UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD CIENCIAS DE LA SALUD
CARRERA DE ODONTOLOGÍA

"Microfiltración corono apical de *Enterococcus faecalis* en dientes endodonciados"

Trabajo de Titulación para optar al título de Odontóloga

Autor:

Vaca Ayala Cristina Elizabeth

Tutor:

Dra. Verónica Alejandra Guamán Hernández

Riobamba, Ecuador. *2023*

DERECHOS DE AUTORÍA

Yo, Cristina Elizabeth Vaca Ayala, con cédula de ciudadanía 0401918974, autora del trabajo de investigación titulado: "Microfiltración corono apical de *Enterococcus faecalis* en dientes endodonciados", certifico que la producción, ideas, opiniones, criterios, contenidos y conclusiones expuestas son de mí exclusiva responsabilidad.

Asimismo, cedo a la Universidad Nacional de Chimborazo, en forma no exclusiva, los derechos para su uso, comunicación pública, distribución, divulgación y/o reproducción total o parcial, por medio físico o digital; en esta cesión se entiende que el cesionario no podrá obtener beneficios económicos. La posible reclamación de terceros respecto de los derechos de autora de la obra referida será de mi entera responsabilidad; librando a la Universidad Nacional de Chimborazo de posibles obligaciones.

En Riobamba, a la fecha de su presentación.

Cristina Elizabeth Vaca Ayala
C.I: 0401918974

DICTAMEN FAVORABLE DEL TUTOR Y MIEMBROS DE TRIBUNAL

Quienes suscribimos, catedráticos designados Miembros del Tribunal de Grado del trabajo de investigación "Microfiltración corono apical de *Enterococcus faecalis* en dientes endodonciados", presentado por Cristina Elizabeth Vaca Ayala, con cédula de identidad número 0401918974, emitimos el DICTAMEN FAVORABLE, conducente a la APROBACIÓN de la titulación. Certificamos haber revisado y evaluado el trabajo de investigación y cumplida la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba 04 de diciembre de 2023

Dra. Tania Jacqueline Murillo Pulgar
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO

Dra. Silvia Verónica Vallejo Lara
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO

Dra. Verónica Alejandra Guamán Hernández
TUTOR

CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Quienes suscribimos, catedráticos designados Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación "Microfiltración corono apical de *Enterococcus faecalis* en dientes endodonciados", presentado por Vaca Ayala Cristina Elizabeth, con cédula de identidad número 0401918974, bajo la tutoría de Dra. Verónica Alejandra Guamán Hernández; certificamos que recomendamos la APROBACIÓN de este con fines de titulación. Previamente se ha evaluado el trabajo de investigación y escuchada la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba 04 de diciembre de 2023

Presidente del Tribunal de Grado
Dr. Carlos Alberto Alban Hurtado firma

Miembro del Tribunal de Grado
Dra. Tania Jacqueline Murillo Pulgar firma

Miembro del Tribunal de Grado
Dra. Silvia Verónica Vallejo Lara firma

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO CID
Ext. 1133

Riobamba 27 de noviembre del 2023
Oficio N°200-2023-2S-URKUND-CID-2023

Dr. Carlos Alberto Albán Hurtado
DIRECTOR CARRERA DE ODONTOLOGÍA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
UNACH
Presente.-

Estimado Profesor:

Luego de expresarle un cordial saludo, en atención al pedido realizado por la **Dra. Verónica Alejandra Guamán Hernández,** docente tutor de la carrera que dignamente usted dirige, para que en correspondencia con lo indicado por el señor Decano mediante Oficio N°0614-D-FCS-ACADÉMICO-UNACH-2023, realice validación del porcentaje de *similitud* de coincidencias presentes en el trabajo de investigación con fines de titulación que se detalla a continuación; tengo a bien remitir el resultado obtenido a través del empleo del programa URKUND, lo cual comunico para la continuidad al trámite correspondiente.

No	Documento número	Título del trabajo	Nombres y apellidos del estudiante	% URKUND verificado	Validación	
					Si	No
1	0614-D-FCS-05-07-2023	Microfiltración corono apical de *Enterococcus faecalis* en dientes endodonciados	Vaca Ayala Cristina Elizabeth	3	x	

Atentamente,

FRANCISCO JAVIER USTARIZ FAJARDO

PhD. Francisco Javier Ustáriz Fajardo
Delegado Programa URKUND
FCS / UNACH
C/c Dr. Vinicio Moreno – Decano FCS

DEDICATORIA

Al creador del universo

YAHWEH

Con todo mi corazón, honrando a mis padres, por su amor, apoyo y esfuerzo

Homero Vaca y Cecilia Ayala

A mi inspiración, mis hermanas

Doris Vaca y Gabriela Vaca

Por brindarme fortaleza, a mi prima

Lizbeth Vásquez

A quién alegra mis días, mis sobrinos

Emiliano, Karlita, Sarita y Danyah

Los amo mucho

Cristina Elizabeth Vaca Ayala

AGRADECIMIENTO

YAHWEH
por su infinito amor y misericordia.

A mis profesores de primaria y secundaria porqué cada conocimiento que me compartieron, ha sido una base fundamental para desenvolverme de la mejor manera a lo largo de mi carrera universitaria.

Agradecida por cada palabra de aliento, enseñanza, apoyo, oportunidad y por cada abrazo que me brindaron mis docentes/doctores de pregrado:
Tañita Murillo, Alejandro Pallo, David Carillo, Víctor Barragán y Carlos Espinoza.

Un fraterno agradecimiento a la *Dra. Verito Guamán*, quién me inspira como profesional y me ha guiado para la culminación del proyecto de investigación. Agradezco a todos quienes me dieron su apoyo y compañía a lo largo de mi vida estudiantil para la culminación de esta etapa con éxito.

Cristina Elizabeth Vaca Ayala

ÍNDICE GENERAL

DERECHO DE AUTORIA……..
DICTAMEN FAVORABLE DEL TUTOR Y MIEMBROS DEL TRIBUNAL……
CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL……
CERTIFICADO URKUND…….
DEDICATORIA……..
AGRADECIMIENTO…….
INDICE GENERAL ……
INDICE DE GRÁFICOS…….
INDICE DE TABLAS…….
RESUMEN……..
ABSTRACT ……...

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN..... 15

CAPITULO II. MARCO TEORICO..... 17

2.1 Endodoncia 17

2.1.1 Definición 17

2.1.2 Objetivo de la endodoncia 17

2.1.3 Obturación endodóntica 17

2.1.4 Técnicas de obturación 18

2.2 Fracaso endodóntico 18

2.2.1 Definición 18

2.2.2 Causas 18

2.3 Microfiltración 19

2.3.1 Definición 19

2.3.2 Microfiltración coronal 19

2.3.3 Microfiltración apical 20

2.4 Microbiología endodóntica 20

2.4.1 *Enterococcus faecalis* 20

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA. 22

3.1. Pregunta pico 22

3.2. Criterios de selección 23

3.2.1. Criterios de inclusión 23

3.2.2. Criterios de exclusión 23

3.3. Tipo de investigación 23

3.4. Diseño de Investigación 24

3.5. Técnica de recolección de datos 24

3.6. Población de estudio y tamaño de muestra 25

3.7. Instrumentos empleados 26

3.8. Valoración de la calidad de estudios 28

3.8.1. Número de publicaciones por año 28

3.8.2. Publicaciones por factor de impacto y año de publicación 29

3.8.3. Año de publicación por promedio de conteo de citas 30

3.8.4. Número de publicaciones por cuartil 31

3.8.5. Publicaciones por tipo de estudio y base de datos 32

3.8.7. Publicaciones por bases de datos 34

3.8.8. Publicaciones por país 35

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN. 36

4.1. RESULTADOS 36

4.1.1. Microfiltración corono apical de *E. faecalis* en dientes endodonciados. 36

4.1.2. Prevalencia de *E. faecalis* en el sistema conductos radiculares con tratamiento endodóntico. 41

4.1.3. Materiales y técnicas utilizados en endodoncia 46

4.1.4. Causas del fracaso endodóntico. 58

4.2. DISCUSIÓN 63

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES. 66

5.1. CONCLUSIONES 66

5.2. RECOMENDACIONES 67

BIBLIOGRAFÍA. 68

ANEXOS 77

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Metodología con escala y algoritmo de búsqueda. 27

Gráfico 2. Número de publicaciones por año 28

Gráfico 3. Publicaciones por factor de impacto y año de publicación 29

Gráfico 4. Año de publicación por promedio de conteo de citas 30

Gráfico 5. Número de publicaciones por cuartil (Q) 31

Gráfico 6. Publicaciones por tipo de estudio y base de datos 32

Gráfico 7. Publicación por colección y base de datos 33

Gráfico 8. Publicaciones por bases de datos 34

Gráfico 9. Publicaciones por país 35

Gráfico 12. Cuadro Resumen I 40

Gráfico 13. Cuadro Resumen II 45

Gráfico 14. Cuadro Resumen III 49

Gráfico 15. Cuadro Resumen IV 61

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Microorganismos prevalentes en los conductos radiculares con tratamiento de conductos. 21

Tabla 2. Pregunta pico 22

Tabla 3. Método de análisis y procesamiento de datos. 25

Tabla 4. Criterios de selección de estudios 26

RESUMEN

El uso de agentes antimicrobianos y la aplicación de una buena técnica en la obturación del sistema de conductos, son fundamentales para el éxito en los tratamientos endodónticos, ya que previenen el ingreso, proliferación y migración de las bacterias desde el interior de los conductos hasta los tejidos periapicales. La presente revisión bibliográfica tiene como objetivo analizar la microfiltración corono apical de *Enterococcus faecalis* en dientes endodonciados. MÉTODO: Se realizó una búsqueda exhaustiva en las bases de datos Science Direct, PubMed y Scopus, seleccionando 57 artículos científicos entre ellos experimentales, descriptivos y observacionales publicados desde el 2013 a 2023, según el protocolo PRISMA 2020. RESULTADOS: La mayoría de los autores destacan a *E. faecalis* como el principal microorganismo prevalente en dientes con fracaso endodóntico, debido a su capacidad de sintetizar proteínas que le permiten sobrevivir en condiciones adversas dentro de los túbulos dentinarios, sin embargo, recientes resultados de los estudios experimentales *in vitro* integran a *Propionibacterium*, *Actinomyces*. CONCLUSIÓN: Se concluye que, una buena preparación químico mecánica de los conductos radiculares, utilizando NaClO al 5,25% con EDTA al 17%, más la aplicación de la técnica de obturación Thermafil, la cual proporciona un completo sellado en la porción apical, y finalmente realizando una restauración temporal con excelente adaptación marginal a base de Coltosol o Cavisol, anticipan un 90% del éxito en el tratamiento endodóntico.

Palabras claves: *E. faecalis*, conductos radiculares, reinfección endodóntica, técnicas de obturación

ABSTRACT

The use of antimicrobial agents and the application of a good technique in the obturation of the canal system are fundamental for the success of endodontic treatments since they prevent the entry, proliferation, and migration of bacteria from inside the canals to the periapical tissues. This literature review aimed to analyze the coronoapical microleakage of Enterococcus faecalis in endodontically treated teeth. METHOD: A comprehensive search was performed in Science Direct, PubMed, and Scopus databases, selecting 57 scientific articles among experimental, descriptive, and observational published between 2013 and 2023, according to the PRISMA 2020 protocol. RESULTS: Most authors highlight E. faecalis as the main prevalent microorganism in teeth with endodontic failure due to its ability to synthesize proteins that allow it to survive in adverse conditions within the dentinal tubules; however, recent results of in vitro experimental studies integrate Propionibacterium, Actinomyces. CONCLUSION: It is concluded that a good chemical-mechanical preparation of root canals, using NaClO at 5.25% with EDTA at 17%, plus the application of the Thermafil obturation technique, which provides a complete seal in the apical portion, and finally performing a provisional restoration with excellent marginal adaptation based on Coltosol or Cavisol, anticipates a 90% success rate in endodontic treatment.

Keywords: E. faecalis, root canals, endodontic reinfection, obturation techniques.

Firmado electrónicamente por:
DARIO JAVIER
CUTIOPALA LEON

Reviewed by:
Mgs. Dario Javier Cutiopala Leon
ENGLISH PROFESSOR
c.c. 0604581066

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.

El presente proyecto de investigación se enfoca en el estudio de la microfiltración corono apical en conductos radiculares de dientes endodonciados, en los cuales existe un predominio de bacterias del género *Enterococcus,* anaerobios facultativos que de forma natural son parte de la flora bacteriana oral y el tubo gastrointestinal, que con fundamento en varios estudios han sido catalogados como potenciales patógenos en humanos, pues causan el 12% de infecciones nosocomiales como: tracto urinario, endocarditis infecciosa, infecciones intraabdominales; se aduce que esto es por su capacidad para sobrevivir en medios áridos, pues se lo detecta en el agua, alimentos, plantas, animales como pájaros e insectos. [(1)]

Estudios actuales realizados con la ayuda de microscopia electrónica, complementando con análisis histoquímicos, toma de muestras y cultivos han permitido confirmar la prevalencia de *Enterococcus faecalis* en un 32% y descubrir nuevas especies bacterianas en tejidos periapicales de casos que reportan fracaso al tratamiento endodóntico convencional. Abou y Goben[(2)] comprueban los descubrimientos de Happonen et al.[(3)], en donde reconocen al género *Actinomyces* con un predominio del 31,8%, seguidos de *Propionibacterium* 22,7%, *Streptococcus* 18,2% y finalmente la presencia de *Staphylococcus* con 13,6%.

A lo largo de los años, la importancia de realizar un sellado hermético en el sistema de conductos para evitar la multiplicación y proliferación de bacterias ha llevado a la creación y desarrollo de nuevos materiales y métodos de obturación endodóntica. Así mismo, Hess[(4)] en su estudio resalta que, la anatomía de los conductos es variada y compleja, por tal motivo, los protocolos estándar de desinfección, especialmente con los irrigantes, reducen en gran medida la cantidad de bacterias en el sistema de conductos radiculares.

Varios ensayos clínicos *in vitro* que se han efectuado en el Ecuador sostienen que la microfiltración apical de *E. faecalis* se presenta en el 60% de los casos como resultado de una inadecuada obturación, sin embargo, hay escasos estudios ejecutados en el país mediante los cuales se pueda analizar, comparar y corroborar los datos extraídos.[(5)] [(6)]

Recientes investigaciones a nivel mundial demuestran con un 70% que el responsable de fracasos en los tratamientos de conducto radicular, es el *Enterococcus faecalis* microorganismo con gran capacidad de invadir los túbulos dentinarios y sobrevivir en medios poco nutritivos.[7] En esta perspectiva, en 2017 Cancio et al.[8] realizaron un experimento *in vivo*, en donde se obtuvo muestras del conducto radicular de piezas dentales en las que el tratamiento endodóntico fracasó y mediante la aplicación de técnicas moleculares (PCR), se observó a *E. faecalis* con una predominio del 77%.

La presente revisión de la literatura científica de manera directa beneficiará a los estudiantes, odontólogos y especialistas del área odontológica que requieran de información relevante, actualizada y sistematizada, mediante la cual, puedan resolver dudas y/o inquietudes y sea una guía en la práctica odontológica.

Finalmente, el propósito del trabajo de investigación es analizar la microfiltración corono apical de *E. faecalis* en dientes endodonciados, así como, determinar la prevalencia de *Enterococcus faecalis* en el sistema conductos radiculares con tratamiento endodóntico, además de, identificar materiales y técnicas utilizadas en endodoncia y, por último, describir las causas del fracaso endodóntico.

CAPITULO II. MARCO TEORICO.

2.1 Endodoncia

2.1.1 Definición

La endodoncia es una especialidad odontológica conservadora que deriva de las ciencias de la salud, fue reconocida en 1963; enfocada en el estudio de la morfología, función, salud y patologías de la cavidad pulpar, con la finalidad de prevenir y tratar afecciones pulpares y periapicales. [3]

2.1.2 Objetivo de la endodoncia

Manoj et al. [9] expresan que uno de los principales propósitos de la endodoncia es preservar los dientes naturales tanto en forma como en su función habitual. En apoyo a este punto Toledo et al.[10] coinciden en que la permanencia del diente en boca es mejor que su pérdida y recomiendan el tratamiento endodóntico como recurso de saneamiento, con lo cual se evitará nuevas lesiones, pérdida de oclusión y destrucción de tejido óseo.

2.1.3 Obturación endodóntica

La obturación radicular es la última etapa operatoria del tratamiento de conductos y tiene un valor primordial en el éxito a mediano y largo plazo, se plantea entonces, algunas de las características ideales de la obturación:

- Su proceso se realiza de forma tridimensional para evitar la percolación de bacterias hacia los tejidos periapicales y al sistema de conductos radiculares.

- A nivel radiográfico el relleno se expande lo más cerca de la unión cemento-dentina, además de que el conducto obturado debe observarse semejante a la morfología radicular.

- Se emplea la menor cantidad de cemento sellador, en la actualidad los más indicados son los cementos biocerámicos, caracterizados por ser biocompatibles que estimulan la mineralización, proporciona biocompatibilidad debido a su similitud con el proceso biológico de formación de hidroxiapatita y a su capacidad de inducir una respuesta regenerativa de los tejidos periapicales.[11]

Varios hallazgos de la literatura concuerdan que la obturación es la etapa más crítica y decisiva para determinar un fracaso o éxito en el tratamiento endodóntico, por lo tanto, es necesario hacer énfasis al elegir la técnica de obturación, la misma que evite la microfiltración en el sellado que pueda ocasionar reinfección.[12]

2.1.4 Técnicas de obturación

Dentro de las técnicas de obturación más usadas en endodoncia se encuentran: condensación lateral activa en frío, condensación vertical (gutapercha caliente), gutapercha en frío (Gutta Flow), compactación termomecánica o termocompactación, gutapercha termoplastificada inyectable, conductores de núcleo o centro sólido, envueltos con gutapercha alfa, plastificación ultrasónica.[11][13]

2.2 Fracaso endodóntico

2.2.1 Definición

Los tratamientos de endodoncia por lo general tienen tasas elevadas de éxito a pesar de que es una técnica invasiva y difícil, este último haciendo referencia a la compleja morfología interna que presentan las piezas dentales. Determinadas complicaciones suelen surgir en el instante o después del tratamiento de conducto, ya sea por una mala manipulación en la instrumentación o desconocimiento de la anatomía interna. [14]

2.2.2 Causas

El tratamiento de conducto radicular fracasa debido a una infección bacteriana o a una reinfección. También se incluyen técnicas incorrectas de desinfección, conformación, y

obturación tridimensional sistema de conductos, además de pésimas restauraciones que se evidencian con fracturas. [14]

2.3 Microfiltración

2.3.1 Definición

Guerrero et al.[15] definen a la microfiltración como el paso indistinguible y/o expansión de fluidos, elementos químicos y microorganismos al interior del conducto radicular, producido por la interfaz entre:

- La pared dentinaria y el sellador
- La gutapercha y el sellador
- La porosidad del cemento endodóntico

Esta fuga al ser casi imperceptible, es un factor determinante que influye en el éxito a mediano (un año) y a largo plazo (10 años) del tratamiento de conducto, debido a que causa efectos graves que conllevan a una reinfección y fracaso del tratamiento endodóntico.[16] Por otra parte, los estudios destacan que los componentes de obturación y restauración dental no son lo suficientemente impenetrables, sino que, presentan micro fisuras que encierran un acúmulo de bacterias, y sustancias químicas. [16]

2.3.2 Microfiltración coronal

Es el paso de microrganismos, líquidos y partículas entre el material de restauración y la pared cavitaria. [17] La pérdida de una restauración temporal o la fractura de una pieza dental después de un tratamiento de endodoncia, expone el sello coronal del conducto radicular a la cavidad oral. Gómez et al. [12] refieren en su estudio que, la microfiltración coronal debería considerarse como el principal factor etiológico en el fracaso de tratamiento endodóntico. En un experimento para examinar el estado periapical de 1010 dientes endodonciados realizado por Ray y Trope[18] concluyeron que, la calidad de la restauración coronal es más importante que la técnica de obturación del conducto, posiblemente por filtración marginal en la restauración.

2.3.3 Microfiltración apical

Se define como la filtración a lo largo de la interfaz entre el material de obturación y la pared del conducto radicular. El sellado marginal deficiente permite la percolación de bacterias entre el sistema de conductos radiculares y los tejidos perirradiculares. Es considerada la causa más común de fracaso en endodóntico y está influenciada por múltiples variables, tales como técnicas de obturación, propiedades físico-químicas de los materiales de obturación del conducto radicular y la presencia o no de capa de barrillo dentinario. [19]

Fernández & Pineda[19] definen a la microfiltración apical como el desplazamiento de fluidos periapicales hacia los conductos radiculares de dientes endodonciados, generalmente por medio de acción capilar debido a la comunicación entre el espacio pulpar y periapical. Además, señalan que la inflamación no acontece a menos que las bacterias sean un cofactor y como consecuencia se dé el fracaso del tratamiento a largo plazo.

