



**UNIVERSIDAD DE CHILE**  
FACULTAD DE ODONTOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ODONTOLOGIA CONSERVADORA.  
ÁREA DE ENDODONCIA

**REDUCCIÓN BACTERIANA PRODUCIDA POR LOS SISTEMAS DE  
INSTRUMENTACIÓN MECANIZADA CONTINUA Y RECIPROCANTE: UNA  
REVISIÓN SISTEMÁTICA**

**Sebastián Ignacio Martínez Palomino**

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN  
REVISIÓN SISTEMÁTICA CUALITATIVA  
REQUISITO PARA OPTAR AL TÍTULO DE  
CIRUJANO-DENTISTA**

**TUTOR PRINCIPAL**

Dra. Marcela Patricia Alcota Rojas

**TUTORES ASOCIADOS**

Dra. Daniela Fernanda Salazar Linfati

Dr. Fermín Eduardo González Bergas

**Adscrito a Proyecto PRI-ODO 2020/14**

**Santiago - Chile 2022**



**UNIVERSIDAD DE CHILE**  
FACULTAD DE ODONTOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ODONTOLOGIA CONSERVADORA.  
ÁREA DE ENDODONCIA

**REDUCCIÓN BACTERIANA PRODUCIDA POR LOS SISTEMAS DE  
INSTRUMENTACIÓN MECANIZADA CONTINUA Y RECIPROCANTE: UNA  
REVISIÓN SISTEMÁTICA**

**Sebastián Ignacio Martínez Palomino**

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN  
REVISIÓN SISTEMÁTICA CUALITATIVA  
REQUISITO PARA OPTAR AL TÍTULO DE  
CIRUJANO-DENTISTA**

**TUTOR PRINCIPAL**

Dra. Marcela Patricia Alcota Rojas

**TUTORES ASOCIADOS**

Dra. Daniela Fernanda Salazar Linfati

Dr. Fermín Eduardo González Bergas

**Adscrito a Proyecto PRI-ODO 2020/14**

**Santiago - Chile 2022**

# DEDICATORIA

*A mi mamá Andrea, a mi papá Gerardo,  
a mi novia Pía,  
a mi hermana Cony, a toda mi familia  
a mis amigos "los homunqls" y a los demás de la U  
a todos mis amigos que he hecho  
a lo largo de mi vida*

*En memoria de mi abuelo Héctor Palomino, que su ejemplo  
influyó en mí para estudiar en el área de la salud*

*Muchas Gracias*

*"...sobre los enfermos pondrán sus manos, y sanarán."  
(S. Marcos 16:18)*

## **AGRADECIMIENTOS**

- A mi equipo de tutores de la facultad, a la Dra. Marcela Alcota, a la Dra. Daniela Salazar y al Dr. Fermín González, por permitirme trabajar y hacer esta tesis con ustedes, por su guía, su paciencia, su compromiso, su sabiduría, su amabilidad y sobre todo su docencia y profesionalismo, un ejemplo muy grato que me llevo y espero replicar en mi vida profesional.

- A mi mamá Andrea y mi papá Gerardo, porque gran parte de lo que soy hoy en día es por y gracias a ellos, por su gran amor, su dedicación y preocupación hacía mí y mi hermana, por la confianza que siempre me han depositado, y espero serles siempre de orgullo. A mi mamá Andrea por el sacrificio que siempre hace por nosotros, poniéndonos en prioridad, y a mi papá Gerardo por aceptarme y criarnos de forma única y sin igual. Espero poder tomar el ejemplo que me han dado y poder aplicarlo cuando me toque ser papá.

- A mi novia Pía, por su completo amor y apoyo en todos estos años que llevamos juntos, por ser un pilar fundamental en mi vida, y siempre estar para mí en los momentos buenos y sobretodo los malos, dándome ánimo, consuelo y siempre alentándome a seguir adelante, impulsándome a ser cada día una mejor persona y haciéndome sentir alguien especial. También a mi suegri Evelyn, la memé y al Alonso, que me han tratado siempre como un miembro de su familia y siempre me han dado su apoyo y todo su cariño, muchas gracias.

- A mi hermana Cony, por todas las cosas que hemos vivido juntos, sobre todo las últimas, por su cariño, por sus pláticas y anécdotas diarias del liceo, así también por las tardes de series, con las cuales me ayudaba a distraerme, relajarme y también a ayudarme en sus inquietudes, espero ser siempre un apoyo para ella.

- A toda mi familia por el apoyo, la confianza y el cariño que me han brindado siempre, a mis abuelas, tías y tíos, primas y primos, muchas gracias.

- A mis amigos de la U, “los homunqls”, así también a la Cata y a la Nico, por el apoyo grande que nos damos, con los que los días en la universidad fueron únicos y no los cambiaría, por los grandes, buenos y alegres momentos; y el apoyo en los momentos complicados y tensos que vivió cada uno en la U. Que todas estas amistades ojalá sigan mucho más allá de la U.

- A mi gran amigo Gabriel, amigo de la infancia y de toda una vida, por todo el apoyo, las fuerzas, los consejos, el ejemplo, el ánimo, el cariño, amigos como tú son pocos, y espero que sigamos así siempre. También a todos los del grupo de jóvenes de la

iglesia, por su apoyo, cariño y oraciones, que siempre están pendientes y con buena voluntad.

- A todos mis amigos que he hecho a lo largo de mi vida, a los del liceo, los del condominio donde vivía, a los de la universidad, tanto odonto como de bachi, a los del Discord, a todos ellos gracias por el apoyo, simpatía y cariño que me han dado.

- A la Dra. Quiroz, Dra. Salazar, Dr. Alegre, Dra. Paredes, Dra. Diaz y Dra. González por permitirme ser ayudante suyo este último año, por su amabilidad y buena acogida, además de que he aprendido mucho de cada uno, me han aconsejado y apoyado hartos, tanto en este cierre de proceso universitario como para mi futuro profesional, son un gran ejemplo que tomo para mi vida.

- A los 2 CESFAM que me toco ir en mi internado, al Lucas Sierra y al Cruz Melo, a su equipo de dentistas y tons., los cuales fueron muy amables desde que llegue a cada centro, me enseñaron como funcionaban los centros de salud, me dejaban trabajar y participar en todo lo que podía, me guiaban de la mejor forma, mostrando su calidad de profesionales y de personas.

- A la Dra. Ojeda por permitirme trabajar en el sembrando sonrisas con ella, que ha sido una bonita experiencia y gracias por su apoyo, simpatía, enseñanzas y consejos que me ha dado.

- A todos los que conocí en la universidad, por la simpatía que en general me transmitieron mis compañeros y a todos los que conocí de los distintos cursos

- A cada uno de mis docentes que tuve todos estos años, ya que de ellos tomo ejemplos para ser como profesional y como persona, en especial a la Dra. Sommariva, Dra. Osorio, Dr. Sánchez, Dra. del Valle, Dr. Celis, Dr. Milla, Dra. Pizarro, Dra. Araya, Dra. Alcota, Dra. Salazar, gracias por todo su apoyo como docente y como persona.

- A toda la gente que trabaja en la universidad, los de mayordomía, a las tías y tíos del aseo, los de recepción, los del laboratorio, las tías del botiquín, de esterilización, las secretarias, que siempre fueron muy cordiales conmigo.

- Finalmente agradecerle a Dios, por todo lo bueno que ha hecho en mí, que me ha guiado hasta aquí, por su amor, que siempre me ha ayudado, por todas las personas que ha puesto en mi vida, y porque gracias a Él soy la persona que soy ahora también.

# ÍNDICE

<b>1. ABREVIATURAS Y SIGLAS.....</b>	<b>1</b>
<b>2. RESUMEN.....</b>	<b>2</b>
<b>3. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>3</b>
3.1. ASPECTOS GENERALES DE ENDODONCIA.....	3
3.2. ENFERMEDAD Y TERAPIA ENDODÓNTICA.....	4
3.3. INSTRUMENTACIÓN MECÁNICA.....	10
3.3.1. INSTRUMENTACIÓN MECÁNICA ROTATORIA.....	13
3.4. ASPECTOS Y ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS.....	19
<b>4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....</b>	<b>23</b>
<b>5. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>23</b>
<b>6. OBJETIVO GENERAL.....</b>	<b>23</b>
<b>7. METODOLOGÍA.....</b>	<b>24</b>
7.1. PROTOCOLO.....	24
7.1.1. PARTICIPANTES.....	24
7.1.2. INTERVENCIÓN.....	25
7.1.3. COMPARACIÓN.....	25
7.1.4. RESULTADOS.....	25
7.2. CRITERIOS DE SELECCIÓN DE ESTUDIOS.....	25
7.3. MÉTODOS DE BÚSQUEDA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE ESTUDIOS.....	26
7.4. EXTRACCIÓN Y ANÁLISIS DE LOS DATOS.....	29
7.4.1. SELECCIÓN DE ESTUDIOS:.....	29
7.4.2. CRITERIOS DE INCLUSIÓN:.....	29
7.4.3. CRITERIOS DE EXCLUSIÓN:.....	29
7.4.4. EXTRACCIÓN Y GESTIÓN DE DATOS:.....	30
7.4.5. EVALUACIÓN DEL RIESGO DE SESGO EN LOS ESTUDIOS:.....	30
7.4.6. SÍNTESIS DE DATOS:.....	32

<b>8. RESULTADOS</b> .....	<b>32</b>
8.1. DESCRIPCIÓN DEL ESTUDIO .....	32
8.1.1. RESULTADO DE LA BÚSQUEDA.....	32
8.2. RIESGO DE SESGO DE LOS ESTUDIOS INCLUIDOS.....	38
8.2.1. PROCESO DE ALEATORIZACIÓN.....	39
8.2.2. DESVIACIÓN DE LAS INTERVENCIONES PREVISTAS.....	40
8.2.3. DATOS DE RESULTADOS INCOMPLETOS .....	40
8.2.4. MEDICIÓN DEL RESULTADO .....	41
8.2.5. NOTIFICACIÓN SELECTIVA DE RESULTADOS.....	41
8.3. RESULTADOS DE LAS INTERVENCIONES .....	42
8.3.1. DESENLACES PRIMARIOS.....	44
8.3.2. DESENLACES SECUNDARIOS .....	45
<b>9. DISCUSIÓN</b> .....	<b>47</b>
9.1. ANTECEDENTES .....	47
9.1.1. COMPARACIÓN ENTRE MOVIMIENTOS .....	47
9.1.2. SISTEMA DE MÚLTIPLES LIMAS VS SISTEMAS DE LIMA ÚNICA .....	49
9.1.3. RESUMEN .....	50
9.2. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS PRINCIPALES .....	51
9.3. CUMPLIMIENTO GENERAL Y APLICABILIDAD DE LA EVIDENCIA .....	55
9.4. CALIDAD DE LA EVIDENCIA.....	56
9.5. ACUERDOS Y DESACUERDOS CON OTROS ESTUDIOS O REVISIONES .....	57
9.6. LIMITACIONES DEL ESTUDIO Y SUGERENCIA .....	59
<b>10. CONCLUSIONES</b> .....	<b>62</b>
<b>11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>63</b>
<b>12. ANEXOS</b> .....	<b>79</b>
12.1. ANEXO 1: Consideraciones Preliminares .....	79
12.2. ANEXO 2: Dominios de sesgo y sus preguntas .....	80
12.3. ANEXO 3: Riesgo general de sesgo .....	85
12.4. ANEXO 4: Cálculo del índice Kappa de concordancia .....	86
12.5. ANEXO 5: Riesgo de sesgo por cada desenlace de cada estudio .....	86

## 1. ABREVIATURAS Y SIGLAS

- **ADN:** Ácido desoxirribonucleico
- **BRC:** BioRaCe
- **Ca(OH)<sub>2</sub>:** Hidróxido de Calcio
- **ECAs:** Ensayos Clínicos aleatorizados
- **EDTA:** Ácido etilendiaminotetraacético
- **Emtree:** Embase subject Headings
- **DECs:** Descriptores en Ciencias de la Salud
- **LPS:** Lipopolisacárido
- **MA:** Ácido maleico
- **MeSH:** Medical Subject Headings
- **micro-CT:** Microtomografía computarizada
- **MT:** Mtwo
- **MO:** Microorganismos
- **NaOCl:** Hipoclorito de Sodio
- **NIH/NLM:** Biblioteca Nacional de Medicina de los Institutos Nacionales de Salud de EE. UU
- **NiTi:** Níquel-Titanio
- **PCR:** Reacción en cadena de la polimerasa
- **PQM:** Preparación químico-mecánica
- **PTN:** ProTaper Next
- **qPCR:** PCR cuantitativa o en tiempo real
- **RC:** Reciproc
- **RCB:** Reciproc Blue
- **SCR:** Sistema de canales radiculares
- **SEM:** Microscopía electrónica de barrido
- **UFC:** Unidades formadoras de colonias
- **XPS:** XP-endo Shaper
- **WO:** WaveOne
- **WOG:** WaveOne Gold

## 2. RESUMEN

**INTRODUCCIÓN:** La Endodoncia estudia la morfología, la fisiología y la patología de la cavidad y pulpa dental, así como la prevención y tratamiento de las alteraciones pulpares y de sus repercusiones sobre los tejidos periapicales. La enfermedad endodóntica es causada por una microbiota muy diversa, la cual puede ser estudiada mediante métodos moleculares y de cultivos, orientados a la identificación y cuantificación de microorganismos (MO). Estas patologías se abordan mediante el tratamiento del sistema de canales radiculares (SCR), cuyo propósito es su antisepsia y eliminación de detritos; y su preparación puede considerarse como la fase más importante con respecto a la eliminación de bacterias, la que se realiza con instrumental mecánico e irrigantes químicos. Actualmente, existen dos sistemas de instrumentación mecanizada: las limas de movimiento continuo que giran a 360° en sentido horario; y las limas de movimiento recíprocante que realizan movimientos alternativos con giros de 150° en sentido antihorario y de 30° en sentido horario.

**OBJETIVO:** Comparar, mediante el análisis de la literatura existente, la eficacia en la reducción de la carga bacteriana entre los distintos sistemas endodónticos de movimiento continuo y recíprocante.

**METODOLOGÍA:** Se realizó una búsqueda en bases de datos electrónicas (MEDLINE, Cochrane, ScienceDirect, Scielo, LILACS, Science.gov, NIH/NLM, Web of Science, Wiley) desde el 2012 a 2022, utilizando una serie de palabras claves en combinación entre ellas, sin limitaciones de idioma y cumpliendo criterios de inclusión. Los artículos duplicados fueron eliminados.

**RESULTADOS:** Se identificaron un total de 705 estudios, de los cuales 5 fueron preseleccionados, se excluyó 1 artículo y 4 artículos que corresponden a ensayos clínicos aleatorizados (ECAs) fueron finalmente seleccionados para análisis.

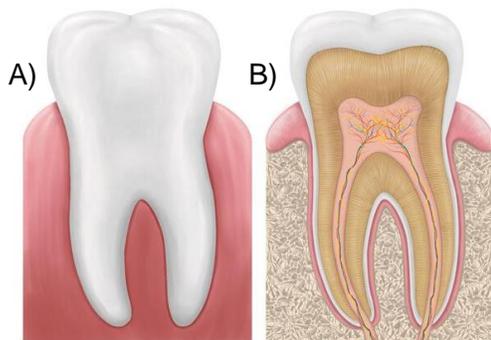
**CONCLUSIONES:** Los sistemas de rotación continua y recíprocante son muy eficaces para reducir las bacterias, pero sin diferencias significativas entre ellos. También hay que mencionar que ninguno de los sistemas analizados disminuye totalmente la presencia bacteriana de los SCR. Se necesitan más ECAs en el futuro para comparar los distintos sistemas, con los protocolos y medidas de resultados estandarizados.

### 3. MARCO TEÓRICO

#### 3.1. ASPECTOS GENERALES DE ENDODONCIA

La Endodoncia es el campo de la Odontología que estudia la morfología de la cavidad pulpar, la fisiología y la patología de la pulpa dental, así como la prevención y el tratamiento de las alteraciones pulpares y de sus repercusiones sobre los tejidos periapicales. Como objetivo principal tiene la conservación de la vitalidad de la pulpa dental, o parte de ella, y que pueda ejercer sus funciones. Si, por otro lado, la pulpa se encuentra afectada de forma irreversible o sin vitalidad, se procura conservar el diente para una posterior rehabilitación (Goldberg F; Soares I, 2003).

Para el ejercicio de la endodoncia es indispensable el conocimiento de la anatomía interna de los dientes (Fig. 1), para así realizar una correcta apertura, localización y preparación del SCR, así como también aplicar una buena técnica y saber que instrumental utilizar (Goldberg F; Soares I, 2003; Kulkarni et al., 2020).



**Figura 1.** Ilustración anatómica transversal de un diente. A) Estructura externa. B) Estructuras interna con sus diferentes capas de esmalte, dentina, pulpa con vasos sanguíneos y nervios (Vazifedan, 2021a)

Las complejidades anatómicas representan un gran desafío para la preparación adecuada del canal radicular con un mayor riesgo de que ocurran accidentes en el procedimiento y/o que las bacterias persistan sin verse afectadas en algunas áreas y comprometan el resultado del tratamiento (Gazzaneo et al., 2021). Los dientes con canal en forma de C son de especial preocupación. Esta variación anatómica se caracteriza por una hendidura que comunica algunos o todos los canales radiculares para formar una sección transversal similar a la letra C. Por lo general, los dientes con canales en forma de C tienen raíces fusionadas con un surco longitudinal en la cara lingual o bucal, y su anatomía interna muestra istmos

complejos que conectan los canales mesial y distal a lo largo de la raíz. Los canales en forma de C son más comunes en los segundos molares mandibulares (Gazzaneo et al., 2021).

### **3.2. ENFERMEDAD Y TERAPIA ENDODÓNTICA**

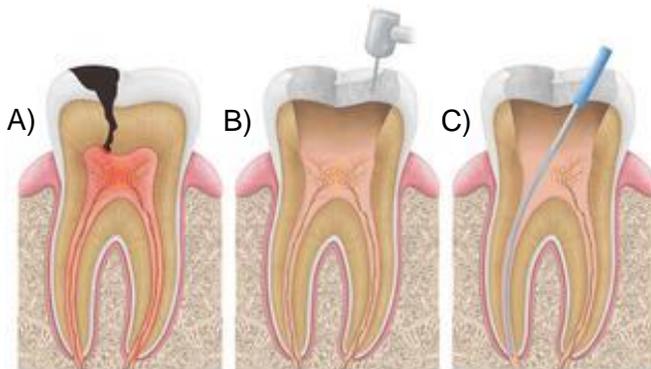
En la cavidad oral, los dientes comparten con alrededor de más de 700 especies bacterianas(Chen et al., 2010). En condiciones sanas, el esmalte y la dentina protegen la pulpa, pero si esta protección se rompe los MO pueden llegar a ella. Hay muchas formas de que esto suceda, pero la más frecuente es mediante la enfermedad de caries. En esta situación, el tejido pulpar no consigue impedir la filtración y la diseminación de los MO, y comienza a desintegrarse porciones de la pulpa, la necrosis es inevitable, se crean condiciones favorables para una infección pulpar masiva y la formación de biopelículas. Además, ante esta situación, los productos bacterianos migran hasta alcanzar los tejidos perirradiculares (Goldberg F; Soares I;, 2003).

Las biopelículas son comunidades microbianas complejas que se adhieren entre sí y/o a las superficies. Las bacterias dentro de las biopelículas están incrustadas en una matriz de sustancias poliméricas extracelulares de producción propia, que consta de polisacáridos, proteínas, metabolitos y ADN extracelular. La formación de biopelículas no es solo el modo natural de supervivencia de muchos MO, sino que también es un mecanismo de virulencia clínico importante, que representa al menos el 65% de todas las infecciones humanas. Las biopelículas pueden ser hasta 1000 veces más resistentes a los agentes desinfectantes que sus contrapartes planctónicas; su formación y dispersión están en la raíz de muchas infecciones bacterianas persistentes y crónicas. El crecimiento bacteriano dentro de un canal radicular necrótico es la causa principal de la periodontitis apical (Ioannidis et al., 2019; Ye et al., 2019).

Las infecciones endodónticas se pueden clasificar en infecciones endodónticas primarias y secundarias/persistentes de acuerdo con el tiempo que los

MO participantes lograron ingresar al SCR. El canal radicular infectado puede albergar muchas especies bacterianas, incluidas especies de los géneros *Treponema*, *Streptococcus*, *Fusobacterium*, *Porphyromonas*, así como otras especies cultivables. Se adhieren biopelículas complejas a la dentina intrarradicular que se extienden dentro del SCR, incluidos los canales laterales, colaterales, los istmos y los deltas (interradiculares y apicales). Las bacterias residuales sobreviven en estas áreas poniendo en riesgo todo el resultado del tratamiento en presencia de un nuevo suministro de nutrientes (Daood et al., 2020). Es necesario comprender la composición de la microbiota en el SCR infectados para mejorar las estrategias de tratamiento con el fin de controlar las infecciones y eliminar los agentes patógenos (Pourhajibagher et al., 2018).

La esterilización del SCR es virtualmente imposible de lograr con los instrumentos, sustancias y técnicas actuales; por lo tanto, el principal objetivo microbiológico realista del tratamiento endodóntico, es reducir las poblaciones bacterianas intracanal a niveles que sean compatibles con la cicatrización del tejido perirradicular (Rôças et al., 2016).

