación de sellador SILCO® dentro de un pozo colocado con un aplicador de bases estéril.



$$\begin{aligned}
 v &= \pi \cdot r^2 \cdot h \\
 v &= \pi \cdot 3^2 \cdot 6 \\
 v &= \pi \cdot 9 \cdot 6 \\
 v &= \pi \cdot 54 \\
 v &= 169,5 \text{ mm}^3
 \end{aligned}$$

Donde v = Volumen, π = pi, r = Radio y h = Altura

Figura 19. Esquema del Cálculo del volumen de cada pozo en el agar mediante el uso de la fórmula general para el cálculo del volumen de un cilindro.

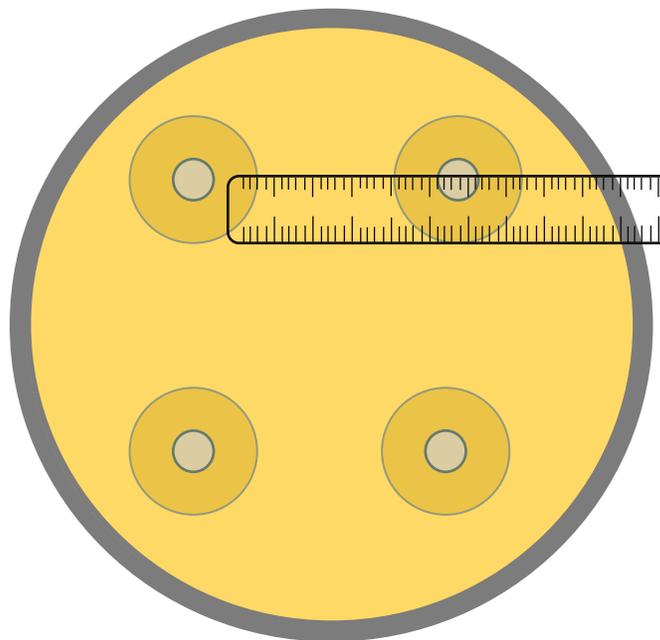


Figura 20. Esquema del método de medición del halo de inhibición creado alrededor de cada pozo mediante el uso de una regla milimetrada.

e) Diseño estadístico

Tras la lectura de los halos de inhibición, se realizó la tabulación de una base de datos en el software SPSS Statistics v21 y se obtuvieron estadísticos descriptivos.

La prueba de referencia estadística fue la de Kruskal-Wallis y como análisis post-hoc, el método U de Mann-Whitney.

Resultados

La media de inhibición de cada cemento contra los cuatro microorganismos fue de 7.43mm para Sealapex®, 22.1mm para SILCO®, el sellador ADSEAL® obtuvo 13.8mm, MTA-Fillapex® 16.5mm y finalmente el Denssell ZOE® obtuvo 23mm. (Figura 21)

La desviación estándar en cambio, se observó más grande en los cementos selladores Sealapex® (7.7), SILCO® (5.5) y Denssell ZOE® (3.8). Mientras que el MTA-Fillapex® tuvo una desviación estándar de 3.5 y el sellador que tuvo la menor fue el ADSEAL® con 1.7. (Figura 21)

Sealapex® contra *E. faecalis* ATCC® 19433™ tuvo una inhibición promedio de 0 mm, contra *S. aureus* ATCC® 25923™ de 13.5mm, contra *C. albicans* ATCC® 10231™ de 16.2 mm y para *E. coli* ATCC® 8739™ la inhibición promedio fue de 0mm. (Cuadro 1, figura 22)

SILCO® contra *E. faecalis* ATCC® 19433™ tuvo una inhibición promedio de 21.5 mm, contra *S. aureus* ATCC® 25923™ de 18mm, contra *C. albicans* ATCC® 10231™ de 30.5mm y para *E. coli* ATCC® 8739™ la inhibición promedio fue de 18.7mm. (Cuadro 1, figura 22)

ADSEAL®, por su parte, contra *E. faecalis* ATCC® 19433™ tuvo una inhibición promedio de 14 mm, contra *S. aureus* ATCC® 25923™ de 14mm, contra *C. albicans* ATCC® 10231™ de 26.7mm y para *E. coli* ATCC® 8739™ la inhibición promedio fue de 17mm. (Cuadro 1, figura 22)

MTA-Fillapex® contra *E. faecalis* ATCC® 19433™ tuvo una inhibición promedio de 21.5 mm, contra *S. aureus* ATCC® 25923™ de 12.7mm, contra *C. albicans* ATCC® 10231™ de 14.7mm y para *E. coli* ATCC® 8739™ la inhibición promedio fue de 17mm. (Cuadro 1, figura 22)

Densell ZOE® contra *E. faecalis* ATCC® 19433™ tuvo una inhibición promedio de 26mm, contra *S. aureus* ATCC® 25923™ de 17.7mm, contra *C. albicans* ATCC® 10231™ de 26.7mm y para *E. coli* ATCC® 8739™ la inhibición promedio fue de 21.5mm. (Cuadro 1, figura 22)

La prueba de Kruskal-Wallis demostró que existían diferencias estadísticamente significativas entre los grupos de cementos selladores donde $p=0.0001$, por lo que se aplicaron test individuales de U de Mann-Whitney como post-hoc, donde se observó que existían diferencias estadísticamente significativas entre la inhibición en milímetros de Sealapex® vs SILCO®, Sealapex® vs MTA-Fillapex®, Sealapex® vs Denssell ZOE®, SILCO® vs ADSEAL®, SILCO® vs MTA-Fillapex® ADSEAL® vs MTA-Fillapex y ADSEAL® vs Denssell ZOE®. (Cuadro 1)

Enterococcus faecalis y *Escherichia coli* fueron inhibidos mayormente por SILCO®, Denssell ZOE® y MTA-Fillapex® mientras que *Staphylococcus aureus* y *Candida albicans* por SILCO® y Denssell ZOE. (Cuadro 2)

Cuadro 1. Media y desviación estándar de los halos de inhibición de los microorganismos por cemento sellador en milímetros.