2.4 Microbiología endodóntica

Los microorganismos en la actualidad son los causantes de las enfermedades pulpares y periapicales, se les atribuye un incremento en su capacidad de resistencia ante los agentes antimicrobianos, por lo que representan uno de los problemas más importantes que afectan a las ciencias odontológicas.[1][2]

2.4.1 *Enterococcus faecalis*

La cepa bacteriana responsable de las enfermedades mortales en lo seres humanos es el *Enterococcus faecalis*, patógeno oportunista, Gram positivo anaerobio facultativo, con capacidad de adherencia, caracterizado por su resistencia a los antibióticos y su capacidad para formar biopelículas. Tomando en cuenta la agresividad de este microorganismo se ha demostrado que es el principal causante de las infecciones post endodónticas. [7][1]

La capacidad de este microorganismo de sobrevivir en condiciones demasiado adversas es potencialmente alta, pues se sabe que el *Enterococcus faecalis* sintetiza varias proteínas que le

permiten crecer a temperaturas entre 10° y 45°, subsistir a 60° durante 30 min y mantenerse en un pH de 11,5, de esta forma resiste a la exposición del irrigante más conocido como es el hipoclorito de sodio.[20]

Tabla 1. Microorganismos prevalentes en los conductos radiculares con tratamiento de conductos.

Elaborado por Cristina Vaca

Fuente: Canalda S, Brau A. Endodoncia: Técnicas clínicas y bases científicas. 2019

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA.

Este trabajo investigativo se crea gracias a las recomendaciones PRISMA (Prerrefered Reporting Items for Systemic Reviews and Meta-Analysis).[21] Se usa la pregunta pico (población, intervención, comparación, outcomes), ¿Cuál es la relación de la microfiltración corono apical de *Enterococcus faecalis* en dientes endodonciados? Los componentes de esta pregunta pico incluyeron: "P" (población); Microfiltración, "I" (intervención); en dientes endodonciados, "C" (comparación); *Enterococcus faecalis*, "O" (outcomes); relación de la microfiltración corono apical de *Enterococcus faecalis* en dientes endodonciados.

3.1. Pregunta pico

Pregunta: ¿Cuál es la relación de la microfiltración corono apical de *Enterococcus faecalis* en dientes endodonciados?

Tabla 2. Pregunta pico

	COMPONENTE 1	**COMPONENTE 2**
P	Población	Microfiltración
I	Intervención	Dientes endodonciados
C	Comparación	*Enterococcus faecalis*
O	Outcomes (Resultados)	Relación de la microfiltración corono apical de *Enterococcus faecalis* en dientes endodonciados

Elaborado por: Cristina Elizabeth Vaca Ayala

3.2. Criterios de selección

3.2.1. Criterios de inclusión

- Artículos científicos con contenido relevante y direccionado a la microfiltración corono apical de *Enterococcus faecalis* en dientes endodonciados.

- Artículos de revisión sistemática, metaanálisis, estudios de casos con seguimiento, investigaciones *in vitro* que hayan sido divulgados en los últimos 10 años.

- Artículos científicos en idioma español e inglés.

- Se consideró artículos científicos cuyo factor de impacto SJR (Scimago Journal Ranking) y promedio de conteo de citas ACC (Average Count Citation) superen el mínimo establecido para considerarlos aptos para el desarrollo de la investigación por la calidad literaria y académica de su contenido.

3.2.2. Criterios de exclusión

- Artículos de revistas que no estén indexadas a base de datos de la investigación.
- Tesis no publicadas.
- Casos clínicos.

3.3. Tipo de investigación

- Estudio descriptivo: En el estudio investigativo se analiza y recopila los porcentajes de microfiltración de *E. faecalis* en piezas tratadas endodónticamente, se agrupa las características más importantes de la cepa causante del fracaso en la terapia pulpar a nivel regional y global, además de definir los procedimientos que garantizan el éxito del tratamiento; información que es recopilada de forma sistematizada con las variables descritas.

- Estudio transversal: una literatura basada en trabajos científicos que comprende la filtración de bacterias en el conducto de piezas dentales previamente tratadas, en un lapso de tiempo determinado.

- Estudio retrospectivo: comprende información destacada y seleccionada sobre la prevalencia de cepas bacterianas en el tratamiento de conducto radicular.

3.4. Diseño de Investigación

Se plantea una investigación no experimental, porque en la presente investigación no se manipulará ninguna variable.

3.5. Técnica de recolección de datos

En este caso, se emplea las palabras claves o descriptores como microfiltración, conductos radiculares, técnicas de obturación, endodoncia, *Enterococcus faecalis* y reinfección endodóntica, los mismos que fueron combinados con operadores booleanos "AND, OR, NOT" para una indagación primaria de los artículos científicos de las bases de datos científicas que ya se han mencionado.

Es importante mencionar que al corroborar los valores SJR y ACC de los artículos científicos usados, se identifica el factor de impacto de las revistas donde han sido publicados, porque los organiza en 4 cuartiles (Q), para esto el cuartil 1 (Q1) simboliza el factor de impacto más alto e importante y el cuartil 4 (Q4) el de menor impacto, pero con gran relevancia literaria. Al mismo tiempo el ACC revela el promedio de conteo de citas de cada estudio científico y el año en el que han sido anunciados, el ACC marca la cantidad que un artículo ha sido citado por otros autores, Por lo tanto, si un artículo posee mayor cantidad de citas por varios autores, adquiere relevancia académica; todos estos valores certifican la excelencia en la literatura con la que se dispuso para elaborar el trabajo de investigación.

3.6. Población de estudio y tamaño de muestra

Una vez considerados todos los criterios de selección y a manera de filtro, de los 197 estudios se comprimen a un total de 57 artículos científicos para efectuar este estudio, recalcando que se recopila otras fuentes de literatura como referencia bibliográfica, que actúan como un complemento en el desarrollo del trabajo.

Tabla 3. Método de análisis y procesamiento de datos.

Fuente	Ecuación de búsqueda
PubMed	Microfiltration Endodontics *Enterococcus faecalis* Root canals Shuttering Techniques
Science Direct	Reinfección endodóntica Canales Radiculares Microfiltración Canales radiculares
Scopus	Magnificación odontológica Diagnóstico visual Técnicas de obturación

Elaborado por: Cristina Elizabeth Vaca Ayala

Los criterios que son considerados en el desarrollo del trabajo investigativo son: tipo de estudio, población, idioma de publicación, disponibilidad del texto y tiempo de publicación.

Tabla 4. Criterios de selección de estudios

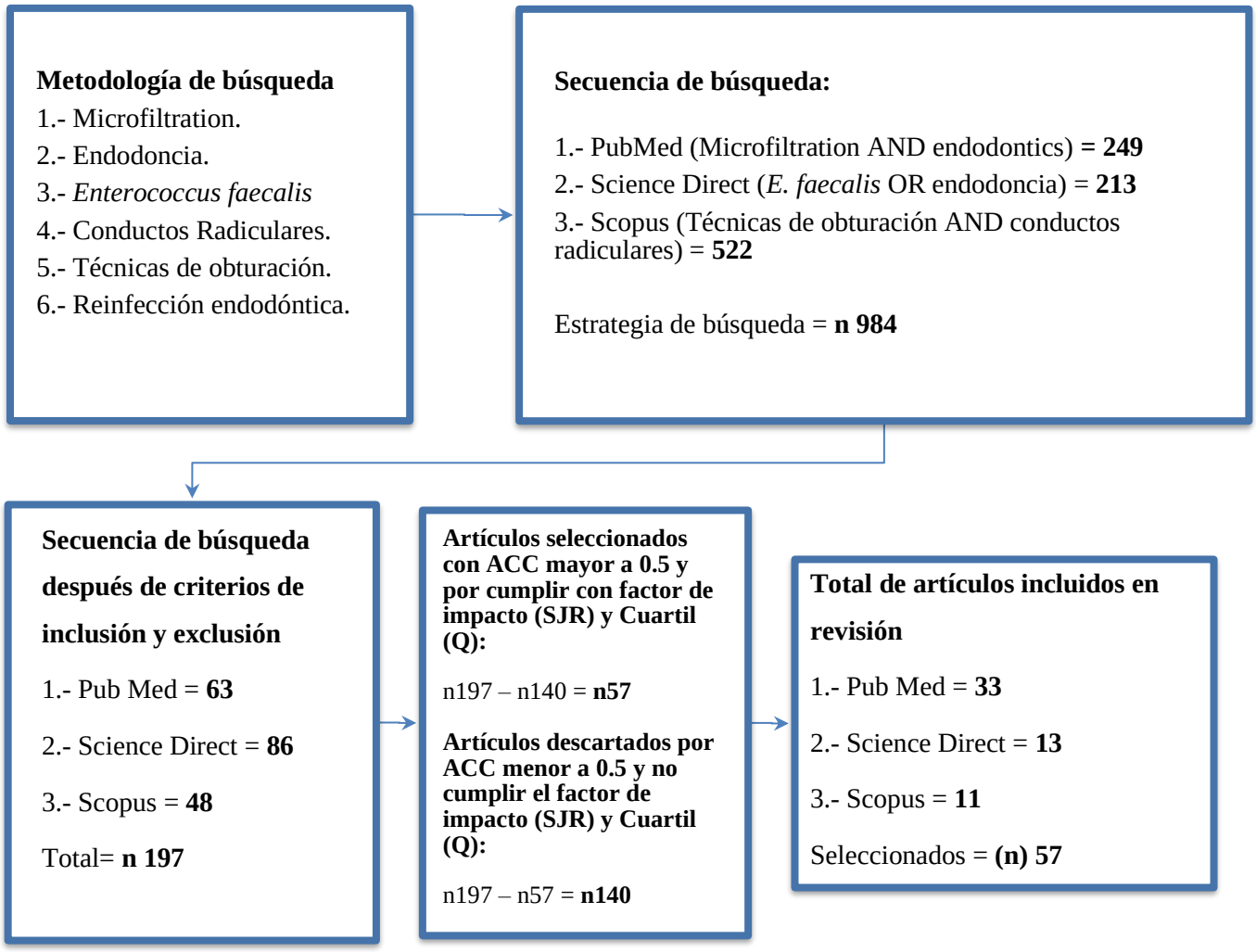
Componentes de estudio	Criterios
Tipo de estudio	Estudios descriptivos Estudios experimentales Estudios observacionales
Población	57 artículos científicos de alto impacto
Idioma de la publicación	Español e inglés
Disponibilidad del texto	Textos completos
Tiempo de publicación	Últimos 10 años: 2013-2023

Elaborado por: Cristina Elizabeth Vaca Ayala

3.7. Instrumentos empleados

- Artículos científicos de alto impacto
- Matriz para realizar el metaanálisis
- Lista de cotejo

Gráfico 1. Metodología con escala y algoritmo de búsqueda.



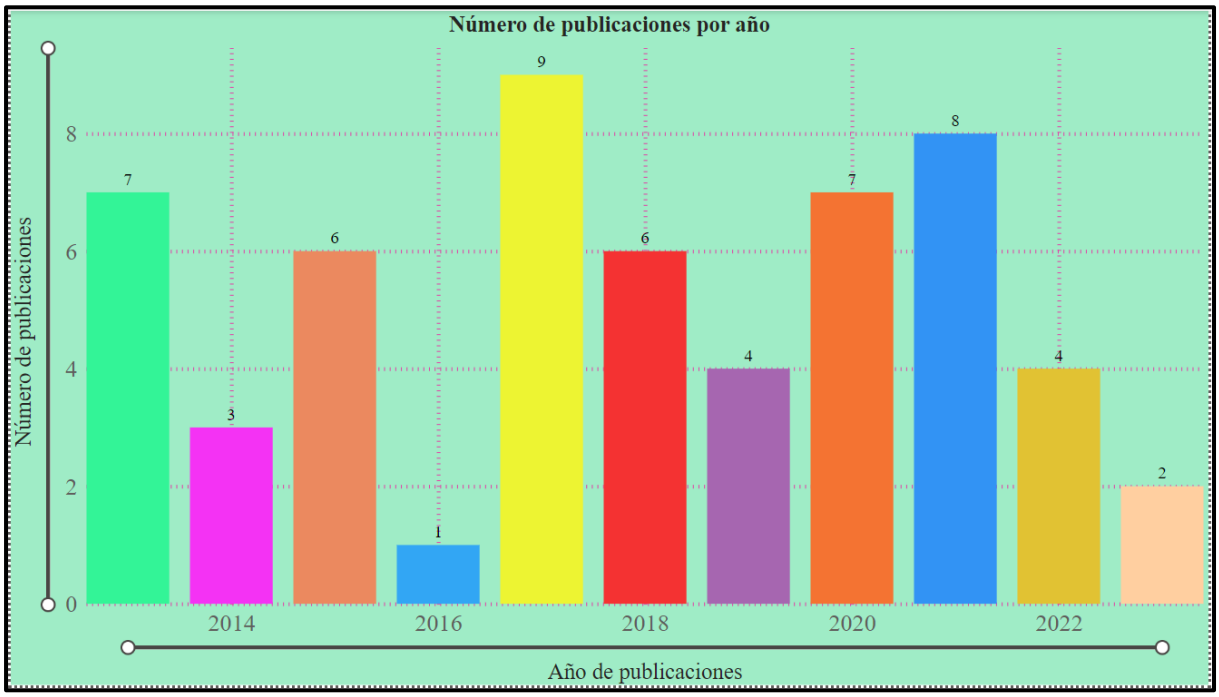
Fuente: Microsoft Power BI 2023

Elaborado por: Cristina Elizabeth Vaca Ayala

3.8. Valoración de la calidad de estudios

3.8.1. Número de publicaciones por año

Gráfico 2. Número de publicaciones por año



Fuente: Microsoft Power BI 2023

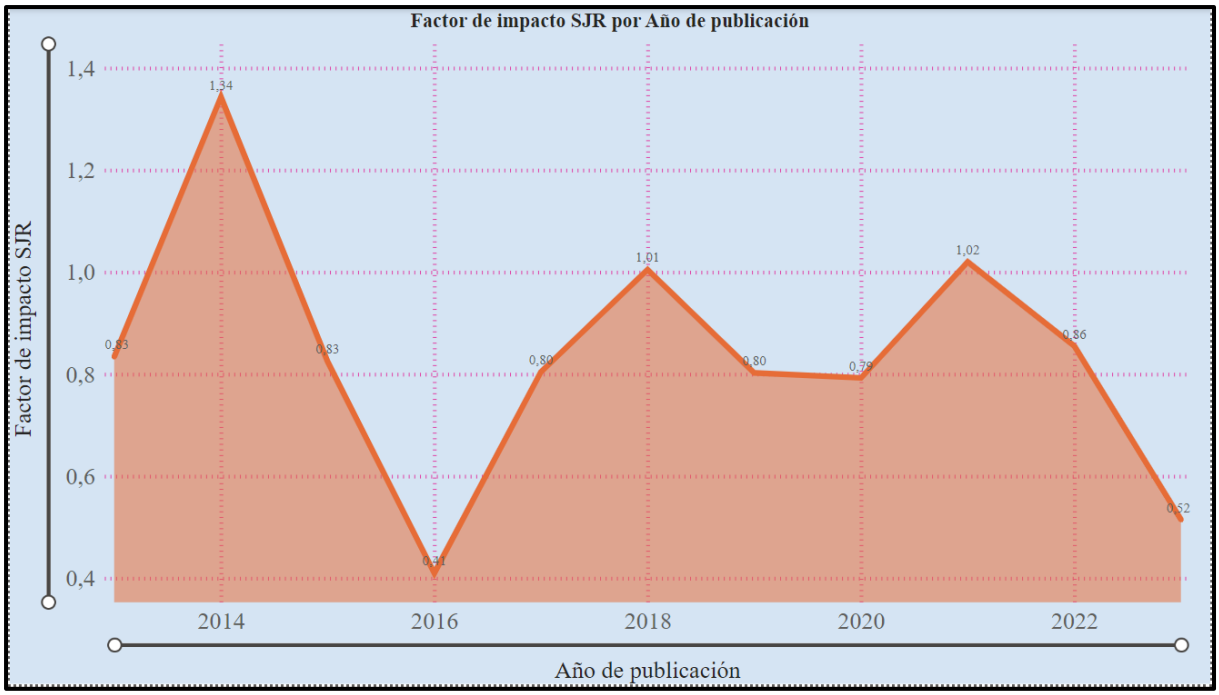
Elaborado por: Cristina Elizabeth Vaca Ayala

Análisis:

Al analizar el gráfico se observa que en el año 2017 se aporta con cuatro investigaciones del total (57), seguido de 2021 con ocho, en el 2013 y 2020 se contribuye con siete estudios, 2015 y 2018 con seis artículos científicos, en 2019 y 2022 con cuatro. Finalmente, en 2014 con tres estudios, en 2023 se aporta con dos y una publicación en el 2016. En resumen, se denota un constante interés en el estudio, creación y socialización de investigaciones sobre el tema de la presente revisión bibliográfica.

3.8.2. Publicaciones por factor de impacto y año de publicación

Gráfico 3. Publicaciones por factor de impacto y año de publicación



Fuente: Microsoft Power BI 2023

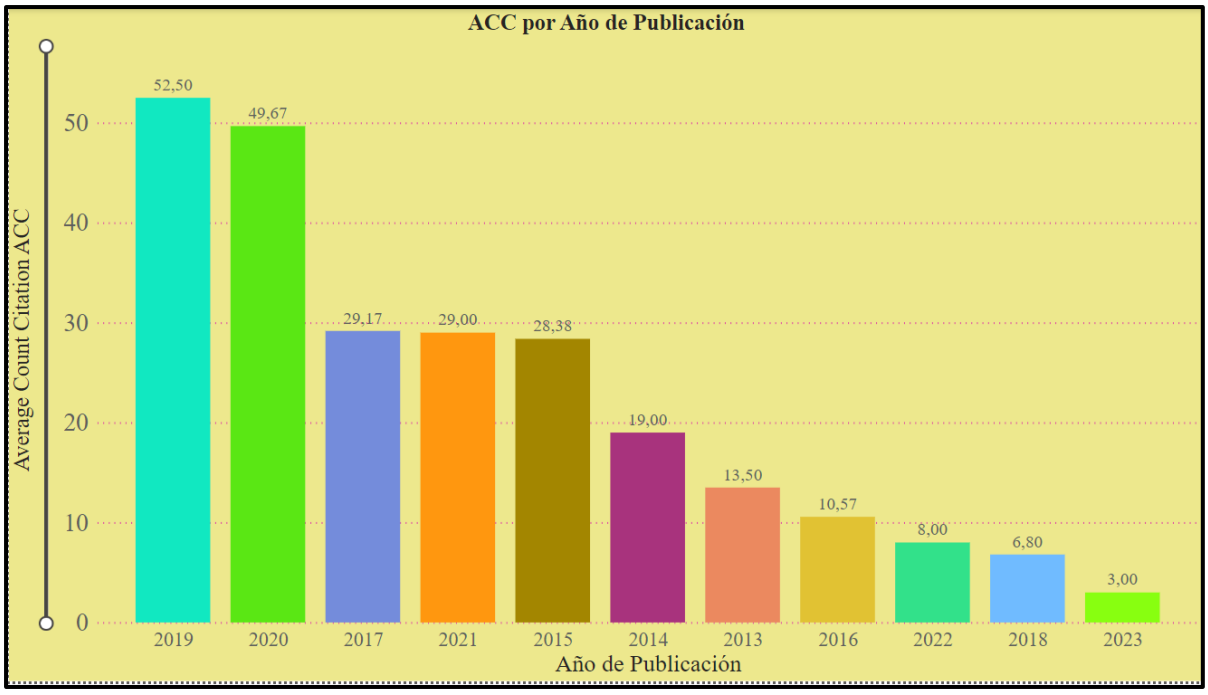
Elaborado por: Cristina Elizabeth Vaca Ayala

Análisis:

La imagen nos permite visualizar el año en que fueron publicados los estudios con respecto al promedio del factor de impacto que se tiene de las investigaciones empleadas, así mismo, se aprecia que en casi la totalidad de estos se supera el valor mínimo establecido de 0,5 de factor de impacto, el cual es importante para indicar que la calidad literaria que se emplea es totalmente apta para ejecutar la investigación.