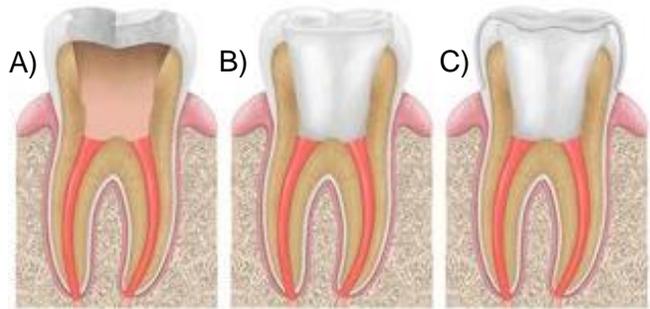


**Figura 2.** Etapas del tratamiento endodóntico (Vazifedan, 2021b). A) Diente con caries penetrante. B) Cavity de acceso. C) Preparación químico-mecánica

El propósito del tratamiento del canal radicular es desbridar y la antisepsia completa del SCR y eliminar las bacterias intracanales, o al menos reducir las a un nivel por debajo del necesario, para prevenir la enfermedad periapical o permitir su resolución (Fig. 2 y 3). La preparación del canal radicular puede considerarse como la fase

más importante y crítica del tratamiento de endodoncia con respecto a la eliminación de bacterias, y tradicionalmente, los canales se conforman mediante el uso de una serie de instrumentos con diámetros de punta crecientes para permitir una desinfección y un desbridamiento efectivos antes del relleno del canal radicular

(Ballal et al., 2020; Neves et al., 2016). La erradicación de los MO y sus derivados durante el tratamiento del canal radicular debe ser lograda por la acción de los instrumentos sobre las paredes de la dentina infectada, lo que conduce al desplazamiento mecánico de la biopelícula intracanal y además que



**Figura 3.** *Etapas del tratamiento endodóntico (Vazifedan, 2021b). A) Obturación del canal radicular. B) Sellado y obturación de cavidad. C) Diente restaurado.*

permite dar forma al canal radicular; también se deben utilizar sustancias químicas auxiliares, como irrigación antisépticas y medicamentos intracanal, porque tienen una acción antimicrobiana que contribuye a la remoción de la dentina contaminada, además de actuar sobre los MO y sus derivados presentes en el interior de los túbulos dentinarios (Basmaci et al., 2013; Cavalli et al., 2017).

La enfermedad endodóntica es causada por una microbiota muy diversa e incluye bacterias aerobias Gram positivo y principalmente anaerobias Gram negativo, que producen endotoxinas (lípidos A del lipopolisacárido (LPS)), exotoxinas (proteasas) y otros factores de virulencia como la fimbria, que pueden salir al tejido periapical, iniciando o manteniendo un proceso inmunoinflamatorio (Cavalli et al., 2017; Marinho et al., 2015; Martinho et al., 2014). De esta manera, uno de los principales objetivos del tratamiento endodóntico es la disminución de la carga bacteriana y sus subproductos que contribuyen a la perpetuación de las infecciones endodónticas. Resulta relevante eliminar adecuadamente los detritos del canal radicular, ya que si se realiza de forma inadecuada puede producir una recurrencia y dolor post operatorio (Amaral et al., 2020; Cavalli et al., 2017; Divya, 2019; Martinho et al., 2014; Siddique & Nivedhitha, 2019; Siddique et al., 2020). Dentro de los subproductos más importantes se encuentran los LPS que están presentes en la membrana externa de las bacterias Gram negativo, que se liberan durante la multiplicación o muerte bacteriana, y que actúan sobre la síntesis y liberación de citocinas, las que activan los osteoclastos, provocando la estimulación de la resorción ósea en el proceso de lesiones periapicales, y se puede comprobar con

exámenes imagenológicos (Machado et al., 2019; Marinho et al., 2015; Siddique & Nivedhitha, 2019).

El éxito de la terapia endodóntica depende principalmente de (Bedier et al., 2018):

- La eliminación del tejido pulpar inflamado.
- El control de la carga bacteriana evitando su propagación a los tejidos periapicales.
- Proveer nuevamente un entorno de salud para la estructura dental.

La eliminación de bacterias del SCR se puede ver dificultada por las características propias de éstos, favoreciendo la retención bacteriana y el difícil acceso para los irrigantes e instrumentos. En un estudio realizado por Marinho et al. se menciona que varios autores han demostrado que los canales radiculares de forma ovalada pueden dificultar el correcto desbridamiento y desinfección de las paredes, debido a la compleja anatomía de este tipo de sistema de canales, que favorece la persistencias de MO (Marinho et al., 2015). Esto debido a que varias zonas de las paredes permanecen sin tratar, manteniendo una biopelícula bacteriana (Alves et al., 2012; Nakamura et al., 2015). Los incisivos mandibulares, los segundos premolares maxilares y la raíz distal de los molares mandibulares presentan con mayor frecuencia los canales de forma ovalada, y según una investigación *in vitro* sobre canales de forma ovalada usando microtomografía computarizada (micro-CT), las imágenes mostraron que el número de áreas intactas de la longitud total del canal osciló entre 59,6% y 79,9% (Amaral et al., 2020). Por este motivo, el SCR se debe limpiar con instrumentación mecánica en conjunto con irrigantes y medicación intracanal, ya que la instrumentación mecánica además de eliminar a los MO de los espacios principales del canal radicular, también ayuda a mejorar la irrigación, la aplicación de medicamentos y el relleno intracanal. El uso efectivo y combinado de estas técnicas ayudan a disminuir significativamente los MO que residen en las complejidades del SCR, y así darle nuevamente un ambiente de estado de salud (Bedier et al., 2018; Divya, 2019; Siddique & Nivedhitha, 2019; Siddique et al., 2020; Vossoghi et al., 2016).

El uso de irrigante antimicrobiano como el Hipoclorito de Sodio (NaOCl), que es una solución antimicrobiana bastante eficaz, es de suma importancia y es beneficioso para la instrumentación mecánica, porque ayuda a reducir la fricción, y la eliminación de bacterias del canal radicular y en sus vías secundarias (como istmos, canales accesorios, laterales, entre otros) donde el instrumental mecánico no llega. Se ha visto en estudios que, utilizando instrumentación mecánica con un irrigante a base de solución salina, se dejan frecuentemente bacterias en el SCR. Por lo tanto, el uso de desinfectantes como el NaOCl es esencial para lograr una limpieza efectiva, en comparación al usar solo instrumentación mecánica (Amaral et al., 2020; Bhat & Hegde, 2018). Además, Machado et al. demostraron que al realizar irrigación con activación ultrasónica es más eficaz que la irrigación convencional para la eliminación de MO en el SCR (Machado et al., 2019).

El agente quelante más común usado en el tratamiento de endodoncia es el ácido etilendiaminotetraacético (EDTA). Un lavado final de aplicación combinada de EDTA seguido de NaOCl se usa comúnmente para la eliminación efectiva de los componentes inorgánicos infectados del barro dentinario en formación durante la instrumentación de los SCR (Ioannidis et al., 2020). El ácido maleico (MA), un ácido orgánico suave, se ha propuesto más recientemente como una solución de irrigación alternativa al EDTA, debido a su eliminación eficaz de la capa de barro dentinario con menores efectos tóxicos. Además, se descubrió que MA es más eficaz para erradicar *Enterococcus faecalis* en comparación con EDTA (Basmaci et al., 2013).

Por otro lado, Vianna et al. demostraron *in vitro* el efecto de NaOCl sobre *E. faecalis*. a distintas concentraciones. A una concentración de 5,25% de NaOCl, se inhibió completamente el crecimiento de *E. faecalis* a los 30 segundos, en cambio para concentraciones al 2,5% y 0,5% de NaOCl se necesitaron 10 y 30 minutos respectivamente (Vianna et al., 2004). Es necesario destacar que si bien *E. faecalis* es una bacteria anaeróbica facultativa Gram positivo, su presencia en el canal radicular se asocia a los principales fracasos o persistencias de las infecciones endodónticas debido a su mayor resistencia a las soluciones antibacterianas y a su capacidad de asociatividad, a diferencia de las bacterias Gram negativo, que

predominan en primo infecciones y que son muy lábiles a la terapia con hipoclorito. Por este motivo, *E. faecalis* se llega a usar como marcador bacteriológico en muchos ensayos e investigaciones endodónticas (Bedier et al., 2018; Neves et al., 2016; Pinheiro et al., 2012; Vossoghi et al., 2016).

Se considera que los MO que permanecen en el canal radicular después del tratamiento o que recolonizan el sistema de canal obturado son la causa principal del fracaso endodóntico (Bhat & Hegde, 2018). Patógenos como *E. faecalis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus* y *Candida albicans* se observan frecuentemente cuando el tratamiento endodóntico ha fallado (De Oliveira et al., 2015). En varios estudios de cultivo y biología molecular, mencionados en el estudio de Asnaashari et al., se ha demostrado que *E. faecalis* es la especie bacteriana más frecuente detectada en los dientes tratados, su prevalencia alcanza hasta el 90% de los casos. *E. faecalis* es nueve veces más común en los dientes tratados con endodoncia que otras bacterias que causan infecciones primarias. Los estudios han mostrado una tasa de éxito del 94% con un cultivo negativo antes de la obturación, que disminuyó al 68% con un cultivo positivo para *E. faecalis* (Asnaashari, Ashraf, Rahmati, & Amini, 2017).

A pesar del avance e investigación de nuevos instrumentos y técnicas, el diseño y las limitaciones físicas de los instrumentos endodónticos pueden causar una desinfección inadecuada del SCR, dejando paredes sin instrumentar, y en las cuales el uso de irrigantes no es tan efectivo, lo que hace que sean más propensas a que alberguen MO. Se ha informado que entre el 35 y el 53% de la superficie de las paredes del canal radicular permanece intacta durante la instrumentación mecánica convencional, lo que da como resultado que las biopelículas permanezcan *in situ*. Además, la eliminación de bacterias de los canales accesorios, el istmo y los túbulos dentinarios es imposible solo con la instrumentación endodóntica convencional. Por estas razones, la irrigación completa del SCR es de suma importancia para eliminar la biopelícula bacteriana y los restos de tejido duro infectado (Ballal et al., 2020; Zeng et al., 2018). En este sentido, el estudio realizado por Siqueira et al. utilizó micro-CT que evidenció efectivamente las áreas no

instrumentadas, tanto en tratamientos en dientes vitales como necróticos, presentando restos de tejidos infectados y bacterias (Siqueira et al., 2002). Por esta razón es que para la preservación a largo plazo de los dientes tratados endodónticamente, la eliminación de los MO en las áreas más distantes del SCR representa un gran desafío (Amaral et al., 2020).

### **3.3. INSTRUMENTACIÓN MECÁNICA**

Tradicionalmente, los canales se preparan mediante el uso de una serie de instrumentos con diámetros cada vez mayores, y estos dispositivos para la instrumentación mecánica pueden clasificarse como manuales o asistidos por equipo rotatorio. Con la llegada de los instrumentos rotatorios, se superaron varias deficiencias de los procedimientos de preparación convencionales que podrían afectar negativamente a la terapia endodóntica (Keleş et al., 2016). Estos utilizan limas rotatorias de níquel-titanio (NiTi) que han evolucionado con el tiempo, dando lugar a nuevos diseños y técnicas más rápidas y sencillas, que no solo conservan la forma original del canal radicular, sino que también minimizan el riesgo de errores (Cavalli et al., 2017). Consisten en una serie de instrumentos que ayudan a que la preparación del canal principal sea más fácil, rápida y centrada, con menos extrusión apical que la instrumentación manual (Martinho et al., 2014; Neves et al., 2016; Siddique & Nivedhitha, 2019; Siddique et al., 2020). Investigaciones mencionan que, aunque la instrumentación manual sea usada ampliamente, sobre todo en el área pediátrica, existen limitaciones con respecto a la limpieza efectiva del SCR. La posible formación de escalones, perforaciones, compactación de dentina y fractura del instrumento, hacen que en la actualidad se haya implementado el uso de sistemas rotatorios para reducir estas desventajas, ya que proporcionan una conicidad adecuada que conduce a complicaciones menos adversas; así como también reducen el tiempo de trabajo y la fatiga del operador (Divya, 2019; Pinheiro et al., 2012).

Es importante destacar la implementación del NiTi a fines de la década de 1980, ya que permitió que los instrumentos endodónticos tuvieran un cambio importante, gracias a las características de las aleaciones de NiTi donde se altera su estado cristalino, lo que les confiere una flexibilidad excepcional, superelasticidad, alta resiliencia, excelente eficiencia de corte, capacidad de modelado y resistencia a la fatiga. Lo anterior, permite modificar la preparación del canal radicular, dando forma adecuada y ayudando a superar los desafíos en las preparaciones del SCR con anatomías complejas (Del Fabbro et al., 2018; Siddique & Nivedhitha, 2019; Üreyen et al., 2019). Debido a sus características antes mencionadas, estas limas de NiTi tienen ventajas sobre las de acero inoxidable como la flexibilidad y la posibilidad de realizar el procedimiento en menos pasos, así también reduce la incidencia de errores de procedimientos, aumentando las tasas de éxito en el tratamiento endodóntico (Machado et al., 2019).

Además, es importante destacar que, desde su implementación, las limas de NiTi han evolucionado durante el paso de los años, recibiendo mejoras para un desempeño eficiente y eficaz, como por ejemplo el tratamiento termomecánico de las limas de NiTi que proporciona beneficios significativos en cuanto a la eficacia y seguridad de los instrumentos de endodoncia. Se han utilizado varios tratamientos térmicos de las aleaciones de NiTi, como M-wire y CM-wire, para optimizar la microestructura de las aleaciones de NiTi porque tienen una gran influencia en la confiabilidad y las propiedades mecánicas de las limas de NiTi. Los instrumentos M-wire se desarrollaron transformando un alambre de NiTi en la fase austenita en la fase R, una fase intermedia formada durante la transformación de martensita a austenita al calentarse y la transformación inversa al enfriarse. Los instrumentos CM-wire se encuentran principalmente en la fase martensita y han sido fabricados mediante un proceso termomecánico especial que controla la memoria del material. Esto hace que las limas sean extremadamente flexibles y resistentes a la fatiga cíclica y reduce los errores de procedimiento, como escalones y fracturas de instrumentos en canales curvos. Varias propiedades de la austenita NiTi y la martensita NiTi son diferentes. Las limas CM-wire no tienen memoria de forma, a

diferencia de lo que ocurre con las formas convencionales de limas NiTi (Rodrigues et al., 2016).

La mejora en la calidad y las propiedades de las limas de endodoncia les ha permitido soportar tensiones sustanciales sin separarse ni desviarse de la anatomía del canal original (Shabbir et al., 2021).

La capacidad de una lima para eliminar la dentina de manera eficaz depende del número de canales, el diseño del área de la sección transversal del instrumento, la esterilización, la capacidad de eliminación de virutas, el ángulo helicoidal, el diseño de la punta, las propiedades metalúrgicas y el tratamiento superficial de las limas (Plotino et al., 2015).

Si bien hay estudios que han demostrado que la preparación del SCR, independiente al sistema utilizado, logran resultados satisfactorios en la reducción de la carga bacteriana y factores de virulencia; no existiendo diferencia significativa entre diferentes técnicas (Divya, 2019; Machado et al., 2019; Siddique & Nivedhitha, 2019; Üreyen et al., 2019); la evidencia también sugiere que estos dos sistemas de instrumentación, tanto rotatoria como reciprocante, pueden dejar extensiones sin preparar en las paredes del canal, permitiendo la permanencia de MO al interior de los mismos (Krokidis et al., 2017). Por otra parte, existen estudios que demuestran que los instrumentos rotatorios de NiTi presentan una capacidad significativamente mayor de desinfección que los instrumentos manuales, ya que permiten una apertura más eficaz del espacio del canal radicular, un transporte y flujo más eficiente y continuo del irrigante (Divya, 2019; Krokidis et al., 2017; Machado et al., 2019).

En los últimos años se han introducido instrumentos con diferentes diseños y conceptos en un intento de mejorar las habilidades de limpieza y modelado en dientes con anatomías complejas, y a continuación se mencionará algunos de los más característicos (Pérez et al., 2020).

### 3.3.1. INSTRUMENTACIÓN MECÁNICA ROTATORIA

Se han presentado en el último tiempo nuevos sistemas rotatorios con capacidad de limpiar y dar forma a los canales, para entregar más comodidad al odontólogo y reducir el tiempo de trabajo clínico, pero manteniendo la eficacia en el manejo de la carga bacteriana (Amaral et al., 2020; Bedier et al., 2018; Neves et al., 2016; Siddique et al., 2020; Üreyen et al., 2019; Vossoghi et al., 2016). A continuación, se nombrará algunos de estos:

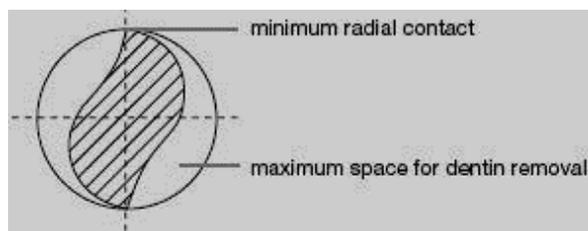
#### 3.3.1.1. DE MOVIMIENTO CONTINUO:

Las limas de movimiento continuo son aquellas que al momento que son introducidas y accionadas a motor en el interior del canal radicular, giran a 360° en sentido horario, con velocidad constante y en sentido corono/apicales.

- **Mtwo (MT, VDW, Múnich, Alemania):** Presenta secuencia de 4 instrumentos de calibre 10 al 25 (Fig. 4), con conicidades 0,04, 0,05, 0,06, 0,06; y una secuencia adicional de calibre 30 al 40, y 25, con conicidades de 0,05, 0,04, 0,04, 0,07. Corte transversal en “S” con 2 hojas activas que dan mínimo contacto y máximo espacio de remoción, además reduce riesgo de bloqueo y acumulación (Fig. 5). Hojas forman espirales largas, reduce efecto de “atornillamiento” y riesgo de fractura, y da mejor control (Miranda, 2008).



**Figura 4.** Secuencia de 4 instrumentos de calibre 10 al 25, con conicidades 0,04, 0,05, 0,06 y 0,06 (Miranda, 2008).



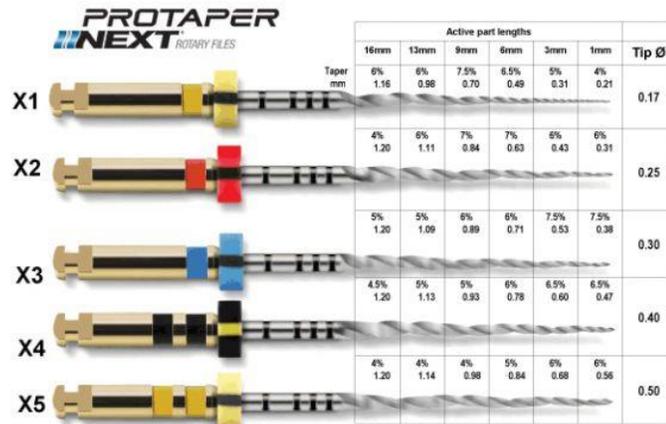
**Figura 5.** Corte transversal de limas Mtwo en forma de “S”, con su punto de contacto y espacio de remoción (Miranda, 2008).

- XP-endo Shaper (XPS, FKG Dentaire, La Chaux-de-Fonds, Suiza):** Sistema de lima única con forma de serpiente tratado térmicamente, que tiene un diseño de sección transversal de punta de refuerzo triangular con seis bordes cortantes afilados en la punta (Fig. 6). Está hecho de una aleación especial llamada MaxWire. Tiene un diámetro inicial ISO 15 (conicidad 0,01) en su fase de martensita, pero al exponerse a temperatura corporal, cambia a ISO 30 (conicidad 0,04) según la memoria molecular de la fase de austenita, logrando la preparación final del canal con estas medidas. Funciona mediante un movimiento giratorio excéntrico adoptando una forma semicircular y sigue la anatomía del canal radicular de canales de forma ovalada. Se ha afirmado que aplica una tensión mínima en las paredes de la dentina, minimizando así el riesgo de formación de microgrietas en la dentina y permitiendo adaptarse fácilmente a las irregularidades del canal con una excelente resistencia a la fatiga cíclica (Flávio R.F. Alves et al., 2018; Amaral et al., 2020; Azim et al., 2017; Bedier et al., 2018; FKG, 2012; Pérez et al., 2020; Siddique et al., 2020; Üreyen et al., 2019).

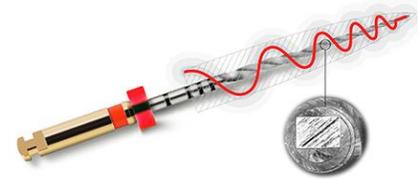


**Figura 6.** Lima Única XP-Endo Shaper (FKG, 2012).

- ProTaper Next (PTN, Dentsply Sirona, Ballaigues, Suiza):** Sistema de múltiples limas (X1 - X5)(Fig. 7), sucesivas con conicidades de 0,04, 0,06, 0,07, 0,06 y 0,06 respectivamente. Tienen un diseño de sección transversal rectangular descentrada, que imparte una resistencia mejorada de la lima que, con un movimiento giratorio asimétrico único, mejora aún más la eficiencia del modelado del canal y la resistencia a la fatiga cíclica (Fig. 8). También es capaz de reducir la compactación lateral y apical de los detritos con una limpieza más eficiente del SCR (Bedier et al., 2018; Dentsply-Maillefer, 2012; Obeid & Nagy, 2015).



**Figura 7.** Serie de limas ProTaper Next ordenadas según su secuencia y con sus respectivas conicidades (Dentsply-Maillefer, 2012).

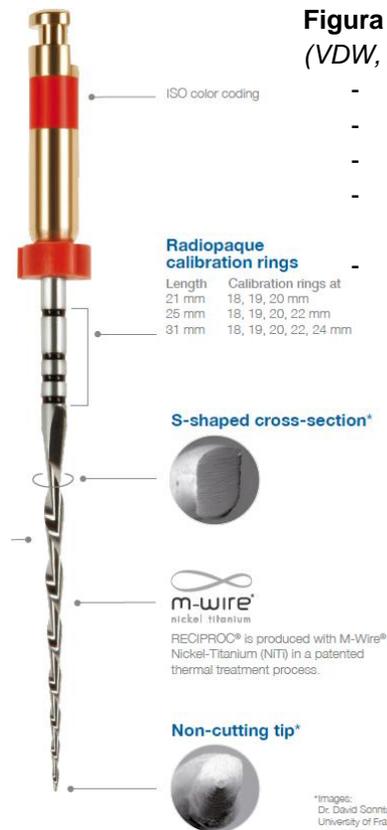


**Figura 8.** Lima ProTaper Next ISO 0,25, donde se observa el corte transversal de la lima que es rectangular (Dentsply-Maillefer, 2012).