Microorganismos

Cementos	<i>E. faecalis</i>	<i>S. aureus</i>	<i>C. albicans</i>	<i>E. coli</i>
Sealapex®	0.00 (0.00)	13.50 (0.57)	16.25 (1.25)	0.00 (0.00)
SILCO®	21.50 (2.88) *	18.00 (2.82)	30.50 (1.29) *	18.75 (1.25)
ADSEAL®	14.00 (0.81) §	14.00 (2.70)	12.50 (1.00) §	14.75 (1.50)
MTA-Fillapex®	21.50 (1.29) † ¶	12.75 (1.50)	14.75 (0.95) † **	17.55 (1.82) † **
Denssell ZOE®	26.00 (0.00) ‡ **	17.7 (1.50) ‡	26.75 (1.70) ‡	21.50 (0.57) ‡

Prueba de Kruskal-Wallis con U de Mann-Whitney como post-hoc; * Sealapex® vs SILCO® p<0.0001, † Sealapex® vs MTA-Fillapex® p<0.002, ‡ Sealapex® vs Denssell ZOE® p<0.0001, § SILCO® vs ADSEAL® p<0.0001, † SILCO® vs MTA-Fillapex® p<0.003, ¶ ADSEAL® vs MTA-Fillapex® p<0.014, ** ADSEAL® vs Denssell ZOE®.

Cuadro 2. Porcentaje y frecuencia del halo de inhibición en milímetros de los microorganismos por cemento.

Cemento sellador	Microorganismo			
	0-8 mm	9-17 mm	18-26 mm	27-35 mm
	<i>E. faecalis</i>			
Sealapex®	20% (4)	0% (0)	0% (0)	0% (0)
SILCO®	0% (0)	0% (0)	10% (2)	10% (2)
ADSEAL®	0% (0)	20% (4)	0% (0)	0% (0)
MTA-Fillapex®	0% (0)	0% (0)	20% (4)	0% (0)
Denssell ZOE®	0% (0)	0% (0)	20% (4)	0% (0)
	<i>S. aureus</i>			
Sealapex®	0% (0)	20% (4)	0% (0)	0% (0)
SILCO®	0% (0)	5% (1)	15% (3)	0% (0)
ADSEAL®	0% (0)	15% (3)	5% (1)	0% (0)
MTA-Fillapex®	0% (0)	20% (4)	0% (0)	0% (0)
Denssell ZOE®	0% (0)	10% (2)	10% (2)	0% (0)
	<i>C. albicans</i>			
Sealapex®	0% (0)	15% (3)	5% (1)	0% (0)
SILCO®	0% (0)	0% (0)	0% (0)	20% (4)
ADSEAL®	0% (0)	20% (4)	0% (0)	0% (0)
MTA-Fillapex®	0% (0)	20% (4)	0% (0)	0% (0)
Denssell ZOE®	0% (0)	0% (0)	10% (2)	10% (2)
	<i>E. coli</i>			
Sealapex®	20% (4)	0% (0)	0% (0)	0% (0)
SILCO®	0% (0)	0% (0)	20% (4)	0% (0)
ADSEAL®	0% (0)	20% (4)	0% (0)	0% (0)
MTA-Fillapex®	0% (0)	10% (2)	10% (2)	0% (0)
Denssell ZOE®	0% (0)	0% (0)	20% (4)	0% (0)

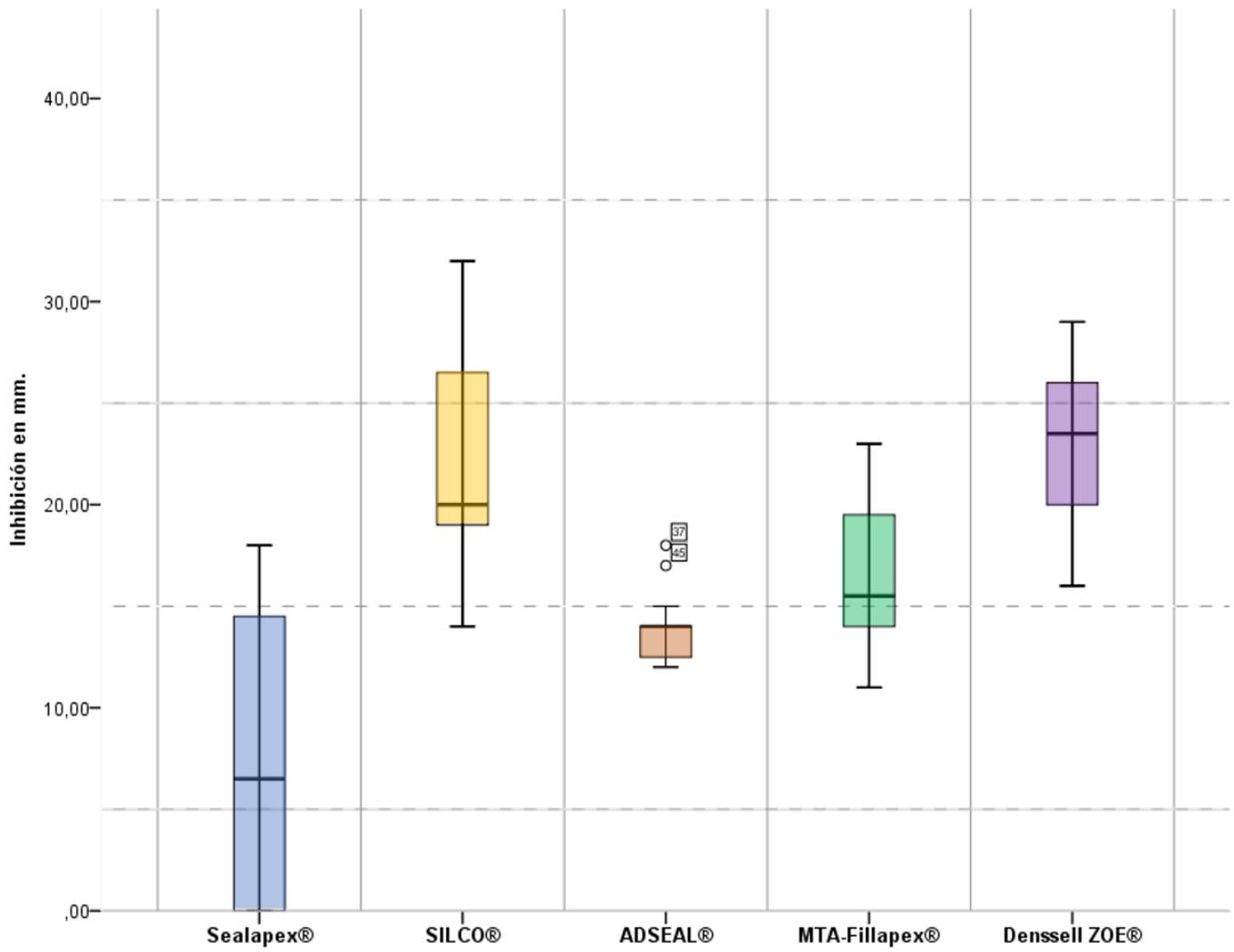


Figura 21. Gráfico de cajas y bigotes por cemento sellador.