3.8.3. Año de publicación por promedio de conteo de citas

Gráfico 4. Año de publicación por promedio de conteo de citas



Fuente: Microsoft Power BI 2023

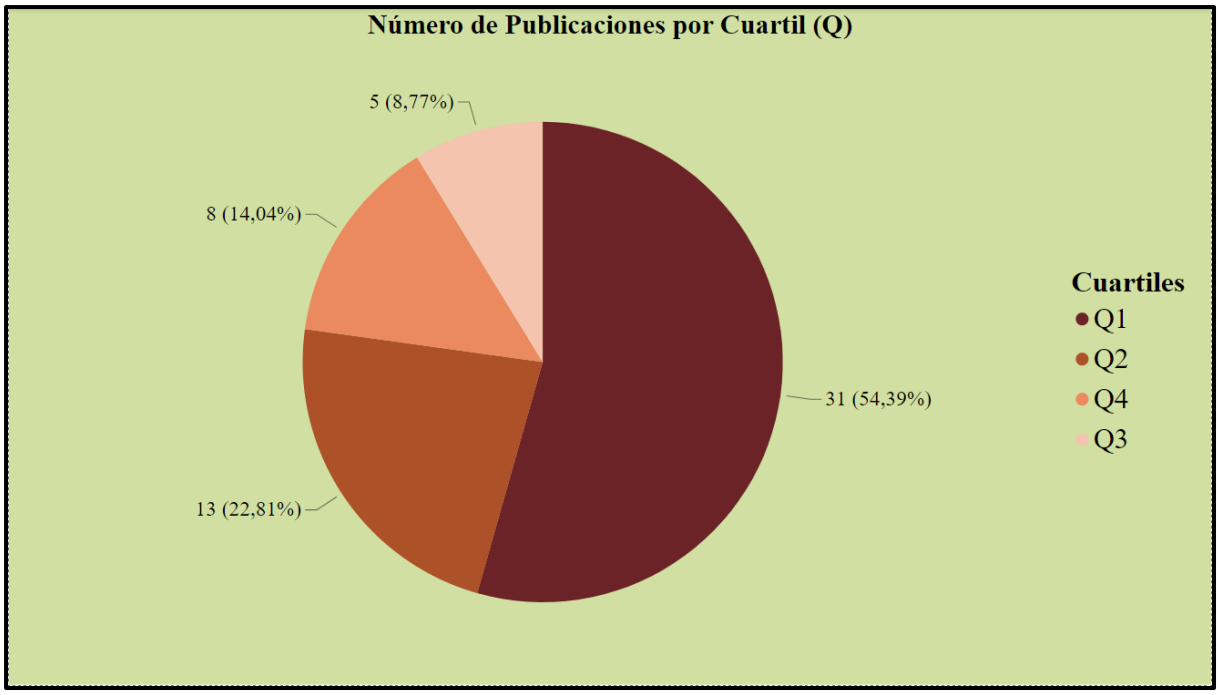
Elaborado por: Cristina Elizabeth Vaca Ayala

Análisis:

Al momento de realizar el análisis gráfico se debe tener en cuenta el año de publicación de cada uno de los estudios empleados y el Average Count Citation ACC (promedio de conteo de citas), recalcando que el número de citas que posea un artículo se debe a que varios autores lo han citado, adquiriendo excelencia, relevancia académica y literaria. Se determina que en los años 2019 y 2020 su ACC alcanza un nivel destacado con 52,50 y 49,67 respectivamente. En resumen, se mantiene una tendencia comparativamente constante, pero esta disminuye en los últimos dos años.

3.8.4. Número de publicaciones por cuartil

Gráfico 5. Número de publicaciones por cuartil (Q)



Fuente: Microsoft Power BI 2023

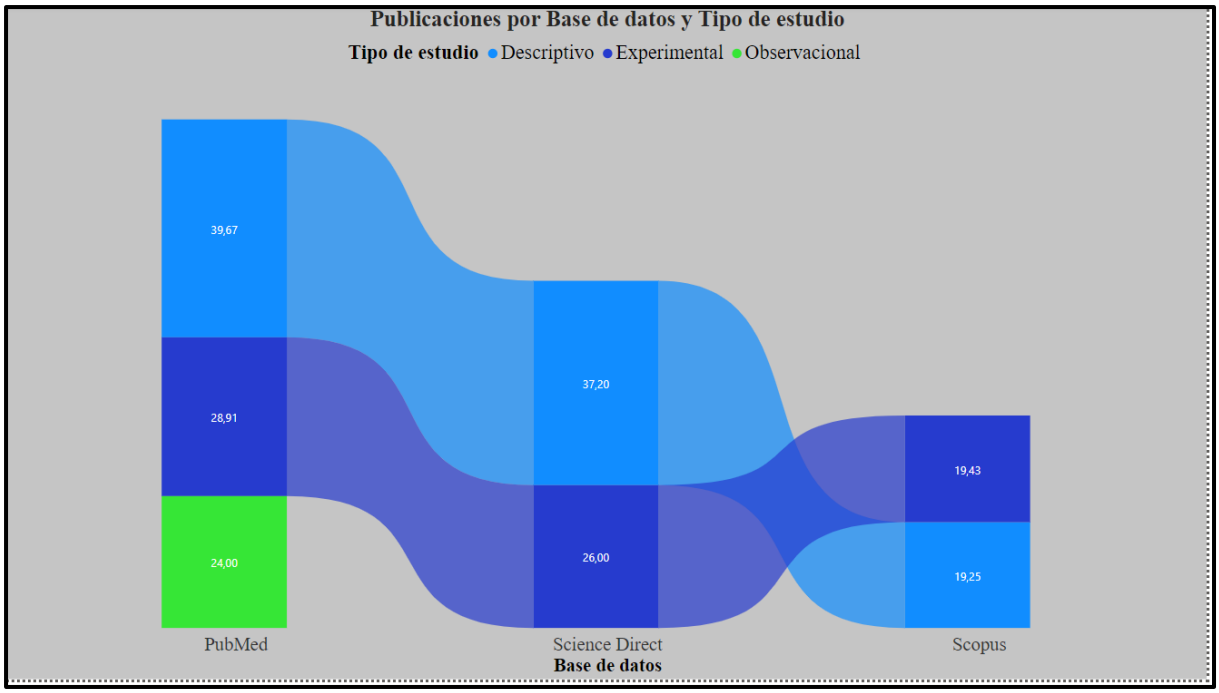
Elaborado por: Cristina Elizabeth Vaca Ayala

Análisis:

El gráfico que se visualiza representa la clasificación y ubicación de las investigaciones en sus pertinentes cuartiles, en donde se indica que el 54,39% (31 estudios) están en el cuartil (Q1), pero a continuación se da una desintegración para los otros cuartiles, para el cuartil (Q2) es de 22,81% (13 estudios), para el cuartil (Q4) es de 14,04% (8 estudios) y para el cuartil (Q3) es de 8,77% (5 estudios). Sin embargo, simboliza que la mayoría de las investigaciones se encuentra en el cuartil 1 (Q1), por lo tanto, se garantiza la excelencia y calidad del contenido de literatura que se usa para elaborar la investigación.

3.8.5. Publicaciones por tipo de estudio y base de datos

Gráfico 6. Publicaciones por tipo de estudio y base de datos



Fuente: Microsoft Power BI 2023

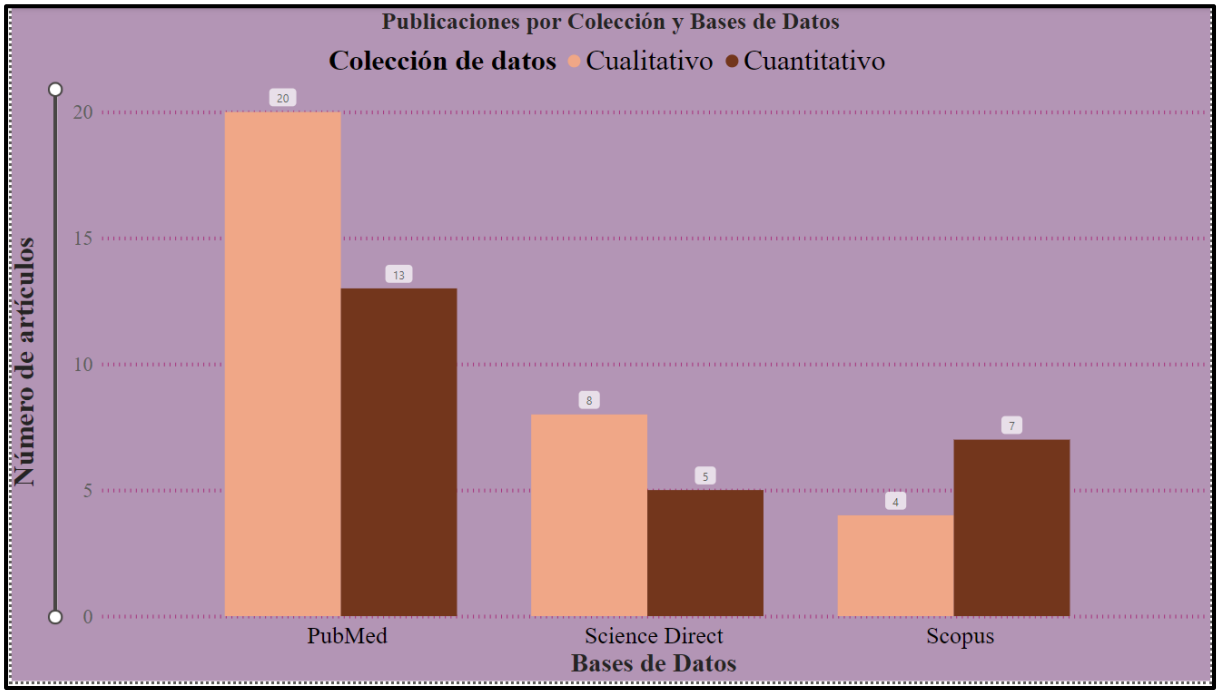
Elaborado por: Cristina Elizabeth Vaca Ayala

Análisis:

Se indica que del 100% de los estudios científicos, PubMed presenta el 39,67% de tipo descriptivo, el 28,91% de carácter experimental, y observacional el 24%. Science Direct el 37,20% son de tipo descriptivo, el 26% de carácter experimental, con carencia de investigaciones observacionales. Finalmente, Scopus presenta el 19,25% de tipo descriptivo y 19,43% de carácter experimental con ausencia de estudios observacionales.

3.8.6. Publicación por colección y base de datos

Gráfico 7. Publicación por colección y base de datos



Fuente: Microsoft Power BI 2023

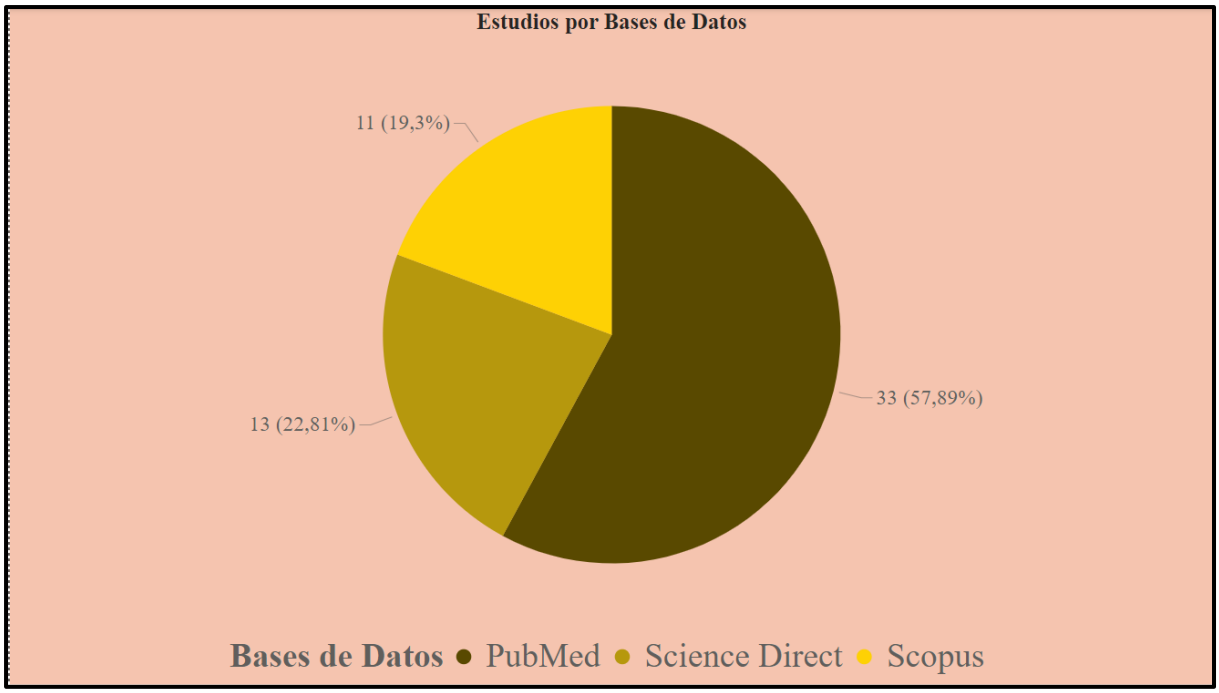
Elaborado por: Cristina Elizabeth Vaca Ayala

Análisis:

El gráfico muestra que la base de datos PubMed cuenta con 20 artículos de carácter cualitativo y 13 cuantitativos, en cuanto a, Science Direct presenta 8 artículos de tipo cualitativo y 5 cuantitativos, por último, Scopus muestra 4 investigaciones cualitativos y 7 cuantitativos. Se resume que se presentan más investigaciones de tipo cualitativo con 56% que cuantitativo con 43%.

3.8.7. Publicaciones por bases de datos

Gráfico 8. Publicaciones por bases de datos



Fuente: Microsoft Power BI 2023

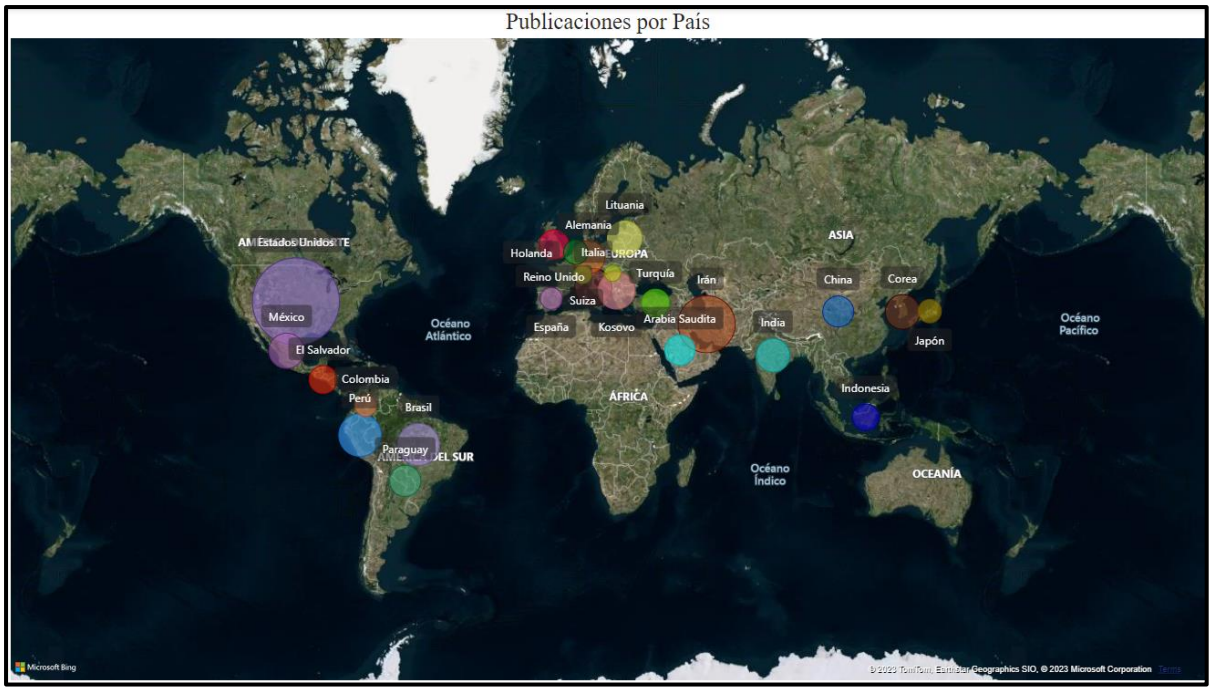
Elaborado por: Cristina Elizabeth Vaca Ayala

Análisis:

El gráfico señala el número de investigaciones científicas que son captadas de las distintas bases de datos que intervienen en la investigación, representadas en porcentaje. Ejemplificando se visualiza que PubMed aportó con el 57,89% (33 artículos científicos) del 100% de divulgaciones recolectadas, seguido de Science Direct con 22,81% (13 publicaciones) y, por último, Scopus con 19,3% (11 publicaciones).

3.8.8. Publicaciones por país

Gráfico 9. Publicaciones por país



Fuente: Microsoft Power BI 2023

Elaborado por: Cristina Elizabeth Vaca Ayala

Análisis:

Se observa en mayor prevalencia de Estados Unidos, país norteamericano que aporta con 13 publicaciones del total (57), seguido de Irán con 6, Brasil contribuye con 5; Arabia Saudita, India y Kosovo con 3 aportaciones respectivamente, Corea, México, Perú y Reino Unido con 2 estudios. Finalmente, Alemania, China, Colombia, El Salvador, España, Holanda, Hungría, Indonesia, Japón, Lituania, Paraguay, Suiza, Turquía, aportan con 1 artículo científico. De este modo, se valora una distribución comparativa en el mapamundi.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

4.1. RESULTADOS

4.1.1. Microfiltración corono apical de *E. faecalis* en dientes endodonciados.

El control microbiano dentro del espacio del conducto radicular representa un desafío importante para todos los procedimientos endodónticos no quirúrgicos y para los procedimientos regenerativos en particular. Para eliminar o reducir eficazmente las bacterias, debemos utilizar agentes antibacterianos fuertes, sin embargo, es probable que un agente antibacteriano potente altere el entorno del canal, creando condiciones subóptimas para que las células crezcan, se adhieran y se diferencien.[22]

Una de las mayores preocupaciones del endodoncista es disminuir la microbiota del diente tratado a lo largo de las diversas etapas del tratamiento de conductos, ya que, incluso después del desbridamiento, la conformación y la irrigación de los conductos con agentes antimicrobianos, no es posible eliminar completamente los microorganismos del sistema de conductos radiculares. [23]

Las bacterias y sus subproductos son los principales factores etiológicos de las enfermedades pulpares y periapicales. Se sabe que la fase estacionaria del crecimiento bacteriano se encuentra entre los mecanismos de resistencia de biopelículas bacterianas a los antimicrobianos, aunque la fase de inanición, inducida por el agotamiento de nutrientes, podría ser aún más resistente al tratamiento.[24]

El interés en la composición microbiana y frecuencia de diversos microorganismos en la infección endodóntica se ha centrado en las últimas décadas en las bacterias anaerobias debido a su predominio en dientes no tratados con pulpas necróticas. Los estudios han demostrado que el microbiota periodontal puede variar notablemente en frecuencia y proporciones en

poblaciones con distintos antecedentes étnico. También se han observado diferencias geográficas en la detección de bacterias en infecciones endodónticas.[25]

E. faecalis es la especie que se aísla con mayor frecuencia y, en ocasiones, es la única que se encuentra en los conductos radiculares, sin embargo, la implicación de esta especie en la patogénesis de la infección endodóntica aún no se conoce del todo.[26] Recientes investigaciones señalan que *E. faecalis* en conductos previamente endodonciados es probablemente de origen exógeno. Una explicación más probable es que la microflora normal en un individuo sano evita que los enterococos oportunistas colonicen la cavidad bucal compitiendo por el sustrato y los sitios de unión, así como por la producción de bacteriocinas y peróxido de hidrógeno. Los *Enterococcus* transitorios en la microflora oral se eliminan por depuración oral siempre que la barrera de colonización esté intacta. [27] Por otro lado, sólo unos pocos autores han investigado los microorganismos presentes en los conductos radiculares de los dientes primarios y los registros disponibles provienen de estudios que utilizan cultivos microbianos y métodos moleculares[28]

La endodoncia es una especialidad odontológica en donde pueden tratarse con éxito órganos dentarios con afectación pulpar y/o de los tejidos perirradiculares, el éxito depende de que el sistema de conductos radiculares sea sellado en sus tres dimensiones y si la condición periodontal es saludable o puede alcanzarse a través de un tratamiento adecuado.[23] Los tratamientos endodónticos suelen tener tasas de éxito muy elevadas a pesar de ser un procedimiento bastante invasivo y difícil, especialmente en anatomías complejas. [29] Avances corroboran los intentos de preservar las raíces naturales, uno de los principales objetivos de la endodoncia.[30] Además, este tratamiento es razonable según el costo su costo; los operadores y los pacientes lo consideran un técnica clínica práctica para retomar la función de dientes infectados.[4]

El tratamiento de endodoncia exitoso se basa en la obturación tridimensional del canal radicular, después de haber eliminado todas las bacterias del mismo para evitar microfiltraciones y la entrada de bacterias[31] En este contexto, Ruksakiet et al.[32] indica que

los objetivos del tratamiento endodóntico son lograr una desinfección completa y prevenir la reinfección en el sistema de conductos radiculares y tejidos periapicales. Es conveniente realizar una excelente limpieza y modelado del conducto radicular combinado con una técnica de obturación que proporciona un cierre tridimensional del sistema, minimizando la formación de huecos y vacíos, posible fuente de comunicación con el exterior y, por tanto, de reinfección y fracaso del tratamiento en sí.[33]

Un objetivo principal de la obturación endodóntica es obliterar y sellar completamente el sistema de conductos radiculares manteniendo al mismo tiempo un control apical preciso del material de obturación.[32] Hae Jin et al.[34] en concordancia, indica que el relleno del conducto radicular se realiza para inhibir la reentrada y el crecimiento de bacterias, por lo que se han introducido muchas técnicas para cumplir este propósito. Así mismo, Jafari et al.[35] aduce que uno de los objetivos de la obturación del conducto radicular es obtener un sello hermético del sistema de conductos radiculares para inducir la curación apical y periapical después del tratamiento endodóntico. La obturación del sistema de conductos radiculares después de una preparación, limpieza y desinfección óptimas del conducto radicular es esencial para lograr resultados estables a largo plazo después de la terapia de radicular. [36]

Actualmente se encuentran disponibles varias técnicas para evaluar microfiltraciones en endodoncia. Gómez et al.[12] agruparon las técnicas de microfiltración como lo siguiente: aire y presión, estudios microbiológicos, estudios con radioisótopos, activación de neutrones análisis, estudios electroquímicos, estudios con microscopio electrónico de barrido, estudios con marcadores químicos y estudios de penetración de tintes. En esta perspectiva, Pomo et al. [37] evaluaron la fuga apical en los mismos dientes mediante tres metodologías diferentes, y concluyó que hubo una fuerte influencia de la técnica de prueba en los resultados obtenidos.
Se requiere un sellado adecuado mediante el sellador del conducto radicular para sepultar los microorganismos persistentes que permanecen en los túbulos dentinarios o en la anatomía compleja del conducto radicular y aquellos que no se eliminan mediante la preparación mecánica y química[38].