### 3.3.1.2. DE MOVIMIENTO RECIPROCANTE:

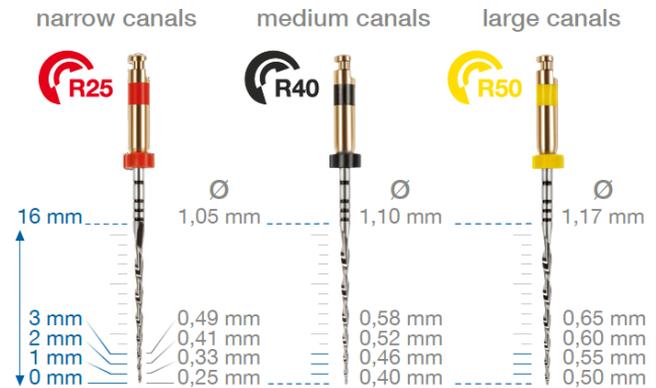
Se caracterizan por realizar movimientos alternativos con rotaciones de 150° en el sentido contrario a las agujas del reloj para cortar la dentina y en rotaciones de 30° en el sentido de las agujas del reloj para liberar la lima de la pared del canal, por lo que recorren una distancia angular más corta. Esto disminuye el estrés sobre el instrumento y de tal manera que al realizar tres movimientos de giro recíprocante le permiten girar en 360°. También decrece el impacto a la fatiga cíclica y aumenta la resistencia rotacional (Cavalli et al., 2017; Neves et al., 2016).

- **Sistema Reciproc (RC, VDW, Múnich, Alemania):** Sistema de un solo instrumento con movimientos recíprocantes (Fig. 9). Utiliza una lima de aleación de NiTi con tratamiento M-Wire, está disponible en tres tamaños (R25, R40 y R50), que se seleccionan de acuerdo al diámetro inicial del canal radicular y tienen una conicidad variable a lo largo de su eje, en sus primeros 3 mm, desde la punta los diámetros tienen conicidades de 0,08, 0,06 y 0,05 mm/mm respectivamente (Fig. 10)(Guimarães et al., 2017; Neves et al., 2016; VDW, 2011a).



**Figura 9.** Lima Reciproc R25 con sus características. (VDW, 2011a) En orden:

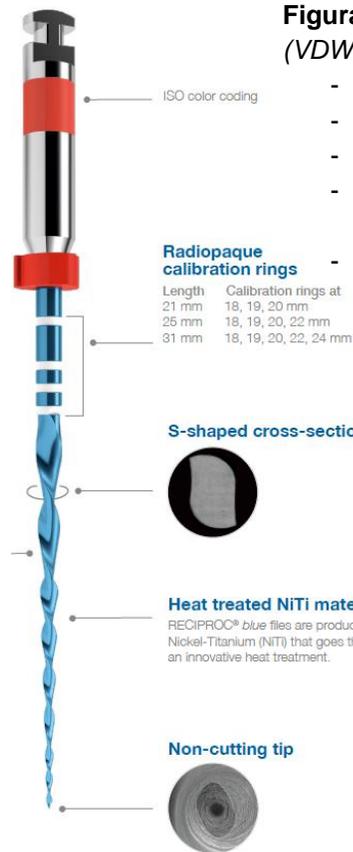
- Código color ISO.
- Anillos de calibración radiopacos.
- Sección transversal forma de “S”.
- RECIPROC<sup>®</sup> se produce con M-Wire<sup>®</sup> NiTi en un proceso de tratamiento térmico patentado.
- Punta no cortante.



**Figura 10.** Limas Reciproc en sus diferentes tamaños (R25, R40 y R50) indicando el diámetro en sus primeros 3 mm según sus conicidad (VDW, 2011a).

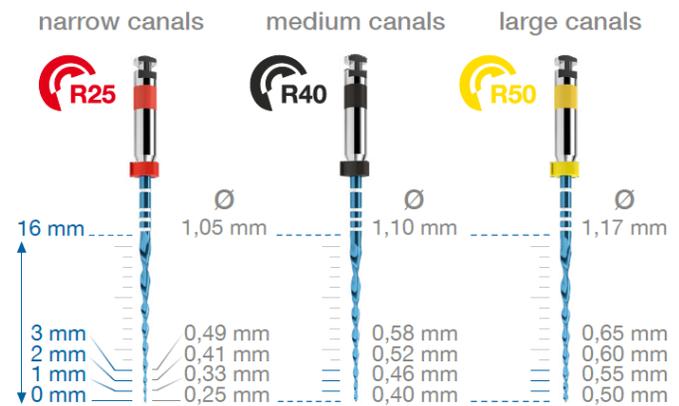
- **Reciproc Blue (RCB, VDW, Múnich, Alemania):** Es un sistema reciprocante, y es la versión siguiente de limas Reciproc (Fig. 11 y 12). El rendimiento de corte y la alta eficiencia se pueden atribuir a la sección transversal en forma de S, la conicidad y los ángulos de corte; además tiene dos filos y una punta inactiva. Un aspecto novedoso del nuevo sistema Reciproc Blue es la estructura molecular de las limas, esto se ha modificado mediante un nuevo tipo de tratamiento térmico “Blue-Wire”, ya que el fabricante reemplazó la aleación M-Wire, que aumenta la resistencia a la fatiga cíclica de las limas (el doble que la de las limas Reciproc convencionales) y les da un color azul, que es el resultado de una capa de óxido de titanio visible en la superficie del instrumento. Según el fabricante, regula las temperaturas de transición de fase, formando parte de la estructura cristalográfica de la aleación y creando una memoria de forma predeterminada; además tiene mayor flexibilidad

(Amaral et al., 2020; Neves et al., 2016; Pérez et al., 2020; Santos-Junior et al., 2020; VDW, 2011b).



**Figura 11.** Lima Reciproc Blue R25 con sus características. (VDW, 2011b) En orden:

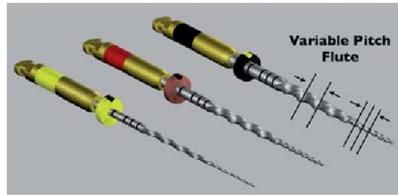
- Código color ISO.
- Anillos de calibración radiopacos.
- Sección transversal forma de "S".
- Las limas RECIPROC® blue se fabrican con NiTi que pasa por un innovador tratamiento térmico.
- Punta no cortante.



**Figura 12.** Limas Reciproc Blue en sus diferentes tamaños (R25, R40 y R50) indicando el diámetro en sus primeros 3 mm según sus conicidades (VDW, 2011b).

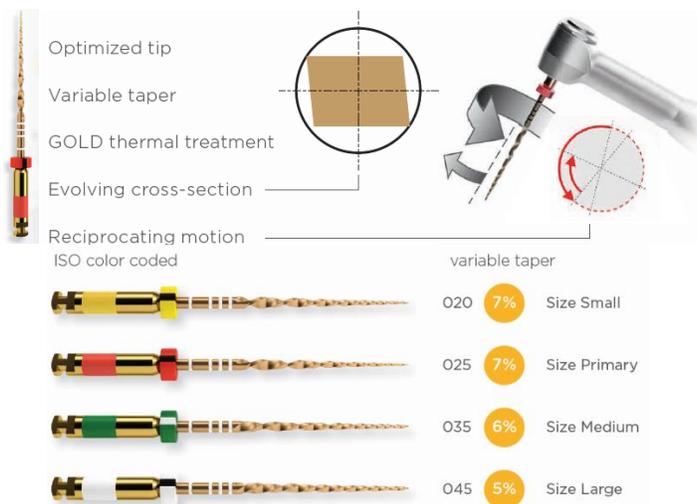
- **WaveOne (WO, Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland):** Es un sistema reciprocante de un solo instrumento de NiTi en la mayoría de los casos, fabricado con aleación M-Wire NiTi. Tienen una sección triangular convexa modificada en la parte final de la punta, esto mejora la flexibilidad de las limas y permite seguir de manera exacta las curvas del canal (Fig. 13). Consta de tres limas de un solo uso (tamaños 21 conicidad 0,06, 25 conicidad 0,08 y 40 conicidad 0,08) diseñadas para moldear el canal radicular con una rotación de acción de corte inverso (170° en sentido antihorario, luego 50° en sentido horario). Presenta una conicidad mayor que el diseño estándar, esto permite que solo una porción de la parte activa del instrumento entre en contacto con la pared dentinaria, dando un desgaste más efectivo del canal con menor riesgo de fractura. Presentan conicidad progresiva y son multitaper en dos de sus instrumentos (*primary* y *large*), la conicidad varía dentro de una

misma lima, con disminución progresiva, haciendo posible la conformación del canal con un único instrumento (Dentsply-Sirona, 2018; Ferrer-Luque et al., 2014; Webber et al., 2011).



**Figura 13.** Limas WaveOne en sus diferentes tamaños (21, 25 y 40) y su corte transversal en apical y coronal (Webber et al., 2011).

- WaveOne Gold (WOG, Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland):** Es un sistema alternativo de una sola lima modificada de WaveOne (Fig. 14). Los sistemas se mejoran mediante el tratamiento térmico con oro que se aplica después del mecanizado de las limas, predominantemente en la fase martensítica para reducir defectos del mecanizado y modificar su estructura, y es responsable de impartir un efecto de memoria controlada, mayor flexibilidad, resistencia a la fatiga cíclica, nitidez y eficiencia de corte. Tiene un nuevo diseño de sección transversal en paralelogramo con dos filos, que además están espacialmente ordenados de manera discontinua, lo que permite una variación en el punto de contacto entre cada instrumento con las paredes del canal, y reduce el riesgo de bloqueo cónico y apical, además de una eliminación efectiva. Vienen en tamaños 20 conicidad 0,07 (pequeña), 25 conicidad 0,07 (primary), 35 conicidad 0,06 (mediana) y 45 conicidad 0,05 (grande) (Fig. 15)(Bueno et al., 2020; Kim et al., 2021).



**Figura 14.** Lima Primary con punta optimizada, conicidad variable, Tratamiento térmico de ORO, Sección transversal evolutiva y Movimiento recíproco. (Dentsply-Sirona, 2018).

**Figura 15.** Limas WaveOne Gold en sus diferentes tamaños (20, 25, 35 y 45) indicando la variación de su conicidad de cada lima. (Dentsply-Sirona, 2018).

### 3.4. ASPECTOS Y ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS

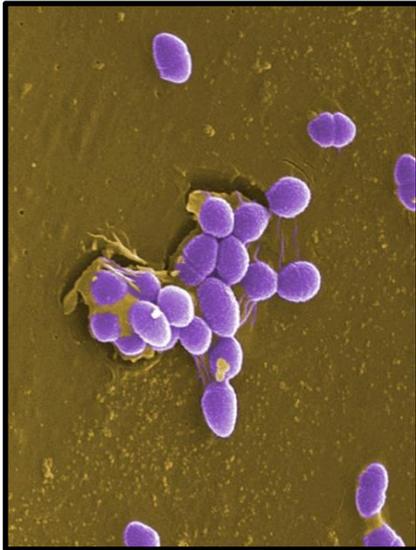
Los estudios que evalúan la eficacia moldeadora de estas nuevas generaciones de instrumentos han revelado que pueden funcionar de la misma manera o mejor que los instrumentos convencionales, pero todavía se observan paredes sin preparar. Estudios previos de dientes vitales y necróticos han evaluado la cantidad y las condiciones de las áreas no preparadas después de la instrumentación mediante la correlación de diferentes tecnologías, como imágenes micro-CT, histología, microscopio electrónico de barrido (SEM) y métodos microbiológicos (Pérez et al., 2020).

Los hallazgos de diferentes estudios basados en el cultivo de MO del canal radicular varían significativamente. Puede deberse a las limitaciones dadas por la disponibilidad de medios adecuados para la recuperación de MO desde las muestras y a la existencia de MO que no han podido ser cultivados debido a la destrucción de estos por incumplimiento de los principios de transferencia de muestras. Investigaciones recientes han documentado que las técnicas moleculares sensibles, específicas y precisas son esenciales para determinar con exactitud la microbiota del canal radicular. Aunque solo unos pocos estudios han utilizado métodos moleculares en la investigación de microbiología endodóntica, todavía está evolucionando. Los Centros para el Control de Enfermedades recomendaron que la reacción en cadena de la polimerasa (PCR) en tiempo real (qPCR) como enfoque molecular tiene ventajas significativas y favorece un mayor rendimiento; es decir, mayor sensibilidad y menor tiempo para informar los resultados. Por otro lado, la qPCR multiplex permite una amplificación simultánea de más de una secuencia diana en una sola reacción, mejorando los tiempos de detección y eficiencia en los laboratorios (Pourhajibagher et al., 2018).

Resulta interesante mencionar que la metodología utilizada en varios estudios fue realizar una preparación químico-mecánica y posteriormente realizar una evaluación bacteriológica (principalmente técnicas microbiológicas convencionales de cultivo y análisis qPCR), debido a la importancia de la eliminación de bacterias

para considerar el tratamiento como exitoso (Bedier et al., 2018; Divya, 2019; Pinheiro et al., 2012; Vossoghi et al., 2016).

Para la evaluación se tiende a preferir el uso de *E. faecalis* como marcador bacteriológico (Fig. 16). Esto debido a:



**Figura 16.** Micrografía electrónica de barrido de bacterias *E. faecalis*. (Wardell, 2009).

- Su importancia clínica, y su mayor impacto en comparación con las bacterias Gram negativo en la terapia endodóntica (Nakamura et al., 2015).
- Su alta resistencia a las soluciones antibacterianas, y puede sobrevivir en ambientes de pH alto sin interactuar con otros MO (Nakamura et al., 2015).
- Penetración profunda de los túbulos dentinarios (estudios han demostrado que las bacterias penetran en los túbulos dentinarios hasta 500  $\mu\text{m}$  desde el canal radicular principal) (Bedier et al., 2018; Nakamura et al., 2015).

- Formación de biopelícula resistente (formación puede oscilar entre 15 minutos y 60 días) e incluso en ambientes de escasos nutrientes (Bedier et al., 2018).
- Es una de las causas bacterianas más comúnmente asociada a los fracasos y lesiones endodónticas persistentes. (Bedier et al., 2018; Pinheiro et al., 2012; Vossoghi et al., 2016).
- Desencadena la respuesta inmune del cuerpo y altera la función de los linfocitos, además la biopelícula bacteriana protege a las bacterias del sistema inmunológico y proporciona nutrientes; en consecuencia, aumenta la resistencia de los MO (Afkhami, Akbari, & Chiniforush, 2017).

Su resistencia puede provenir de su capacidad para soportar condiciones severas con cantidades mínimas de nutrientes y para tolerar las grandes variaciones de pH, temperatura y tensión de  $\text{O}_2$  dentro de un canal radicular (Vendramini et al., 2020). Además, la persistencia bacteriana suele estar en relación con la ubicación

de estos MO en el SCR, los cuales pueden localizarse en el istmo, en los canales laterales y/o en las ramificaciones apicales. En definitiva, en cualquier zona que no puede ser alcanzada por los instrumentos o los irrigantes (Bedier et al., 2018; Neves et al., 2016; Pinheiro et al., 2012; Vossoghi et al., 2016).

Una de las posibles causas de que las paredes no estén bien instrumentadas, es debido a que no se realizó de forma correcta la cavidad de acceso para poder trabajar bien las paredes en la preparación final. Esto es sin duda un problema presente en la gran mayoría de los sistemas de limas recientes que vienen con series de tamaños predeterminados (Bedier et al., 2018; Neves et al., 2016; Pinheiro et al., 2012; Vossoghi et al., 2016). En los estudios donde analizaron muestras, mediante métodos de cultivo líquido, se concluyó que aunque los resultados de las muestras indican que hay un 100% de reducción de la carga bacteriana, algunos tubos de cultivo presentan turbidez, por lo que se concluye que no significa ausencia de bacterias, sino más bien, que la cantidad es muy baja para detectarse mediante métodos de cultivos (Vossoghi et al., 2016). En otra investigación, las tasas de casos positivos para bacterias post tratamiento fue mayor en el análisis qPCR, ya que es más sensible, lo que sugiere la necesidad de realizar una desinfección complementaria después de la preparación químico-mecánica. Complementando a este último punto, hubo otro estudio donde se demostró que la medicación intracanal a base de hidróxido de calcio ( $\text{Ca(OH)}_2$ ) reduce el 99,5% de los MO en infecciones persistentes, además de reducir las citocinas proinflamatorias (Machado et al., 2019; Siddique et al., 2020).

Existen varias controversias en cuanto a la eficacia de los métodos de erradicación de *E. faecalis*. En algunos estudios, se han aplicado varios medicamentos intracanales diferentes para erradicar las formas planctónicas y sésiles de este MO. Sin embargo, la mayoría de estos estudios han demostrado que este MO es resistente a muchos medicamentos intracanal y procedimientos convencionales de la preparación quimio-mecánico (PQM) del canal radicular. El NaOCl y el  $\text{Ca(OH)}_2$  se usan comúnmente como medicación intracanal en el tratamiento del canal radicular, pero estos medicamentos no siempre pueden

erradicar la biopelícula de *E. faecalis*. El  $\text{Ca(OH)}_2$  también aumenta la fuerza de adhesión y la adherencia de *E. faecalis* al colágeno tipo I. En consecuencia, estos no son completamente efectivos contra *E. faecalis* (Ghorbanzadeh et al., 2018).

Finalmente, es necesario analizar también las limitaciones que tienen todos estos estudios e investigaciones. Una de ellas es el uso del método de punta de papel para tomar la muestra de los canales radiculares. Esto porque recolectan del canal radicular principal y sus tejidos aledaños, pero no puede tomar muestras de otras zonas del SCR que podrían albergar bacterias (como canales laterales, delta apicales, entre otros ya mencionados) (Neves et al., 2016). Otro punto importante es que los métodos moleculares basados en el ADN tienen la capacidad de detectar ADN de las células que murieron recientemente en el medio, sobreestimando la detección de MO que persistan en el SCR (Neves et al., 2016). Sin embargo, un estudio no mostró diferencias significativas en los recuentos bacterianos analizados por cultivo y un enfoque de qPCR para muestras tomadas inmediatamente después de la preparación y la irrigación con NaOCl. Esto concuerda con estudios clínicos previos que también usaron qPCR para evaluar la efectividad antibacteriana del tratamiento (Neves et al., 2016).

Los estudios que utilizan métodos de diagnóstico molecular como la tecnología de PCR y sus derivados han revelado la existencia de numerosas especies en el SCR infectado. El procedimiento de qPCR multiplex, con dos o más conjuntos de partidores específicos para múltiples objetivos microbianos, se utiliza como ensayo derivado de PCR para minimizar el tiempo y los gastos necesarios para los métodos de detección (Pourhajibagher & Bahador, 2018).

## **4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Las investigaciones basadas en la evidencia analizadas no han proporcionado con claridad que exista o se demuestre una mayor eficacia antibacteriana entre un tipo de sistema de instrumentación rotatorio y otro, o con el sistema de instrumentación manual (solo hubo diferencias en el tiempo de preparación). Asimismo, las bacterias no fueron completamente eliminadas independientemente del sistema utilizado, por lo que se recomienda que se realicen más estudios clínicos comparando todos los sistemas en relación a la reducción de la carga bacteriana (Bedier et al., 2018; Divya, 2019; Krokidis et al., 2017; Machado et al., 2019; Martinho et al., 2014; Neves et al., 2016; Pinheiro et al., 2012; Siddique & Nivedhitha, 2019; Siddique et al., 2020; Üreyen et al., 2019).

Por este motivo, es que en este trabajo se investigará la eficiencia en la reducción bacteriana producida por los diferentes sistemas de instrumentación mecanizada con movimiento continuo y/o recíprocante y entre ellos.

## **5. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.**

Dentro de los sistemas endodónticos de instrumentación mecanizada: ¿Existe diferencia, entre los sistemas rotación continua y los sistemas recíprocantes, en la eficacia de la reducción bacteriana en el sistema de canales radiculares?

## **6. OBJETIVO GENERAL.**

Analizar la calidad de la evidencia de los estudios que comparan la eficacia en la reducción de la carga bacteriana entre los distintos sistemas endodónticos de instrumentación mecanizada, con movimiento continuo y recíprocante, en los tratamientos endodónticos de dientes no vitales.

## **7. METODOLOGÍA.**

### **7.1. PROTOCOLO**

La metodología con la que se abordó esta revisión sistemática, utilizó como documento guía, el manual Cochrane “Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions second edition”, específicamente los capítulos 5, 8 y 13 (Higgins et al., 2019).

La importancia de partir formulando bien la pregunta de investigación permitió guiar de mejor forma muchos aspectos, como determinar los criterios de elegibilidad, la búsqueda de estudios, recoger los datos de estos y la presentación de sus resultados. Por lo que se seleccionaron los artículos, mediante la consideración de los componentes que se plantean en la pregunta de investigación usando el modelo inglés “P.I.C.O.R.”, donde se ve:

- P (Participantes): Tipo de población objetivo
- I (Intervención): Tipo de intervención a evaluar
- Co (Comparaciones): Comparar las intervenciones entre sí
- R (Outcome, o resultados): Analizar los resultados que son de interés

#### **7.1.1. PARTICIPANTES**

En nuestro estudio se definió como: Pacientes con diagnóstico de enfermedades endodónticas, ya sea necrosis pulpar, periodontitis apical sintomática y asintomática, absceso apical agudo (sus tres fases) y crónico, y dientes con terapia previamente iniciada; estas diagnosticadas por test de sensibilidad y/o vitalidad, que requirieron un tratamiento endodóntico como necropulpectomía. Se descartaron los pacientes con pulpitis irreversible sintomática y asintomática, debido a que son cuadros inflamatorios en vez de infecciosos, por lo que requieren tratamiento como biopulpectomía. Esto en dientes permanentes de personas adultas, debido a que los dientes temporales y dientes permanentes inmaduros requieren otro tipo de tratamiento, por lo que estudios con niñas/os y adolescentes fueron descartados.

### **7.1.2. INTERVENCIÓN**

En nuestro estudio se evaluó las terapias endodónticas (necropulpectomía) realizadas con instrumental mecánico rotatorio de giro continuo y recíprocante.