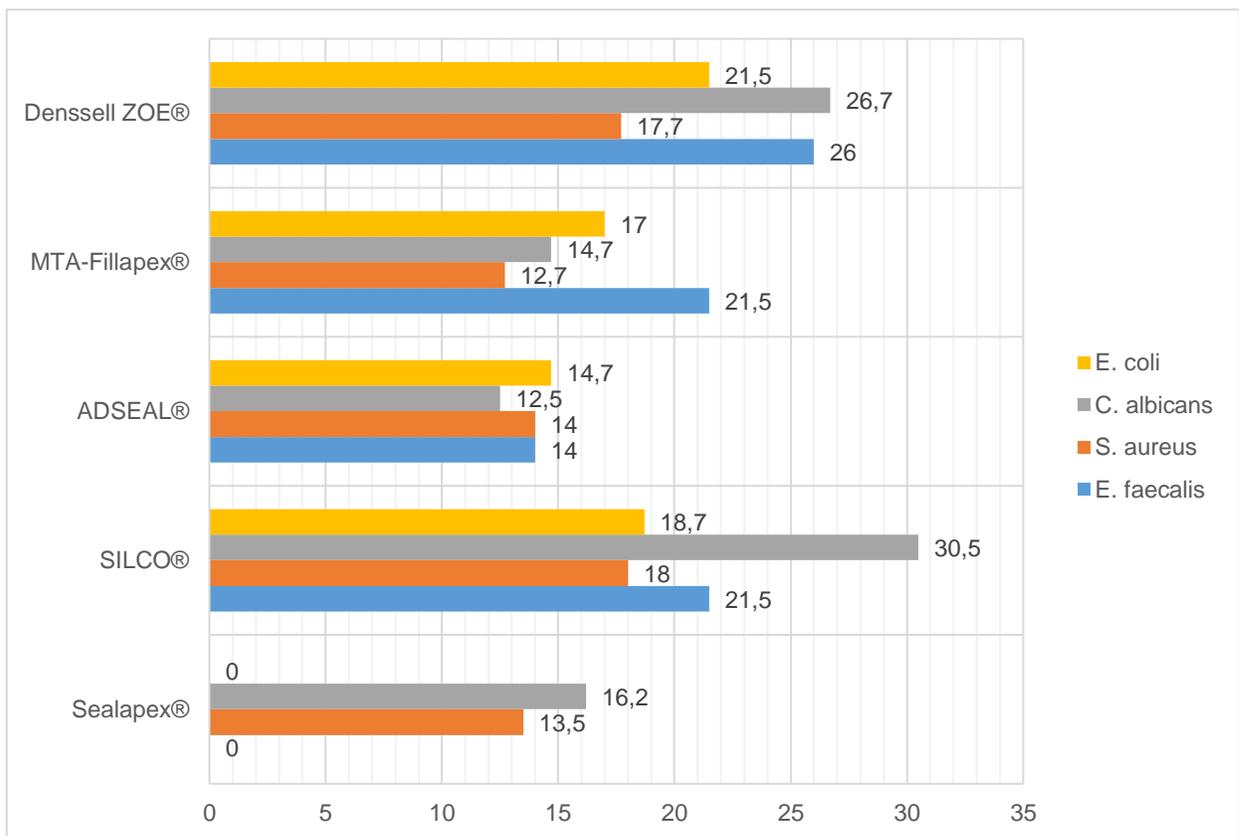


Figura 22. Gráfico de barras de promedio de halo de inhibición por microorganismo.



Figura 23. *Candida albicans* vs Sealapex®.



Figura 24. *Candida albicans* vs ADSEAL®.



Figura 25. *Candida albicans* vs MTA-Fillapex®.



Figura 26. *Candida albicans* vs SILCO®.



Figura 27. *Candida albicans* vs Densell ZOE®.

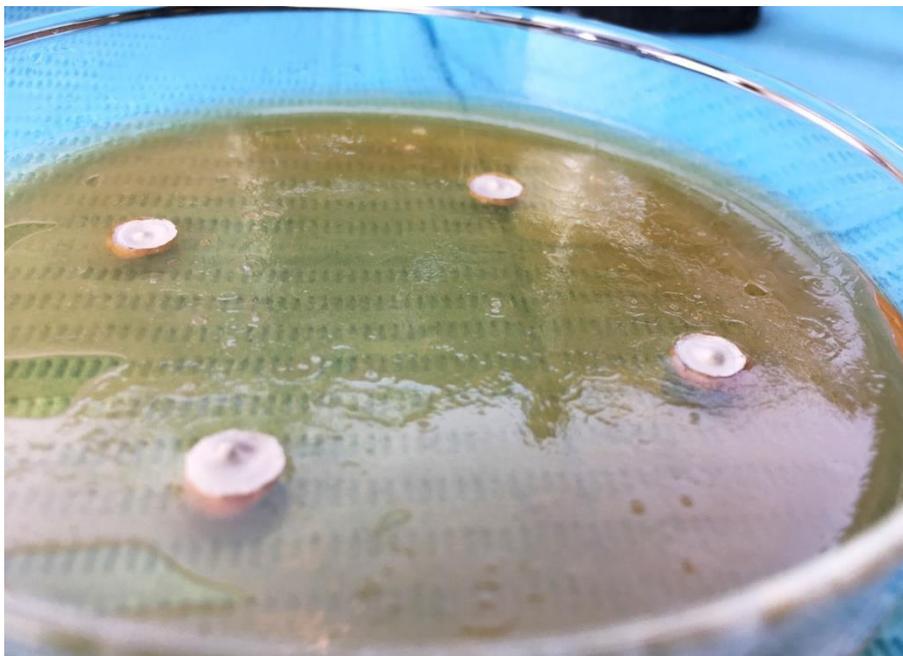


Figura 28. *Escherichia coli* vs Sealapex®.



Figura 29. *Escherichia coli* vs ADSEAL®.



Figura 30. *Escherichia coli* vs MTA-Fillapex®.



Figura 31. *Escherichia coli* vs SILCO®.



Figura 32. *Escherichia coli* vs Denssell ZOE®.