Hay varias técnicas disponibles para comprobar la capacidad de sellado de los materiales de relleno, como la fuga lineal de tinte, la fuga polimicrobiana, la diafanización, el etiquetado con radioisótopos, el método electroquímico y el método de filtración de fluidos. Las técnicas de filtración de fluidos son las más aceptables y se ha demostrado que son una técnica más sensible y fácilmente reproducible. Esta técnica mide el volumen exacto de la fuga de la muestra a través de su escala calibrada, pero nos aseguramos de sus inconvenientes como el cambio de fuga por cambio de presión y disminución de la fuga.[2]

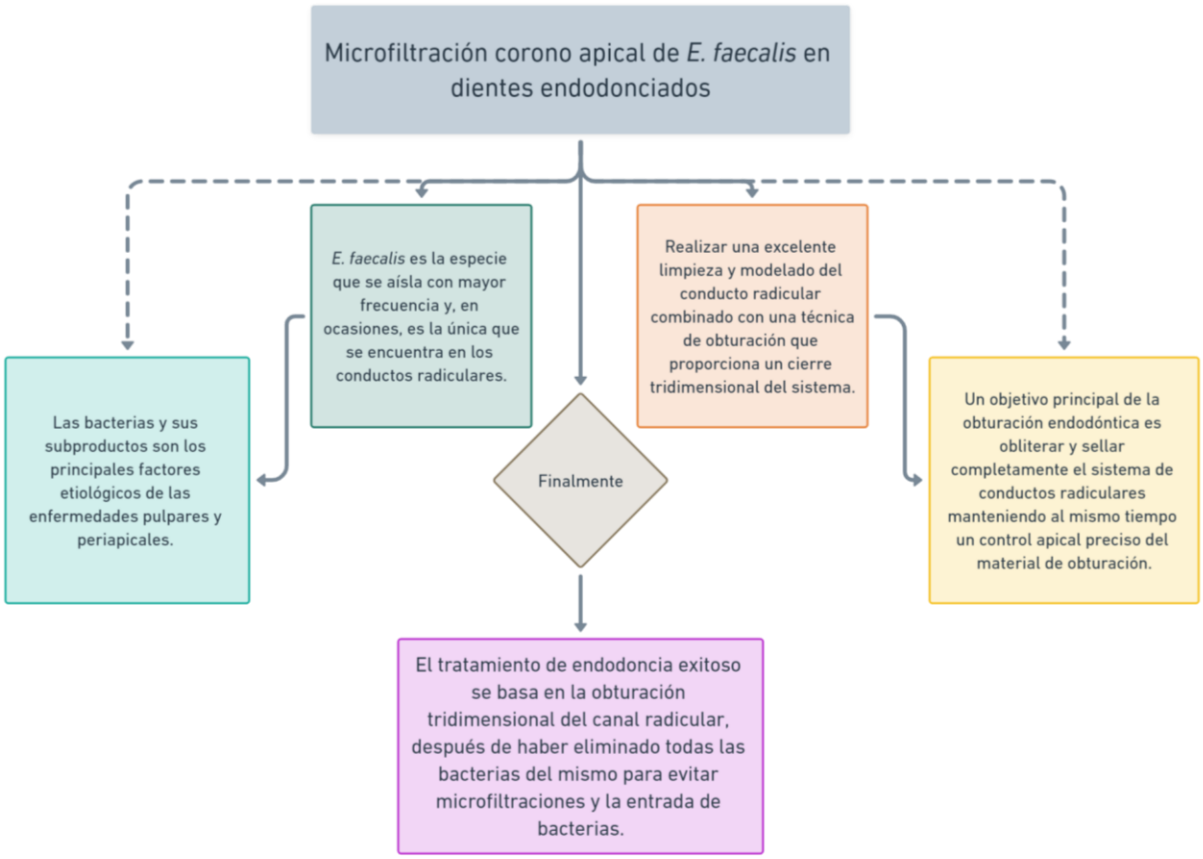
Según Samadi et al.[39] no existe ningún estudio que pueda evaluar el vínculo fuerza del sellador y su resistencia a los microbios. En coincidencia con los estudios de Samadi, un experimento realizado por Manoj[9] explica que con los materiales y métodos actualmente aceptados, no es posible sellar completo y permanente del sistema de conductos radiculares.

La gran mayoría de las evaluaciones estadísticas comparativas del tratamiento con láser de *E. faecalis* ha llevado a cabo de manera bastante improvisada y aparece en un número limitado de publicaciones.[40] De igual manera, una cantidad limitada de estudios ha evaluado la aplicación de energía ultrasónica para facilitar la obturación del conducto radicular.[41]

La microfiltración coronaria es un factor importante para tener en cuenta como desencadenante del fracaso del tratamiento endodóntico. La restauración de dientes tratados endodónticamente, es compleja y controversial, y su pronóstico está directamente relacionado con la calidad de la restauración final, por lo que esta debe asegurar un correcto sellado marginal para evitar la filtración coronaria, que puede producir contaminación de los tejidos periapicales, provocar infección intrarradicular persistente y un subsecuente fracaso endodóntico.[42]

Conservar la pieza dental sana es el principal objetivo que posibilitará aumentar la longevidad de los dientes que han sido tratados por endodoncia, puesto que, este tratamiento debilita la estructura dental debido a que durante el proceso hay pérdida de estructura dental como crestas, cúspides, techo de cámara pulpar, originado por caries, traumas etc.[45]

Gráfico 12. Cuadro Resumen I



Fuente: Whimsical

Elaborado por: Cristina Elizabeth Vaca Ayala

Las bacterias cariogénicas obtienen acceso a la interfaz diente/restauración, pueden proliferar con éxito a lo largo de esta área con el potencial de causar una respuesta adversa de la pulpa y caries recurrente. En la fuga coronal, el conducto puede recontaminarse de diversas formas, como por el contacto entre la flora bacteriana bucal y la raíz. Sin embargo, ocurre con mayor frecuencia debido a la pérdida de material de obturación temporal o a una inadecuada endodoncia y restauración permanente o sellado de coronas. [(43)] La necesidad de una restauración cuidadosa se refleja en el hecho que muchos dientes tratados con endodoncia presentan problemas o se pierden debido a dificultades de restauración y no al fracaso en el tratamiento de conductos en sí.[(44)]

4.1.2. Prevalencia de *E. faecalis* en el sistema conductos radiculares con tratamiento endodóntico.

Los Enterococos son cocos grampositivos que pueden presentarse aislados, en parejas o en cadenas cortas. Son anaerobios facultativos y poseen la capacidad de crecer en presencia o ausencia de oxígeno. De las especies de Enterococcus, *E. faecalis* es la que se detecta con más frecuencia en las infecciones orales. Además, se asocia a diferentes formas de enfermedad perirradicular y es más probable encontrarlo en casos de infecciones persistentes que en infecciones endodónticas primarias. [46]

E. faecalis es un microorganismo prevalente en la infección endodóntica persistente y el microorganismo más comúnmente utilizado para determinar la eficacia antibacteriana de los agentes de tratamiento o procedimientos de endodoncia regenerativa. Además, tiene la capacidad de formar una biopelícula e invadir los túbulos dentinarios.[22] La penetración en los túbulos dentinarios es el mecanismo de resistencia más importante de *E. faecalis* contra los agentes antibacterianos en endodoncia.[47]

Un único conducto radicular tratado con infección persistente puede albergar una cantidad similar de bacterias que el de conductos radiculares no tratados con infección primaria; sin embargo, la diversidad microbiana disminuye después del tratamiento en la infección persistente.[48] Las condiciones en los conductos radiculares necróticos no tratados favorecen a las bacterias anaerobias gramnegativas, también hay evidencia de que sólo de una a tres especies, principalmente cocos o bastones grampositivos, pueden aislarse de tratamientos endodónticos fallidos. [24]

En las actuales investigaciones se encontró a este patógeno en el 20% de las muestras aisladas de dientes primarios con infecciones primarias del conducto radicular. Si bien estos dientes presentaron infecciones primarias sin evaluación de retratamiento, es importante resaltar que

la presencia de *E. faecalis* en la dentición primaria de los niños agregará conocimientos sobre la presencia temprana de este patógeno en la cavidad bucal. [28]

El rastreo bacteriano es un método de análisis útil porque la fuga bacteriana tiene relevancia clínica en la cavidad bucal; específicamente, pueden producirse fugas en dientes tratados endodónticamente. *E. faecalis* se encuentra comúnmente en casos de tratamiento endodóntico fallido, tiene una sólida resistencia a los agentes antimicrobiano y puede sobrevivir en condiciones ambientales muy duras, donde los nutrientes son escasos y el pH es fuertemente alcalino.[31]

En endodoncia, las bacterias más prevalentes en casos de infección persistente son *E. faecalis*, que son bacterias grampositivas que pueden aparecer solos, en pares o como cadenas cortas. Son lo suficientemente pequeños como para invadir y vivir dentro de los túbulos dentinarios, pueden soportar períodos prolongados de inanición hasta que se disponga de un suministro nutricional adecuado.[49] *E. faecalis* puede emigrar a los túbulos dentinarios hasta una profundidad de 200 a 1500 m.[50]

La presencia de *E. faecalis* en conductos radiculares infectados indica que su incidencia en la cavidad bucal puede ser mayor de lo sugerido previamente. Algunas investigaciones indican que *E. faecalis*, está presente principalmente en el intestino humano, no es un colonizador permanente de la cavidad bucal. En consecuencia, surge la pregunta de cómo *E. faecalis* participa en las infecciones del conducto radicular. *E. faecalis* coloniza transitoriamente la cavidad bucal a través de infecciones transmitidas por alimentos (que es una vía de infección exógena).[51]

E. faecalis, es un patógeno asociado con enfermedades endodónticas persistentes. A pesar del hecho de que, los microorganismos aeróbicos y facultativos generalmente constituyen una proporción menor de las infecciones endodónticas primarias, se encuentran con mayor frecuencia en tratamientos prolongados y en tratamientos fallidos.[23] Es una de las especies

bacterianas más resistentes encontradas en infecciones endodónticas; se halla en el 24-77 % de los casos. Además, se almacena en el laboratorio de forma sencilla y rentable.[20]

Se ha intentado dilucidar por primera ocasión el origen de *Enterococcus faecalis*, cepas presentes en los conductos radiculares comparándolas con las cepas del tracto intestinal. Si la fuente fuera la microflora normal endógena, las cepas de los diferentes lugares deberían ser idénticas o estar genéticamente relacionadas, teniendo en cuenta los cambios en el material genético que ocurren espontáneamente o mediante intercambio. La prevalencia de *E. faecalis* (16%) fue bajo en comparación con estudios previos, y todos los microorganismos aislados no fueron completamente categorizados a nivel de género y especie. Los resultados de este estudio indican que *E. faecalis* aislado de infecciones endodónticas refractarias probablemente no se deriva de la propia microflora normal de los pacientes. Por lo tanto, no se puede descartar una vía de infección exógena como fuente de estas infecciones. La microflora normal en un individuo sano evita que los enterococos oportunistas colonicen la cavidad bucal compitiendo por el sustrato y los sitios de unión, así como por la producción de bacteriocinas y peróxido de hidrógeno. [27]

A diferencia de otras bacterias de la cavidad oral, *E. faecalis* tiene la capacidad de persisel conducto en el canal radicular, ya que puede unirse al principal componente orgánico de la dentina (colágeno tipo 1), un factor importante en la patogénesis de la endodoncia.[26] Además, un estudio señala que el *E. faecalis* forma biopelículas en enfermedades perirradiculares, incluidas infecciones endodónticas persistentes.[52]

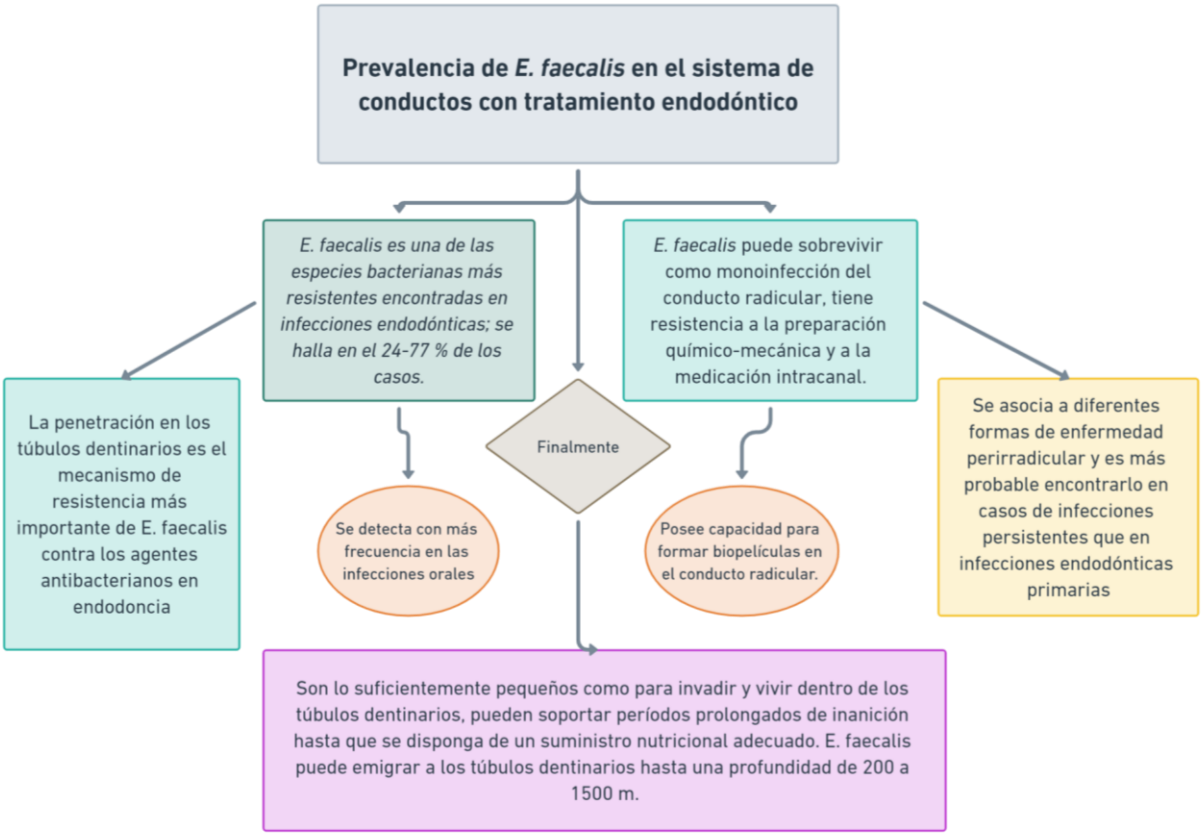
E. faecalis es una bacteria muy resistente y crece sin soportes sinérgicos. Las biopelículas emitidas son altamente resistentes a los irrigantes del conducto radicular y a los medicamentos intracanal y pueden evadir la respuesta inmune, lo que provoca fallas en el tratamiento y enfermedades posteriores al tratamiento.[52][53] En esta perspectiva, Saleh[30] demostró que los empastes de conducto radicular con AH Plus matan eficazmente a *E. faecalis* en los túbulos dentinarios. [2]

La localización de este biofilm puede ser tanto intrarradicular como extraradicular. La mayoría de las veces, en el 77% de los casos, este biofilm suele ser intrarradicular, mientras que sólo el 6% representa la porción extraradicular. Estudios recientes no señalan a la bacteria *E. faecalis* como la principal responsable del fracaso endodóntico. Así, Endo et al.[54] en 2013, encontraron que el microorganismo aislado con mayor frecuencia, en un 24% de los casos, fue *Parvimonas*, sin embargo, Siqueira et al. [29] en 2016, descubrieron que en la porción apical de los conductos radiculares con post-tratamiento es más frecuente encontrar en un 46% de los casos, las proteobacterias. Además de *Porphyromonas*, también se destacaron las bacterias *Tannarella forsythensis*, *Prevotella intermedia*, *Streptococcus spp* y *Treponema vicentii*. Nobrega et al.[37], en 2013 subraya la importancia del *Treponema* en los casos que requieren retratamiento endodóntico. Sin embargo, se destacan otras dos especies: *Treponema denticola* y *Treponema maltophilum* (30,8% de prevalencia) en comparación con *Treponema vicentii* (17,9%).[55]

La continua presencia de estas bacterias radica en la posibilidad de sobrevivir intraconducto como monoinfección y a su eficaz bomba de protones que le permite controlar su pH interno. Se ha postulado que la resistencia de esta bacteria a ser eliminada del interior del conducto, ya sea con instrumentación, irrigación y/o con medicación intraconducto, se debe a que puede asociarse en forma de biofilm.[42] *E. faecalis* es probablemente la especie que mejor puede adaptarse y tolerar las condiciones ecológicamente exigentes en el conducto radicular obturado.[56]

La persistencia de *E. faecalis* puede, en cierto grado, deberse a su capacidad para formar biopelículas en el conducto radicular. Según la literatura el *E. faecalis* puede sobrevivir como monoinfección del conducto radicular, tiene resistencia a la preparación químico-mecánica y a la medicación intracanal. Además de su alta prevalencia en infecciones endodónticas, la presencia de genes de virulencia (p. ej. gelE, esp, ace, efaA, cylA y asa) junto con su potencial patogénico de causar daño al huésped refuerza la importancia de su estudio. Entre los microorganismos que experimentan cambios importantes en su sensibilidad antimicrobiana a lo largo de los años, la especie que destaca son los *Enterococcus.*[57]

Gráfico 13. Cuadro Resumen II



Fuente: Whimsical

Elaborado por: Cristina Elizabeth Vaca Ayala

Investigaciones observaron una alta frecuencia (70%) *S. mutans* en pacientes con infecciones endodónticas primarias y secundarias. Análisis fenotípicos y genotípicos adicionales revelaron que estas cepas clínicas están relacionadas filogenéticamente y comparten fenotipos similares, incluidas propiedades de unión al colágeno. Otros hallazgos indican que las condiciones ambientales y la composición colágena de los conductos radiculares pueden favorecer la colonización y persistencia de *S. mutans* CBP-positivo. Estudios previos *Enterococcus faecalis* respaldados por el comensal *Streptococcus gordonii* endodóntico muestran que las CBP genuinas son importantes factores de virulencia bacteriana que contribuyen a la colonización y persistencia en conductos radiculares. Como principal agente etiológico de la caries dental

humana, la virulencia del patógeno *S. mutans* como dentista reside principalmente en su capacidad para:

- Adherirse y formar biopelículas en las superficies de los dientes (placa dental)
- Generar grandes cantidades de ácido láctico
- Toleran condiciones ambientales adversas como pH bajo y estrés oxidativo. [58]

Enterococcus faecalis es la especie bacteriana más virulenta en el sistema de conductos radiculares.[59] y se lo ha encontrado con frecuencia en la microbiota subgingival de personas con VIH severamente inmunosuprimidas; es decir, con niveles bajos de linfocitos TCD4 (<200 células/mm3).[60]

4.1.3. Materiales y técnicas utilizados en endodoncia

Los objetivos de los materiales de obturación son servir como barrera para prevenir la comunicación entre la cavidad bucal y el área periapical y sepultar cualquier microorganismo restante dentro del conducto radicular. Sin embargo, se han realizado numerosos estudios que demuestran la incapacidad de los materiales de obturación de los conductos radiculares por sí solos, de prevenir microfiltración coronaria. Se han realizado numerosos estudios que demuestran la incapacidad de los materiales de obturación de los conductos radiculares por sí solos, de prevenir microfiltración coronaria.[61]

Los estudios han revelado que el flujo inadecuado de la gutapercha y su incapacidad para adherirse a las paredes dentinarias son los principales factores determinantes de un sellado insuficiente. Los estudios *in vitro* y en animales demostraron que ninguno de estos materiales era capaz de establecer todos los requisitos para un sellado perfecto del conducto radicular.[46]