### **7.1.3. COMPARACIÓN**

Nuestro estudio se realizó con ensayos clínicos aleatorizado (ECAs) que incluyan ambos mecanismos giratorios para su comparación (sistema mecanizado de rotación continua y sistema mecanizado de rotación recíprocante).

### **7.1.4. RESULTADOS**

En nuestro estudio los desenlaces relevantes fueron analizar la reducción bacteriana en el SCR al finalizar cada terapia endodóntica con sistema rotatorio, y también la existencia de diferencia significativa en la reducción de la carga microbiana de las terapias realizadas con elementos mecánicos rotatorios de giro continuo o de giro recíprocante.

## **7.2. CRITERIOS DE SELECCIÓN DE ESTUDIOS**

**7.2.1. TIPOS DE ESTUDIOS:** En este estudio solo se incluyeron ECAs.

**7.2.2. TIPOS DE PACIENTES:** Pacientes adultos a los cuales se les indicó realizar tratamiento de endodoncia, específicamente necropulpectomía, con instrumental mecanizado con rotación continua o rotación recíprocante, en al menos un diente.

**7.2.3. TIPO DE INTERVENCIONES:** Uso de instrumental mecanizado con movimiento de rotación continua y recíprocante durante el tratamiento de endodoncia.

## **7.2.4. TIPOS DE MEDIDAS DE DESENLACE**

**7.2.4.1. PRIMARIAS:** Diferencia en la cantidad de bacterias presentadas en el conducto radicular previo al inicio de la PQM, con la cantidad presentada una vez terminada esta fase del tratamiento endodóntico, analizando cada instrumental rotatorio por su cuenta, y valorado mediante técnicas microbiológicas convencionales de cultivo y análisis qPCR.

**7.2.4.2. SECUNDARIAS:** Diferencias de reducción de carga bacteriana post terapia endodóntica en canal radicular entre sistemas rotatorios, valorado mediante comparación de resultados de exámenes técnicas microbiológicas convencionales de cultivo y análisis qPCR.

## **7.3. MÉTODOS DE BÚSQUEDA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE ESTUDIOS**

Se realizó una búsqueda electrónica sistemática de manera independiente por dos investigadores (S.P. y D.S.) desde noviembre 2021 a de marzo del 2022 en las bases de datos MEDLINE, Registro Cochrane de ensayos controlados (CENTRAL), ScienceDirect, Scielo, LILACS, Science.gov, Biblioteca Nacional de Medicina de los Institutos Nacionales de Salud de EE. UU. (NIH/NLM), Web of Science, Wiley, DANS EASY Archive (para literatura gris). Se utilizó la combinación de las siguientes palabras claves:

1. Single-file OR Single-file system OR Reciprocating file OR Reciprocating OR Reciprocating Motion OR Reciprocating Movement OR Reverse Rotary.
2. Rotary file OR Rotary instrument OR Rotary Nickel Titanium OR Endodontic Rotary file OR Continuous movement OR Continuous rotating.
3. Microbial reductions OR Bacterial removal OR Reduction of intracanal bacterial OR Bacterial disinfection OR Reducing bacterial OR Eliminating bacterial OR Removal endotoxins

#### 4. Disinfected root canals OR Cleaning capacity OR Antibacterial Effective

La búsqueda se ejecutó con criterios “DECs” (Descriptores en Ciencias de la Salud), “MeSH” (Medical Subject Headings) y “Emtree” (Embase subject Headings) en conjunto con los operadores booleanos “AND”, “OR” y “NOT”. El resumen de la estrategia de búsqueda electrónica se encuentra en la tabla 1.

**Tabla 1.** Resumen de estrategia de búsqueda por cada buscador con fecha de inicio de búsqueda y número de artículos encontrados.

Base de Datos	Estrategia de Búsqueda	Fecha de búsqueda	N° de artículos
MEDLINE	(((((Single-file) OR (Reciprocating file)) OR (Reciprocating Motion)) OR (Reciprocating Movement)) OR (Reverse Rotary)) AND ((((((Rotary file) OR (Rotary instrument)) OR (Rotary Nickel Titanium)) OR (Endodontic Rotary file)) OR (Continuous movement)) OR (Continuous rotating)) AND ((((((Microbial reductions) OR (Bacterial removal)) OR (Reduction of intracanal bacterial)) OR (Bacterial disinfection)) OR (Reducing bacterial)) OR (Eliminating bacterial)) AND (((Disinfected root canals) OR (Cleaning capacity)) OR (Antibacterial Effective))	25/11/2021	13
Registro Cochrane de ensayos controlados (CENTRAL)	(Single-file OR Reciprocating file OR Reciprocating Motion OR Reciprocating Movement OR Reverse Rotary) AND (Rotary file OR Rotary instrument OR Rotary Nickel Titanium OR Endodontic Rotary file OR Continuous movement OR Continuous rotating) AND (Microbial reductions OR Bacterial removal OR Reduction of intracanal bacterial OR Bacterial disinfection OR Reducing bacterial OR Eliminating bacterial)	06/12/2021	6
ScienceDirect	(Single-file OR Reciprocating file) AND (Endodontic Rotary file OR Continuous movement) AND (Microbial reductions OR Bacterial removal OR Bacterial disinfection) AND (Disinfected root canals OR Antibacterial Effective)	18/12/2021	262
Scielo	(Single-file OR Reciprocating file OR Reciprocating Motion OR Reciprocating Movement OR Reverse Rotary) AND (Rotary file OR Rotary instrument OR Rotary Nickel Titanium OR Endodontic Rotary file OR Continuous movement OR Continuous rotating) AND (Microbial reductions OR Bacterial removal OR Reduction of intracanal bacterial OR Bacterial disinfection OR Reducing bacterial OR Eliminating bacterial) AND (Disinfected root canals OR Cleaning capacity OR Antibacterial Effective)	24/02/2022	5
LILACS	Lima reciprocante	25/02/2022	11
Science.gov	(Single-file OR Reciprocating file OR Reciprocating Motion OR Reciprocating Movement OR Reverse Rotary) AND (Rotary file OR Rotary instrument OR Rotary Nickel Titanium OR Endodontic Rotary file OR Continuous movement OR Continuous rotating) AND (Microbial reductions OR Bacterial removal OR Reduction of	28/02/2022	25

	intra canal bacterial OR Bacterial disinfection OR Reducing bacterial OR Eliminating bacterial) AND (Disinfected root canals OR Cleaning capacity OR Antibacterial Effective)		
Biblioteca Nacional de Medicina de los Institutos Nacionales de Salud de EE. UU. (NIH/NLM)	((Single file) OR (Reciprocating file)) AND ((Endodontic Rotary file) OR (Continuous movement)) AND ((Microbial reductions) OR (Bacterial removal)) AND ((Disinfected root canals) OR (Antibacterial Effective))	28/02/2022	79
Wiley	((Single file) OR (Reciprocating file)) AND ((Endodontic Rotary file) OR (Continuous movement)) AND ((Microbial reductions) OR (Bacterial removal) OR (Bacterial disinfection)) AND ((Disinfected root canals) OR (Antibacterial Effective))	17/03/2022	59
Web of Science	(Single-file OR Reciprocating file OR Reciprocating Motion OR Reciprocating Movement OR Reverse Rotary) AND (Rotary file OR Rotary instrument OR Rotary Nickel Titanium OR Endodontic Rotary file OR Continuous movement OR Continuous rotating) AND (Microbial reductions OR Bacterial removal OR Reduction of intra canal bacterial OR Bacterial disinfection OR Reducing bacterial OR Eliminating bacterial) AND (Disinfected root canals OR Cleaning capacity OR Antibacterial Effective)	28/03/2022	6
Scopus	(Single-file OR Reciprocating file OR Reciprocating Motion OR Reciprocating Movement OR Reverse Rotary) AND (Rotary file OR Rotary instrument OR Rotary Nickel Titanium OR Endodontic Rotary file OR Continuous movement OR Continuous rotating) AND (Microbial reductions OR Bacterial removal OR Reduction of intra canal bacterial OR Bacterial disinfection OR Reducing bacterial OR Eliminating bacterial) AND (Disinfected root canals OR Cleaning capacity OR Antibacterial Effective)	28/03/2022	0
DANS EASY Archive	Reciprocating file AND Continuous movement AND Microbial reductions OR Antibacterial Effective	28/02/2022	0

También se realizó una búsqueda manual en las listas de referencias de los estudios preseleccionados.

Se seleccionaron artículos de revistas suscritas a la Universidad de Chile y de acceso liberado. En los casos en que no se contó con el acceso, se contactó a los autores, vía correo electrónico, para solicitarlo. Se incluyeron artículos sin limitaciones de idioma, y durante los años 2012 a 2022, que cumplieron con los criterios de inclusión y los artículos duplicados fueron eliminados.

## **7.4. EXTRACCIÓN Y ANÁLISIS DE LOS DATOS**

### **7.4.1. SELECCIÓN DE ESTUDIOS:**

Para la presente revisión sistemática, dos revisores (S.P. y D.S.) examinaron de forma independiente los títulos identificados en las búsquedas electrónicas y manuales, y decidieron si eran relevantes para el tema. Si el título mostraba el potencial de inclusión, se revisaba el resumen. El título, resumen y palabras claves fueron evaluados bajo los criterios de inclusión y exclusión. Luego de la primera selección, los revisores evaluaron, de forma independiente, el texto completo de los estudios preseleccionados y realizaron la selección final. En los casos de desacuerdos en el proceso de preselección y selección, fue consultado un tercer evaluador (M.A.) para llegar a consenso. El coeficiente de concordancia kappa entre los revisores de texto completo de los artículos preseleccionados, fue de un valor de 0,58 considerándose un acuerdo moderado/aceptable (Anexo 4).

### **7.4.2. CRITERIOS DE INCLUSIÓN:**

Se incluyeron ECAs que analizan la reducción de la carga bacteriana en terapias endodónticas (mediante técnicas microbiológicas convencionales de cultivo y análisis qPCR), que requieran necropulpectomía, utilizando sistemas rotatorios, ya sea sistema de rotación continua y/o recíprocante, para el tratamiento de canal radicular; dándole prioridad a los ensayos que comparen la reducción bacteriana en terapias endodónticas realizadas con sistemas de rotación continua versus sistema de rotación recíprocante.

### **7.4.3. CRITERIOS DE EXCLUSIÓN:**

Se excluyeron todos los artículos con las siguientes características: I) ensayos clínicos no controlados, II) estudios observacionales, III) estudios realizados en animales, IV) estudios *ex vivo*, V) reportes y series de casos, VI) estudios que no evalúen la carga bacteriana post terapia endodóntica utilizando sistemas rotatorios continuos y recíprocantes, VII) terapias realizadas en dientes

temporales o dientes permanentes jóvenes, VIII) pacientes con pulpitis irreversible sintomáticas y asintomáticas con tratamiento de biopulpectomía; y IX) retratamiento de canales.

#### **7.4.4. EXTRACCIÓN Y GESTIÓN DE DATOS:**

Se descargó desde las páginas web de las diferentes bases de datos cada una de las listas de referencias de la búsqueda electrónica, las cuales fueron importadas al gestor de referencias “Zotero”, en donde se separaron por buscador y además se eliminaron los duplicados. Posteriormente, se generó un documento en una hoja de cálculo de Google para exportar el total de las referencias a una planilla. También se agregaron al listado las referencias resultantes de la búsqueda manual. Se realizó un duplicado de este documento y se compartió a cada uno de los revisores para realizar la preselección de manera individual, y posteriormente la comparación entre revisores.

Una vez realizada la preselección, con las referencias obtenidas se elaboró otra planilla en una hoja de cálculo de Google donde se plasmó la información de los estudios tabulados por: Autor, Título del trabajo, Año de publicación, Tipo de estudio, Tamaño de la muestra, Rango etario, Sexo, Tipo de dientes, Criterios de inclusión y exclusión, Marca de instrumental utilizado, Mecanismo de toma de muestra, Desinfección química utilizada, Técnica de análisis de muestras, Consideraciones, Desenlaces reportados, Limitaciones, Conclusiones.

#### **7.4.5. EVALUACIÓN DEL RIESGO DE SESGO EN LOS ESTUDIOS:**

La calidad metodológica de los estudios, medida a través del riesgo de sesgo de los estudios, fue evaluada de manera independiente por los dos revisores (S.M. y D.S.) y en el caso de desacuerdos se consultó a un tercer revisor (M.A.). Los artículos fueron evaluados mediante la herramienta Excel para implementar RoB 2 (Cochrane Methods), la cual es una herramienta de evaluación de riesgo de sesgo para ECAs (Higgins et al., 2022). El proceso para realizar una

evaluación en RoB 2 consta primero de evaluar consideraciones preliminares (Anexo 1) y luego, dentro de cada dominio, responder una serie de preguntas (Anexo 2), ("preguntas de señalización") que tienen como objetivo obtener información sobre las características del ensayo que son relevantes para la evaluación del riesgo de sesgo, se responden con: "Sí", "Probablemente sí", "Probablemente no", "No" o "No hay información". Hay que mencionar que para el análisis en relación con las implicaciones para el riesgo de sesgo se trató las respuestas "Sí" y "Probablemente sí" como la misma respuesta, y "No" y "Probablemente no" como la misma respuesta. Según el algoritmo de respuestas de las preguntas de señalización, se realiza un juicio de riesgo de sesgo por dominio y también un juicio de riesgo de sesgo general (Anexo 2 y 3). En esta revisión evaluamos riesgo de sesgo tanto de desenlaces primarios como secundarios. Los dominios evaluados para el riesgo de sesgo de cada desenlace fueron:

1. Sesgo que surge del proceso de aleatorización
2. Sesgo debido a desviaciones de las intervenciones previstas (por protocolo)
3. Sesgo debido a la falta de datos de resultados
4. Sesgo en la medición del resultado
5. Sesgo en la selección del resultado informado

Los dos revisores evaluaron los estudios de forma independiente según los criterios anteriores y clasificaron los estudios incluidos como de riesgo de sesgo 'bajo' o 'alto', o pueden expresar 'algunas preocupaciones'. Cualquier desacuerdo se resolvió por consenso entre los revisores o se consultó al tercer revisor (M.A.). El riesgo general de sesgo para el resultado es la evaluación menos favorable en todos los dominios de sesgo. Los autores de la revisión pueden anular los juicios propuestos a nivel de dominio y de riesgo general de sesgo, con una justificación.

#### **7.4.6. SÍNTESIS DE DATOS:**

Se realizó una descripción narrativa y numérica de toda la metodología empleada, junto con un flujograma de estrategia de búsqueda presentando los artículos encontrados, preseleccionados y seleccionados. Las características de diseño, participantes, intervenciones y medidas de desenlaces de los estudios seleccionados fueron narrados y plasmados en una tabla resumen que contiene las características: Autor, Título del trabajo, Año de publicación, Tipo de estudio, Tamaño de la muestra, Rango etario, Sexo, Tipo de dientes, Criterios de inclusión y exclusión, Marca de instrumental utilizado, Mecanismo de toma de muestra, Desinfección química utilizada, Técnica de análisis de muestras, Consideraciones, Desenlaces reportados, Limitaciones, Conclusiones.

En cuanto a los resultados de cada desenlace de interés de esta revisión, fueron resumidos y plasmados en una tabla tabulada según estudio, grupos intervenidos y control, desenlaces primarios (Diferencia en la cantidad de MO previo y post PQM realizada por cada instrumental) y secundarios (Diferencias de reducción de carga bacteriana post terapia endodóntica en canal radicular entre sistemas rotatorios).

## **8. RESULTADOS**

### **8.1. DESCRIPCIÓN DEL ESTUDIO**

#### **8.1.1. RESULTADO DE LA BÚSQUEDA**

La búsqueda inicial identificó un total de 489 estudios, de los cuales 466 fueron a través de la búsqueda electrónica (en 11 bases de datos distintas) y 23 estudios obtenidos de la búsqueda manual; de los cuales había 63 que estaban duplicados, dando un total de 426 estudios sin duplicar. Luego de eliminar los duplicados, dos revisores (S.P y D.S) examinaron de manera independiente los

títulos y resúmenes de los estudios, descartando 421, por no cumplir con los criterios de inclusión. Los documentos completos de los cinco artículos fueron evaluados por los revisores y, luego de analizar y discutir entre los revisores, un artículo fue excluido con razones (Tabla 3) y cuatro artículos fueron seleccionados en esta revisión para su análisis (Fig. 17).

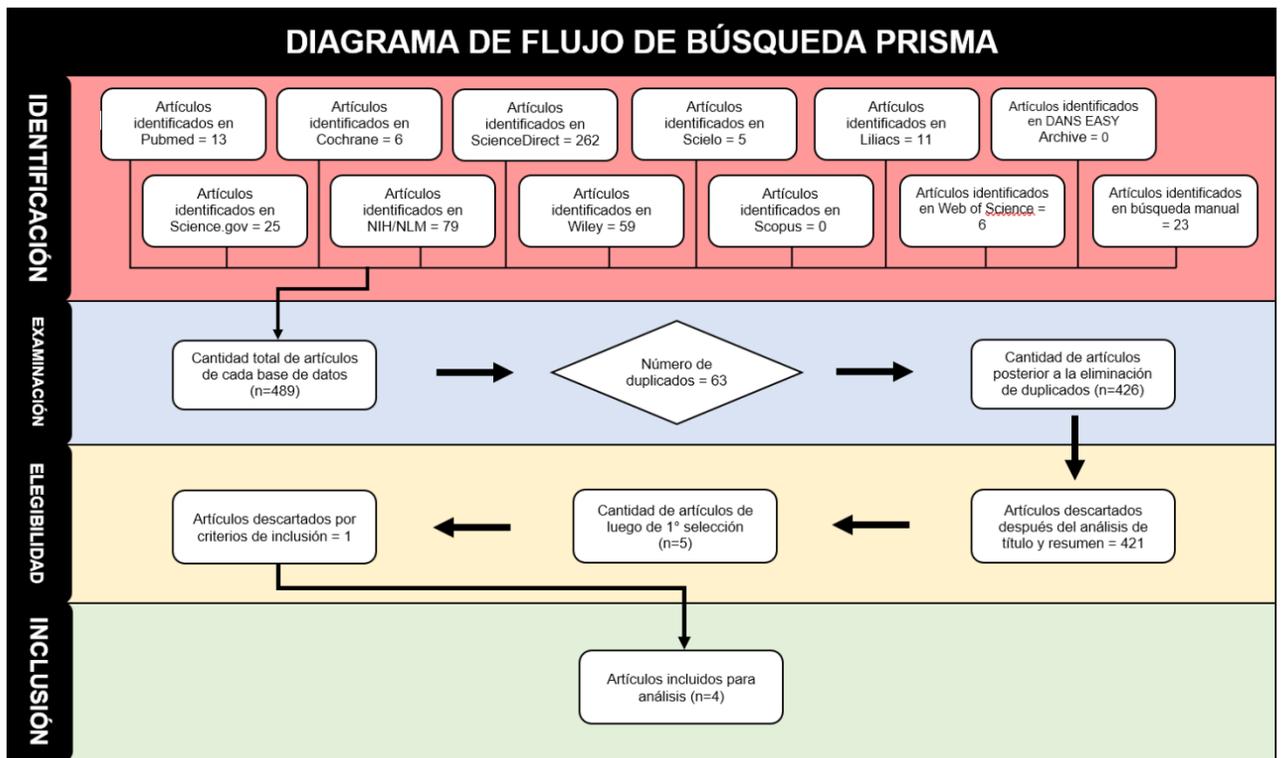


Figura 17. Flujograma del proceso de búsqueda

### 8.1.1.1. ESTUDIOS INCLUIDOS

Cuatro ECAs fueron incluidos (Tabla 2)

**Tabla 2.** Datos extraídos de los estudios incluidos

AUTOR	PARTICIPANTES			TRATAMIENTO				DESENLACES REPORTADOS
	N° dientes	Rango Etario	Sexo (H/M)	Limas	Toma de muestra	Desinfección	Técnica de análisis	
1. Amaral R. et al., 2020	18	18-78 años	12/6	- Reciproc Blue - XP-endo Shaper	Punta de papel estéril, agua Milli-Q estéril	NaOCl 5,25% EDTA	qPCR (partidor universal contra el gen 16S rARN)	- Reducción bacteriana pre y post tratamiento - Reducción bacteriana entre limas
2. Neves M. et al., 2018	60	16-85 años	40/20	- Reciproc - BioRaCe	Punta de papel estéril, ARNIater	NaOCl 2,5% EDTA 17%	qPCR (partidor universal contra el gen 16S rARN)	- Reducción bacteriana pre y post tratamiento - Reducción bacteriana entre limas - Eficacia antimicrobiana - Persistencia bacteriana
3. Cavalli D. et al., 2017	30	-	-	- Mtwo - Reciproc - Genius	Punta de papel estéril, agua de LAL	NaOCl 2,5% EDTA 17%	Cultivo en medio sólido y recuento de UFC, hibridación ADN-ADN "checkerboard"	- Reducción bacteriana pre y post tratamiento - Reducción bacteriana entre limas - Perfil bacteriano y su asociación con signos y síntomas
4. Martino F. et al., 2014	48	-	-	- WaveOne - Reciproc - ProTaper - Mtwo	Punta de papel estéril, agua de LAL	NaOCl 2,5%	Cultivo en medio sólido y recuento de UFC	- Reducción bacteriana pre y post tratamiento - Reducción bacteriana entre limas

### 8.1.1.2. DISEÑO

Cuatro ECAs tienen un diseño de estudio paralelo, en donde dos de ellos son de dos grupos, uno de control y otro de intervención (Amaral et al., 2020; Neves et al., 2016), uno es de tres grupos, uno de control y dos de intervención (Cavalli et al.,

2017); y uno de cuatro grupos, dos de control y dos de intervención (Martinho et al., 2014).

En dos estudios se realizó el procedimiento y la toma de muestras en una sola sesión (Amaral et al., 2020; Neves et al., 2016), un estudio realizó el procedimiento en 2 sesiones, donde en la primera se tomaron las muestras del SCR y se dejó medicado y luego de 14 días se volvió a atender, se comprobó ausencia de sintomatología y se obturó, terminando el tratamiento (Cavalli et al., 2017), y un estudio no indica en cuantas sesiones realiza los tratamientos (Martinho et al., 2014).