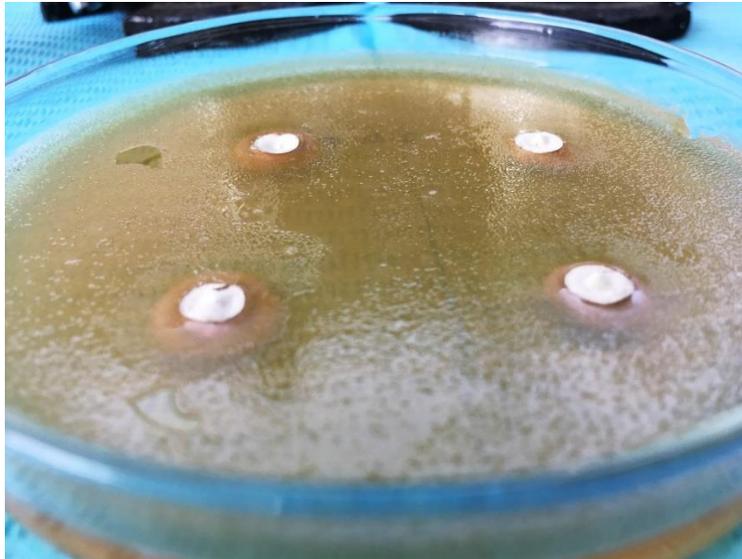


Figura 33. *Enterococcus faecalis* vs Sealapex®.



Figura 34. *Enterococcus faecalis* vs ADSEAL®.



Figura 35. *Enterococcus faecalis* vs MTA-Fillapex®.



Figura 36. *Enterococcus faecalis* vs SILCO®.



Figura 37. *Enterococcus faecalis* vs Denssell ZOE®.



Figura 38. *Staphylococcus aureus* vs Sealapex®.



Figura 39. *Staphylococcus aureus* vs ADSEAL®.



Figura 40. *Staphylococcus aureus* vs MTA-Fillapex®.



Figura 41. *Staphylococcus aureus* vs SILCO®.



Figura 42. *Staphylococcus aureus* vs Denssell ZOE®.

Discusión

En este estudio se desarrolló una técnica microbiológica comúnmente utilizada para la evaluación del efecto antimicrobiano (test de Kirby-Bauer), con una modificación, la utilización de pozos en lugar de discos de papel. Esta técnica modificada ya ha sido reportada con anterioridad, como es el caso de Toribio MS y cols (2007). que en su estudio para evaluar el efecto de inhibición bacteriana de *Baccaris ariculata* contra una serie de cepas bacterianas tuvo resultados satisfactorios, y es esta técnica por contacto directo una manera fiable, y reproducible para evaluar la capacidad antimicrobiana.^{86, 87}

A pesar de que en México existen diferentes opciones de cementos selladores gracias a la globalización, se utilizan constantemente selladores tradicionales a base de óxido de zinc y eugenol, por ello están incluidos y tienen trascendencia en este estudio, de manera similar como el de Mora y cols. que en su estudio evaluaron la capacidad antimicrobiana de SILCO® en combinación con gutapercha y el sistema Epiphany®, utilizando dientes extraídos y la obturación directa con estos sistemas, donde a pesar de la diferencia del experimento, los resultados concordaron con los obtenidos en el presente estudio, donde este sellador con base en la fórmula de Grossman obtuvo la capacidad antimicrobiana más alta. Sin embargo este estudio se limitó a esos selladores y sólo fueron probados contra *Enterococcus faecalis*.⁸⁵

La elección de *E. faecalis* para estudios similares se hace con el fin de evaluar al microorganismo que se encuentra con mayor frecuencia en el sistema de conductos tras la obturación y que por su virulencia es difícil de erradicar, por esta razón es uno de los microorganismos que se evaluaron en este estudio. Y con el fin de diversificar y enriquecer la investigación se agregaron otros microorganismos que en investigaciones como las de Zhang y cols. no han sido evaluados, pero que su trascendencia clínica durante la obturación radicular los hacen pertinentes.^{39, 40, 87}

Heredia realizó un estudio en el cual evaluaron tres selladores contra *E faecalis* con diferencia en que utilizaron discos y no pozos, dando primeramente, halos de inhibición más pequeños. Un cemento usado fue el Sealapex®, donde obtuvieron una media de 6 mm de halo de inhibición contra 7.4 que se obtuvo en el presente estudio, por lo que el cambio de esa variable puede dar resultados ligeramente diferentes al del presente estudio. Y del mismo modo que en este trabajo, el sellador que evaluaron con base a ZOE, GrossFar®, tuvo el mejor promedio de halos de inhibición.⁸⁸

Teixeira en un estudio donde a cuatro selladores les incorporaron un nanorelleno de vanadato de plata para potenciar su efecto antimicrobiano y observaron que con esta alteración, el sellador Sealapex®, potencia notoriamente su capacidad para inhibir a *E. faecalis* y a *E. coli*, que en los grupos control donde no aplicaron el nanorelleno, no hubo inhibición de crecimiento alguno, ni a las 24 o 48 horas, ni siquiera a los siete días, lo cual coincide con los resultados obtenidos en esta investigación donde contra esas bacterias tampoco hubo inhibición.⁸⁹

El caso particular del Sealapex®, puede explicar su baja actividad antimicrobiana *in vitro* debido a la necesidad de humedad durante periodos prolongados de tiempo que requiere el hidróxido de calcio para disociar los iones Ca, como Zheng y cols. evaluaron, el pH del Sealapex® aumenta conforme pasan los días llegando a 10.5 al cabo de siete días, lo que le confiere una mayor capacidad antimicrobiana después de este tiempo, sin embargo, el presente estudio se enfocó a evaluar las primeras 24 horas debido a que la mayoría de los microorganismos logran proliferar en un periodo incluso menor a ese.^{82, 87}

Amer y cols. al evaluar la eficacia de cuatro cementos con base a resina epóxica, obtuvieron que sí existían diferencias en la inhibición de todos los selladores probados contra tres bacterias. El sellador que tuvo resultados similares a los de este estudio fue el Epiphany®, considerando que la técnica que usaron también fue de Kirby-Bauer modificada con pozos, y usaron el agar Mueller-Hinton al igual que en este estudio. La diferencia fue que Amer y cols. solo probaron selladores elaborados a base de resina epóxica, y en el presente se probaron además, un sellador con fórmula de Grossman, uno a base de hidróxido de calcio, uno a base de MTA y finalmente un óxido de zinc con eugenol sin endurecedor.⁹⁰

Anumula y cols. usaron la inoculación en caldo, incluyendo el sellador a evaluar y fueron midiendo la turbidez del caldo para determinar si había inhibición del crecimiento, obteniendo que de nueva cuenta, el sellador a base de ZOE tenía el mayor efecto antibacteriano. Nos sugiere que aunque las técnicas de medición de inhibición sean distintas, los resultados se homologan bien.⁹¹