Por otro lado, los experimentos en conductos radiculares utilizando la condensación lateral han demostrado que esta técnica carece de una replicación precisa de las complejidades del sistema

de conductos radiculares y de su homogeneidad. En el caso de la técnica de obturación Thermafil durante el estudio, así como la muestra radiográficamente máxima mostró extrusión del sellador. Se ha demostrado que la técnica de obturación Thermafil produce un sellado apical superior en comparación con la condensación lateral y Obtura II. Los resultados de este estudio se pueden correlacionar con los estudios anteriores de Beaantty et al.[57], quienes evaluaron radiográficamente cinco técnicas de obturación y concluyeron que todas las técnicas de obturación termoplástica demostraron un llenado aceptable del conducto radicular y un buen sellado sin diferencias estadísticamente significativas entre ellas y en comparación con la condensación lateral.[32]

La instrumentación quimio-mecánica tiene limitaciones para abordar los espacios del conducto radicular, dejando una cantidad significativa de paredes del conducto intactas y bacterias restantes. Hidróxido de calcio (Ca [OH]2) y la pasta antibiótica triple (TAP) son medicamentos intracanales comúnmente utilizados en procedimientos de endodoncia regenerativa. Ca (OH)2tiene un pH alto de 12,5 a 12,8 con propiedades antibacterianas favorables. Sin embargo, tiene limitaciones para abordar varios microorganismos que comúnmente están presentes en casos de infección endodóntica persistente, como el *E. faecalis*.[22] Además, investigaciones revelaron que Ca2+, y el pH alcalino, de manera cooperativa fortalecen la biopelícula, por lo tanto, Ca(OH)2 no erradicó *E. faecalis* biopelícula, pero promoviendo el crecimiento de la biopelícula. Otros estudios señalan que el Hidróxido de Calcio es el medicamento intraconducto más utilizado y que presenta diferencias significativas en el dolor post-obturación en comparación con el uso de otros medicamentos.[47]

La propiedad antibacteriana del CH como medicamento intracanal para la eliminación de *E. faecalis* sigue siendo motivo de controversia. Las posibles razones de esta controversia son las diferencias en los métodos y materiales utilizados, incluidas las evaluaciones microbiológicas (es decir, método de difusión en agar, modelo de bloque de dentina, etc.), concentraciones y formas físicas de CHX (es decir, gel, solución), períodos de tiempo de los experimentos, cepas y concentraciones de *E. faecalis*, métodos de inoculación bacteriana, métodos utilizados para colocar los medicamentos y profundidades de muestreo. Aún se desconoce el tiempo necesario para que CH desinfecte de manera óptima el sistema de conductos radiculares y podría estar

relacionado con el exudado del conducto radicular, el tipo de microorganismo, la ubicación de los microorganismos en el sistema de conductos radiculares, la capa de barrillo dentinario y el grado de susceptibilidad a la medicación.[47]

Algunos autores han atribuido mayores valores de filtración al hecho de que el NaOCl actúa selectivamente sobre los componentes orgánicos, lo que podría explicar su incapacidad para eliminar completamente el barrillo dentinario amorfo formado por compuestos orgánicos y detritos inorgánicos. Esto dificulta la exposición adecuada de los túbulos dentinarios y deteriora las fibras de colágeno, impidiendo así una correcta formación de la capa híbrida.[62]

La esterilización de los conductos radiculares está limitada por las técnicas, instrumentos e irrigantes actualmente disponibles; la evidencia obtenida sugirió que tanto CHX como NaOCl redujeron significativamente, pero no completamente, las infecciones endodónticas durante el tratamiento de conducto.[48]

Estudios recientes indican que PACT (quimioterapia antibacteriana fotodinámica) es un complemento plausible a la desinfección convencional del conducto radicular que podría reducir la aparición de microorganismos resistentes a múltiples fármacos que a menudo acompañan al tratamiento de endodoncia fallido. Las técnicas de endodoncia actuales emplean hipoclorito de sodio para desinfectar los conductos radiculares antes del llenado y sellado, pero las soluciones de hipoclorito tienen varias desventajas, incluida la penetración limitada y el riesgo de toxicidad para los tejidos periapicales. Se ha desarrollado la activación manual, mecánica, sónica o ultrasónica del hipoclorito de sodio para mejorar la penetración del irrigante, pero una mejor penetración también aumenta el riesgo de toxicidad colateral. Además, concentraciones más altas de hipoclorito, que podrían ser más eficaces para eliminar residuos y matar bacterias, exacerban el riesgo de toxicidad. [24]

Un sellador de conductos radiculares ideal debe tener propiedades antimicrobianas y debe poder sellar el sistema de conductos radiculares. Múltiples estudios han demostrado que los

materiales a base de silicato de calcio tienen mejores capacidades de sellado que otros selladores de conductos radiculares. Sin embargo, los selladores a base de óxido de zinc y eugenol también tienen actividad antimicrobiana. La condensación lateral de gutapercha es el método de obturación más utilizado debido a ventajas como el uso a largo plazo, la previsibilidad, la colocación controlada del material y la relativa facilidad de uso. [34]

Gráfico 14. Cuadro Resumen III

Fuente: Whimsical

Elaborado por: Cristina Elizabeth Vaca Ayala

Mobarak et al[34] investigaron la microfiltración coronal de dientes tratados endodónticamente que habían estado expuestos a contaminación bacteriana e informaron que el sellador biocerámico proporcionaba un mejor sellado coronal que otros materiales probados en endodoncia. Por lo tanto, los presentes hallazgos indican que la pasta biocerámica antibacteriana es un sellador del conducto radicular significativamente más eficaz que el cemento de obturación del conducto radicular con eugenol y óxido de zinc o la resina epoxi.[31]

El Sistema GuttaCore presenta un mejor llenado a nivel del tercio apical con un porcentaje de vacíos igual al 5%. Por el contrario, por su mayor fluidez, el Sistema GuttaFlow permite un mejor llenado a nivel coronal y en el tercio medio, con un porcentaje de vacíos igual al 1,6% coronal; 6,8% en la porción media 2; 12,5% en la porción media 1; por el contrario, el porcentaje de vacíos en la interfaz apical aumentó significativamente, igual al 26%. GuttaFlow2 es capaz de fluir de manera óptima en el tercio medio y coronal del canal, incluso en canales con anatomías más complejas. Sin embargo, a pesar de su alta fluidez, se encontraron dificultades para alcanzar las porciones más apicales del canal. [33]

Las técnicas de gutapercha calentada son método más favorable de obturación del conducto radicular en comparación con la condensación lateral fría más ampliamente enseñada, pero se necesitan más estudios con un mejor control sobre los factores que potencialmente pueden influir en el resultado. La medición cuantitativa de los vacíos difirió entre las técnicas. Los resultados de uno de los estudios difirieron del resto: encontró menos huecos en el grupo de condensación lateral fría, otros dos estudios que no encontraron diferencias significativas entre las técnicas no midieron el volumen de los huecos directamente, sino que lo derivaron basándose en secciones transversales de la raíz. [63]

Otro estudio comparó el sistema de limas autoajustable con técnicas rotativas y encontró menos huecos con instrumentos rotatorios en ambas técnicas de obturación (aunque estadísticamente insignificante). Una obturación ideal debe estar bien adaptada, libre de huecos, proporcionar un sellado adecuado para todos los canales que conectan la pulpa con el periodonto y adaptarse a las paredes del canal preparadas. A la mayoría de los profesionales se les enseña y utilizan

clínicamente la técnica de condensación lateral para la obturación. Estudios recientes sobre la prevalencia de técnicas de obturación muestran que esta técnica es más frecuente que la compactación vertical en caliente en muchas instituciones clínicas y docentes. Ninguna de las técnicas de obturación (condensación lateral fría o gutapercha tibia) produjo una obturación completa del conducto radicular sin espacios. Cuando se examinó mediante micro-CT la técnica termoplastificada tuvo significativamente menos huecos en la mayoría de los estudios.[63]

La técnica ProTaper de cono único ha informado de problemas relacionados con la adaptación de la gutapercha a las paredes del conducto radicular, debido a su incapacidad para adaptarse a irregularidades. En el presente estudio, esta técnica fue la uno con el mayor tiempo de microfiltración, con 1,88 días de media. Este resultado difiere del de Merces et al.[44] que compararon la microfiltración en dos técnicas de obturación (compactación lateral activa y cono único), preparación previa con la técnica rotatoria ProTaper y utilizando conos ProTaper para las obturaciones, descubriendo que las muestras obturadas con técnica de cono único presentaban 67 días de microfiltración en promedio. En comparación con la técnica de compactación lateral, la media de microfugas fue de 87 días, mientras que en nuestro estudio, la microfiltración media de la técnica de compactación lateral fue de 18,25 días.[12]

Un sellador endodóntico ideal debe prevenir la recolonización bacteriana a través del sellado apical, poseer actividad antibacteriana sin mostrar toxicidad en los tejidos perirradiculares, exhibir una adecuada radiopacidad, proporcionar un sellado resistente al medio, ser dimensionalmente estable, así como consolidar la obturación endodóntica gracias a la adhesión del material de relleno a las paredes dentinales del conducto radicular. [23] En esta perspectiva, se ha descubierto que los selladores modificados con aceites naturales contra el microorganismo cariogénico muestran un efecto antimicrobiano aceptable. Además, se necesitan metodologías antimicrobianas clínicamente más relevantes para simular mejor las condiciones orales, como la biopelícula de microorganismos en vivo.[49]

Meire et al.[40] sugiere que los láseres son una herramienta eficaz en la erradicación de *E. faecalis*. No es posible sacar conclusiones sólidas sobre la eficacia de cada tipo de láser debido al número muy limitado de publicaciones. Con un número limitado de publicaciones, el resultado del presente análisis sugiere que los láseres (Er, Cr:YSGG, Nd:YAG y KTP) podrían considerarse herramientas prometedoras en la actividad antibacteriana. [64]

Existen muchos métodos simples y rentables para mejorar la actividad de las soluciones irrigantes y su eficacia. Uno de ellos es la Activación Dinámica Manual (MDA) que consiste en agitar la solución irrigante en el interior del canal, moviendo un cono de gutapercha, adaptado a la forma del canal, con movimientos de 2-3 mm de amplitud dentro y fuera del canal. Las ondas ultrasónicas son capaces de propagarse dentro de la solución irrigante y crear micro cavitaciones (pequeños huecos) que implosionan, sacudiendo la solución dentro del conducto y mejorando la eliminación de la capa de barrillo, además de mejorar la penetración del líquido en el tercio apical del conducto. Un factor importante en la formación de obstrucciones de vapor es la producción de burbujas de gas, determinada por la disolución de los tejidos orgánicos dentro del conducto causada por la acción del NaOCl.[64]

Actualmente no hay selladores que sellen eficazmente todo el sistema de conductos radiculares, muchos investigadores han utilizado estudios de microfiltración con penetración de tinte para tratar de encontrar los mejores selladores que no se encojan después del tratamiento de conductos. Las investigaciones de microfiltración de tinte son estudios que se utilizan comúnmente para evaluar la capacidad de sellado de un sellador de conducto radicular. En nuestro estudio se utilizó colorante azul de metileno debido a su peso molecular similar o menor, en comparación con el de las toxinas bacterianas. [38]

Se ha encontrado el precinto proporcionado por Sealapex ser adecuado en el momento de la obturación, pero deteriorarse con el tiempo. Esto se puede atribuir a la mayor solubilidad del sellador cuando entra en contacto con fluidos tisulares. En comparación con los selladores a base de resina, Sealapex tiene mostró una mayor fuga apical, similar a los resultados de este estudio. Por el contrario, algunos estudios han concluido que tanto los selladores AH plus y

Sealapex dieron como resultado resultados comparables. Los selladores AH plus y Sealapex dieron como resultados sin significación estadística. Para la obturación de dientes unirradiculares donde se planea una obturación termoplastificada, se recomienda AH plus como sellador preferido.[65]

MTA Fillapex (93,3%) y MTA-PG (46,7%) mostraron la mayor y menor cantidad de muestras con fugas en canales secos al final del período de estudio (P <0,05). Sin embargo, no hubo ninguna diferencia significativa entre los grupos con respecto a la tasa de fuga durante el estudio (P = 0,519). Las propiedades de sellado de los selladores de conductos radiculares tienen un papel vital en el éxito del tratamiento de endodoncia. Idealmente, los materiales de obturación del conducto radicular deberían ser biocompatibles y sellar el sistema de conductos radiculares. Según los resultados de este estudio *in vitro* , MTA mezclado con PG tiene una capacidad de sellado superior que MTA Fillapex, y la humedad del conducto radicular no tiene ningún efecto significativo sobre la fuga bacteriana.[53]

Según Artaza[56], la técnica híbrida se caracteriza radiográficamente por la formación de una masa densa y homogénea y microscópicamente por la incorporación del cemento en la masa de gutapercha. Estudios demostraron una menor infiltración apical en el grupo Thermafil, aunque la diferencia sólo fue estadísticamente significativa en comparación con el grupo de condensación lateral. El presente estudio ha demostrado la superioridad de técnica híbrida de Tagger en términos de homogeneidad de radiopacidad de las obturaciones radiculares. Esta técnica mostró mejores puntuaciones de homogeneidad de la radiopacidad de la obturación (un aumento de la media de los niveles de gris) y una mejor homogeneidad (reducción del CV).[66]

Los principales hallazgos de este estudio fueron que todas las técnicas de instrumentación se prepararon ligeramente por debajo del nivel predeterminado; la técnica manual preparada más cerca y la técnica S-Apex preparada más lejos al nivel predeterminado. La técnica con Lightspeed se ubicó en el medio. Sin embargo, a pesar de estas variaciones, la fuga después de la obturación fue comparable en todos los grupos.[37]

Un estudio realizado por Samson [(2)]concluyó que la condensación lateral de gutapercha fría puede garantizar un sellado de obturaciones de canales similar al que se puede lograr utilizando métodos térmicos, en los canales redondos. Schilder[(67)] también descubrió que la técnica de condensación lateral tiende a dar una adaptación menos homogénea. Observamos que la técnica de Cono Único proporcionó el mejor relleno homogéneo y la menor fuga apical en comparación con la condensación lateral. Por el contrario, Weller et al.[(68)] afirmó que la técnica inyectable demostró la mejor adaptación al conducto radicular preparado en comparación con la técnica de condensación lateral. La técnica inyectable Ultrafil 3D mostró una adaptabilidad y fugas moderadas en comparación con la técnica de cono único y la técnica de condensación lateral. Tasdemir et al.[(2)] observó que la técnica de cono único proporciona un mayor relleno de gutapercha en los 2 mm apicales desde el ápice que la técnica de condensación lateral. La morfología del conducto radicular influye en el ajuste de la gutapercha y los fragmentos residuales en el conducto radicular reducen la capacidad de sellado.

La adhesión de los materiales de sellado es fundamental y puede verse influenciada por una serie de variables que incluyen las soluciones irrigantes. Se ha demostrado que tanto el digluconato de clorhexidina como el ácido cítrico minimizan la microfiltración apical. Ozturk & Özer informaron que el uso de NaOCl produjo una disminución significativa en la fuerza de unión con las paredes de la dentina. De manera similar, Vilanova et al.[(62)] observaron que NaOCl al 1% como irrigante final producía una adhesión más débil. Algunos estudios han mencionado el uso de MTAD, una mezcla de un isómero de tetraciclina (doxiciclina), un ácido (ácido cítrico) y un detergente (Tween 80), como un posible lavado final antes de la obturación con Resilon. Algunos autores encontraron una mejora en la resistencia a la fuga bacteriana y la resistencia a la fractura de los conductos obturados rellenos con Resilon en comparación con los de gutapercha.

Galen y Muller[(42)] afirman que un selle apical de 4 a 5 mm, es el mínimo necesario para evitar en el futuro radiolucidez a nivel apical, mientras que otros autores manejan un margen más amplio de 3 a 5 mm. Se considera un margen seguro, 4 o 5 mm de gutapercha, sin embargo, hay situaciones en las cuales la escasa longitud radicular amerita una desobturación mayor para conseguir la retención adecuada.

En varias investigaciones clínicas se afirma que un sellado de 3 mm o menos es impredecible y susceptible a contaminación apical. En un estudio realizado por Hasan[55] la microfiltración del remanente de gutapercha no fue diferente después de la preparación del espacio para el poste con instrumentos rotatorios (Gates Glidden) o técnica manual utilizando cloroformo. Según Hikmet [42], la técnica de condensación vertical con instrumentos en caliente es mejor que la condensación lateral en frío porque evita la desintegración del sellado apical mientras la gutapercha está siendo retirada.

Se ha demostrado que con las técnicas actuales de desinfección e irrigación se logra erradicar el 90% de microorganismos. Una adecuada desinfección de los conductos radiculares es primordial además de la utilización de irrigantes, los cuales potencian la preparación biomecánica. El objetivo principal de los irrigantes es eliminar los patógenos, para esto la clorhexidina al % y el hipoclorito de sodio al 5,25% son considerados potentes agentes antimicrobianos. En esta perspectiva Dagnas et al. [42] en su experimento compararon cinco soluciones irrigadores contra *E. mutans* y *E. faecalis*, demostrando que el EDTA al 17% y NaOCl al 5% tienen los mejores efectos antibacterianos. Se ha demostrado que el hipoclorito de sodio en concentraciones de 1%, 3%, 5,25% y 6% tienen mayor capacidad de eliminar la totalidad de biofilms.

En un experimento ejecutado por Naseri[42], utilizando tres cementos temporales Coltosol, Zonalin y Cavisol, en tres periodos diferentes (24 horas, una y cuatro semanas), encontró que Zonalin mostró microfiltración desde el día uno, mientras que Coltosol y Cavisol demostraron un buen sellado hasta por una semana.

La capacidad de sellado de Resilon ha demostrado un mejor sellado estadísticamente significativo que la gutapercha cuando los canales están completamente obturados. Sin embargo, este mayor sello podría ser atribuido a una mayor adhesión del material en la porción cervical del canal.[56]

Weine et al.[36] informaron que la obturación de los conductos laterales con diversos métodos no produjo resultados satisfactorios. Las técnicas de obturación con gutapercha tibia proporcionan un sellado satisfactorio de las depresiones laterales en el complejo anatómico del conducto radicular. Los métodos de obturación que utilizan gutapercha calentada ahora se utilizan ampliamente y logran buenos resultados a largo plazo. Hallazgos indican que se debe seleccionar un obturador de cono de 0,08 que coincida con el cono del conducto radicular del modelo de conducto radicular transparente, para alcanzar un punto a 5 mm de la longitud de trabajo.

La principal causa de la microfiltración en endodoncia es una mala adaptación de los materiales de restauración temporal. Autores demostraron que el ionómero de vidrio, así como el óxido de zinc y eugenol presentan mayor grado de microfiltración, al contrario, Coltosol y Cavit mostraron un sellado superior y una excelente adaptación marginal.[44] Los materiales de restauración temporal no deben presentar porosidad, ser biocompatibles, resistir a los cambios térmicos, ser de aplicación sencilla y en algunos casos estéticos, sin embargo, estos materiales tienen propiedad de expansión que resulta en una inadecuada adaptación en la interfaz de la pared de la cavidad y el material restaurador, ocasionando porosidades que conllevan a la microfiltración.[69]

La irrigación con NaOCl al 1% combinado con EDTA al 17% tuvo la menor microfiltración coronal media después de la obturación. La irrigación con ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) solo puede eliminar la porción inorgánica de la capa de barro. Por lo tanto, para eliminar completamente la capa de barrillo, se debe combinar con un solvente orgánico como NaOCl. Torabinejad et al.[43] realizaron un estudio y concluyeron que las muestras con capa de barrillo tenían más fugas que las muestras a las que se les había eliminado la capa de barrillo con EDTA o una mezcla de tetraciclina, un ácido y un detergente (MTAD), aunque esta diferencia fue estadísticamente significativa sólo con el último. Los selladores más populares son las formulaciones de eugenol con óxido de zinc, selladores de hidróxido de calcio, inómeros de vidrio y resinas.