El cálculo del tamaño de la muestra fue reportado por dos estudios (Amaral et al., 2020; Neves et al., 2016), en cambio los otros dos estudios (Cavalli et al., 2017; Martinho et al., 2014) no reportaron argumentos para la elección del tamaño de la muestra que utilizaron.

La totalidad de los estudios (cuatro) fueron realizados en Brasil (Amaral et al., 2020; Cavalli et al., 2017; Martinho et al., 2014; Neves et al., 2016).

La totalidad de los estudios (cuatro) declaran estar financiados y apoyados por agencias federales (Amaral et al., 2020; Cavalli et al., 2017; Martinho et al., 2014; Neves et al., 2016). Los autores de los cuatro artículos niegan tener algún conflicto de interés.

### **8.1.1.3. PARTICIPANTES**

De los cuatro estudios analizados, un total de 156 pacientes fueron incluidos y 166 dientes tratados, de los cuales tres estudios analizan un diente por paciente (Cavalli et al., 2017; Martinho et al., 2014; Neves et al., 2016), y un estudio analiza uno o más dientes por persona (Amaral et al., 2020).

Solo un estudio indica con detalle qué dientes usaron (Amaral et al., 2020), los otros tres estudios solo indicaron que eran dientes con una sola raíz, desde el

punto de vista anatómico (Cavalli et al., 2017; Martinho et al., 2014; Neves et al., 2016).

El rango de edad de los pacientes es indicado solo en dos estudios (Amaral et al., 2020; Neves et al., 2016) y van desde los 16 a 85 años. En los otros dos estudios (Cavalli et al., 2017; Martinho et al., 2014) no reportan ni el rango etario ni la edad media de los pacientes.

Dos estudios incluyeron tantos hombres como mujeres en su investigación (Amaral et al., 2020; Neves et al., 2016), pero en proporciones no equitativas; y los otros dos estudios no mencionan esta información (Cavalli et al., 2017; Martinho et al., 2014). Dos estudios indican que incluyen a pacientes sanos, sin enfermedades sistémicas (Amaral et al., 2020; Martinho et al., 2014), los otros dos estudios no lo indican (Cavalli et al., 2017; Neves et al., 2016). Todos los estudios excluyeron a pacientes que hayan recibido tratamiento de antibioterapia dentro de los tres meses previos.

Todos los estudios incluyen a pacientes con necesidad de tratamiento endodóntico en al menos un diente con pulpa necrótica confirmada por una respuesta negativa a las pruebas de sensibilidad y evidencia radiográfica de periodontitis apical, que pueda realizarse aislación absoluta y ausencia de bolsas periodontales de más de 4 mm. de profundidad. En cuanto a la etiología de la necrosis pulpar, un estudio menciona la presencia de lesiones cariosas (Amaral et al., 2020) con paredes intactas, y por otro lado, otro estudio menciona que no debe haber lesiones macroscópicas (Neves et al., 2016), los otros dos estudios solo reportan la necesidad de una infección endodóntica primaria, sin indicar la etiología de la infección (Cavalli et al., 2017; Martinho et al., 2014). Dos estudios registran signos y síntomas clínicos (Cavalli et al., 2017; Martinho et al., 2014), y los otros dos estudios ven casos asintomáticos (Amaral et al., 2020; Neves et al., 2016).

#### **8.1.1.4. INTERVENCIONES**

El uso de sistema mecanizado es el instrumental usado en los tratamientos llevados a cabo en todos los ECAs. A grandes rasgos, los grupos intervenidos utilizan limas mecanizadas reciprocantes (de distintas marcas y modelos), los cuales son comparados con el grupo control que utiliza limas mecanizadas continuas (de distintas marcas y modelos).

- XP-endo Shaper versus Reciproc Blue (Amaral et al., 2020).
- BioRaCe versus Reciproc (Neves et al., 2016).
- Mtwo versus Reciproc versus Genius (Cavalli et al., 2017).
- ProTaper y Mtwo versus WaveOne y Reciproc (Martinho et al., 2014).

#### **8.1.1.5. MEDIDAS DE LOS DESENLACES**

- **PRIMARIAS**

- Desinfección del canal: Informado por los cuatro artículos incluidos, medido de manera porcentual y comparativo entre muestras pre y post instrumentación (Amaral et al., 2020; Cavalli et al., 2017; Martinho et al., 2014; Neves et al., 2016).
- Persistencia bacteriana: Informado por todos los estudios, medido a través qPCR (Amaral et al., 2020; Neves et al., 2016) o mediante técnicas de cultivos (Cavalli et al., 2017; Martinho et al., 2014).

- **SECUNDARIAS**

- Comparación de eficacia en reducción microbiana: Todos los estudios la realizan mediante análisis comparativos y estadísticos de muestras (Amaral et al., 2020; Cavalli et al., 2017; Martinho et al., 2014; Neves et al., 2016).
- Especies bacterianas y sintomatología: Solo un estudio lo informa y clasifica a través del método de hibridación ADN-ADN “checkerboard” descrito por Socransky (Cavalli et al., 2017; Socransky et al., 2004).

### 8.1.1.6. ESTUDIOS EXCLUIDOS

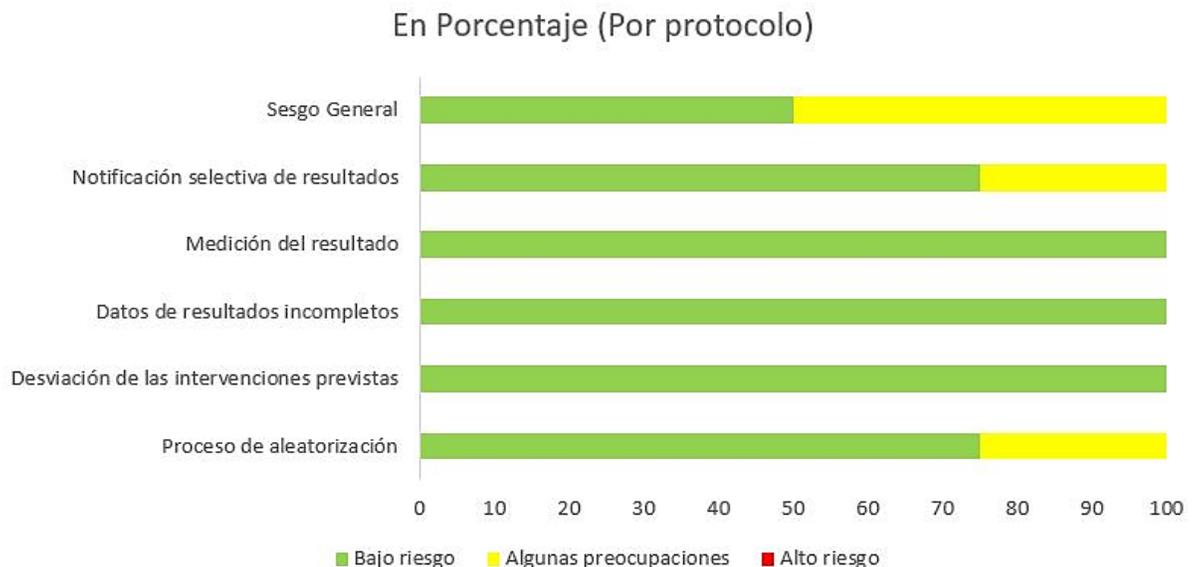
Se presentan en la tabla 3.

**Tabla 3.** Estudios excluidos y sus razones

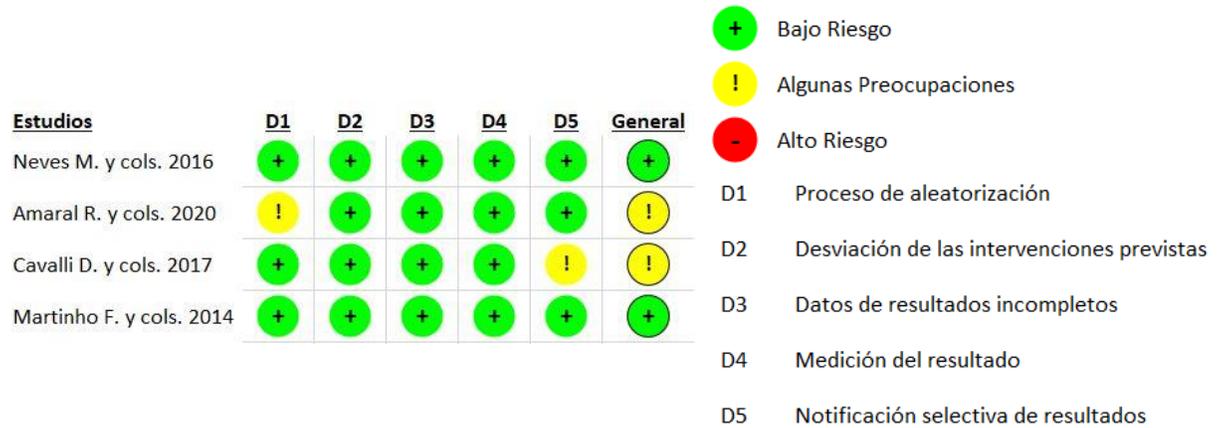
Estudio	Razón de exclusión
<i>Endodontic retreatment: clinical comparison of reciprocating systems versus rotary system in disinfecting root canals</i> (Martinho F. y cols. 2015)	Por ser un estudio de tipo observacional (de cohorte prospectivo).

### 8.2. RIESGO DE SESGO DE LOS ESTUDIOS INCLUIDOS

Dos estudios presentan bajo riesgo de sesgo (Martinho et al., 2014; Neves et al., 2016) y dos estudios presentan algunas preocupaciones (Amaral et al., 2020; Cavalli et al., 2017). El riesgo de sesgo de los estudios incluidos está graficado y resumido en la fig. 18 y 19. El riesgo de sesgo por cada desenlace de cada estudio está resumido en la figura 18 del anexo 5.



**Figura 18.** Gráfico de riesgo de sesgo. Los juicios de los revisores acerca de cada dominio de riesgo de sesgo, presentado como porcentajes en el total de los estudios incluidos.



**Figura 19.** Resumen del riesgo de sesgo. Los juicios de los revisores acerca de cada dominio de riesgo de sesgo, para cada estudio incluido.

## 8.2.1. PROCESO DE ALEATORIZACIÓN

### 8.2.1.1. GENERACIÓN DE LA SECUENCIA

Los cuatro estudios declararon que realizaron aleatorización, pero no reportaron cómo se realizó, solo que los dividieron en grupos según el instrumento a utilizar (Amaral et al., 2020; Cavalli et al., 2017; Martinho et al., 2014; Neves et al., 2016).

### 8.2.1.2. OCULTACIÓN DE LA SECUENCIA DE ASIGNACIÓN

Tres estudios no reportan explícitamente información sobre ocultación de la secuencia, pero sí indican realizar todas las maniobras previas antes de asignar el instrumental a utilizar en cada paciente, y una vez designado se trabajó de forma inmediata (Cavalli et al., 2017; Martinho et al., 2014; Neves et al., 2016). Un estudio tampoco reporta explícitamente la información de ocultación, pero menciona que descartan dos dientes de un grupo específico por resultado negativo en un test en las maniobras previas, antes de la instrumentación (Amaral et al., 2020).

### **8.2.1.3. DIFERENCIAS INICIALES**

En ninguno de los cuatros estudios, las diferencias iniciales sugirieron algún problema para el proceso de aleatorización (Amaral et al., 2020; Cavalli et al., 2017; Martinho et al., 2014; Neves et al., 2016).

## **8.2.2. DESVIACIÓN DE LAS INTERVENCIONES PREVISTAS**

### **8.2.2.1. CEGAMIENTO DE LOS PARTICIPANTES**

Los cuatro estudios no indican cegamiento de los participantes, ni mención si en el consentimiento informado se les indica el instrumental en específico que utilizaron o solo las posibilidades (Amaral et al., 2020; Cavalli et al., 2017; Martinho et al., 2014; Neves et al., 2016).

### **8.2.2.2. CEGAMIENTO DE LOS CUIDADORES O TRATANTES**

No es posible realizar cegamiento de los tratantes en los estudios incluidos, debido a los protocolos diferentes de cada grupo, puesto que cada lima utilizada tiene su propia forma de utilizarse, el tipo motor y si es en serie o lima única. Hay que destacar que en un estudio todos los dientes fueron tratados (en ambos grupos) por un solo especialista, argumentando que así eliminan la variabilidad de operadores (Amaral et al., 2020).

## **8.2.3. DATOS DE RESULTADOS INCOMPLETOS**

Del total de estudios utilizados, tres estudios presentaron todos o casi todos los datos de los pacientes aleatorizados (Amaral et al., 2020; Martinho et al., 2014; Neves et al., 2016); y solo un estudio no presentó los resultados de forma completa, dando únicamente el porcentaje de reducción por cada instrumental y su valor de diferencia estadística, omitiendo todos los valores de carga bacteriana total en las muestras obtenidas pre y post tratamiento con cada lima, pero los argumentos y evidencias mostradas demuestran que los resultados obtenidos no estuvieron

sesgados (Cavalli et al., 2017). Para estos estudios sus muestras son obtenidas durante el tratamiento, y no se requiere un seguimiento, por lo que es menos probable que se generen pérdidas por esto último.

#### **8.2.4. MEDICIÓN DEL RESULTADO**

##### **8.2.4.1. MÉTODO INAPROPIADO**

Todos los estudios realizaron la toma de muestra bajo estrictas medidas asépticas con puntas de papel estéril. Dos estudios realizaron la obtención de ADN con kit de extracción de ADN, para realizar qPCR con partidor universal contra el gen 16S rARN, y las muestras fueron analizadas por triplicado (Amaral et al., 2020; Neves et al., 2016). Los otros dos estudios realizaron diluciones para hacer cultivo en medio sólido en placas de agar para anaerobios exigentes con sangre de oveja desfibrilada al 5%, y se realizó recuento de las UFC (Cavalli et al., 2017; Martinho et al., 2014). Un estudio efectuó el método de hibridación ADN-ADN “checkerboard” descrita por Socransky, donde se determinaron la presencia, los niveles y las proporciones de 40 especies bacterianas mediante sondas de ADN genómico completo (Cavalli et al., 2017; Socransky et al., 2004). Los cuatro estudios describieron con detalle y realizaron correctamente cada uno de sus procedimientos, e hicieron sus análisis por programas y métodos estadísticos.

##### **8.2.4.2. CEGAMIENTO DEL EVALUADOR**

Los cuatro estudios no indicaron información respecto al cegamiento del/los evaluador/res de los resultados (Amaral et al., 2020; Cavalli et al., 2017; Martinho et al., 2014; Neves et al., 2016)

#### **8.2.5. NOTIFICACIÓN SELECTIVA DE RESULTADOS**

Un solo estudio no informa con suficientes detalles los resultados presentados (valores de carga total bacteriana pre y post PQM), solo se reporta porcentajes finales, además de los valores p entre instrumentales (Cavalli et al., 2017).

### 8.3. RESULTADOS DE LAS INTERVENCIONES

El análisis de resultados de los desenlaces primarios y secundarios al usar sistemas endodónticos de instrumentación mecanizada con movimiento continuo y reciprocante, y la comparación entre ellos se visualizan en las tablas 4 y 5.

**Tabla 4.** Resultados de los desenlaces primarios extraídos de los estudios incluidos, comparando la carga bacteriana total antes de la instrumentación (M1) y después de la instrumentación (M2). E.M. es especies bacterianas.

ESTUDIO	GRUPO	DESENLACES PRIMARIO					
		CARGA BACTERIANA TOTAL					
		M1 (media)	M1 (mediana)	M1 (rango)	M2 (media)	M2 (mediana)	M2 (rango)
1. Amaral R. et al., 2020	Reciproc Blue (14)	3,57 x10 <sup>8</sup>	5,36x10 <sup>7</sup>	–	3,08x10 <sup>5</sup>	4,17x10 <sup>4</sup>	–
	XP-endo Shaper (14)	2,62x10 <sup>7</sup>	1,30x10 <sup>7</sup>	–	3,06x10 <sup>4</sup>	2,86x10 <sup>4</sup>	–
2. Neves M. et al., 2016	Reciproc (29)	1,16x10 <sup>7</sup>	7,10x10 <sup>5</sup>	5,10x 10 <sup>2</sup> – 9,97x10 <sup>7</sup>	5,18x10 <sup>4</sup>	7,0x10 <sup>2</sup>	0 – 6,38x10 <sup>5</sup>
	BioRaCe (30)	4,66x10 <sup>6</sup>	1,31x10 <sup>5</sup>	1,02x10 <sup>2</sup> – 9.17x10 <sup>7</sup>	5,24x10 <sup>4</sup>	6,03x10 <sup>1</sup>	0 – 1,07x10 <sup>6</sup>
3. Cavalli D. et al., 2017	Mtwo (10)	17 (E.B.)	–	5–36 (E.B.)	12,4 (E.B.)	–	2–28 (E.B.)
	Reciproc (10)	10,2 (E.B.)	–	1–18 (E.B.)	8,5 (E.B.)	–	1–21 (E.B.)
	Genius (10)	6,7 (E.B.)	–	2–10 (E.B.)	9,4 (E.B.)	–	5–17 (E.B.)
4. Martinho F. et al., 2014	WaveOne (12)	–	1,4x10 <sup>5</sup>	1,2x10 <sup>3</sup> – 2,3x10 <sup>7</sup>	–	2,3x10 <sup>2</sup>	0 – 3,1x10 <sup>2</sup>
	Reciproc (12)	–	1,7x10 <sup>5</sup>	1,1x10 <sup>3</sup> – 6,1x10 <sup>7</sup>	–	1,2x10 <sup>2</sup>	0 – 2,1x10 <sup>2</sup>
	ProTaper (12)	–	1,6x10 <sup>5</sup>	1,5x10 <sup>3</sup> – 7,2x10 <sup>6</sup>	–	3,4x10 <sup>2</sup>	0 – 4,1x10 <sup>2</sup>
	Mtwo (12)	–	1,5x10 <sup>7</sup>	6,2x10 <sup>3</sup> – 4,3x10 <sup>7</sup>	–	8,4x10 <sup>2</sup>	0 – 9,6x10 <sup>2</sup>

**Tabla 4.** Resultados de los desenlaces secundarios extraídos de los estudios incluidos, comparando los sistemas endodónticos de instrumentación mecanizada con movimiento continuo vs. con reciprocante.

ESTUDIO	GRUPO	DESENLACES SECUNDARIOS		
		REDUCCIÓN DE LA CARGA BACTERIANA POST INSTRUMENTACIÓN	DIFERENCIAS ENTRE LIMAS	ESPECIES BACTERIANAS
1. Amaral R. et al., 2020	Reciproc Blue (14)	99,91%	(p > 0,05)	-
	XP-endo Shaper (14)	99,88%		
2. Neves M. et al., 2016	Reciproc (30)	95,9%	(p > 0,05)	-
	BioRaCe (30)	96,9%		
3. Cavalli D. et al., 2017	Mtwo (10)	99,96%	(p > 0,05)	En profundidad en tabla 5
	Reciproc (10)	97,51%		
	Genius (10)	99,93%		
4. Martinho F. et al., 2014	WaveOne (12)	99,45%	(p > 0,05)	-
	Reciproc (12)	99,93%		
	ProTaper (12)	99,85%		
	Mtwo (12)	99,41%		

**Tabla 5.** Resultados de los desenlaces secundarios extraídos del estudio “Cavalli D. y cols., 2017”, Asociaciones positivas entre especies bacterianas con signos y síntomas.

SIGNOS Y SÍNTOMAS	ASOCIACIONES POSITIVAS	
	CARACTERÍSTICAS MICROBIANAS	ESPECIES BACTERIANAS
DOLOR PREVIO	-	- <i>Prevotella nigrescens</i>
SENSIBILIDAD A LA PERCUSIÓN	-	- <i>Porphyromonas gingivalis</i> - <i>Veillonella parvula</i> - <i>Capnocytophaga sputigena</i> - <i>Prevotella nigrescens</i> - <i>Eubacterium saburreum</i>
TRACTO SINUSAL	- Gram positivo - Anaerobio facultativo	- <i>Eikenella corrodens</i> - <i>Parvimonas micra</i> - <i>Campylobacter showae</i> - <i>Eubacterium saburreum</i>

### 8.3.1. DESENLACES PRIMARIOS

En todos los estudios se reporta una reducción de la carga bacteriana efectiva en todos los dientes tratados, donde los valores en porcentaje son superiores al 95%, pero que de todas maneras hay persistencia de bacterias en menor grado. Amaral et al. reportan que en el grupo de RCB la M1 es de  $3,57 \times 10^8$  células bacterianas en promedio, que disminuyó considerablemente en promedio a  $3,08 \times 10^5$  células bacterianas (M2)( $p < 0,001$ ) y que representó el 0,09% de M1 (99,91% de reducción bacteriana); en el grupo de XP-S la M1 es de  $2,62 \times 10^7$  células bacterianas en promedio, que disminuyó notablemente en promedio a  $3,06 \times 10^4$  células bacterianas (M2)( $p < 0,001$ ) y representó el 0,02% de M1 (99,88% de reducción microbiana) (Amaral et al., 2020). Neves et al. reportan que en el grupo de RC la M1 es de  $1,16 \times 10^7$  células bacterianas en promedio, que disminuyó sustancialmente en promedio a  $5,18 \times 10^4$  células bacterianas (M2)( $p < 0,001$ ) y representó el 0,45% de M1 (95,9% de reducción bacteriana); en el grupo BRC la M1 es de  $4,66 \times 10^6$  células bacterianas en promedio, que disminuyó significativamente en promedio  $5,24 \times 10^4$  células bacterianas (M2)( $p < 0,001$ ) y representó el 1,12% de M1 (96,9% de reducción bacteriana) (Neves et al., 2016). Cavalli et al. no reporta los valores específicos de promedio o mediana de las muestras M1 y M2 ni de MT ni RC, solo indica que la reducción bacteriana fue eficaz entre estas muestras, donde para el grupo de MT es de 99,96% la mediana de reducción bacteriana ( $p < 0,05$ ) y que puede significar que M2 representó el 0,04% de M1; para el grupo de RC es de 97,51% la mediana de reducción bacteriana ( $p < 0,05$ ) y que significa que M2 representó el 2,49% de M1 (Cavalli et al., 2017). Por último, Martinho et al. reportan que en el grupo de WO la M1 mediana es de  $1,4 \times 10^5$  células bacterianas, que disminuyó grandemente a la mediana de  $2,3 \times 10^2$  células bacterianas (M2)( $p < 0,05$ ) y representó el 0,16% de M1 (99,45% de reducción bacteriana); en el grupo de RC la M1 mediana es de  $1,7 \times 10^5$  células bacterianas, que disminuyó considerablemente a la mediana de  $1,2 \times 10^2$  células bacterianas (M2)( $p < 0,05$ ) y representó el 0,07% de M1 (99,93% de reducción bacteriana); en el grupo PT la M1 mediana es de  $1,6 \times 10^5$  células bacterianas, que disminuyó sustancialmente a la mediana de  $3,4 \times 10^2$  células bacterianas (M2)( $p < 0,05$ ) y representó el 0,21% de M1 (99,85% de reducción bacteriana); el

grupo MT la M1 mediana es de  $1,5 \times 10^7$  células bacterianas, que disminuye notablemente a la mediana de  $8,4 \times 10^2$  células bacterianas (M2) ( $p < 0,05$ ) y representó el 0,01% de M1 (99,41% de reducción bacteriana) (Martinho et al., 2014).