Shin y cols (2018). publicaron un estudio evaluando la actividad antimicrobiana de cementos selladores tradicionales comparándolos con dos selladores biocerámicos a base de silicato de calcio; el EndoSequence® de la casa americana Brasseler® y Endoseal® de la coreana MARUCHI®, donde obtuvieron que su actividad antimicrobiana era diferente, pues Endoseal® tenía actividad antimicrobiana y EndoSequence® no, sobre todo contra *E. faecalis*. Este estudio difiere con el presente en dos rubros; los microorganismos empleados, y la técnica microbiológica, pues en su investigación usaron *E. faecalis*, *P. gingivalis* y *P. endodontalis*. Y la técnica que usaron fue en caldo BHI, midiendo turbidez por intervalos de tiempo. El sellador EndoSequence® al no tener efecto de inhibición, no le sería útil al presente estudio. En cuanto al Endoseal®, se asemeja considerablemente en composición y efecto al MTA-Fillapex® usado en este estudio.⁹²

No se tomó en consideración a microorganismos del género *Porphyromonas* usados por Shin y cols. debido a que estas son identificadas principalmente en los estadios iniciales de la infección y no en conductos tratados (Gomes BP y cols. 2004).^{92, 93}

Rodríguez evaluó la actividad antimicrobiana de medicaciones intraconductos y cementos selladores contra muestras tomadas directamente de órganos dentarios con lesión periapical visible radiográficamente, para posteriormente procesarlas y sembrar en agar sangre de carnero al 5%, colocando discos impregnados con los agentes seleccionados y evaluar la inhibición de crecimiento mediante halos. El estudio de Rodríguez difiere a este en sentido de los selladores que eligieron,

EndoREZ®, RealSeal® y AH Plus® que están hechos a base de resina y el Guttaflow® a base de silicón, no obstante, los resultados no difirieron demasiado entre los grupos, salvo por el sellador a base de silicón que tuvo menor efecto general. En el presente estudio se optó por utilizar cepas del American Type Culture Collection (ATCC®) para poder estandarizar y tener un proceso reproducible con condiciones más controladas, pues en el estudio de Rodríguez, sin aplicar técnicas de tipificación, es imposible saber con certeza qué microorganismos están inhibiendo, además de que la dificultad que implica la obtención de muestras reduce el número de las mismas y disminuye la validez del estudio. En ese estudio se usaron selladores similares entre ellos lo que disminuye la diversidad de resultados, al contrario del presente, donde al usar tipos diferentes de selladores se pueden hacer comparaciones entre cada uno de ellos.⁹⁴

Las diversas investigaciones con el mismo objeto de estudio que esta, tienen diferencias recalables en la selección de cementos, microorganismos y técnicas. Lo que hace que el realizar la evaluación con diversos tipos de cementos selladores, probados contra cuatro microorganismos reportados en la literatura como agentes de importancia en el fracaso de la endodoncia, con el uso de técnicas estandarizadas y reproducibles le confiere utilidad y validez al presente trabajo.

Conclusiones

El cemento sellador con mayor media de inhibición contra los cuatro microorganismos fue Denssell ZOE® (23mm), y el que tuvo menor media de inhibición fue el Sealapex® (7.4mm) y los selladores que tuvieron una inhibición más cercana a la media general (16.5mm. n=80) fueron el MTA-Fillapex® (16.5mm) y el ADSEAL® (13.8mm). A pesar de que el Denssell ZOE® y SILCO® tienen mayor efecto de inhibición de crecimiento, el efecto difiere para cada bacteria, esto se corrobora al revisar la desviación estándar (3.8 y 5.5 respectivamente) a diferencia del MTA-Fillapex® que su desviación estándar es de 3.5 y el ADSEAL® de 1.7, lo cual indica que estos últimos funcionan de manera más uniforme contra los cuatro microorganismos. El microorganismo que ofrece menos resistencia contra los cementos selladores en general es *Candida albicans*.

Los resultados permiten concluir que:

Sealapex® presenta diferencias estadísticamente significativas con todos los selladores con la media de inhibición más baja de todas, lo que demuestra que su efecto de inhibición fue el menor contra los cuatro microorganismos evaluados.

SILCO® tuvo un efecto mayor con significancia estadística al del Sealapex® y al del ADSEAL® pero no contra Denssell ZOE®, lo cual indica que no existe diferencia significativa de la capacidad de inhibición del SILCO® y Denssell ZOE®, con la ventaja de que el SILCO® tiene una formulación optimizada para superar las propiedades físicas del óxido de zinc y eugenol tradicional.

El sellador ADSEAL® tiene un efecto antimicrobiano mayor al del Sealapex® pero menor al del SILCO® y Denssell ZOE® y de los cuatro selladores fue el que inhibió a los microorganismos de manera más homogénea.

El SILCO®, Denssell ZOE® y MTA-Fillapex® son los selladores que evaluados en este estudio tienen un mejor efecto de inhibición, y de estos tres, el que actúa de manera más constante contra los cuatro microorganismos evaluados es el MTA-Fillapex.

Anexos

Formato de recolección de datos

Anexo 1

Formato de recolección de datos				
Sealapex®				
Microorganismo	Diámetro en mm 24 hrs			
	1	2	3	4
<i>E. faecalis</i>				
<i>S. aureus</i>				
<i>C. albicans</i>				
<i>E. coli</i>				
SILCO®				
Microorganismo	Diámetro en mm 24 hrs			
	1	2	3	4
<i>E. faecalis</i>				
<i>S. aureus</i>				
<i>C. albicans</i>				
<i>E. coli</i>				
ADSEAL®				
Microorganismo	Diámetro en mm 24 hrs			
	1	2	3	4
<i>E. faecalis</i>				
<i>S. aureus</i>				
<i>C. albicans</i>				
<i>E. coli</i>				
MTA-Fillapex®				
Microorganismo	Diámetro en mm 24 hrs			
	1	2	3	4
<i>E. faecalis</i>				
<i>S. aureus</i>				
<i>C. albicans</i>				
<i>E. coli</i>				
Denssell ZOE®				
Microorganismo	Diámetro en mm 24 hrs			
	1	2	3	4
<i>E. faecalis</i>				
<i>S. aureus</i>				
<i>C. albicans</i>				
<i>E. coli</i>				

Referencias

1. Mejía R, Sierra MC. Variaciones en forma y número de los canales radiculares de los dientes posteriores. Revista CES Odontología. 1989; 2 (2): 91-9.
2. Oporto VG, Fuentes FR, Soto PC. Variaciones anatómicas y radiculares y sistema de canales. Int. J. Morphol. 2010; 28 (3): 945-950.
3. Tinelli ME, Ferreira G, Ilahyah K. Variantes étnicas de la topografía de los conductos radiculares. Electronic Journal of Endodontics. 2011; 10 (2); 553-6.
4. Greco MY, García MS, Lozano LV, Manzaranes CM. Morfología de los conductos radiculares de premolares superiores e inferiores. endodoncia. 2009; 27 (1): 1-10.
5. Escalaya AC. Pulpectomía y materiales de obturación. OdontoPediatr. 2009; 8 (2): 31-5.
6. Soares IJ, Goldberg F. Preparación del conducto radicular: Limpieza y conformación. En: Porto A, editora. Endodoncia. Técnica y fundamentos. 2da edición. Brazil: Editorial médica panamericana; 2012. 153-203.
7. Vázquez FC, García BF, Reyes SV, Jach RM. Fracaso del tratamiento endodóntico en pacientes atendidos en el servicio de urgencias estomatológicas. Revista de ciencias médicas. 2014; 20 (2): 1-3.
8. Terrazas RT, González PG, Liñán FM, Ortiz VM. Accidentes de procedimiento endodóntico. Presentación de un caso. Revista Odontológica Mexicana. 2011; 15 (3):183-8.