Se ha demostrado que los procedimientos quimio-mecánicos por sí solos no pueden eliminar completamente la biopelícula microbiana del sistema de conductos radiculares porque entre el 35% y el 45% de las superficies del conducto radicular no son tocadas por instrumentos manuales/rotativos ni irrigantes durante los procedimientos quimio-mecánicos dejan algunas biopelículas bacterianas en las paredes del conducto radicular.[52] El uso adecuado de medicación intracanal y/o soluciones de irrigación con propiedades oxidantes, como la clorhexidina y el hipoclorito sódico, probablemente ayudaría a erradicar la infección por estas cepas.[58]

El sellador puede penetrar en los túbulos dentinarios y puede servir como lubricante que facilita la inserción de los conos de gutapercha. Es posible que la aplicación de un sellador pueda mejorar en cierta medida la fracción de volumen de gutapercha en el canal después de la obturación. Sin embargo, los selladores suelen ser radiopacos, y el uso de un sellador en este estudio habría agregado otra variable independiente a este estudio, ya que diferentes selladores pueden tener diferentes propiedades reológicas y probablemente habrían afectado la detección por micro-CT de huecos dentro. la mayor parte del relleno de raíz.[41]

Las técnicas termoplastificadas son capaces de mediar una adaptación más estrecha de la gutapercha a la pared del conducto radicular que la compactación CL, y la calidad mejorada de la obturación no dependió de la sección transversal. Un sellador de conductos radiculares es esencial para cualquier técnica de obturación que implique gutapercha, incluidas las técnicas termoplastificadas. El sellador puede penetrar en los túbulos dentinarios y puede servir como lubricante que facilita la inserción de los conos de gutapercha. Es posible que la aplicación de un sellador pueda mejorar en cierta medida la fracción de volumen de gutapercha en el canal después de la obturación.[70]

La técnica de obturación de cono único es una técnica que requiere menos tiempo y tiene resultados de tratamiento mejores o comparables en comparación con las técnicas convencionales. Lo que vale la pena considerar es que, debido a la buena adaptación de la gutapercha a las paredes del canal, queda poco espacio entre la gutapercha y la pared del canal,

que se llena con el sellador. Algunos investigadores han comparado la capacidad de sellado de la técnica de cono único y otras de uso común y no han informado diferencias entre las dos técnicas.[71]

4.1.4. Causas del fracaso endodóntico.

El éxito del tratamiento de endodoncia depende principalmente de la eliminación efectiva de las bacterias y sus subproductos del sistema de conductos radiculares. La complejidad anatómica, como los istmos, los conductos laterales y los túbulos dentinarios, pueden representar un obstáculo para lograr este objetivo.[22] En este contexto, las bacterias que quedan en el conducto radicular en el momento del empaste radicular causan infección persistente y fracaso del tratamiento, por lo que, para lograr una desinfección adecuada, la instrumentación mecánica debe complementarse con métodos de irrigación química.[48] La desinfección eficaz del conducto radicular es crucial para el éxito de la endodoncia regenerativa porque la infección puede interferir con la actividad y la regeneración de las células madre, así como con el proceso de reparación. [30]

La falta de adherencia de la gutapercha con el material de obturación y el sellado adecuado del conducto apical son responsables de casi el 60% de los fracasos de los conductos radiculares.[46] En este sentido, el estudio de Washington[45] sobre el éxito y el fracaso endodóntico sugiere que la percolación apical de los exudados perirradiculares hacia los canales no completamente obturados es la principal causa de los fracasos endodónticos. Parecería seguro asumir que los productos nocivos que se escapan del agujero apical actúan como irritantes inflamatorios.[32]

Ingle et al. [69] realizaron un seguimiento a dientes con tratamiento de endodoncia durante 5 años y concluyeron que el 63% de los fracasos de dichos tratamientos esta dado por la microfiltración coronal, definida como el paso de líquidos y bacterias a través del material de restauración temporal y la pared dentinaria. Como uno de los principales agentes etiológicos de la caries dental humana, la virulencia de *S. mutans* como patógeno dental reside principalmente en su capacidad para causar infecciones.[58]

En cambio, el *Enterococcus faecalis* es una especie anaeróbica facultativa Gram positiva comúnmente estudiada en endodoncia debido a su alto frecuencia en casos de tratamiento de conducto fallido.[57] La presencia de *E. faecalis* en las lesiones de periodontitis puede tener importantes implicaciones terapéuticas. Los patógenos establecidos en el biofilm dental pueden ser más difíciles de erradicar debido a su mayor resistencia a los agentes antimicrobianos y a los mecanismos de defensa inmunológicos, lo que aumenta la probabilidad de reinfección y fracaso del tratamiento.[25]

El *Enterococcus faecalis* ha sido identificado como uno de los principales patógenos implicados en los fracasos terapéuticos con un 80 a 90%. Su persistencia después del tratamiento endodóntico puede explicarse por el hecho de que *E. faecalis* penetra profundamente en el interior de los túbulos dentinarios.[24] Es un patógeno que normalmente se encuentra en los dientes permanentes en casos de terapia endodóntica fallida. Estudios previos confirman que ciertas especies de microorganismos están asociados con signos y síntomas clínicos de infecciones endodónticas en dientes primarios y permanentes.[8]

Los espacios dentro de los materiales de obturación pueden servir como centros de entrada para microorganismos, lo que provoca microfiltraciones y el fracaso a largo plazo del tratamiento endodóntico. La presencia de espacios puede verse influenciados por varios factores, como la experiencia del médico, la técnica de obturación, la técnica de preparación del conducto radicular, las propiedades físicas del material y la configuración anatómica del sistema de conductos radiculares..[34]

La principal causa del fracaso endodóntico es la persistencia de microorganismos capaces de causando infección intrarradicular o extraradicular. Por lo tanto, es conveniente realizar una excelente limpieza y modelado del conducto radicular combinado con una técnica de obturación que proporciona un cierre tridimensional del sistema, minimizando la formación de huecos y vacíos, posible fuente de comunicación con el exterior y, por tanto, de reinfección y fracaso del tratamiento en sí. La causa se debe a la complejidad anatómica del sistema de canales. Además, en la diferente morfología entre el portador de gutapercha

y el conducto radicular: uno de sección circular y el otro de sección ovalada, por lo tanto con la dificultad de sellar toda la superficie.[61]

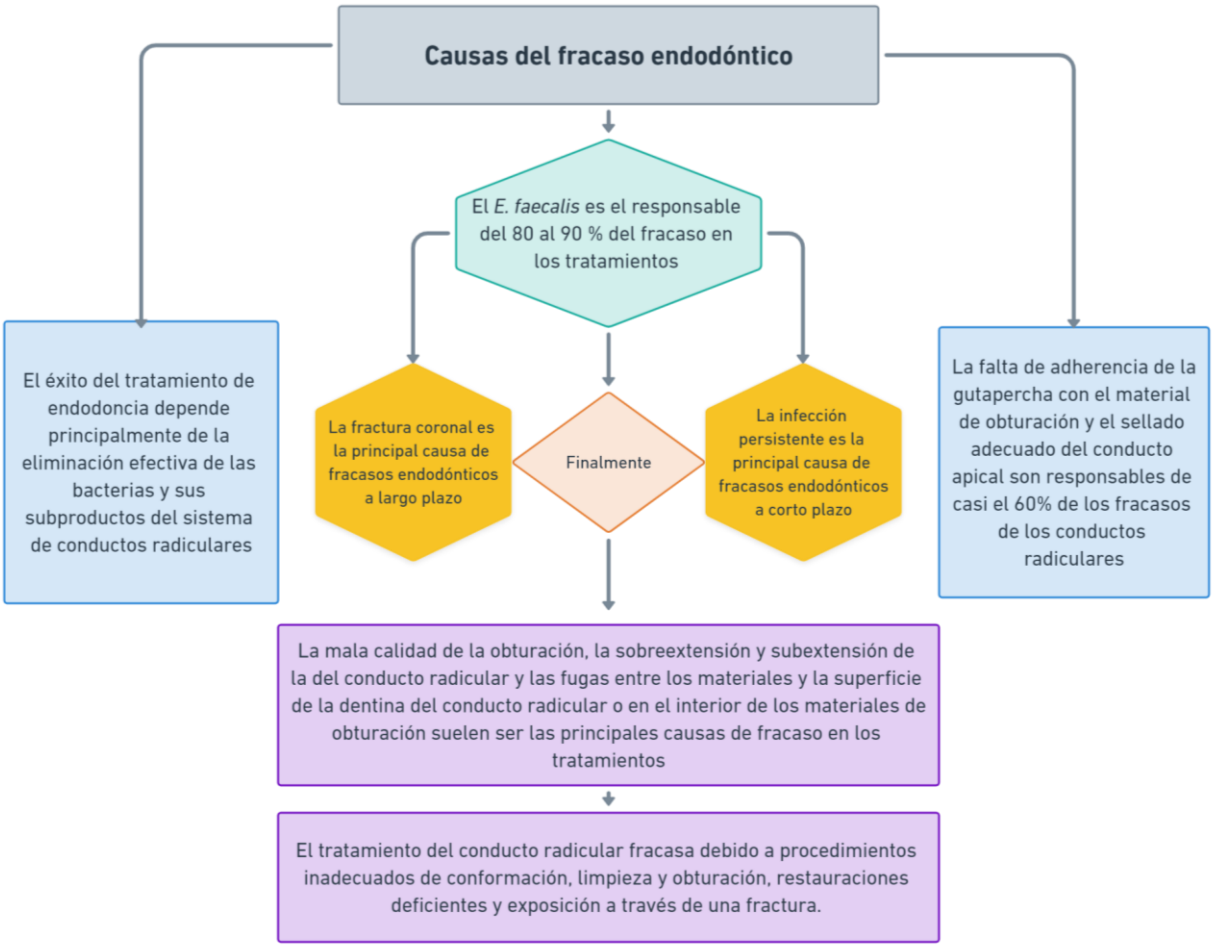
El inicio de la inflamación depende de la cantidad y virulencia de las bacterias involucradas, así como de la condición inmunológica del huésped. Sin embargo, una restauración coronal fallida, defectuosa o inadecuada puede permitir una fuga coronal; por lo tanto, es importante probar la eficacia de los selladores de conductos radiculares contra la fuga bacteriana, independientemente de la aplicación de la barrera de ionómero de vidrio.[31] Las propiedades del sellador, como la viscosidad y a capacidad de remojo, son de suma importancia, ya que debe empapar fácilmente la gutapercha y también fluir fácilmente en este pequeño espacio para evitar fugas.[71]

Resultados indican que la instrumentación de conductos radiculares puede tener un efecto significativo en la formación de defectos dentinarios y, por tanto, en la resistencia a la fractura. Sin embargo, no está claro si todas las microfisuras conducirían a VRF (Fractura radicular vertical) y esto debe estudiarse más a fondo. [72]

Existe una gran incertidumbre si esas bacterias persistentes que se encuentran en los conductos radiculares obturados permanecieron de la infección original, pudiendo resistir los protocolos de desinfección endodóntica, o si vinieron de la saliva y pudieron invadir el sistema de conductos radiculares a través de material restaurador defectuoso. Estos hallazgos sugieren que la microfiltración coronal es una causa concebible de fracaso endodóntico.[51]

La oportunidad de que los Enterococos invadan o, si ya están presentes como una pequeña parte de la infección primaria, superen el sistema de conductos radiculares, presumiblemente surge durante el tratamiento de endodoncia, entre citas o después de que se haya completado el tratamiento. [30]

Gráfico 15. Cuadro Resumen IV



Fuente: Whimsical

Elaborado por: Cristina Elizabeth Vaca Ayala

La fractura de la coronal es la principal causa de fracasos endodónticos a largo plazo. El tratamiento del conducto radicular fracasa debido a infecciones bacterianas persistentes o reinfecciones. Estas incluyen procedimientos inadecuados de conformación, limpieza y obturación, restauraciones deficientes y exposición a través de una fractura. La infección persistente es la principal causa de fracasos endodónticos a corto plazo.[29]

Portillo et al. [44] indican que la presencia de microorganismos en los conductos radiculares de dientes endodonciados se da por la anatomía de los conductos, la cooperación del paciente, destreza del especialista en la preparación y obturación de los conductos, calidad de los

materiales endodónticos, cada factor puede desencadenar inconvenientes que resulten en la recontaminación post endodóntica.

El fracaso del tratamiento de conducto puede atribuirse a varios factores, pero la microfiltración a través del sistema de conductos es uno de los principales. Ingle[43] cree que la mayoría de los casos fallidos de tratamiento de conducto se deben a la filtración de líquido de zonas inflamadas y tejido periapical en canales obturados incorrectamente. La mala calidad de la obturación, la sobreextensión y subextensión de la del conducto radicular y las fugas entre los materiales y la superficie de la dentina del conducto radicular o en el interior de los materiales de obturación suelen ser las principales causas de fracaso en los tratamientos de conductos radiculares.[9]

La principal causa de infecciones endodónticas, y por tanto también del fracaso del tratamiento endodóntico es la presencia de microorganismos aislados como planctónicos.[55] En congruencia con lo expuesto, Thankachan et al.[43] explican que la fuga apical se considera la causa común del fracaso endodóntico y está influenciada por muchas variables, como diferentes técnicas de llenado, propiedades químicas y físicas de los materiales de obturación del conducto radicular y la presencia y ausencia de capa de frotis.

La ausencia de microfiltraciones contribuye al éxito del tratamiento de conducto.[38] El llenado y la obturación inadecuados pueden provocar la penetración de líquidos en los espacios, induciendo una reacción inflamatoria crónica periapical e interfiriendo con el éxito del tratamiento.[35]

4.2. DISCUSIÓN

El control de la microfiltración corono apical de *E. faecalis* en dientes endodonciados, representa un desafío para la mayoría de los procedimientos endodónticos, debido a que, requiere de una apropiada limpieza y modelado del conducto radicular sumado a una técnica de obturación que facilite un sellado tridimensional de los conductos, y de esta manera disminuya la formación de espacios que generen comunicación con el medio exterior y por consecuente causen reinfección. A partir de esta deducción, los autores[73][16][2][74][75] concuerdan en que realizar una correcta técnica de obturación va a reducir en gran manera la filtración de microorganismos persistentes que permanecen en los túbulos dentinarios o en la compleja morfología del conducto radicular.

Por otro lado, de acuerdo con los estudios [55][48][28][31] actualmente existen varios métodos para verificar la microfiltración de bacterias por mencionar algunas: infiltración de colorantes y fluidos, medición por estereomicroscopio, marcadores de isótopos, tomografía computarizada (CBCT), filtración bacteriana, siendo ésta última, la técnica más conservadora, eficaz, que proporciona un alto nivel de precisión, mientras que, el método radiográfico muestra un escaso grado de confiabilidad.

La microfiltración corono apical en dientes endodonciados en un 90% de los casos se da por la invasión de *Enterococcus faecalis* en los conductos radiculares, sin embargo, hay varias cepas que pueden sobrevivir al procedimiento endodóntico como son *Actinomyces*, *Propionibacterium*, *Streptococcus* y *Staphylococcus*. En base a esta premisa los autores [8][20][57][76] corroboran que el *E. faecalis*, patógeno anaerobio oportunista tiene la capacidad de sobrevivir en ambientes con escasos nutrientes y un pH alcalino elevado y como características de interés presenta alta resistencia ante los agentes antimicrobianos lo que lo convierte en un patógeno resistente a tratamiento de conducto radicular.

En desacuerdo, los autores [40][52][36][70] enfatizan que el *E. faecalis* no es colonizador habitual de la cavidad bucal, puesto que, se lo encuentra principalmente en el intestino humano, en

consecuencia surge la premisa de cómo este patógeno logra intervenir en las infecciones del conducto radicular. En concordancia con lo antes mencionado, varios estudios [24][34][33][62] exponen que no se ha demostrado que el *E. faecalis* tenga participación en las lesiones periapicales cuando se compara con piezas dentales con tratamiento de conducto sin lesiones, además aducen que, a pesar de estar presente, no es la especie más dominante en los casos de retratamiento.

El propósito de los materiales endodónticos es servir como barrera para evitar la comunicación del área periapical con el medio exterior y eliminar cualquier microorganismo dentro del conducto radicular. Sin embargo, múltiples autores [9][71][60] argumentan que con los materiales y métodos actualmente empleados en endodoncia no es factible realizar un completo y permanente sellado del sistema de conductos radiculares. En concordancia con lo planteado, los estudios *in vitro* y en animales[41][77][70][2] demuestran que ningún material cuenta con los requisitos para un correcto sellado del sistema de conductos.

Un sellador endodóntico ideal debe presentar propiedades antimicrobianas al igual que producir un sellado hermético de los conductos radiculares, diversos autores[45][71][50] exponen que los materiales a base de silicato de calcio tienen capacidades de sellado superiores a los demás. En discrepancia los autores [78][66][64][32] investigaron que un sellador biocerámico proporciona un completo sellado coronal en dientes tratados endodónticamente, que otros materiales examinados en endodoncia.

En esta perspectiva, los autores señalan que la técnica de obturación Thermafil produce un sellado apical superior si se lo compara con el método de condensación lateral y Obtura II. Así mismo, autores[33][22][35][60][71] coinciden en base a experimentos *in vitro*, que la técnica de condensación lateral carece de una replicación de la compleja morfología de los conductos radiculares y de su homogeneidad. No obstante, algunos autores [41][37][41] discrepan porque en base a sus estudios, la técnica de condensación lateral es el método más utilizado debido de sus ventajas a largo plazo, su facilidad de uso, su previsibilidad, y el dominio en la colocación del material.

Con las técnicas convencionales de irrigación y desinfección del sistema de conductos se ha logrado eliminar a las bacterias en un 90%. En base a esta premisa, los autores[57][9][64][35][65] coinciden en que los irrigantes con su capacidad antibacteriana ayudan a erradicar los microorganismos y consideran que el hipoclorito de sodio al 5,25% y la clorhexidina al 2% son altamente eficaces. Sin embargo, en estudios *in vitro*[78][31][49][79] utilizando cinco soluciones irrigadoras afirman que los agentes más potentes son el NaOCl al 5% y EDTA al 17%. En apoyo a esta afirmación, lo autores[72][54][4][43] encontraron que la irrigación con hipoclorito de sodio en combinación con el ácido etilendiaminotetraacético al 17% presenta una menor microfiltración coronal después de la obturación.

La principal causa del fracaso endodóntico es la presencia de microorganismos, que son capaces de causar reinfección extraradicular e intraradicular. En base a esto, los autores [58][80][65][33] concuerdan que, el principal patógeno causante de la contaminación de conductos radiculares tratados, es el *Enterococcus faecalis* por su capacidad de formar biopelículas resistentes a los irrigantes endodónticos y medicamentos intraconducto.

Una inadecuada técnica de obturación, la subextensión y sobreextensión del conducto radicular, así como, fugas entre el material de obturación y la pared dentinaria de los conductos radiculares, son causas del retratamiento endodóntico. Los autores [34][50][81][64][12] en concordancia, señalan que la completa desinfección del sistema de conductos y la aplicación adecuada de selladores endodónticos son cruciales para evitar el fracaso en la terapia endodóntica.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

5.1. CONCLUSIONES

- Al analizar la microfiltración corono apical de *Enterococcus faecalis* en dientes endodonciados, se determina que este patógeno oportunista prevalece en los conductos radiculares debido a sus potentes factores de virulencia, añadiendo que, los actuales materiales y técnicas empleadas en endodoncia no son lo suficientemente efectivas para evitar la contaminación de los conductos radiculares.

- En definitiva, se determina que en el 90% de los casos de reinfección endodóntica examinados, hay una prevalencia de bacterias Gram positivas, anaerobias facultativas, principalmente de *E. faecalis*, microorganismo con capacidad para adherirse a la pared dentinaria de los conductos radiculares, resistir a la preparación químico-mecánica y medicación intracanal.

- Después de la revisión sistemática de los materiales y técnicas más utilizadas en endodoncia, se identifica que la técnica de obturación Thermafil presenta resultados efectivos en la prevención de microfiltración frente a otras técnicas endodónticas, debiéndose en gran manera a su capacidad para sellar los conductos radiculares laterales además del conducto principal. Los irrigantes que presentan menor microfiltración por su elevado potencial antibacterial son el hipoclorito de sodio al 5,25% combinado con EDTA al 17%. En cuanto a los materiales de restauración temporal Coltosol y Cavisol demostraron un mejor sellado y adaptación marginal.

- Finalmente, se destacan varias causas a los fracasos endodónticos como: diagnóstico erróneo, perforaciones, sobreobturaciones, persistencia de una patología, fracaso en la restauración postendodóntica, entre otras. Sin embargo, los hallazgos afirman que las dos principales razones están dadas por una obturación incompleta del sistema de conductos radiculares y la microfiltración corono apical de *Enterococcus faecalis*.

5.2. RECOMENDACIONES

- Al recopilar la información y comparar los diversos estudios, se determina que ningún material y técnica endodóntica evita la microfiltración, es por ello que se sugiere al odontólogo especialista realizar una adecuado diagnóstico, planificación y ejecución del tratamiento.

- Es necesario recomendar al odontólogo que la determinación de un fracaso o éxito en el tratamiento de conducto no está dada por la presencia o ausencia de sintomatología, sino que es necesario estructurar un seguimiento del caso a través de la exploración clínica y radiográfica.

- Se recomienda a los profesionales de la salud, exponer a sus pacientes desde la primera consulta la importancia de mantener los dientes en la cavidad oral, así como también, recomendarle asistir a todas sus citas odontológicas independiente de la ausencia de sintomatología, con el fin de culminar con éxito el tratamiento endodóntico.

- En Ecuador existen estudios limitados sobre el fracaso endodóntico por filtración de *E. faecalis* en conductos radiculares, a pesar de que su medio de cultivo sencillo y rentable, por lo que se recomienda a los profesionales e investigadores locales realicen nuevos estudios que aporten datos sobre el predominio y virulencia de este microorganismo en el país.

- Hay escasos estudios sobre la presencia de *E. faecalis* en la dentición primaria de los niños por lo que se sugiere realizar investigaciones que aporten información científica sobre la presencia temprana de este patógeno en la cavidad bucal. Así mismo, se recomienda realizar experimentos más actuales *in vivo* para evaluar la incidencia y dominio de *E. faecalis* en conductos radiculares endodonciados ya que distintos autores discrepan e indican que otras cepas podrían estar causando la reinfección.