Como datos adicionales, el estudio de Neves et al. mencionan que después de la PQM, del grupo de RC 16 de 29 dientes aún presentaban bacterias detectables en sus canales (11 en específico presentaban especies del género *Streptococcus*); y en el grupo BRC 15 de 30 aún presentaban bacterias detectables en sus canales (14 en específico presentaban especies del género *Streptococcus*) (Neves et al., 2016). Por otro lado, el estudio de Cavalli et al. mencionan el número de especies bacterianas presentes en las muestras de cada sistema, en el grupo MT la M1 tenía en promedio 17 especies, que disminuyó en 12,4 especies en M2; y en el grupo RC la M1 tenía en promedio 10,2 especies, que disminuyó en 8,5 especies en M2. No se observó diferencia estadística en los grupos. Además, se encontraron SCR libres de bacterias cultivables en 5 de 10 dientes en el grupo MT, y 2 de 10 dientes en el grupo RC (Cavalli et al., 2017). Finalmente, el estudio de Martinho et al. reportan que en las M2 de cada grupo se detectó cultivo bacteriano negativo en 4 de 12 (33%) para WO, 5 de 12 (42%) para RC, 4 de 12 (33%) para PT y 6 de 12 (50%) para MT (Martinho et al., 2014).

### **8.3.2. DESENLACES SECUNDARIOS**

En los cuatro estudios incluidos se analiza que los valores obtenidos de la reducción bacteriana de cada uno de los sistemas no logran generar una diferencia estadísticamente significativa al compararlos entre ellos. Amaral et al. indican que al analizar las muestras M2 de cada grupo, la reducción microbiana de RCB (99,91%) y XP-S (99,88%), no hubo diferencia estadísticamente significativa entre ellos ( $p > 0,05$ ) (Amaral et al., 2020). Neves et al. indican que al analizar las muestras M2 de cada grupo, la reducción microbiana de RC (95,9%) y BRC (96,9%), no reveló diferencias estadísticamente significativas entre ellos ( $P > 0,05$ ) (Neves et al., 2016). Cavalli et al. indica que al analizar las muestras de la reducción microbiana de MT

(99,96%) y RC (97,51%), no se encontró diferencia estadísticamente significativa entre los sistemas ( $p>0,05$ ) (Cavalli et al., 2017). Por último, Martinho et al. indica que al analizar las muestras M2 de cada grupo, la reducción microbiana de WO (99,45%), RC (99,93%), PT (99,85%) y MT (99,41%), todos mostraron una eficacia similar en la reducción de la carga bacteriana y no reveló diferencias significativas en los sistemas alternativos de una sola fila y los sistemas rotatorios ( $p<0,05$ ) (Martinho et al., 2014).

En relación con el perfil bacteriano, el estudio de Cavalli et al. informa que en las muestras M1, el número medio de especies bacterianas por SCR fue de 11,3 (rango 1–36) y las especies bacterianas más prevalentes detectadas fueron *Capnocytophaga ochracea* (53,33%), *Fusobacterium nucleatum* ssp *vicentii* (53,33%), *P. gingivalis* (46,67%), y *Leptotrichia buccalis* (46,67%). En M2, el número promedio de especies bacterianas fue de 10,1 (rango 1–28) y las especies bacterianas más prevalentes detectadas fueron *F. nucleatum* ssp *vicentii* (50%), *L. buccalis* (50%) y *P. gingivalis* (46,70%). La prueba estadística mostró la presencia de dolor previo relacionado con *P. nigrescens* ( $p<0,05$ ). La sensibilidad a la percusión se relacionó con *P. gingivalis*, *V. parvula*, *C. sputigena*, *P. nigrescens* y *E. saburreum* ( $p<0,05$ ). La presencia de un trayecto sinusal se relacionó con *E. corrodens*, *P. micra*, *C. showae* y *E. saburreum* ( $p<0,05$ ). Un tracto sinusal también se asoció con bacterias Gram positivo y anaerobios facultativos ( $p<0,05$ ) (Cavalli et al., 2017). Por otro lado, el estudio de Martinho et al., menciona que se encontraron los siguientes signos y síntomas clínicos/radiográficos en los dientes tratados en los distintos grupos previo al tratamiento: dolor a la palpación (12/48), sensibilidad a la percusión (16/48) y un área radiolúcida de más de 3 mm de tamaño (36/48)(Martinho et al., 2014).

## 9. DISCUSIÓN

### 9.1. ANTECEDENTES

#### 9.1.1. COMPARACIÓN ENTRE MOVIMIENTOS

Se ha demostrado que los instrumentos que utilizan movimientos de rotación recíprocos aplican menos tensión al instrumento, tienen una mayor resistencia a la fatiga por flexión y una vida útil más larga en comparación con los instrumentos utilizados en movimientos de rotación continua, debido a que estas se desarrollaron para reducir su incidencia de rotura y se afirma que estas recorren una distancia circunferencial más corta que un instrumento continuo (G. De-Deus, Moreira, Lopes, & Elias, 2010; Nakamura et al., 2015; Neves et al., 2016; Üreyen et al., 2019). Por otro lado, se han presentado estudios donde se evidencia que, tanto la disminución de la carga bacteriana como la reducción de endotoxinas (mediante la evaluación de concentración de LPS), al comparar los dos movimientos resultan igualmente efectivos y no tienen diferencias estadísticamente significativas. La mejor evidencia clínica sugiere que tanto las limas de rotación continua como las limas de rotación recíprocos ejercen una eficacia antibacteriana similar, debido a que ambos sistemas están diseñados para evitar el contacto constante de toda la superficie metálica de las limas con el canal radicular, lo que las hacen más flexibles y pueden trabajar fácilmente contra todas las paredes de los canales, por lo que esta característica podría ser el factor predominante en la eficiencia de estas limas (Krokidis et al., 2017; Machado et al., 2019; Martinho et al., 2014; Neves et al., 2016; Pinheiro et al., 2012; Siddique & Nivedhitha, 2019; Siddique et al., 2020; Üreyen Kaya et al., 2019).

De-Deus et al. comparó el volumen de desechos generados después de diferentes ampliaciones apicales con limas recíprocos (WaveOne y Reciproc) o rotatorias (BioRaCe), y mostró que todos los canales contenían desechos empaquetados sin diferencias significativas entre los sistemas (De-Deus et al., 2015). Otro estudio de Bürklein S. et al. evaluó la cantidad de residuos y barro

dentinario que quedan después de la PQM del canal radicular con limas únicas recíprocas (Reciproc y WaveOne) o sistemas rotatorios de secuencia completa (Mtwo y ProTaper), y demostró que Mtwo y Reciproc condujeron a una mejor eliminación de residuos en el tercio apical que WaveOne y ProTaper, estos resultados sugirieron que el diseño del instrumento fue más decisivo que el número de instrumentos utilizados y su cinemática (Bürklein, Hinschitza, Dammaschke, & Schäfer, 2012). Los hallazgos relacionados con el barro dentinario restante revelaron que no había una diferencia significativa entre los diferentes sistemas (Plotino et al., 2015).

El estudio de Jin et al., 2013 (Jin et al., 2013) comparó el sistema de limas continuas con recíprocante, y los resultados revelaron que las limas recíprocantes mantuvieron una relación de centrado similar a la lograda por la técnica continua. Sin embargo, el análisis por SEM mostró grandes deformaciones morfológicas en las limas recíprocantes (Jin et al., 2013; Plotino et al., 2015).

Lo anterior reafirma, que es necesario realizar más investigaciones para comprobar la eficacia entre los dos tipos, dado que con la limitada información actualmente disponible mostraron una eficacia similar en la reducción de endotoxinas y bacterias cultivables, pero no pudieron desinfectar por completo todos los SCR analizados. Esto corrobora que la acción mecánica siempre debe ir acompañada de una exposición adecuada de irrigante antibacteriano NaOCl, para que sea más eficaz (Krokidis et al., 2017; Machado et al., 2019; Martinho et al., 2014; Neves et al., 2016; Pinheiro et al., 2012; Plotino et al., 2015; Siddique & Nivedhitha, 2019; Siddique et al., 2020). Para superar estas dificultades, una de las medidas tomadas es mejorar la aplicación y acción del irrigante dentro del canal, mediante la introducción de distintos dispositivos de activación dinámica, sónica o ultrasónica, que permiten agitar el irrigante, mejorando su alcance dentro del SCR, el desbridamiento, la desinfección y la eliminación del barro dentinario (Nagendrababu et al., 2018; Niu et al., 2014; Zeng et al., 2018).

### **9.1.2. SISTEMA DE MÚLTIPLES LIMAS vs. SISTEMAS DE LIMA ÚNICA**

Las preparaciones de los SCR con sistema rotatorio se pueden clasificar en los que realizan la preparación con un solo instrumento y los que usan múltiples instrumentos. Se describe que los de un solo instrumento proporcionan ahorro de tiempo y costos en comparación a los de múltiples instrumentos. Además, estudios señalan que los sistemas de un solo instrumento son superiores en la limpieza de paredes, debido a su diseño diferente, a la capacidad de la lima de adaptarse al canal y a la irrigación constante, e inclusive las nuevas generaciones de instrumentos han experimentado mejoras en el tratamiento del NiTi, como protocolos de electro pulido y tratamiento térmico, proporcionando aún más flexibilidad y mejoras en las propiedades mecánicas (Amaral et al., 2020; Krokidis et al., 2017; Üreyen et al., 2019).

Un motivo que puede preocupar en el uso de sistemas de una lima es que el tiempo de preparación del canal se reduce drásticamente pudiendo afectar negativamente a la eficacia de la limpieza y desinfección químico-mecánica. Esto también resulta en una disminución del tiempo de contacto entre el irrigante y las paredes del canal. Sin embargo, se ha demostrado que las técnicas de un solo instrumento proporcionan efectos similares de limpieza, modelado y desinfección, así como también preservan de igual forma la anatomía, eliminación similar de detrito y su extrusión apical, comparables con los sistemas rotatorios de múltiples instrumentos (Martinho et al., 2014; Nakamura et al., 2015; Neves et al., 2016).

Marinho et al., 2015 (Marinho et al., 2015) informó hallazgos similares cuando se comparó Reciproc con otros sistemas rotatorios de secuencia completa; todos los sistemas fueron capaces de eliminar de forma eficaz prácticamente todas las bacterias y sus endotoxinas. Con base en estos resultados, podemos concluir que la acción mecánica de las limas endodónticas sobre la dentina junto con una exposición adecuada a la irrigación con NaOCl es más efectiva para la desinfección que el número de limas utilizadas, utilizando el mayor tiempo en la preparación clínica, aplicando altos volúmenes del irrigante junto con su activación. Además que los

sistemas rotatorios involucran una gran cantidad de limas cuando se usa la secuencia completa, tienen varios pasos y, por ende, mayor riesgo de fractura; por lo tanto, aún requieren un tiempo de preparación del canal prolongado y una mayor curva de aprendizaje para lograr la competencia (Marinho et al., 2015).

Finalmente y en la actualidad se ha analizado que la eficacia antibacteriana de las PQM no está influenciada por el número de instrumentos a utilizar, como se mencionó anteriormente, ya que ningún instrumento puede hacer que el SCR esté completamente libre de bacterias y de sus factores de virulencia; sino que se ha demostrado que la eliminación efectiva de estos MO y sus derivados se ve influenciado por el tamaño de la preparación apical, y el tipo, volumen, concentración y tiempo de exposición de la solución de irrigación antimicrobiana (Martinho et al., 2014; Nakamura et al., 2015; Neves et al., 2016; Siddique & Nivedhitha, 2019).

### **9.1.3. RESUMEN**

- La reciprocidad tiene una influencia significativa en la fatiga cíclica de las limas.
- La reciprocidad no reduce la eficiencia de corte de las limas.
- Las limas reciprocantes tienen una capacidad de modelado adecuada y pueden conservar la forma original del canal radicular, pero ningún sistema puede preparar completamente el SCR.
- La eficacia de limpieza de las limas reciprocantes parece comparable a la de los sistemas rotatorios de secuencia completa. Se deben realizar más estudios para comprender la influencia respectiva de la cinemática, el diseño del instrumento y la cantidad de estos.
- El uso de limas individuales recíprocas reduce el tiempo de conformación en comparación con los sistemas rotatorios de secuencia completa. Sin embargo, el clínico debe tener en cuenta que este tiempo de ahorro debe ser utilizado en irrigar con mayores volúmenes y con activación del irrigante.

- Las limas reciprocantes combinadas con procedimientos de irrigación adecuados pueden promover una reducción significativa de bacterias, pero no pueden desinfectar completamente el SCR.

## **9.2. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS PRINCIPALES**

La eliminación de bacterias del SCR mediante la PQM, cuyo objetivo es erradicar el tejido pulpar vital y no vital, alterar y reducir el recuento de organismos patógenos, antes de realizar la obturación se ha informado como un factor significativo en relación con la obtención de resultados exitosos del tratamiento endodóntico (Aydin et al., 2007; Berutti & Castellucci, 2005; Molander et al., 2007; Sjögren et al., 1997). Por lo tanto, es importante identificar protocolos de desinfección más efectivos para mejorar los resultados de estos tratamientos. En esta revisión sistemática se evaluó la eficacia en la reducción de la carga bacteriana entre los distintos sistemas endodónticos de instrumentación mecanizada, con movimiento continuo y reciprocante, en los tratamientos endodónticos de dientes no vitales.

Esta revisión sistemática se realizó empleando palabras clave y términos estandarizados en once bases de datos. La búsqueda nos entregó una gran cantidad de estudios y, luego de la selección mediante criterios de inclusión y exclusión, un total de cuatro estudios correspondientes a ECAs fueron seleccionados. La concordancia entre evaluadores en la inclusión de los artículos fue sustancial, en este estudio el valor de Kappa fue de 0,58 considerándose un acuerdo moderado/aceptable, considerar de todas maneras que el universo de artículos previo a la selección era de cinco artículos, y solo hubo un artículo que tuvo discrepancias de clasificación de estudios, por lo que, al haber pocos estudios en la muestra, cualquier diferencia hace que el valor de Kappa cambie en gran medida.

En todos los estudios se realizó tratamiento endodóntico en dientes permanente no vitales, en una sola visita, dos de ellos especificaron que fueran asintomáticos (Amaral et al., 2020; Neves et al., 2016) y los otros dos con

sintomatologías (Cavalli et al., 2017; Martinho et al., 2014). La carga bacteriana en las muestras de SCR de los dientes se verificó antes (M1) y después (M2) de la PQM utilizando un solo instrumento de rotación recíprocante o una serie de múltiples instrumentos de rotación continua.

Los estudios microbiológicos son muy sensibles en cada etapa de su evaluación, por lo que los valores de referencia y las comprobaciones de esterilidad son parámetros fundamentales que se usan para mejorar la solidez del diseño del estudio y confirmar la validez de sus resultados (Figdor & Brundin, 2016). Todos los estudios incluidos realizaron desinfección de la superficie de los dientes antes y después de la preparación de la cavidad de acceso, esto sirvió de control de esterilidad porque las puntas de papel que se usaron más tarde para recolectar muestras del SCR podrían tocar accidentalmente las paredes de la cavidad de acceso o la superficie del diente. Sin embargo, el control de esterilidad solo fue mencionado en tres estudios (Amaral et al., 2020; Martinho et al., 2014; Neves et al., 2016).

Dos de los estudios seleccionados realizaron recuento de UFC en medio sólido en placas de agar para anaerobios exigentes con sangre de oveja desfibrilada al 5% para análisis bacteriológico (Cavalli et al., 2017; Martinho et al., 2014), y los otros dos utilizaron un método molecular con partidores universales contra el gen 16S rARN para detección mediante qPCR (Amaral et al., 2020; Neves et al., 2016). Es importante señalar que, por un lado, el cultivo microbiológico tiene la capacidad de detectar solo bacterias viables y cultivables, pero falla en identificar bacterias no cultivables, además que, debido a posibles transportes prolongados que dañen las muestras, algunas bacterias pueden subestimarse por pérdida de viabilidad. Por otro lado, el método molecular tiene una mayor sensibilidad, por lo que es capaz de detectar y cuantificar no sólo bacterias cultivables, también bacterias que ya no son viables, especies difíciles de cultivar y aquellas que murieron recientemente, pudiendo ser un problema cuando se toman muestras inmediatamente después del procedimiento, ya que puede sobreestimar la detección de bacterias que persistan

en el SCR. Por lo tanto, los resultados obtenidos por cultivo como por método molecular pueden diferir; sin embargo, proporcionan resultados complementarios (Cavalli et al., 2017; Rôças & Siqueira, 2010; Siqueira & Rôças, 2009; Siqueira et al., 2000).

También es importante mencionar que todos los estudios incluidos en la presente revisión realizaron un muestreo microbiológico mediante puntas de papel estériles. Esta técnica tiene algunas limitaciones; como, por ejemplo, que solo los MO en el canal radicular principal pueden detectarse mediante este muestreo, pero los que se encuentran dentro de los túbulos dentinarios no pueden ser muestreados (Alves et al., 2009).

El objetivo primario que debe cumplir el tratamiento para ser considerado un éxito es el control de la infección, mediante la reducción microbiana, y resolución de signos y síntomas. En esta revisión, el desenlace primario observado, desinfección del canal, fue alcanzado en su totalidad en los pacientes donde se utilizó tanto el sistema rotatorio continuo como recíprocante, y que los cuatro estudios indican que había una diferencia significativa entre las muestras de carga bacteriana tomadas antes de iniciar el tratamiento y la muestra tomada posterior al uso del instrumental (Amaral et al., 2020; Cavalli et al., 2017; Martinho et al., 2014; Neves et al., 2016).

Con respecto a la persistencia, todos los estudios indican que, a pesar de haber una reducción significativa, aún queda presencia de bacterias al interior del SCR, ya que hubo detección de cultivos positivos, por lo que no se pudo desinfectar por completo los SCR analizados (Amaral et al., 2020; Cavalli et al., 2017; Martinho et al., 2014; Neves et al., 2016). Esto puede deberse a la morfología y complejidad del SCR, que puede presentar istmos, canales laterales y ramificaciones apicales, en donde los instrumentos e irrigantes no pueden llegar o es muy difícil su acceso. También estos resultados nos demuestran que la acción mecanizada de las limas sobre el tejido dentinario junto con una exposición adecuada del irrigante, como NaOCl, es más eficaz para la desinfección.

En cuanto a los desenlaces secundarios, la comparación de la reducción microbiana entre los sistemas rotatorios y recíproco, en la totalidad de los estudios demostraron que los dos sistemas son eficientes en cuanto a la desinfección del SCR, pero que no existe diferencia significativa entre uno y otro (Amaral et al., 2020; Cavalli et al., 2017; Martinho et al., 2014; Neves et al., 2016).

En relación al perfil microbiano y su sintomatología, si bien en primera instancia no se tenía pensado evaluar este punto, se toma lo evidenciado en el estudio de Cavalli debido al buen y útil análisis detallado usando el método de la hibridación ADN-ADN “checkerboard”, el cual es un método rápido, preciso y muy recomendado, para la categorización y análisis de las múltiples especies bacterianas que se encuentran en las infecciones endodónticas y su asociación a sintomatologías que se presenta de forma frecuente en estas infecciones, pero considerando que tienen limitaciones, puesto que solo puede detectar especies para las que se han preparado las sondas de ADN, por lo que deben optimizarse para el sitio biológico objetivo. (Cavalli et al., 2017; Socransky et al., 2004). Al evaluar la asociación de la microbiota con los signos y síntomas, los resultados mostraron una relación entre *P. nigrescens* (una bacteria Gram negativo anaerobia estricta) y el dolor espontáneo, lo que corrobora investigaciones previas (Gomes et al., 1994; Gomes et al., 2004; Jacinto et al., 2003). La sensibilidad a la percusión se relacionó directamente con la presencia de *P. gingivalis* (Gram negativo), *P. nigrescens* (Gram negativo), *V. parvula* (Gram negativo), *C. sputigena* (Gram negativo) y *E. saburreum* (Gram positivo); como es evidenciado en estudios previos (Gomes et al., 2007). Además, otros autores asociaron bacterias Gram negativo con infecciones endodónticas agudas (Nobrega et al., 2016) aunque en el estudio de Cavalli et al., las bacterias *E. saburreum* y *P. micra* (ambas Gram positivo), también se asociaron con la presencia de un tracto sinusal y dolor a la percusión, y esto último también se ha encontrado en estudios anteriores (Sassone et al., 2008; Signoretti et al., 2011).