9. Hilú R, Balandrano PF. El éxito en endodoncia. ENDODONCIA. 2009; 27 (3): 99-108.
10. Colán MP, García RC. Microfiltración apical *in vitro* de tres cementos utilizados en la obturación de conductos radiculares. Rev Estomatol Herediana. 2008; 18 (1): 9-15.
11. Vera RJ. Posibles causas de fracaso en dientes adecuadamente tratados con endodoncia. Oral. 1999; 1 (1): 6-7.
12. Pires RD, Alves PK, Gordón NM, Andrade CR, Cavalacanti GH, Copes CL. Formación de los granulomas y quistes radiculares: Una revisión de los aspectos inmunopatológicos. Revista ADM. 2007; 65 (3): 91-6.
13. Sáenz CC, Guerrero J, Chávez BE. Estudio comparativo de la microfiltración apical de tres sistemas de obturación endodóncica: Estudio *in vitro*. Revista Odontológica Mexicana. 2009; 13 (3): 136-140.
14. Monrades CH, Abarca RJ, Castro HP. Microfiltración apical de dos cementos Selladores. Un estudio *in vitro*. Int. J. Odontostomat. 2014; 8 (3): 393-8.
15. Álvarez RJ, Clavera VT, Hernández VJ. Compendio de Endodoncia. La Habana: ICBD; 2013. 2013. 122-5.
16. Martínez CL, Rodríguez L, Díaz AJ. Exacerbación apical posterior a tratamiento endodóntico. Ustasalud. 2012; 11: 130-4.
17. Pisterna GV, Spoleti P. Interacción Infecto-Inmunológica Pulpar. Revista EJER. 2004; 2 (3): 1-5.
18. Siqueira FJ, Rocas MI. Clinical implications and microbiology of bacterial persistence after treatment procedures. JOE. 2008; 34 (11): 1292-8.

19. Canalda SC, Pumarola SJ, Berástegui JE. Actualización en endodoncia 2008. ENDODONCIA. 2009; 27 (3): 140-157.
20. Olarte AA. Microbiología Endodóntica. Revista de la Facultad de Ciencias de Salud. 2004; 1: 39-44.
21. Anuradha R, Ashok C. Isolation and identification of root canal bacteria from symptomatic nonvital teeth with periapical pathosis. Endodontology. 2015; 1 (1): 12-7.
22. Rodríguez P, Calero J. Microbiología pulpar de dientes íntegros con lesiones apicales de origen idiopático. Colomb Med. 2008; 39 (Supl 1): 5-10.
23. Brook I, Lewis MA, Sándor GK, Jeffcoat M, Samaranayake LP, Vega RJ. Clindamicina para el tratamiento de infecciones dentales. Revista ADM. 2007; 64 (6): 230-7.
24. Robertson D, Smith AJ. The microbiology of the acute dental abscess. Journal of Medical Microbiology. 2009; 58: 155-162.
25. Arbeláez L, Bravo S, Chica C, Contreras A, Ospina A, Rentería L, et al. Microbiología de las lesiones apicales crónicas supurativas con fístula. Rev Estomatol. 2003; 11 (1): 21-8.
26. Mora MP, Guillarte C. Aspectos microbiológicos de la actinomicosis periapical. Revisión de la literatura. Acta Odont. Venez. 2014; 52 (3): 1-4.
27. Angarita DM, Escobar FD, Gutiérrez N, Yañez F, Romero L. Análisis de *Enterococcus faecalis*, *Staphylococcus aureus* y *Candida albicans* en núcleos colados en metal base. Rev FAc Odontol Univ Antioq. 2017; 28 (2): 292-310.

28. Mushi FM, Bader O, Taverne GL, Bii C, Groß U, Mshana SE. Oral candidiasis among African human immunodeficiency virus-infected individuals: 10 years of systematic review and meta-analysis from sub-Saharan Africa. *Journal of Oral Microbiology*. 2017; 9:1-8.
29. Pardi G, Guilarte C, Cardozo I, Briceño EN. "Detección de enterococcus faecalis en dientes con fracaso en el tratamiento endodóntico". *Acta odontol. venez* [Internet]. 2009 Mar [citado 2017 Jun 01]; 47(1): 110-121. Disponible en: http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0001-63652009000100014&lng=es.
30. Romero SD, Hernández SS, Rueda GF. Identificación mediante PCR de *Candida albicans* aisladas de conductos radiculares necróticos. *Rev Odontol Latinoam*. 2013; 5 (2): 51-5.
31. Ahmad N, Plorde J, Drew KW. Sherris microbiología médica. 5ta edición. New York, USA. Mc Graw Hill. 2011.
32. Díaz PM, Rodríguez MC, Zhurbenko RC. Aspectos fundamentales sobre el género *Enterococcus* como patógeno de elevada importancia en la actualidad. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*. 2010; 48 (2): 147-161.
33. Fisher K, Phillips C. The ecology, epidemiology and virulence of *Enterococcus*. *Microbiology*. 2009; 155: 1749-1757.