BIBLIOGRAFÍA.

1. Salazar N, Gonzalo J, Salas E, Alvaro S, Diaz N, Ramos D. *Enterococcus faecalis*: patogeno de relevancia clinica en tratamiento endodonticos fallidos. Kiru [Internet]. 2020 Sep 30;17(3):169–74. Available from: https://www.aulavirtualusmp.pe/ojs/index.php/Rev-Kiru0/article/view/1988

2. Shetty KP, Satish S V., Luke AM, Badade AR, Kilaru KR. *In vitro* Interrelationship Between Apical Fill And Apical Leakage Using Three Different Obturation Techniques. J Int Soc Prev Community Dent. 2018;8(831):34–7.

3. Canalda Sahli C, Brau Aguadé E. Endodoncia : técnicas clínicas y bases científicas / directores, Carlos Canalda Sahli, Esteban Brau Aguagé. 2019;

4. Wong AWY, Zhang S, Li SKY, Zhu X, Zhang C, Chu and CH. Incidencia de dolor posobturación después de tratamientos endodónticos no quirúrgicos de visita única versus visitas múltiples. BMC Oral Health. 2015;

5. Patricia N, Ortega H. Importancia de la instrumentación con los Sistemas Reciproc y Wave One en la eliminación de *Enterococcus*. 2014.

6. Maria Velasco RG. Microfiltración coronal de *Enterococcus faecalis* mediante la comparación de dos técnicas de obturación: cono único termoplastificada vs termomecánica en premolares inferiores. 2020.

7. Ivohnne K, Maquera P. Medicación intraconducto frente al E nterococcus faecalis Intraconduct drugs against *Enterococcus faecalis*. 2019;3(2):49–55.

8. Cancio V, Carvalho Ferreira D de, Cavalcante FS, Rosado AS, Teixeira LM, Braga Oliveira Q, et al. Can the *Enterococcus faecalis* identified in the root canals of primary teeth be a cause of failure of endodontic treatment? Acta Odontol Scand. 2017 Aug 18;75(6):423–8.

9. Manoj Kumar Pulyodan, Sunil Paramel Mohan, Dhanya Valsan, 1 Namitha Divakar, Shabna Moyin and ST. Regenerating A Monoblock To Obturate Root Canalsvia A Mineralising Strategy. Natl Libr Med. 2020;1–10.

10. Lilian Toledo Reyes AL, Benítez RVÁ. Factores asociados al fracaso de la terapia de conductos radiculares Factors associated to the failure of the root. 2018;21(2):93–102.

11. Giudice García A TNJ. Obturación en endodoncia - Nuevos sistemas de obturación: revisión de literatura. Rev Cubana Estomatol. 2013;3(21):174.

12. Rendón Gómez JA, Bermúdez Reyes P, Cano Pérez JD, Urrego Araque MÁ. Coronal Microleakage Of *Enterococcus faecalis* In Three Types Of Endodontic Filling (Warm Vertical Compaction, Lateral Compaction, And Single Cone). Rev Fac Odontol Univ Antioquia [Internet]. 2017 Jan;28(2):278–91. Available from: https://revistas.udea.edu.co/index.php/odont/article/view/21935

13. Aragón Matamoros SE, Guindos Moya TA, Meza González Y, Morales Herrera D, Perera Díaz MA, Rodríguez Ciódaro A, et al. Evaluación *in vitro* de la microfiltración de *Enterococcus faecalis* usando cinco técnicas de obturación / *In vitro* Evaluation of *Enterococcus faecalis* Microleakage Using Five Obturation Techniques. Univ Odontol. 2016 Jun 28;35(74).

14. Mehta SD, Malhan S, Bansal C. Iatrogenic complications arising from cleaning and shaping. Int J Health Sci (Qassim). 2021;5(April):56–62.

15. Guerrero F, Berástegui E, Aspiazu K. Porosity analysis of mineral trioxide aggregate Fillapex and BioRoot cements for use in endodontics using microcomputed tomography. J Conserv Dent. 2018;21(4):373–7.

16. Muliyar S, Shameem KA, Thankachan RP, Francis P, Jayapalan C, Hafiz KA. Emotional Intelligence in Public Relations Instruction: Content Analysis of Introductory Textbooks and Codes of Ethics. J Int Oral Heal [Internet]. 2014;6(6):99–104. Available from: http://esc-web.lib.cbs.dk/login?url=http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=bth&AN=70498088&site=ehost-live

17. Capandegui N, Lombardo NP, Lauriola LL, Marcarian L ZS. Revista de la Facultad de Odontología de la Universidad de Buenos Aires. 2021;36:7–11.

18. Canalda C, Brau E. Endodoncia. Técnicas Clínicas y Bases Biológicas. 2014. 220 p.

19. Nepal M, Shubham S, Tripathi R, Khadka J, Kunwar D, Gautam V, et al. Spectrophotometric analysis evaluating apical microleakage in retrograde filling using GIC, MTA and biodentine: An in-vitro study. BMC Oral Health. 2020;20(1):1–7.

20. Shahi S, Bashirzadeh A, Yavari HR, Jafari F, Salem Milani A, Ghasemi N, et al. Effect of different mixing methods on the bacterial microleakage of white Portland cement and white Mineral Trioxide Aggregate. J Stomatol Oral Maxillofac Surg. 2017;11(2):84–9.

21. Page MJ, Mckenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. Declaración PRISMA 2020: una guía actualizada para la publicación de revisiones sistemáticas E. Rev española Cardiol. 2021;74(9):790–9.

22. Alfadda S, Alquria T, Karaismailoglu E, Aksel H, Azim AA. Antibacterial Effect and Bioactivity of Innovative and Currently Used Intracanal Medicaments in Regenerative Endodontics. J Endod. 2021 Aug 1;47(8):1294–300.

23. Concha Camacho E, Chino B, Acevedo Ortiz AC, Argueta Figueroa L. Efecto antibacteriano de los selladores endodónticos en los conductos radiculares TT - Antibacterial effect of endodontic sealers in root canals. Rev Cuba estomatol [Internet]. 2020;57(3):e2945–e2945. Available from: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-75072020000300007%0Ahttp://www.revestomatologia.sld.cu/index.php/est/article/view/2945

24. Pileggi G, Wataha JC, Girard M, Grad I, Schrenzel J, Lange N, et al. Blue light-mediated inactivation of *Enterococcus faecalis in vitro*. Photodiagnosis Photodyn Ther. 2017;10(2):134–40.

25. Akbari Aghdam M, Soroush Barhaghi MH, Aghazadeh M, Jafari F, Beomide Hagh M, Haghdoost M, et al. Virulence genes in biofilm producer *Enterococcus faecalis* isolates from root canal infections. Cell Mol Biol. 2017;63(5):55–9.

26. Bachtiar EW, Bachtiar BM, Dewiyani S, Surono Akbar SM. *Enterococcus faecalis* with capsule polysaccharides type 2 and biofilm-forming capacity in Indonesians requiring endodontic treatment. J Investig Clin Dent. 2015 Aug 1;6(3):197–205.

27. Vidana R, Sullivan A, Billström H, Ahlquist M, Lund B. *Enterococcus faecalis* infection in root canals - host-derived or exogenous source? Iran J Basic Med Sci. 2013;52(2):109–15.

28. Cancio V, Carvalho Ferreira D de, Cavalcante FS, Rosado AS, Teixeira LM, Braga Oliveira Q, et al. Can the *Enterococcus faecalis* identified in the root canals of primary teeth be a cause of failure of endodontic treatment? Acta Odontol Scand. 2017;75(6):423–8.

29. Mehta, S. D., Malhan, S., & Bansal C. Iatrogenic Complications Arising From Cleaning And Shaping. Int J Women's Heal Reprod Sci. 2021;5:56–62.

30. Poojar B, Ommurugan B, Adiga S, Thomas H, Sori RK, Poojar B, et al. Regenerative Endodontics: A Paradigm Shift In Clinical Endodontics. Asian J Pharm Clin Res. 2017;7(10):1–5.

31. Kelmendi T, Koçani F, Kurti A, Kamberi B, Kamberi A. Comparison of Sealing Abilities Among Zinc Oxide Eugenol Root-Canal Filling Cement, Antibacterial Bioceramic Paste, and Epoxy Resin, using *Enterococcus faecalis* as a Microbial Tracer. Med Sci Monit Basic Res. 2022;28:e936319.

32. Samson E, Kulkarni S, C SK, Likhitkar M. An In-Vitro Evaluation and Comparison of Apical Sealing Ability of Three Different Obturation Technique - Lateral Condensation, Obtura II, and Thermafil. J Endod. 2013;5(2):35–43.

33. Migliau G, Palaia G, Pergolini D, Guglielmelli T, Fascetti R, Sofan A, et al. Comparison of Two Root Canal Filling Techniques: Obturation with Guttacore Carrier Based System and Obturation with Guttaflow2 Fluid Gutta-Percha. Dent J. 2022;10(4).

34. An HJ, Yoon H, Jung HI, Hoon D. Comparison of Obturation Quality after MTA Orthograde Filling with Various Obturation Techniques. J Clin Med. 2021;

35. Jafari F, Jafari S. Importance and methodologies of endodontic microleakage studies: A systematic review. J Clin Exp Dent. 2017;9(6):e812–9.

36. Suguro H, Takeichi O, Hayashi M, Okamura T, Hira A, Hirano Y, et al. Microcomputed Tomographic Evaluation Of Techniques For Warm Gutta-Percha Obturation. J Oral Sci.

2018;165–9.

37. Translated M. Evaluation Of Three Instrumentation Techniques At The Precision Of Apical Stop And Apical Sealing Of Obturation. J Appl Oral Sci. 2013;19(4).

38. Vula V, Stavileci M, Ajeti N, Vula V, Kuçi A, Meqa K. Evaluation of Apical Leakage After Root Canal Obturation with Glass Ionomer, Resin, and Zinc Oxide Eugenol Sealers Combined with Thermafil. Med Sci Monit Basic Res. 2022 Jun 15;28:e936675.

39. Andriukaitiene L, Song X, Yang N, Lassila LVJ, Vallittu PK, Kerosuo E. The effect of smear layer removal on *E. faecalis* leakage and bond strength of four resin-based root canal sealers. BMC Oral Health. 2018 Dec 13;18(1).

40. Sadik B, Arikan S, Beldüz N, Yaşa Y, Karasoy D, Çehreli M. Effects of laser treatment on endodontic pathogen *Enterococcus faecalis*: A systematic review. Vol. 31, Photomedicine and Laser Surgery. 2013. p. 192–200.

41. Ho ESS, Chang, Jeffrey Wen WeiGCheung ary SP. Quality Of Root Canal Fillings Using Three Gutta-Percha Obturation Techniques. J Endod. 2016;

42. Vallejo Labrada M, Maya Cerón CX. Influencia de la calidad de restauración coronal en el pronóstico de dientes tratados endodónticamente. Rev Cubana Estomatol. 2015;52(1):47–62.

43. Muliyar S, Shameem A, Thankachan R, Francis PG, Jayapalan CS, Hafiz KAA. Microleakage In Endodontics. Natl Libr Med. 2014;99–104.

44. Portillo Martínez A, Peralta M, Keim L. Microfiltración coronal *in vitro* con cuatro materiales de obturación temporal en cavidades endodoncias. Rev científica ciencias la salud. 2019;1(2):33–43.

45. Hernández J, Cabrera A. Resistencia a la fractura de premolares superiores con tratamientos de endodoncia por accesos conservador y tradicional. Rev Cubana Estomatol [Internet]. 2023;60(2):6–1. Available from: http://www.revestomatologia.sld.cu/index.php/est/article/view/3889

46. Alkahtani A, Al-subait S, Anil S. An *In vitro* Comparative Study Of The Adaptation

And Sealing Ability Of Two Carrier-Based Root Canal Obturators. Sci World J. 2013;

47. Saatchi M, Shokraneh A, Navaei H, Maracy MR, Shojaei H. Antibacterial effect of calcium hydroxide combined with chlorhexidine on *Enterococcus faecalis* a systematic review and meta-analysis. J Appl Oral Sci. 2021;22(5):356–65.

48. Ruksakiet K, Hanák L, Farkas N, Hegyi P, Sadaeng W, Czumbel LM, et al. Antimicrobial Efficacy of Chlorhexidine and Sodium Hypochlorite in Root Canal Disinfection: A Systematic Review and Meta-analysis of Randomized Controlled Trials. J Endod. 2020;46(8):1032-1041.e7.

49. Reiznautt CM, Ribeiro JS, Kreps E, Lo W, Lacerda H De, Peralta SL, et al. Development And Properties Of Endodontic Resin Sealers With Natural Oils. J Dent. 2021;104:1–7.

50. Kitagawa H, Kitagawa R, Tsuboi R, Hirose N, Thongthai P, Sakai H, et al. Development of endodontic sealers containing antimicrobial-loaded polymer particles with long-term antibacterial effects. Dent Mater. 2021;37(8):1248–59.

51. Delboni MG, Gomes BPFA, Francisco PA, Teixeira FB, Drake D. Diversity of *Enterococcus faecalis* Genotypes from Multiple Oral Sites Associated with Endodontic Failure Using Repetitive Sequence-based Polymerase Chain Reaction and Arbitrarily Primed Polymerase Chain Reaction. J Endod. 2017;43(3):377–82.

52. Combrinck R. Modulation Of Virulence In *Enterococcus faecalis* Cells Surviving Antimicrobial Photodynamic Inactivation With Reduced Graphene Oxide-Curcumin: An Ex Vivo Biofilm Model. Photodiagnosis Photodyn Ther. 2022;

53. Milani A, Firuzi S, Barhaghi M, Shahi S, Abdollahi A. Evaluation Of Sealing Abilitiy Of Mineral Trioxide Aggregate Mixed With Propylene Glycol As A Root Canal Sealer: A *In vitro* Study. J Dent Res [Internet]. 2019; Available from: www.onlinedoctranslator.com

54. Laura Andriukaitiene, corresponding author, Xiaobo Song, Nannan Yang, Lippo V. J. Lassila, Pekka K. Vallittu and EK. The Effect Of Smear Layer Removal On *E. faecalis* Leakage And Bond Strength Of Four Resin-Based Root Canal Sealers. Clin Oral Investig. 2018;

55. Prada I, Micó-Muñoz P, Giner-Lluesma T, Micó-Martínez P, Collado-Castellano N, Manzano-Saiz A. Influence of microbiology on endodontic failure. Literature review. Med Oral Patol Oral y Cir Bucal. 2019;24(3):e364–72.

56. Muñoz HR, Saravia-Lemus GA, Florián WE, Lainfiesta JF. Microbial Leakage of *Enterococcus faecalis* After Post Space Preparation in Teeth Filled *In Vivo* With RealSeal Versus Gutta-Percha. J Endod. 2007;33(6):673–5.

57. Amanda P, Ivo da P, Carlos J, Rodrigues A, Ricardo M, Gomes B. Pathogenic Potential Of *Enterococcus faecalis* Strains Isolated From Root Canals After Unsuccessful Endodontic Treatment. Clin Oral Investig. 2021;

58. Augusto R. Lima, Tridib Ganguly, Alejandro R. Walker, Natalia Acosta PA, Francisco1, Roberta Pileggi, José A. Lemos BPFAG, Jacqueline, Abranches. Phenotypic And Genotypic Characterization Of *Streptococcus Mutans* Strains Isolated From Endodontic Infections. J Endod. 2020;98104.

59. Samiei M, Aghazade M, Farhadi F, Shahveghar N, Torab A, Vahid Pakdel SM. Sealing Efficacy of Single-cone Obturation Technique with MTA and CEM Cement: An *in vitro* Bacterial Leakage Study. J Dent Res Dent Clin Dent Prospects [Internet]. 2014;8(2):77–83. Available from: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25093050

60. Aghdam MA, Barhaghi S, Aghazadeh M, Jafari F, Hagh MB, Haghdoost M, et al. Virulence genes in biofilm producer *Enterococcus faecalis* isolates from root canal infections. Mol Cell Biol. 2013;53:1689–99.

61. Kooanantkul C, Shelton RM, Camilleri J. Comparison of obturation quality in natural and replica teeth root-filled using different sealers and techniques. Clin Oral Investig. 2023;27(5):2407–17.

62. Lahor-Soler E, Miranda-Rius J, Brunet-Llobet L, Farré M, Pumarola J. *In vitro* study of the apical microleakage with resilon root canal filling using different final endodontic irrigants. J Int Soc Prev Community Dent. 2015;7(2):e212–7.

63. Bhandi S, Mashyakhy M, Abumelha AS, Alkahtany MF, Jamal M, Chohán H, et al. Complete Obturation—Cold Lateral Condensation Vs. Thermoplastic Techniques: A

Systematic Review Of Micro-Ct Studies. J Funct Biomater. 2021;1–15.

64. Dioguardi M, Gioia G, Illuzzi G, Laneve E, Cocco A, Troian G. Endodontic Irrigants: Different Methods To Improve Efficacy And Related Problems. Eur J Dent. 2017;

65. Muneeb Lone M, Raza Khan F, Ahmed Lone M. Evaluation of Microleakage in Single-Rooted Teeth Obturated with Thermoplasticized Gutta-Percha Using Various Endodontic Sealers: An In-Vitro Study. J Ayub Med Coll. 2018;28(5):339–43.

66. Fracassi LD, Ferraz EG, Albergaria SJ, Veeck EB, da Costa NP, Sarmento VA. Evaluation Of The Quality Of Different Endodontic Obturation Techniques By Digital Radiography. Clin Oral Investig. 2013;17(1):97–103.

67. Sadik B, Arikan S, Beldüz N, Yaşa Y, Karasoy D, Çehreli M. Effects of laser treatment on endodontic pathogen *Enterococcus faecalis*: A systematic review. Photomed Laser Surg. 2013;31(5):192–200.

68. Saatchi M, Shokraneh A, Navaei H, Maracy MR, Shojaei H. Efecto antibacteriano del hidróxido de calcio combinado con clorhexidina sobre *Enterococcus faecalis*: una revisión sistemática y un metanálisis. 2014;22(5):356–65.

69. Prado LSNJ, Garcia SC, Salazar CB, Soto NG. Microfiltración Coronal Según Materiales De Restauración Temporal Empleados En Endodoncia. Rev Cubana Estomatol. 2020;57(2):1–13.

70. David Donnermeyer, Edgar Schäfer SB. Real-Time Intracanal Temperature Measurement During Different Obturation Techniques. J Endod. 2018;1–5.

71. Samiei M, Aghazade M, Farhadi F, Shahveghar N, Torab A, Vahid Pakdel SM. Sealing Efficacy of Single-cone Obturation Technique with MTA and CEM Cement: An *in vitro* Bacterial Leakage Study. J Dent Res Dent Clin Dent Prospects [Internet]. 2014;8(2):77–83. Available from: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25093050%0Ahttp://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=PMC4120909

72. Nadu T. Dentinal Defects Before And After Rotary Root Canal Instrumentation With Three Different Obturation Techniques And Two Obturating Materials. J Conserv Dent.

2013;0–3.

73. Ghorbanzadeh R, Assadian H, Chiniforush N, Parker S, Pourakbari B, Ehsani B, et al. Modulation of virulence in *Enterococcus faecalis* cells surviving antimicrobial photodynamic inactivation with reduced graphene oxide-curcumin: An ex vivo biofilm model. Photodiagnosis Photodyn Ther. 2020 Mar 1;29.

74. Francisco PA, Fagundes PI da G, Lemes-Junior JC, Lima AR, Passini MRZ, Gomes BPFA. Pathogenic potential of *Enterococcus faecalis* strains isolated from root canals after unsuccessful endodontic treatment. Clin Oral Investig. 2021 Sep 1;25(9):5171–9.

75. Fabiani-ticona ÁJ, Villavicencio-caparó E. Técnicas de medición de microfiltración apical en endodoncia : una revisión narrativa Apical microleakage measurement techniques in endodontics : a narrative review. 2022;4(3):184–8.

76. Reyes N, Gonzalo J, Ormeño S, Evelyn M, Izquierdo S. *Enterococcus faecalis* : patógeno de relevancia en los fracasos de tratamiento endodóntico. Kiru [Internet]. 2020;17(3):169–74. Available from: https://doi.org/10.24265/kiru.2020.v17n3.08

77. Camilleri J. Sealers And Warm Gutta-Percha Obturation Techniques. 2014;1–7.

78. Momenijavid M, Salimizand H, Korani A, Dianat O, Nouri B, Ramazanzadeh R, et al. Effect of calcium hydroxide on morphology and physicochemical properties of *Enterococcus faecalis* biofilm. Sci Rep. 2022;12(1):1–11.