En resumen, los cuatro estudios indican que existe una reducción de la carga bacteriana al utilizar cualquiera de los dos sistemas rotatorios, ya sea continuo o

reciprocante, pero que no existe diferencias entre ellos en este punto, y de estos estudios, dos presentan bajo riesgo de sesgo en general (Martinho et al., 2014; Neves et al., 2016) y los otros dos presentan algunas preocupaciones (Amaral et al., 2020; Cavalli et al., 2017).

### **9.3. CUMPLIMIENTO GENERAL Y APLICABILIDAD DE LA EVIDENCIA**

Los sistemas de limas mecanizadas, ya sea continuas o reciprocantes, cuentan con su protocolo de uso los cuales, al llevarse a cabo siguiendo las indicaciones y usando el motor adecuado, las terapias endodónticas se pueden realizar sin inconvenientes del punto de vista instrumental. El contar con estos protocolos y guías clínicas permite su aplicación de forma estandarizada en estudios y análisis, o también para ser replicado en clínica. Lo que puede variar es el irrigante a utilizar y su concentración, la elección del medicamento intracanal, el tipo de sellado y su material.

En esta revisión sistemática, los sistemas utilizados en los distintos estudios se aplicaron todos siguiendo el protocolo de uso del fabricante. Tanto los sistemas continuos como reciprocante han demostrado ser efectivos, por lo que también resulta clave y fundamental el sistema de irrigación utilizado, ya que en cada estudio se aplicó la misma concentración y se trató en lo posible de aplicar en la misma cantidad de tiempo de contacto del irrigante entre sistema. Dado que se utilizan diferentes números de instrumentos con cada sistema, es difícil estandarizar la duración de la irrigación y el volumen de irrigante, pero es importante hacerlo porque cuando la duración del riego y el volumen de irrigante son similares, es más sencillo comparar la eficacia de desinfección entre los diferentes sistemas, y aumenta la validez de los resultados (Alves et al., 2012). En tres de los estudios se usó una concentración de NaOCl al 2,5% (Cavalli et al., 2017; Martinho et al., 2014; Neves et al., 2016) y uno usó concentración de NaOCl al 5,25% (Amaral et al., 2020), así también para la irrigación final tres estudios usaron EDTA (Amaral et al., 2020;

Cavalli et al., 2017; Neves et al., 2016) y uno usó tiosulfato de sodio (Martinho et al., 2014). Esto es importante de mencionar ya que un estudio que comparó un sistema continuo con uno reciprocante utilizando una solución salina como agente de irrigación para evaluar solo el efecto mecánico de la instrumentación, y encontró que había una reducción más significativa en el grupo del sistema de rotación continua que el reciprocante, por lo que se infiere que al usar más instrumentos, se remueve más dentina y predentina contaminada con MO (Alves et al., 2016).

#### **9.4. CALIDAD DE LA EVIDENCIA**

Todos los estudios incluidos en esta revisión son ECAs, los cuales son considerados como los tipos de estudios que aportan la evidencia más confiable sobre los efectos de las intervenciones sanitarias, a diferencia de otros diseños de estudios, ya que los estudios *in vitro* en las formas en que se llevan a cabo, como se plantean las situaciones o problemáticas, los procedimientos y/o resultados no siempre pueden extrapolarse a situaciones *in vivo*; además de que la aleatorización previene diferencias sistemáticas entre las características basales de los participantes de los grupos intervenidos. Desafortunadamente, es precisamente en el punto del “proceso de aleatorización” en donde la mayoría de los estudios tiene inconvenientes al momento de ser evaluados (Higgins et al., 2019).

Esta revisión reveló que las distintas muestras de los estudios incluidos fueron distribuidas aleatoriamente entre los grupos, aunque no están claros los detalles de cómo se realizó la secuencia aleatoria. La importancia de una correcta aleatorización es asegurar que las posibilidades de asignación a diferentes grupos sean las mismas (Higgins et al., 2008). El ocultamiento de la asignación es importante y garantiza que el operador no tenga información sobre en qué grupo se colocará la muestra, aunque en estos estudios el cegamiento del operador no se pudo lograr debido a las diferencias propias de los diseños de cada instrumento y sus propias instrucciones de uso del fabricante, por lo tanto, no se consideró como un factor importante. Tampoco es requerido el cegamiento de los pacientes, ya que no es una medida de

resultado informada por el paciente. Sin embargo, el cegamiento de los evaluadores de los resultados es importante porque garantiza que el evaluador no sepa a qué grupo de intervención pertenecen las muestras y evita un posible sesgo en la medición de estos resultados (Higgins et al., 2019). La evaluación de la calidad de los estudios incluidos reveló que los estudios tenían un bajo riesgo de sesgo a algunas preocupaciones.

Del total de estudios incluidos, dos estudios presentan bajo riesgo de sesgo general, lo cual quiere decir que cada uno de los cinco dominios evaluados fueron evaluados como riesgo de sesgo bajo (Martinho et al., 2014; Neves et al., 2016). Otros dos estudios tienen “algunas preocupaciones” en la evaluación de riesgo de sesgo, uno se debe al dominio del “proceso de aleatorización” (Amaral et al., 2020), y el otro estudio fue en el dominio “Notificación selectiva de resultados”. En un estudio solo declaran haber realizado aleatorización pero no menciona el proceso o protocolo, ni tampoco se asegura que se haya ocultado la secuencia de asignación antes de incluir a los participantes en las intervenciones (Amaral et al., 2020); y en el otro estudio no declaró ni cuenta con un desglose de los datos de los resultados de cada grupo intervenido, ya sean sus muestras antes y después de usar las limas de los dos sistemas, solo informando el resultado de la reducción en porcentaje (Cavalli et al., 2017).

## **9.5. ACUERDOS Y DESACUERDOS CON OTROS ESTUDIOS O REVISIONES**

En marzo del 2019 se publicó una revisión sistemática (Siddique et al., 2020) cuyo objetivo fue “comparar y evaluar la reducción microbiana de los sistemas rotativos y alternativos en la reducción microbiana”, luego de su búsqueda incluyeron tres publicaciones que cumplen con todos sus criterios de inclusión. Este estudio reportó que la reducción bacteriana en los canales radiculares fue significativa en cada sistema, a pesar de detección de cultivos post instrumentación; y que no hay diferencia al comparar tanto las limas rotatorias continuas como las recíprocas, por

lo que ejercieron una efectividad antibacteriana casi similar. Los resultados de esta revisión sistemática confirman que se necesita más investigación basada en la evidencia en esta área y que ha habido ECAs limitados en esta área. Con respecto a realizar un metaanálisis el estudio indica que no es apropiado en esta situación, debido a la heterogeneidad entre los estudios, como la diferencia en los tipos compuestos, los tamaños de muestra y los períodos de seguimiento, que impidió realizar un metaanálisis para resumir los datos de los estudios incluidos. Por lo tanto, solo se proporcionó una evaluación descriptiva cualitativa de los datos (Siddique et al., 2020).

Otra revisión sistemática de diciembre del 2018 (Neelakantan et al., 2019) examinó “el efecto de diferentes sistemas de instrumentación de canales radiculares sobre la reducción de endotoxinas del SCR”, y para ello realizó una búsqueda bibliográfica, que luego de su selección mediante sus criterios de inclusión, quedaron con tres estudios, dos estudios de tratamiento del canal radicular y un estudio de retratamiento del canal radicular. Los resultados de esta revisión sistemática mostraron una reducción significativa de la endotoxina de bacterias Gram negativo, medidos a través de ensayo LAL (“Limulus amoebocyte lysate”) cinético cromogénico, después del tratamiento con instrumentos rotatorios continuos y alternativos. Sin embargo, todos los estudios no informaron diferencias significativas entre los grupos de instrumentos en la reducción de endotoxinas, por lo que el tipo de instrumento utilizado no influye en la reducción de estas, son igual de efectivos, aunque ninguno de los estudios mostró una reducción del 100% de endotoxinas después de la instrumentación. Este estudio realizó un metaanálisis donde incluyó dos de los tres estudios, debido a que uno se excluyó por falta de datos. Debido a la heterogeneidad sustancial, los autores utilizaron un metaanálisis de efectos aleatorios para producir un resumen general. Los resultados no mostraron diferencias estadísticamente significativas entre las limas recíprocas y de rotación continua. Sin embargo, el análisis de los dos estudios mostró que proporcionaron un bajo nivel de evidencia y un ECA de baja calidad con baja potencia (Neelakantan et al., 2019).

Por último, en mayo 2021 (Küçükkaya et al., 2021) se publicó una revisión sistemática, la cual tuvo como objetivo “realizar una revisión sistemática y un metaanálisis de estudios *in vitro* sobre la efectividad de la instrumentación recíproca y rotatoria continua en la reducción microbiana en los canales radiculares”, una vez realizada la búsqueda bibliográfica y aplicado los criterios de inclusión, los estudios seleccionados dieron un total de diecisiete. Con base a los resultados y hallazgos en los presentes estudios, tanto los sistemas rotatorios como los alternativos fueron igualmente efectivos para reducir la carga microbiana durante el tratamiento del conducto radicular. Sin embargo, ninguno de los sistemas dio como resultado la erradicación completa de estos MO en los conductos radiculares. En esa revisión, sólo siete estudios *in vitro* pudieron combinarse para un metaanálisis debido al alto nivel de heterogeneidad en el informe de los resultados del tratamiento. No se pudo evaluar el sesgo de publicación debido al pequeño número de estudios incluidos en el metaanálisis. A pesar de estas limitaciones, los hallazgos de este metaanálisis indicaron que la instrumentación recíproca y rotatoria tuvo una eficacia similar para la reducción de la carga microbiana (Küçükkaya et al., 2021). Cabe mencionar que esta revisión se hizo con estudios *in vitro* en vez de ECAs, por lo que la calidad de la evidencia y su aplicación a nivel *in vivo* o estudios clínicos puede ser cuestionable, pero sí destacar que su conclusión es similar a las de las otras revisiones y la nuestra.

## **9.6. LIMITACIONES DEL ESTUDIO Y SUGERENCIA**

La principal limitación del estudio corresponde a que no cuenta con metaanálisis, debido a que se realizó un análisis descriptivo y cualitativo, por lo que no es posible usarla de recomendación fehaciente para criterio de decisión clínica con respecto a la utilización de un sistema u otro, independientemente de que el análisis del resultado de esta revisión sea que no hay diferencias entre ellos. Por lo que, al contar con un metaanálisis, se realiza un análisis cuantitativo, el que puede ser sometido a evaluación mediante del método “GRADE”, que valora la calidad de la evidencia, y con esto sugerir un posible curso de acción clínico, junto con la calidad de recomendación de dichos resultados (Aguayo et al., 2016; Neumann et al., 2014).

Otra limitación es que existieron reportes incompletos o poco claros de los datos de los estudios incluidos, por lo que se estableció contacto con los autores del estudio para obtener datos no publicados o aclaraciones de los resultados y protocolos, sin embargo, no hubo respuestas. Debido a no contar con la totalidad de la información de los artículos incluidos y solo contar con la información del artículo publicado, y como es sabido que los autores omiten información obvia debido al número máximo de caracteres que exigen las pautas de publicación, es que durante la evaluación de riesgo de sesgo cuando no existía un dato para evaluar algún punto de los distintos dominios, este fue respondido como “no información”, en vez de “probablemente sí o no”, de manera de no caer en un juicio que fuera a perjudicar el algoritmo y terminará obteniendo un “alto riesgo de sesgo”, en vez de “algunas consideraciones”. Por el mismo motivo, cuando se reclutaron los resultados y datos de los desenlaces medidos, estos fueron plasmados tal cual los autores lo publicaron en sus artículos; salvo en un punto del dominio “proceso de aleatorización” donde se colocó la opción “probablemente sí” debido a que no indica de manera específica el ocultamiento de la secuencia de asignación antes de incluir a los participantes en las intervenciones, pero inmediatamente que se designó la secuencia de asignación a los participantes, estos fueron tratados por la intervención correspondiente, salvo un caso que menciona que retiraron a un participante de un grupo específico antes de comenzar los tratamiento (Amaral et al., 2020).

Otros puntos que considerar son los relacionados con las acciones que se realizaron durante el desarrollo de cada estudio. Con respecto al análisis bacteriológico, donde dos estudios realizaron cultivos en medio sólido en placas de agar para anaerobios exigentes con sangre de oveja defibrilada al 5%, y se realizó recuento de las UFC (Cavalli et al., 2017; Martinho et al., 2014) y los otros dos estudios realizaron método molecular, qPCR con partidores universales contra el gen 16S rARN (Amaral et al., 2020; Neves et al., 2016), por lo visto en el punto anterior de la discusión de este trabajo, vemos que sería lo ideal el implementar los dos métodos por cada estudio, para así compensar las deficiencias y sensibilidades de cada uno. Siguiendo con el análisis de las acciones, el uso de puntas de papel

estériles produce la limitación de que solo se logra tomar muestras del canal principal, no permitiendo analizar con detalle todo el SCR. Además, otro punto a considerar es que se observó que en los cuatro estudios agregados sólo se incluyeron dientes uniradiculares porque es más fácil controlar la asepsia y tomar muestras cuando se trabaja con estos dientes. Por último, el realizar los tratamiento en una sesión da a entender de qué se quiere evitar posibles pérdidas de participantes por posibles ausencias en la segunda sesión para término del tratamiento endodóntico, pero estudios han demostrado que el tratamiento realizado en dos sesiones es más eficiente para reducir la cantidad de bacterias y endotoxinas que los realizados en una sesión (Nair et al., 2005; Xavier et al., 2013).

Como sugerencia para próximos estudios, es bien sabido que la enfermedad endodóntica primaria involucra varias especies bacterianas Gram negativo, cuyas células presentan LPS, las cuales presentan en su estructura el lípido A que es la endotoxina bacteriana, y estas juegan un rol en el inicio y mantenimiento de la enfermedad (Marinho et al., 2015; Nair, 2004). Por lo que es importante también realizar su análisis y evaluar su reducción de estas endotoxinas en el SCR; sin embargo, sólo dos estudios de los que fueron incluidos en esta revisión lo hicieron (Cavalli et al., 2017; Martinho et al., 2014), y que indicaron que hubo una reducción significativa de la cantidad de endotoxinas después de la preparación del SCR, pero que no se encontró diferencias significativas entre grupos.

Los resultados obtenidos de esta revisión sistemática confirman que se necesitan más investigaciones basadas en la evidencia en estos tipos de tratamientos, ya que ha habido ECAs limitados en relación en este tema (solo se encontraron cuatro estudios en la búsqueda realizada en esta revisión. Con la información limitada actualmente disponible, la mejor evidencia clínica sugiere que tanto las limas rotatorias continuas como las reciprocantes ejercieron una efectividad antibacteriana similar.

Por último, se sugiere realizar el metaanálisis de la presente revisión sistemática, para analizar el curso de acción clínica y poder guiar conductas con respecto a la utilización de un sistema rotatorio continuo o uno recíprocante, con respecto a su eficacia y eficiencia, ya que, siguiendo las directrices para este tipo de tesis, así como los plazos establecidos por la Facultad, no se realizó en esta oportunidad.

## **10. CONCLUSIONES**

A manera de conclusión, según la evidencia recolectada, podemos indicar que todos los estudios afirman que los sistemas de rotación continua y recíprocante son muy eficaces para reducir los recuentos bacterianos, pero sin diferencias significativas entre ellos. También hay que mencionar que ninguno de los sistemas analizados disminuye totalmente la presencia de bacterias del SCR.

Debido a que no hay diferencias en la eficacia de los instrumentos, la selección de uno por sobre el otro quedaría en otros factores: como otros aspectos clínicos, por ejemplo, el dolor postoperatorio; preferencias o facilidad de uso por parte del profesional; características propias de cada lima; aspectos económicos como los costos de cada sistema, uso de los recursos y la relación coste-efectividad/rendimiento; generación y manejo de desecho, y su impacto ambiental.

Según lo analizado en la presente revisión sistemática los limitados estudios que evalúan la eficacia clínica de los sistemas de rotación recíprocante con los de rotación continua poseen una calidad de evidencia de alta a moderada, además de que hay pocos ECAs sobre este tema, por lo que se necesitan más ECAs en el futuro para comparar los distintos sistemas, sobre todo los últimos que salgan al mercado, y que estos cuenten con los protocolos y medidas de resultados estandarizados.

## 11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Afkhami, F., Akbari, S., & Chiniforush, N. (2017). *Enterococcus faecalis* Elimination in Root Canals Using Silver Nanoparticles, Photodynamic Therapy, Diode Laser, or Laser-activated Nanoparticles: An In Vitro Study. *Journal of Endodontics*, 43(2), 279–282. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2016.08.029>

Aguayo-albasini, L., & Vi, B. F. (2016). Sistema GRADE : clasificación de la fuerza de la evidencia y graduación recomendación. *Cirugía Española*, 92(2), 82–88.

Alves, F. R.F., Rôças, I. N., Almeida, B. M., Neves, M. A. S., Zoffoli, J., & Siqueira, J. F. (2012). Quantitative molecular and culture analyses of bacterial elimination in oval-shaped root canals by a single-file instrumentation technique. *International Endodontic Journal*, 45(9), 871–877. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2012.02045.x>

Alves, Flávio R.F., Andrade-Junior, C. V., Marceliano-Alves, M. F., Pérez, A. R., Rôças, I. N., Versiani, M. A., ... Siqueira, J. F. (2016). Adjunctive Steps for Disinfection of the Mandibular Molar Root Canal System: A Correlative Bacteriologic, Micro-Computed Tomography, and Cryopulverization Approach. *Journal of Endodontics*, 42(11), 1667–1672. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2016.08.003>

Alves, Flávio R.F., Paiva, P. L., Marceliano-Alves, M. F., Cabreira, L. J., Lima, K. C., Siqueira, J. F., ... Provenzano, J. C. (2018). Bacteria and Hard Tissue Debris Extrusion and Intracanal Bacterial Reduction Promoted by XP-endo Shaper and Reciproc Instruments. *Journal of Endodontics*, 44(7), 1173–1178. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2018.04.007>

Alves, Flávio R.F., Siqueira, J. F., Carmo, F. L., Santos, A. L., Peixoto, R. S., Rôças, I. N., & Rosado, A. S. (2009). Bacterial Community Profiling of Cryogenically Ground Samples from the Apical and Coronal Root Segments of Teeth with Apical

Periodontitis. *Journal of Endodontics*, 35(4), 486–492.  
<https://doi.org/10.1016/j.joen.2008.12.022>

Amaral, R. R., Guimarães Oliveira, A. G., Braga, T., Reher, P., de Macêdo Farias, L., Magalhães, P. P., ... Ilma de Souza Côrtes, M. (2020). Quantitative Assessment of the Efficacy of Two Different Single-file Systems in Reducing the Bacterial load in Oval-Shaped Canals: A Clinical Study. *Journal of Endodontics*, 46(9), 1228–1234.  
<https://doi.org/10.1016/j.joen.2020.06.007>

Asnaashari, M., Ashraf, H., Rahmati, A., & Amini, N. (2017). A comparison between effect of photodynamic therapy by LED and calcium hydroxide therapy for root canal disinfection against *Enterococcus faecalis*: A randomized controlled trial. *Photodiagnosis and Photodynamic Therapy*, 17, 226–232.  
<https://doi.org/10.1016/j.pdpdt.2016.12.009>

Aydin, C., Tunca, Y. M., Senses, Z., Baysallar, M., Kayaoglu, G., & Ørstavik, D. (2007). Bacterial reduction by extensive versus conservative root canal instrumentation in vitro. *Acta Odontologica Scandinavica*, 65(3), 167–170.  
<https://doi.org/10.1080/00016350701206626>

Azim, A. A., Piasecki, L., da Silva Neto, U. X., Cruz, A. T. G., & Azim, K. A. (2017). XP Shaper, A Novel Adaptive Core Rotary Instrument: Micro-computed Tomographic Analysis of Its Shaping Abilities. *Journal of Endodontics*, 43(9), 1532–1538. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2017.04.022>

Ballal, N. V., Gandhi, P., Shenoy, P. A., & Dummer, P. M. H. (2020). Evaluation of various irrigation activation systems to eliminate bacteria from the root canal system: A randomized controlled single blinded trial. *Journal of Dentistry*, 99(March), 103412. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2020.103412>

Basmaci, F., Öztan, M. D., & Kiyani, M. (2013). Ex vivo evaluation of various

instrumentation techniques and irrigants in reducing *E. faecalis* within root canals. *International Endodontic Journal*, 46(9), 823–830. <https://doi.org/10.1111/iej.12067>

Bedier, M. M., Hashem, A. A. R., & Hassan, Y. M. (2018). Improved dentin disinfection by combining different-geometry rotary nickel-titanium files in preparing root canals. *Restorative Dentistry & Endodontics*, 43(4), 1–10. <https://doi.org/10.5395/rde.2018.43.e46>

Berutti, E., & Castellucci, A. (2005). Cleaning and shaping the root canal system. In A. Castellucci (Ed.), *Endodontics* (1st ed., pp. 429–457). Firenze: Il Tridente.