34. Rashmiekha M, Sandhyarani M, Subasish B, Priyanka S, Soumyaranjan N, Sukanta KS. *Enterococcus faecalis*: A resistant microbe in endodontics. Int J Contemp Dent Med Rev [Revista en internet] 2014 [Acceso en 2017]; (2014). Disponible en: 10.15713/ins.ijcdmr.5.
35. Vidana R, Sullivan A, Billstrom H, Ahlquist M, Lund B. *Enterococcus faecalis* infection in root canals-host-derived or exogenous source?. Letters in Applied Microbiology [Revista en internet] 2010 [Acceso en 2017]; ISSN 0266-8254. Disponible en: 10.1111/j.1472-765X.2010.02972.x.
36. Cercenado E. Enterococcus: resistencias fenotípicas y genotípicas y epidemiología en España. Enf infecc Microbiol Clin. 2011; 29 (supl 5):59-65.
37. García RA, Bujaldón BA, Rodríguez AA. Lesiones periapicales. Diagnóstico y tratamiento. Av.Odontoestomatol 2015; 31 (1): 31-42.
38. Molander A, Reit C, Dahlén G, Kvist T. Microbiological status of root-filled teeth with apical periodontitis. Int Endod J 1998 Jan; 31 (1):1-7.
39. Rodríguez NC, Oporto VG. Implicancias clínicas de la contaminación microbiana por *Enterococcus faecalis* en canales radiculares de dientes desvitalizados: Revisión de la literatura. Revista Odontológica Mexicana. 2015; 19 (3): 181-6.
40. Stuart HC, Scott SA, Beeson JT, Watz BC. *Enterococcus faecalis*: its role in root canal treatment. Failure and current concepts in retreatment. J Endod. 2006; 32 (1): 93-8.

41. Rendón JA, Bermúdez P, Cano JD, Urrego AM. Microfiltración coronal de *Enterococcus faecalis* en tres tipos de obturación endodóntica (compactación vertical caliente, compactación lateral y cono único). Rev Fac Odontol Univ Antioq. 2017; 28 (2): 278-291.
42. García AG, García AR, Perea ML. Comparación *in vitro* de la actividad antimicrobiana de AhPlus, RSA y Ledermix contra *Enterococcus faecalis*. Revista Odontológica Mexicana. 2013; 17 (3): 156-160.
43. Portenier I, Tuomos MT, Huapasalo M. *Enterococcus faecalis*- the root canal survivor and 'star' in post-treatment disease. Endodontic Topics. 2003, 6(1): 135-159.
44. Carpio B, Tapia Y. Efecto del cemento endodóntico modificado con antibióticos en la reducción *in vitro* de *Enterococcus faecalis*. Rev. Endod. Clinic. 2016; 2 (2): 25-8.
45. Cervantes GE, García GR, Salazar SP. Características generales del *Staphylococcus aureus*. Rev Latinoam Patol Clin Med Lab. 2014; 61 (1): 28-40.
46. Reader CM, Boniface M, Bujanda WS. Refractory Endodontic Lesion Associated with *Staphylococci aureus*. Journal of Endodontics. 1994; 20(12): 607-9.
47. Gutierrez FJ, Gambia JF, Zaragoza MM. Género *Staphylococcus* y bacterias relacionadas. En: Liébana UJ. Microbiología Oral. 2da edición. México: Mc Graw Hill; 2002. 217-224.
48. Seng ML, Estrada RS. *Escherichia coli* en conducto radicular dentario. Invest Medicaquir. 2012; 4 (2): 214-220.

49. Balaei GE, Aghazadeh M, Abashou R, Salem MA, Moosavi Z. Microbial flora of root canals of pulpally-infected teeth: *Enterococcus faecalis* a prevalent species. J Dent Clin Dent Prospect. 2009; 3 (1): 24-7.
50. Baldwin W, Castro R. Capacidad antibacteriana de diferentes selladores endodónticos frente al *Enterococcus faecalis*. Estudio *In Vitro*. Kiru. 2007; 4(1): 17-9.
51. Shakouie S, Eskandavinezhad M, Shahi S, Mokhtari H, Frough RM, Soroush M et al. Antimicrobial efficacy of AH-Plus, adseal, and endofill against *Enterococcus faecalis*. An *in vitro* study. African Journal of Microbiology Research. 2012; 6(5): 991-4.
52. Herzog FD, Oliva R, Ramos NP. Mecanismo de presentación antigénica en el tejido pulpar. Revista ADM. 2005; 62(4): 125-131.
53. Ortega NC, Botia LA, Temiño MR, Macorra GJ. Técnicas de obturación en endodoncia. Rev Esp. Endodoncia. 1987; 5(2): 91-104.
54. Bertoldi A. Nuevos enfoques en la reconstrucción coronaria del diente endodónticamente tratado. Asoc. Odontológica Argentina. 2012; 90(4): 266-275.
55. Kwang WL, Williams M, Camps J, Pashley D. Adhesion of endodontic sealers to dentin and gutta-percha. JOE. 2012; 28 (10): 684-688.
56. Johnson TW, Kulild CJ. Obturation of the cleaned and shaped root canal system. En: Hargreaves MK. Cohen's Pathways of the Pulp. 10ma edición. Missouri, Estados Unidos. Mosby Elsevier; 2011. 349-383

57. Zhou H, Shen Y, Zheng W, Li L, Zheng Y, Haapasalo M. Physical properties of 5 root canal sealers. JOE. 2013; 39(10): 1281-1286.
58. Irazábal V, Beltrán L, Rodríguez A, Méndez C. Comparación de la interfase cemento sellador-dentina en dos técnicas de obturación: condensación lateral y condensación híbrida mixta. Univ Odontol. 2015; 34 (73): 21-6.
59. Gómez P. Cementos selladores en endodoncia. UtaSalud Odontología. 2004; 3: 100-7.
60. Truque RP, Silva HD, Pozos GA. Resilon: Nuevo sistema de obturación en endodoncia: casos clínicos y revisión de literatura. Revista ADM. 2008; 65 (2): 103-8.
61. Leonardo M, Almeida W, Silva L, Utrilla C. Histological evaluation of response of apical tissues to glass ionomer and zinc oxide based sealers in dog teeth after root canal treatment. Endod. Dent. Traumatol. 1998; 14 (25): 61-89.
62. Cisneros CR, Segura EJ. Reparación postendodoncia con el cemento de Grossman: Presentación de dos casos clínicos. ENDODONCIA. 2014; 22 (1): 7-14.
63. López BJ, Ruiz SA. Evaluación *in vitro* de la pigmentación coronal causada por eugenol. Revista CES Odontología. 1999; 12 (1): 13-20.
64. Mora R, Herzog FD, Pozos GA. Capacidad antibacteriana de seis agentes desinfectantes en la terapia endodóntica. [Sede web]. México. 2017 [Acceso febrero 2017]; Disponible en: [www.academia.edu/3764670/capacidad_antibacteriana_de_seis_agentes_d](http://www.academia.edu/3764670/capacidad_antibacteriana_de_seis_agentes_desinfectantes_en_la_terapia_endod%C3%B3ntica) esinfectantes_en_la_terapia_endodóntica.