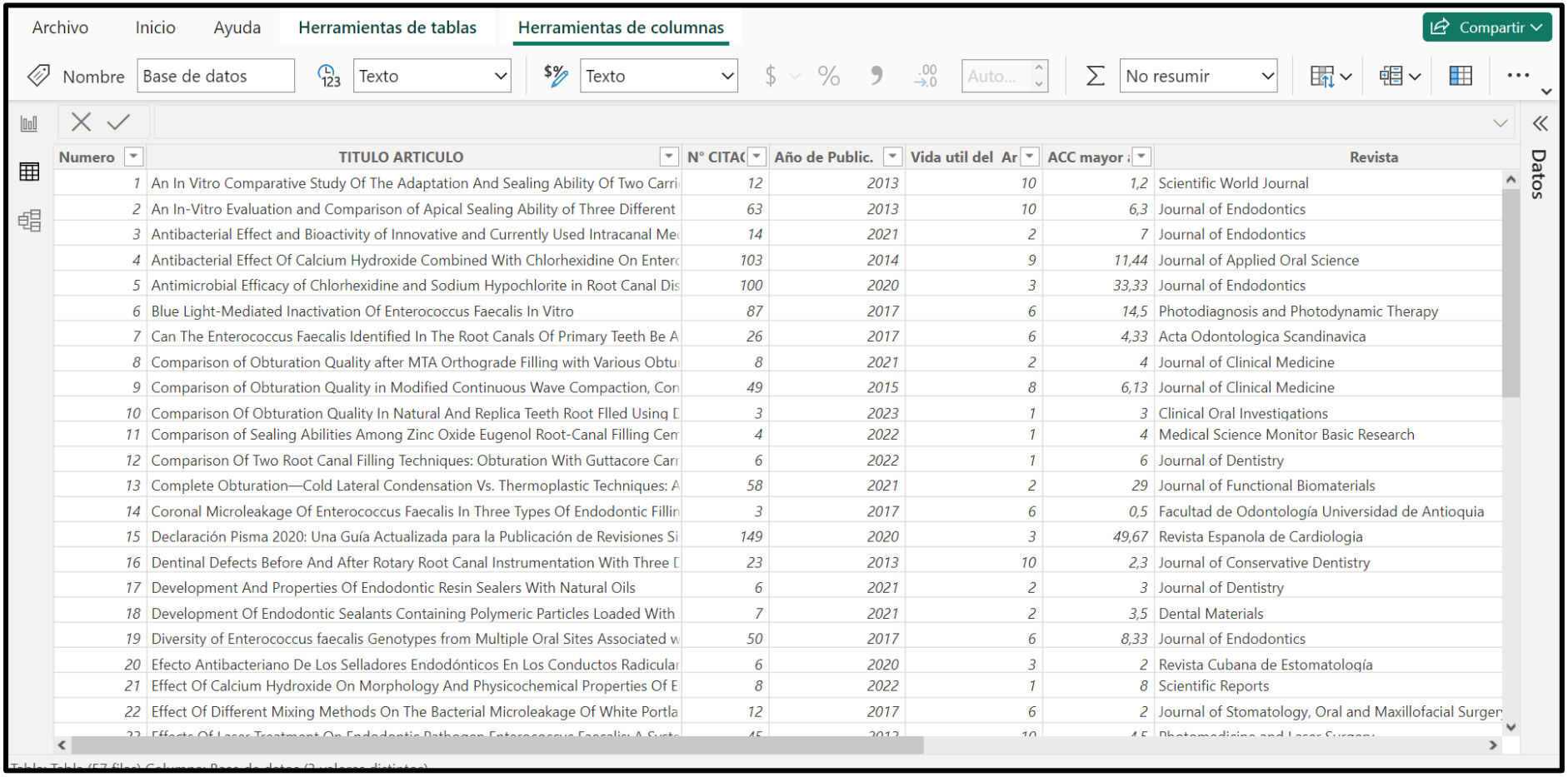
79. Fracassi LD, Ferraz EG, Albergaria SJ, Veeck EB, da Costa NP, Sarmento VA. Evaluation of the quality of different endodontic obturation techniques by digital radiography. Clin Oral Investig. 2013;17(1):97–103.

80. Aminsobhani M, Ghorbanzadeh A, Sharifian MR, Namjou S, Kharazifard MJ. Comparison of Obturation Quality in Modified Continuous Wave Compaction, Continuous Wave Compaction, Lateral Compaction and Warm Vertical Compaction Techniques. J Clin Med. 2015;12:1–10.

81. Vula V, Stavileci M, Ajeti N, Vula V, Kuçi A, Meqa K. Evaluation of Apical Leakage After Root Canal Obturation with Glass Ionomer, Resin, and Zinc Oxide Eugenol Sealers Combined with Thermafil. Med Sci Monit. 2022;28:e936675.

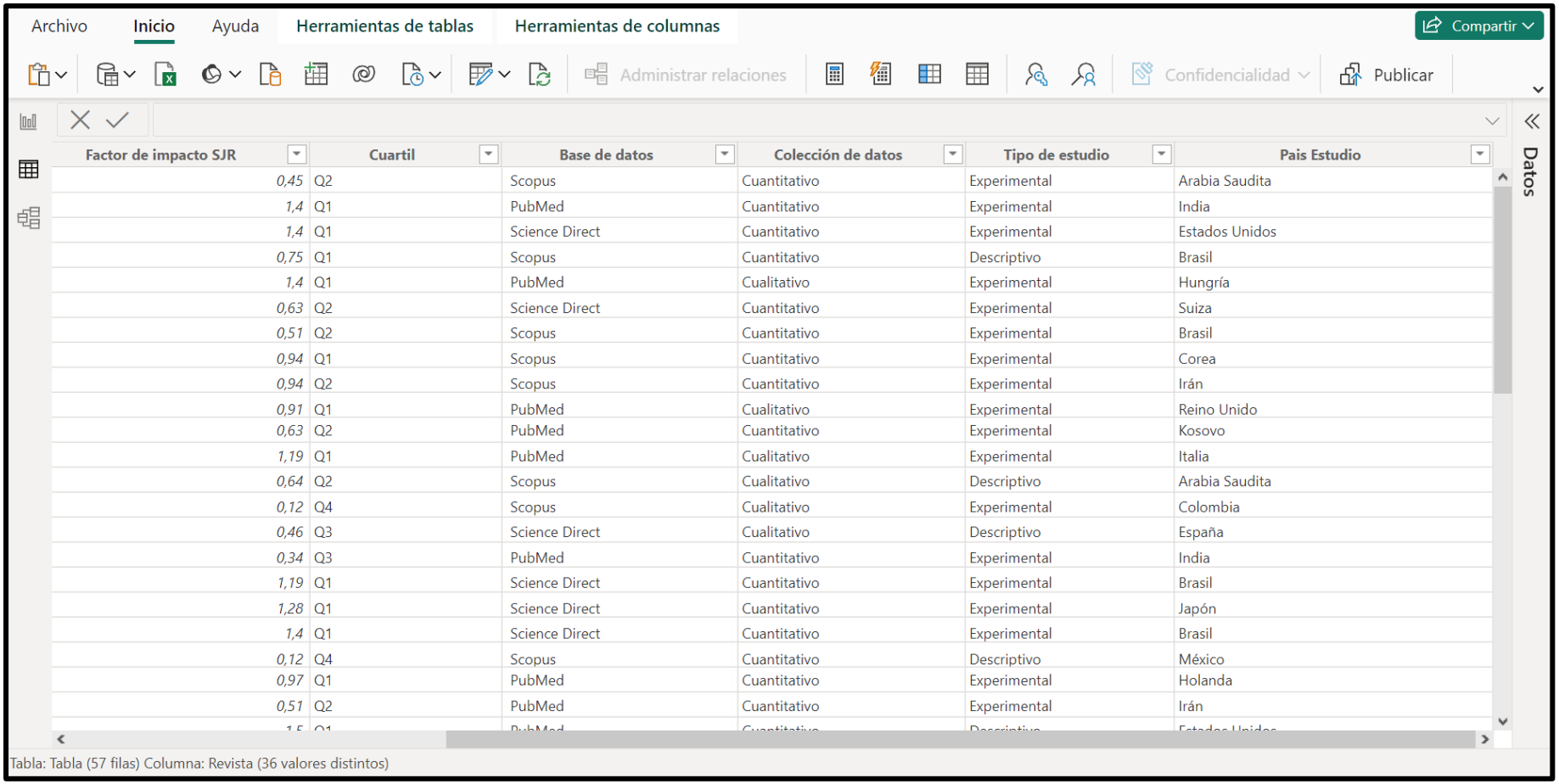
ANEXOS

- **Anexo 1.** Tabla de caracterización de método I



Numero	TITULO ARTICULO	N° CITA(	Año de Public.	Vida util del Ar	ACC mayor :	Revista
1	An In Vitro Comparative Study Of The Adaptation And Sealing Ability Of Two Carri	12	2013	10	1,2	Scientific World Journal
2	An In-Vitro Evaluation and Comparison of Apical Sealing Ability of Three Different	63	2013	10	6,3	Journal of Endodontics
3	Antibacterial Effect and Bioactivity of Innovative and Currently Used Intracanal Me	14	2021	2	7	Journal of Endodontics
4	Antibacterial Effect Of Calcium Hydroxide Combined With Chlorhexidine On Enterc	103	2014	9	11,44	Journal of Applied Oral Science
5	Antimicrobial Efficacy of Chlorhexidine and Sodium Hypochlorite in Root Canal Dis	100	2020	3	33,33	Journal of Endodontics
6	Blue Light-Mediated Inactivation Of Enterococcus Faecalis In Vitro	87	2017	6	14,5	Photodiagnosis and Photodynamic Therapy
7	Can The Enterococcus Faecalis Identified In The Root Canals Of Primary Teeth Be A	26	2017	6	4,33	Acta Odontologica Scandinavica
8	Comparison of Obturation Quality after MTA Orthograde Filling with Various Obtu	8	2021	2	4	Journal of Clinical Medicine
9	Comparison of Obturation Quality in Modified Continuous Wave Compaction, Con	49	2015	8	6,13	Journal of Clinical Medicine
10	Comparison Of Obturation Quality In Natural And Replica Teeth Root Flled Using D	3	2023	1	3	Clinical Oral Investigations
11	Comparison of Sealing Abilities Among Zinc Oxide Eugenol Root-Canal Filling Cen	4	2022	1	4	Medical Science Monitor Basic Research
12	Comparison Of Two Root Canal Filling Techniques: Obturation With Guttacore Carr	6	2022	1	6	Journal of Dentistry
13	Complete Obturation—Cold Lateral Condensation Vs. Thermoplastic Techniques: A	58	2021	2	29	Journal of Functional Biomaterials
14	Coronal Microleakage Of Enterococcus Faecalis In Three Types Of Endodontic Fillin	3	2017	6	0,5	Facultad de Odontología Universidad de Antioquia
15	Declaración Pisma 2020: Una Guía Actualizada para la Publicación de Revisiones Si	149	2020	3	49,67	Revista Espanola de Cardiologia
16	Dentinal Defects Before And After Rotary Root Canal Instrumentation With Three D	23	2013	10	2,3	Journal of Conservative Dentistry
17	Development And Properties Of Endodontic Resin Sealers With Natural Oils	6	2021	2	3	Journal of Dentistry
18	Development Of Endodontic Sealants Containing Polymeric Particles Loaded With	7	2021	2	3,5	Dental Materials
19	Diversity of Enterococcus faecalis Genotypes from Multiple Oral Sites Associated w	50	2017	6	8,33	Journal of Endodontics
20	Efecto Antibacteriano De Los Selladores Endodónticos En Los Conductos Radicular	6	2020	3	2	Revista Cubana de Estomatología
21	Effect Of Calcium Hydroxide On Morphology And Physicochemical Properties Of E	8	2022	1	8	Scientific Reports
22	Effect Of Different Mixing Methods On The Bacterial Microleakage Of White Portla	12	2017	6	2	Journal of Stomatology, Oral and Maxillofacial Surgery

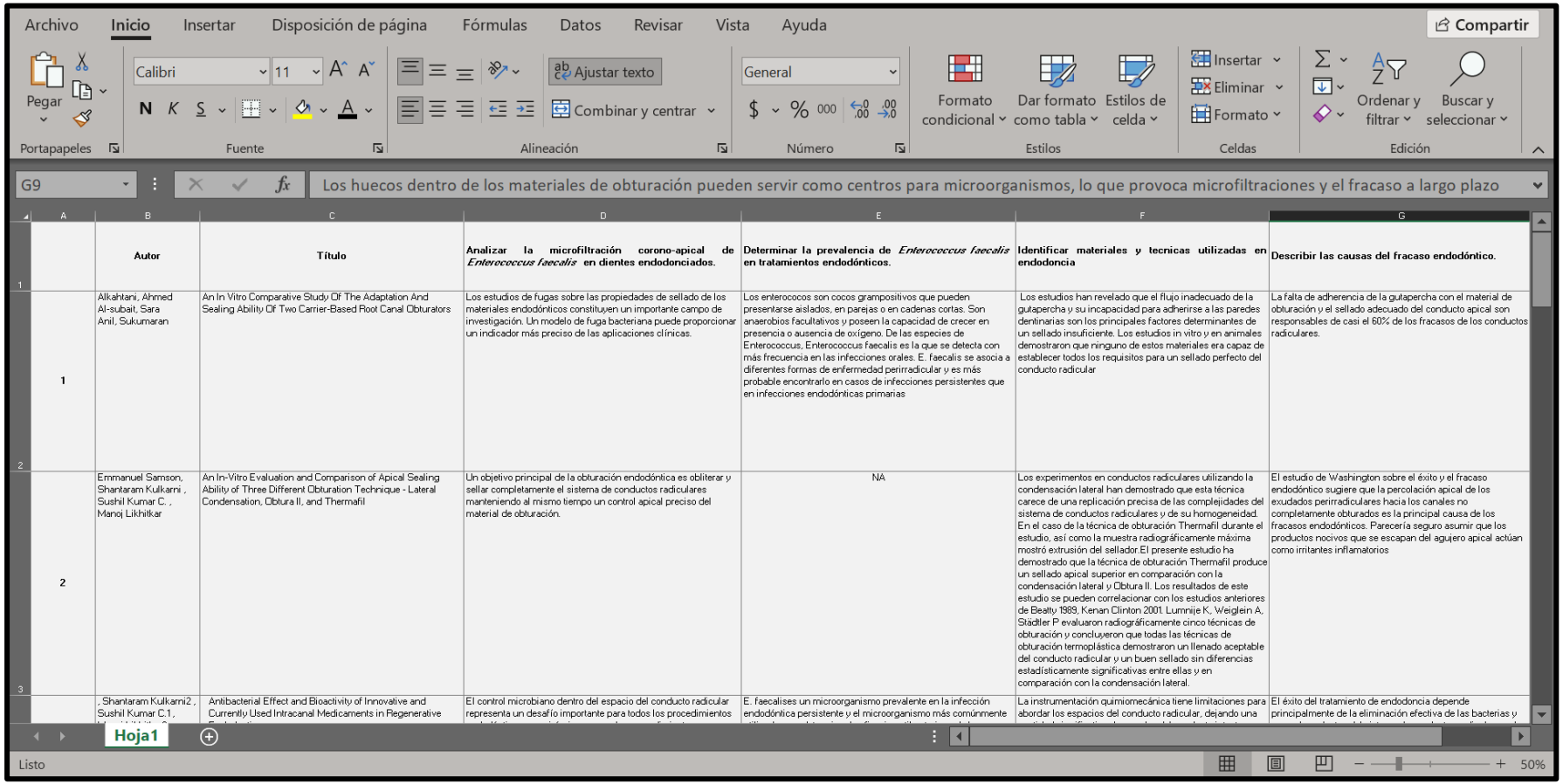
Anexo 2. Tabla de caracterización de método II



Factor de impacto SJR	Cuartil	Base de datos	Colección de datos	Tipo de estudio	Pais Estudio
0,45	Q2	Scopus	Cuantitativo	Experimental	Arabia Saudita
1,4	Q1	PubMed	Cuantitativo	Experimental	India
1,4	Q1	Science Direct	Cuantitativo	Experimental	Estados Unidos
0,75	Q1	Scopus	Cuantitativo	Descriptivo	Brasil
1,4	Q1	PubMed	Cualitativo	Experimental	Hungría
0,63	Q2	Science Direct	Cuantitativo	Experimental	Suiza
0,51	Q2	Scopus	Cuantitativo	Experimental	Brasil
0,94	Q1	Scopus	Cuantitativo	Experimental	Corea
0,94	Q2	Scopus	Cuantitativo	Experimental	Irán
0,91	Q1	PubMed	Cualitativo	Experimental	Reino Unido
0,63	Q2	PubMed	Cuantitativo	Experimental	Kosovo
1,19	Q1	PubMed	Cualitativo	Experimental	Italia
0,64	Q2	Scopus	Cualitativo	Descriptivo	Arabia Saudita
0,12	Q4	Scopus	Cualitativo	Experimental	Colombia
0,46	Q3	Science Direct	Cualitativo	Descriptivo	España
0,34	Q3	PubMed	Cuantitativo	Experimental	India
1,19	Q1	Science Direct	Cuantitativo	Experimental	Brasil
1,28	Q1	Science Direct	Cuantitativo	Experimental	Japón
1,4	Q1	Science Direct	Cuantitativo	Experimental	Brasil
0,12	Q4	Scopus	Cuantitativo	Descriptivo	México
0,97	Q1	PubMed	Cuantitativo	Experimental	Holanda
0,51	Q2	PubMed	Cuantitativo	Experimental	Irán

Tabla: Tabla (57 filas) Columna: Revista (36 valores distintos)

Anexo 3. Tabla de metaanálisis



		Autor	Título	Analizar la microfiltración corono-apical de *Enterococcus faecalis* en dientes endodonciados.	Determinar la prevalencia de *Enterococcus faecalis* en tratamientos endodónticos.	Identificar materiales y tecnicas utilizadas en endodoncia	Describir las causas del fracaso endodóntico.
2	1	Alkahtani, Ahmed Al-subait, Sara Anil, Sukumaran	An In Vitro Comparative Study Of The Adaptation And Sealing Ability Of Two Carrier-Based Root Canal Obturators	Los estudios de fugas sobre las propiedades de sellado de los materiales endodónticos constituyen un importante campo de investigación. Un modelo de fuga bacteriana puede proporcionar un indicador más preciso de las aplicaciones clínicas.	Los enterococos son cocos grampositivos que pueden presentarse aislados, en parejas o en cadenas cortas. Son anaerobios facultativos y poseen la capacidad de crecer en presencia o ausencia de oxígeno. De las especies de Enterococcus, Enterococcus faecalis es la que se detecta con más frecuencia en las infecciones orales. E. faecalis se asocia a diferentes formas de enfermedad perirradicular y es más probable encontrarlo en casos de infecciones persistentes que en infecciones endodónticas primarias	Los estudios han revelado que el flujo inadecuado de la gutapercha y su incapacidad para adherirse a las paredes dentinarias son los principales factores determinantes de un sellado insuficiente. Los estudios in vitro y en animales demostraron que ninguno de estos materiales era capaz de establecer todos los requisitos para un sellado perfecto del conducto radicular	La falta de adherencia de la gutapercha con el material de obturación y el sellado adecuado del conducto apical son responsables de casi el 60% de los fracasos de los conductos radiculares.
3	2	Emmanuel Samson, Shantaram Kulkarni , Sushil Kumar C. , Manoj Likhitkar	An In-Vitro Evaluation and Comparison of Apical Sealing Ability of Three Different Obturation Technique - Lateral Condensation, Obtura II, and Thermafil	Un objetivo principal de la obturación endodóntica es obliterar y sellar completamente el sistema de conductos radiculares manteniendo al mismo tiempo un control apical preciso del material de obturación.	NA	Los experimentos en conductos radiculares utilizando la condensación lateral han demostrado que esta técnica carece de una replicación precisa de las complejidades del sistema de conductos radiculares y de su homogeneidad. En el caso de la técnica de obturación Thermafil durante el estudio, así como la muestra radiográficamente máxima mostró extrusión del sellador.El presente estudio ha demostrado que la técnica de obturación Thermafil produce un sellado apical superior en comparación con la condensación lateral y Obtura II. Los resultados de este estudio se pueden correlacionar con los estudios anteriores de Bealty 1989, Kenan Clinton 2001. Lumnije K, Weiglein A, Städtler P evaluaron radiográficamente cinco técnicas de obturación y concluyeron que todas las técnicas de obturación termoplástica demostraron un llenado aceptable del conducto radicular y un buen sellado sin diferencias estadísticamente significativas entre ellas y en comparación con la condensación lateral.	El estudio de Washington sobre el éxito y el fracaso endodóntico sugiere que la percolación apical de los exudados perirradiculares hacia los canales no completamente obturados es la principal causa de los fracasos endodónticos. Parecería seguro asumir que los productos nocivos que se escapan del agujero apical actúan como irritantes inflamatorios
		, Shantaram Kulkarni2 , Sushil Kumar C.1,	Antibacterial Effect and Bioactivity of Innovative and Currently Used Intracanal Medicaments in Regenerative	El control microbiano dentro del espacio del conducto radicular representa un desafío importante para todos los procedimientos	E. faecalises un microorganismo prevalente en la infección endodóntica persistente y el microorganismo más comúnmente	La instrumentación quimiomecánica tiene limitaciones para abordar los espacios del conducto radicular, dejando una	El éxito del tratamiento de endodoncia depende principalmente de la eliminación efectiva de las bacterias y