65. Calcium hydroxide-based root canal sealers. *Dental Abstracts*. 2009; 54 (5): 260-1.
66. Chu SM, Prea B, Labajo E, Santiago A, García F. Lesiones causadas por extrusión de hidróxido de calcio al periápice: Causas y recomendaciones de actuación. *Cient Dent*. 2011; 8 (2): 141-7.
67. Desai S, Chandler N. Calcium hydroxide-based root canal sealers: a review. *JOE*. 2001; 35(4): 475-8.
68. Kerrdental [Sede web]. USA: Kerr Corporation; 2018 [Acceso febrero 2018] Sealapex Fill/obturation. Disponible en: www.kerrdental.com/kerr-endodontics/sealapex-polymeric-calcium-hydroxide-root-canal-sealer#.
69. Téllez PJ, Juárez BN, Andaracua GS, Pérez CJ. Respuesta inflamatoria de los cementos selladores: MTA-Fillapex, Adseal y Roth en tejido subcutáneo de ratas. *Endodoncia Actual*. 2015; 10 (1) 34-9.
70. Meta-biomed [Sede web]. Republic of Korea: Metabiomed; [Acceso Febrero 2018]; ADSEAL Resin Based Sealer. Disponible en: www.meta-biomed.com/product/product_view/89.
71. Brenes DG. Retratamiento endodóntico en casos efectuados con resina a base de resorcinol-formaldehído (russian red): Informe de casos clínicos. *CCDCR*. 2007; 3 (1): 23-31.
72. Díaz CL, Díaz CA, Fortich CR. Extrusión del cemento sellador endodóntico al espacio periapical. *DUAZARY*. 2011; 8 (1): 88-92.
73. Ramakrishna DS, Pyarelal BG, Tarachand KR. Evaluation of softening ability of xylene & Endosolv-R on three different epoxy resin based sealers within 1 to 2 minutes – an *in vitro* study. *Restor Dent Endod*. 2014; 39 (1): 17-23.

74. Rawtiya M, Verma K, Singh S, Munuga S, Khan S. MTA-Based root canal sealers. *J Orofac Res.* 2013; 3 (1): 16-21.
75. Tanomaru FM, Tanomaru JM, Barros DB, Watanbe W, Ito YI. *In vitro* antimicrobial activity of endodontic sealers, MTA-based cements and Portland cement. *Journal of Oral Science.* 2007; 49 (1): 41-5.
76. Mejía FP, Bustos MK. Eficacia de la obturación ortógrada de conductos radiculares con MTA vs. MTA más conos de gutapercha. *Salud Uninorte.* 2012; 28 (3): 391-401.
77. Pineda MM, Salcedo MN, Castro RA, Palacios AE, Moromi NH, Martínez CE, et al. Filtración del *Enterococcus faecalis* en obturaciones retrógradas con MTA, amalgama de plata e ionómero de vidrio. *Odontol. Sanmarquina.* 2008; 11 (1): 10-3.
78. MTA-Fillapex [Internet] Brazil: angelusdental.com, 2013 [Acceso 6 de febrero de 2018]. Disponible en: www.angelusdental.com/img/arquivos/mta_fillapex_bula.pdf.
79. Hernández VS, Piñeiro MS, Aracena RS, Alcántara DR. Comparación de la calidad de la obturación radicular obtenida con el sistema fluido de obturación radicular v/s técnica de compactación lateral. *Av. Odontoestomatol.* 2008; 24 (4): 255-260.
80. Ree M, Scharz R. Clinical applications of bioceramic materials in endodontics. *Endodontic Practice.* 2016; 7 (4): 1-9.
81. Min Kai W, Tigos E, Wesselink PR. An 18 month longitudinal study on a new silicon-based sealer RSA Roeko Seal: a leakage study *in vitro*. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 2002; 94: 499-502.

82. Brito FT, Olano DT, Teixeira NL, Ramos PC, Kenji NC. Actividad antimicrobiana y biocompatibilidad de los cementos endodónticos a base de hidróxido de calcio. *Revista ADM*. 2016; 73 (2): 60-4.
83. Cona TE. Condiciones para un buen estudio de susceptibilidad mediante test de difusión en agar. *Rev Chil Infect*. 2002; 16 (Supl 2): 77-81.
84. Rojas JJ, García AM, López AJ. Evaluación de dos metodologías para determinar la actividad antimicrobiana de plantas medicinales. *BLACPMA*. 2005; 4 (2): 28-32.
85. García GM. Procesamiento de muestras microbiológicas. En: *Microbiología Clínica Práctica*. 2da Edición. Cádiz: Servicio de publicaciones Universidad de Cádiz; 1994: 71-85.
86. Toribio MS, Oriani DS, Fernández JG, Toso RE, Tortone CA. Estudio de la actividad antimicrobiana de cuatro especies del género *Baccharis*. *Ciencia Veterinaria*. 2007; 9 (1): 44-8.
87. Zhang H, Shen Y, Ruse D, Haapasalo M. Antibacterial activity of endodontic sealers by modified direct contact test against *Enterococcus faecalis*. *J Endod*. 2009; 35 (7): 1051-5.
88. Heredia VD, Abad CD, Villavicencio CE. Eficacia antibacteriana de tres selladores endodónticos frente al *Enterococcus faecalis*. *Rev Estomatol Herediana*. 2017; 27 (3): 132-140.
89. Texeira AV, Vidal CL, Castro DT, Oliveira C, Schiavon MA, Reis AC. Incorporating Antimicrobial Nanomaterial and its Effect on the Antimicrobial Activity, Flow and Radiopacity of Endodontic Sealers. *Eur Endod J*. 2017; 2 (16): 1-8.

90. Amer AM, Firas SO, Sundus HN. In vitro evaluation of the Antimicrobial Activity of four resin based Endodontic Sealers on three bacterial species. MDJ. 2014; 11 (1): 11-8.
91. Lavanya A, Swaroop K, Venkata SK, Chandra S, Murali K, Rama MP et al. An Assesement of Abntibacterial Activity of Four Endodontic Sealers on *Enterococcus faecalis* by a Direct Contact Test: An in Vitro Study. ISRN Dentistry; 2012 (1): 1-5.
92. Shin J-H, et al., Comparison of antimicrobial activity of traditional and new developed root sealers against pathogens related root canal. Journal of Dental Sciences. 2018, en prensa: 1-5.
93. Gomes BP, Pinheiro ET, Gade-Neto CR, et al. Microbiological examination of infected dental root canals. Oral Microbiol Immunol. 2004; 19 (1): 71-6.
94. Rodríguez DI. Actividad antimicrobiana de distintos materiales utilizados en la terapia de conductos radiculares [tesis doctoral]. Granada: Editorial de la Universidad de Granada; 2009. 47-59.