Bhat, R., & Hegde, M. (2018). Reverse rotary instrumentation in the apical third of the root canal system: An scanning electron microscope analysis. *Indian Journal of Dental Research*, 29(5), 594–599. [https://doi.org/10.4103/ijdr.IJDR\\_143\\_15](https://doi.org/10.4103/ijdr.IJDR_143_15)

Bueno, C. S. P., Oliveira, D. P., Pelegri, R. A., Fontana, C. E., Rocha, D. G. P., Gutmann, J. L., & Bueno, C. E. S. (2020). Fracture incidence of WaveOne Gold files: a prospective clinical study. *International Endodontic Journal*, 53(9), 1192–1198. <https://doi.org/10.1111/iej.13349>

Bürklein, S., Hinschitzka, K., Dammaschke, T., & Schäfer, E. (2012). Shaping ability and cleaning effectiveness of two single-file systems in severely curved root canals of extracted teeth: Reciproc and WaveOne versus Mtwo and ProTaper. *International Endodontic Journal*, 45(5), 449–461. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2011.01996.x>

Cavalli, D., Toia, C. C., Flores Orozco, E. I., Houry, R. D., Cardoso, F. G. da R., Alves, M. C., ... Valera, M. C. (2017). Effectiveness in the Removal of Endotoxins and Microbiological Profile in Primary Endodontic Infections Using 3 Different Instrumentation Systems: A Randomized Clinical Study. *Journal of Endodontics*, 43(8), 1237–1245. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2017.03.032>

Chen, T., Yu, W. H., Izard, J., Baranova, O. V., Lakshmanan, A., & Dewhirst, F. E. (2010). The Human Oral Microbiome Database: a web accessible resource for investigating oral microbe taxonomic and genomic information. *Database : The Journal of Biological Databases and Curation*, 2010, 1–10.  
<https://doi.org/10.1093/database/baq013>

Daood, U., Parolia, A., Matinlinna, J., Yiu, C., Ahmed, H. M. A., & Fawzy, A. (2020). Properties of a modified quaternary ammonium silane formulation as a potential root canal irrigant in endodontics. *Dental Materials*, 36(12), e386–e402.  
<https://doi.org/10.1016/j.dental.2020.09.008>

De-Deus, G., Moreira, E. J. L., Lopes, H. P., & Elias, C. N. (2010). Extended cyclic fatigue life of F2 ProTaper instruments used in reciprocating movement. *International Endodontic Journal*, 43(12), 1063–1068. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2010.01756.x>

De-Deus, Gustavo, Marins, J., Silva, E. J. N. L., Souza, E., Belladonna, F. G., Reis, C., ... Neves, A. A. (2015). Accumulated Hard Tissue Debris Produced during Reciprocating and Rotary Nickel-Titanium Canal Preparation. *Journal of Endodontics*, 41(5), 676–681. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2014.11.028>

De Oliveira, B. P., Aguari, C. M., Câmara, A. C., De Albuquerque, M. M., De Barros Correia, A. C. R., & De La Roca Soares, M. F. (2015). Procjena smanjenja mikroorganizama u korijenskim kanalima nakon korištenja recipročne rotacijske instrumentacije. *Acta Stomatologica Croatica*, 49(4), 294–303.  
<https://doi.org/10.15644/asc49/4/4>

Del Fabbro, M., Afrashtehfar, K. I., Corbella, S., El-Kabbaney, A., Perondi, I., & Taschieri, S. (2018). In Vivo and In Vitro Effectiveness of Rotary Nickel-Titanium vs Manual Stainless Steel Instruments for Root Canal Therapy: Systematic Review

and Meta-analysis. *Journal of Evidence-Based Dental Practice*, 18(1), 59–69.  
<https://doi.org/10.1016/j.jebdp.2017.08.001>

Dentsply-Maillefer. (2012). Protaper Next. *Dentaltix.Com*. Retrieved from  
<https://www.dentaltix.com/es/maillefer/surtido-limas-protaper-next-niti-secuencia-x1-x3-6-ud>

Dentsply-Sirona. (2018). WaveOne Gold. *Dentsplysirona.Com*. Retrieved from  
<https://www.dentsplysirona.com/es-ib/productos/endodoncia/wave-one-gold-reciprocating-files.html>

Divya, S. (2019). Microbiological evaluation of root canals after biomechanical preparation with manual and rotary file system - An in vivo study. *Biomedicine Journal*, 39(1), 147–152.

Ferrer-Luque, C. M., Bejarano, I., Ruiz-Linares, M., & Baca, P. (2014). Reduction in *Enterococcus faecalis* counts - A comparison between rotary and reciprocating systems. *International Endodontic Journal*, 47(4), 380–386.  
<https://doi.org/10.1111/iej.12158>

Figdor, D., & Brundin, M. (2016). Contamination controls for analysis of root canal samples by molecular methods: An overlooked and unsolved problem. *Journal of Endodontics*, 42(7), 1003–1008. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2016.04.015>

FKG. (2012). XP-Endo Shaper. *Fkgiberia.Com*. Retrieved from  
<https://www.fkgiberia.com/es/productos/endodoncia/conformación-y-limpieza-del-conducto/xp-endo-shaper>

Gazzaneo, I., Amoroso-Silva, P., Pacheco-Yanes, J., Alves, F. R. F., Marceliano-Alves, M., Olivares, P., ... Rôças, I. N. (2021). Disinfecting and Shaping Type I C-shaped Root Canals: A Correlative Micro-computed Tomographic and Molecular

Microbiology Study. *Journal of Endodontics*, 47(4), 621–630.  
<https://doi.org/10.1016/j.joen.2020.11.007>

Ghorbanzadeh, A., Fekrazad, R., Bahador, A., Ayar, R., Tabatabai, S., & Asefi, S. (2018). Evaluation of the antibacterial efficacy of various root canal disinfection methods against *Enterococcus faecalis* biofilm. An ex-vivo study. *Photodiagnosis and Photodynamic Therapy*, 24(12), 44–51.  
<https://doi.org/10.1016/j.pdpdt.2018.08.010>

Goldberg F; Soares I; (2003). Endodoncia técnicas y fundamentos. *Endodoncia Tecnicas Y Fundamentos*.

Gomes, B. P.F.A., Drucker, D. B., & Lilley, J. D. (1994). Association of specific bacteria with some endodontic signs and symptoms. *International Endodontic Journal*, 27(6), 291–298. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.1994.tb00271.x>

Gomes, B. P.F.A., Pinheiro, E. T., Gadê-Neto, C. R., Sousa, E. L. R., Ferraz, C. C. R., Zaia, A. A., ... Souza-Filho, F. J. (2004). Microbiological examination of infected dental root canals. *Oral Microbiology and Immunology*, 19(2), 71–76.  
<https://doi.org/10.1046/j.0902-0055.2003.00116.x>

Gomes, Brenda P.F.A., Montagner, F., Jacinto, R. C., Zaia, A. A., Ferraz, C. C. R., & Souza-Filho, F. J. (2007). Polymerase Chain Reaction of *Porphyromonas gingivalis*, *Treponema denticola*, and *Tannerella forsythia* in Primary Endodontic Infections. *Journal of Endodontics*, 33(9), 1049–1052.  
<https://doi.org/10.1016/j.joen.2007.05.017>

Guimarães, L. S., Gomes, C. C., Marceliano-Alves, M. F., Cunha, R. S., Provenzano, J. C., & Siqueira, J. F. (2017). Preparation of Oval-shaped Canals with TRUShape and Reciproc Systems: A Micro-Computed Tomography Study Using Contralateral Premolars. *Journal of Endodontics*, 43(6), 1018–1022.

<https://doi.org/10.1016/j.joen.2017.01.028>

Higgins, J., Savović, J., Page, M., Elbers, R., & Sterne, J. (2022). Chapter 8: Assessing risk of bias in a randomized trial. In *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions version 6.3* (pp. 202–228).

Higgins, J., Thomas, J., Chandler, J., Cumpston, M., Li, T., Page, M., & Welch, V. (2019). *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions. The Cochrane Collaboration and John Wiley & Sons Ltd.* (2nd ed.). Chichester (UK): John Wiley & Sons Ltd,. <https://doi.org/10.1109/ISIT.2017.8006970>

Ioannidis, K., Batty, C., Turner, C., Smith, D., Deb, S., & Mannocci, F. (2020). Ex vivo detection and quantification of apically extruded volatile compounds and disinfection by-products by SIFT-MS, during chemomechanical preparation of infected root canals. *Dental Materials*, *36*(2), 257–269.

<https://doi.org/10.1016/j.dental.2019.11.011>

Ioannidis, Konstantinos, Niazi, S., Mylonas, P., Mannocci, F., & Deb, S. (2019). The synthesis of nano silver-graphene oxide system and its efficacy against endodontic biofilms using a novel tooth model. *Dental Materials*, *35*(11), 1614–1629.

<https://doi.org/10.1016/j.dental.2019.08.105>

Jacinto, R. C., Gomes, B. P. F. A., Ferraz, C. C. R., Zaia, A. A., & Souza Filho, F. J. (2003). Microbiological analysis of infected root canals from symptomatic and asymptomatic teeth with periapical periodontitis and the antimicrobial susceptibility of some isolated anaerobic bacteria. *Oral Microbiology and Immunology*, *18*(5), 285–292. <https://doi.org/10.1034/j.1399-302X.2003.00078.x>

Jin, S. Y., Lee, W., Kang, M. K., Hur, B., & Kim, H. C. (2013). Single file reciprocating technique using conventional nickel-titanium rotary endodontic files. *Scanning*, *35*(6), 349–354. <https://doi.org/10.1002/sca.21074>

Keleş, A., Alçin, H., Sousa-Neto, M. D., & Versiani, M. A. (2016). Supplementary Steps for Removing Hard Tissue Debris from Isthmus-containing Canal Systems. *Journal of Endodontics*, *42*(11), 1677–1682. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2016.07.025>

Kim, H. W., Jeon, S. J., & Seo, M. S. (2021). Comparison of the canal transportation of ProTaper GOLD, WaveOne GOLD, and TruNatomy in simulated double-curved canals. *BMC Oral Health*, *21*(1), 1–7. <https://doi.org/10.1186/s12903-021-01854-z>

Krokidis, A., Bonfanti, C., Cerutti, A., Barabanti, N., Zinelis, S., & Panopoulos, P. (2017). Comparative analysis of SAF, Protaper Next and BT-Race in eliminating *Enterococcus faecalis* from long oval canals: An ex vivo study. *Australian Endodontic Journal*, *43*(3), 110–114. <https://doi.org/10.1111/aej.12177>

Küçükkaya Eren, S., Uzunoğlu-Özyürek, E., & Karahan, S. (2021). Influence of reciprocating and rotary instrumentation on microbial reduction: a systematic review and meta-analysis of in vitro studies. *Restorative Dentistry & Endodontics*, *46*(2), 1–12. <https://doi.org/10.5395/rde.2021.46.e19>

Kulkarni, V., Duruel, O., Ataman-Duruel, E. T., Tözüm, M. D., Nares, S., & Tözüm, T. F. (2020). In-depth morphological evaluation of tooth anatomic lengths with root canal configurations using cone beam computed tomography in North American population. *Journal of Applied Oral Science*, *28*, 1–10. <https://doi.org/10.1590/1678-7757-2019-0103>

Machado, C. A. D., Souza, A. C. A., Loureiro, C., Martinho, F. C., Cintra, L. T. Â., Junior, E. D., & de Castilho Jacinto, R. D. C. (2019). Comparison of two rotary systems in bacteria/lps removal from endodontic infections: Randomized clinical trial. *Brazilian Oral Research*, *33*, 1–9. <https://doi.org/10.1590/1807-3107BOR-2019.VOL33.0039>

Marinho, A. C. S., Martinho, F. C., Gonçalves, L. M., Rabang, H. R. C., & Gomes, B. P. F. A. (2015). Does the Reciproc file remove root canal bacteria and endotoxins as effectively as multifile rotary systems? *International Endodontic Journal*, 48(6), 542–548. <https://doi.org/10.1111/iej.12346>

Martinho, F. C., Gomes, A. P. M., Fernandes, A. M. M., Ferreira, N. S., Endo, M. S., Freitas, L. F., & Camões, I. C. G. (2014). Clinical comparison of the effectiveness of single-file reciprocating systems and rotary systems for removal of endotoxins and cultivable bacteria from primarily infected root canals. *Journal of Endodontics*, 40(5), 625–629. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2013.12.006>

Miranda, E. (2008). *Limas Mtwo Caracteristicas Y Tecnica De Instrumentacion*. Guatemala.

Molander, A., Warfvinge, J., Reit, C., & Kvist, T. (2007). Clinical and Radiographic Evaluation of One- and Two-visit Endodontic Treatment of Asymptomatic Necrotic Teeth with Apical Periodontitis: A Randomized Clinical Trial. *Journal of Endodontics*, 33(10), 1145–1148. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2007.07.005>

Nagendrababu, V., Jayaraman, J., Suresh, A., Kalyanasundaram, S., & Neelakantan, P. (2018). Effectiveness of ultrasonically activated irrigation on root canal disinfection: a systematic review of in vitro studies. *Clinical Oral Investigations*, 22(2), 655–670. <https://doi.org/10.1007/s00784-018-2345-x>

Nair, P. N. R. (2004). *Pathogenesis of apical periodontitis and the causes of endodontic failures*. *Critical Reviews in Oral Biology and Medicine* (Vol. 15). <https://doi.org/10.1177/154411130401500604>

Nair, P. N. R., Henry, S., Cano, V., & Vera, J. (2005). Microbial status of apical root canal system of human mandibular first molars with primary apical periodontitis after “one-visit” endodontic treatment. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral*

*Radiology and Endodontology*, 99(2), 231–252.

<https://doi.org/10.1016/j.tripleo.2004.10.005>

Nakamura, V. C., Candeiro, G. T. de M., Cai, S., & Gavini, G. (2015). Ex vivo evaluation of three instrumentation techniques on *E. faecalis* biofilm within oval shaped root canals. *Brazilian Oral Research*, 29(1), 1–7.

<https://doi.org/10.1590/1807-3107BOR-2015.vol29.0027>

Neelakantan, P., Ahmed, H. M. A., Chang, J. W. W., Nabhan, M. S., Wei, X., Cheung, G. S. P., & Gomes, B. P. F. A. (2019). Effect of instrumentation systems on endotoxin reduction from root canal systems: A systematic review of clinical studies and meta-analysis. *Australian Endodontic Journal*, 45(3), 407–413.

<https://doi.org/10.1111/aej.12333>

Neumann, I., Pantoja, T., Peñaloza, B., Cifuentes, L., & Rada, G. (2014). The GRADE system: A change in the way of assessing the quality of evidence and the strength of recommendations. *Revista Medica de Chile*, 142(5), 630–635.

<https://doi.org/10.4067/S0034-98872014000500012>

Neves, M. A. S., Provenzano, J. C., Rôças, I. N., & Siqueira, J. F. (2016). Clinical Antibacterial Effectiveness of Root Canal Preparation with Reciprocating Single-instrument or Continuously Rotating Multi-instrument Systems. *Journal of Endodontics*, 42(1), 25–29. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2015.09.019>

<https://doi.org/10.1016/j.joen.2015.09.019>

Niu, L. N., Luo, X. J., Li, G. H., Bortoluzzi, E. A., Mao, J., Chen, J. H., ... Tay, F. R. (2014). Effects of different sonic activation protocols on debridement efficacy in teeth with single-rooted canals. *Journal of Dentistry*, 42(8), 1001–1009.

<https://doi.org/10.1016/j.jdent.2014.05.007>

Nobrega, L., Montagner, F., & Ribeiro, A. . (2016). Molecular identification of cultivable bacteria from infected root canals associated with acute apical abscess.

*Brazilian Dental Journal*, 27(3), 318–324. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.1590/0103-6440201600715>

Obeid, M. F., & Nagy, M. M. (2015). Retreatability of different endodontic sealers using chemical solvents. *Tanta Dental Journal*, 12(4), 286–291. <https://doi.org/10.1016/j.tdj.2015.06.003>

Pérez, A. R., Ricucci, D., Vieira, G. C. S., Provenzano, J. C., Alves, F. R. F., Marceliano-Alves, M. F., ... Siqueira, J. F. (2020). Cleaning, Shaping, and Disinfecting Abilities of 2 Instrument Systems as Evaluated by a Correlative Micro-computed Tomographic and Histobacteriologic Approach. *Journal of Endodontics*, 46(6), 846–857. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2020.03.017>

Pinheiro, S. L., Araujo, G., Bincelli, I., Cunha, R., & Bueno, C. (2012). Evaluation of cleaning capacity and instrumentation time of manual, hybrid and rotary instrumentation techniques in primary molars. *International Endodontic Journal*, 45(4), 379–385. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2011.01987.x>

Plotino, G., Ahmed, H. M. A., Grande, N. M., Cohen, S., & Bukiet, F. (2015). Current Assessment of Reciprocation in Endodontic Preparation: A Comprehensive Review - Part II: Properties and Effectiveness. *Journal of Endodontics*, 41(12), 1939–1950. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2015.08.018>

Pourhajibagher, M., & Bahador, A. (2018). Diagnostic accuracy of multiplex real-time PCR approaches compared with cultivation -based detection methods: Monitoring the endopathogenic microbiota pre and post photo-activated disinfection. *Photodiagnosis and Photodynamic Therapy*, 22(October 2017), 140–146. <https://doi.org/10.1016/j.pdpdt.2018.03.003>

Pourhajibagher, M., Raoofian, R., Ghorbanzadeh, R., & Bahador, A. (2018). An experimental study for rapid detection and quantification of endodontic microbiota

following photo-activated disinfection via new multiplex real-time PCR assay. *Photodiagnosis and Photodynamic Therapy*, 21(September 2017), 344–350. <https://doi.org/10.1016/j.pdpdt.2018.01.006>

Rôças, I. N., Provenzano, J. C., Neves, M. A. S., & Siqueira, J. F. (2016). Disinfecting Effects of Rotary Instrumentation with Either 2.5% Sodium Hypochlorite or 2% Chlorhexidine as the Main Irrigant: A Randomized Clinical Study. *Journal of Endodontics*, 42(6), 943–947. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2016.03.019>

Rôças, I. N., & Siqueira, J. F. (2010). Identification of Bacteria Enduring Endodontic Treatment Procedures by a Combined Reverse Transcriptase-Polymerase Chain Reaction and Reverse-Capture Checkerboard Approach. *Journal of Endodontics*, 36(1), 45–52. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2009.10.022>

Rodrigues, C. T., Antonio, M., Duarte, H., Milanezi De Almeida, M., Bombarda De Andrade, F., & Bernardineli, N. (2016). Efficacy of CM-Wire, M-Wire, and Nickel-Titanium Instruments for Removing Filling Material from Curved Root Canals: A Micro-Computed Tomography Study. *Journal of Endodontics*, 42(11), 1651–1655. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2016.08.012>

Santos-Junior, A. O., Tanomaru-Filho, M., Pinto, J. C., Tavares, K. I. M. C., Pivoto-João, M. M. B., & Guerreiro-Tanomaru, J. M. (2020). New Ultrasonic Tip Decreases Uninstrumented Surface and Debris in Flattened Canals: A Micro-computed Tomographic Study. *Journal of Endodontics*, 46(11), 1712–1718. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2020.07.012>

Sassone, L. M., Fidel, R., Faveri, M., Fidel, S., Figueiredo, L., & Feres, M. (2008). Microbiological evaluation of primary endodontic infections in teeth with and without sinus tract. *International Endodontic Journal*, 41(6), 508–515. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2008.01397.x>

Shabbir, J., Zehra, T., Najmi, N., Hasan, A., Naz, M., Piasecki, L., & Azim, A. A. (2021). Access Cavity Preparations: Classification and Literature Review of Traditional and Minimally Invasive Endodontic Access Cavity Designs. *Journal of Endodontics*, 47(8), 1229–1244. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2021.05.007>

Siddique, R., & Nivedhitha, M. (2019, March 1). Effectiveness of rotary and reciprocating systems on microbial reduction: A systematic review. *Journal of Conservative Dentistry*. Wolters Kluwer Medknow Publications. [https://doi.org/10.4103/JCD.JCD\\_523\\_18](https://doi.org/10.4103/JCD.JCD_523_18)

Siddique, R., Nivedhitha, M. S., Ranjan, M., Jacob, B., & Solete, P. (2020). Comparison of antibacterial effectiveness of three rotary file system with different geometry in infected root canals before and after instrumentation—a double-blinded randomized controlled clinical trial. *BDJ Open*, 6(1). <https://doi.org/10.1038/s41405-020-0035-7>

Signoretti, F. G. C., Endo, M. S., Gomes, B. P. F. A., Montagner, F., Tosello, F. B., & Jacinto, R. C. (2011). Persistent extraradicular infection in root-filled asymptomatic human tooth: Scanning electron microscopic analysis and microbial investigation after apical microsurgery. *Journal of Endodontics*, 37(12), 1696–1700. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2011.09.018>

Siqueira, J. F., & Rôçac, I. N. (2009). Critical review in oral biology and Medicine: Diversity of endodontic microbiota revisited. *Journal of Dental Research*, 88(11), 969–981. <https://doi.org/10.1177/0022034509346549>

Siqueira, J. F., Rôças, I. N., Souto, R., de Uzeda, M., & Colombo, A. P. (2000). Checkerboard DNA-DNA hybridization analysis of endodontic infections. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontics*, 89(6), 744–748. <https://doi.org/10.1067/moe.2000.106576>

Siqueira, José F., Rôças, I. N., Santos, S. R. L. D., Lima, K. C., Magalhães, F. A. C., & De Uzeda, M. (2002). Efficacy of instrumentation techniques and irrigation regimens in reducing the bacterial population within root canals. *Journal of Endodontics*, 28(3), 181–184. <https://doi.org/10.1097/00004770-200203000-00009>

Sjögren, U., Figdor, D., Persson, S., & Sundqvist, G. (1997). Influence of infection at the time of root filling on the outcome of endodontic treatment of teeth with apical periodontitis. *International Endodontic Journal*, 30(5), 297–306. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.1997.tb00714.x>

Socransky, S. S., Haffajee, A. D., Smith, C., Martin, L., Haffajee, J. A., Uzel, N. G., & Goodson, J. M. (2004). Use of checkerboard DNA-DNA hybridization to study complex microbial ecosystems. *Oral Microbiology and Immunology*, 19(6), 352–362. <https://doi.org/10.1111/j.1399-302x.2004.00168.x>

Üreyen Kaya, B., Erik, C. E., Sesli Çetin, E., Köle, M., & Maden, M. (2019). Mechanical reduction in intracanal *Enterococcus faecalis* when using three different single-file systems: an ex vivo comparative study. *International Endodontic Journal*, 52(1), 77–85. <https://doi.org/10.1111/iej.12984>

Vazifedan, A. (2021a). Ilustración de la estructura de los dientes humanos. Esquema de sección transversal que representa las capas de los dientes esmalte, dentina, pulpa con vasos sanguíneos y nervios, anatomía dental. Retrieved from <https://www.alamy.es/ilustracion-de-la-estructura-de-los-dientes-humanos-esquema-de-seccion-transversal-que-representa-las-capas-de-los-dientes-esmalte-dentina-pulpa-con-vasos-sanguineos-y-nervios-anatomia-dental-image462276136.html>

Vazifedan, A. (2021b). Ilustración dental. Etapas del tratamiento del canal radicular. Cartel anatómico médico de formación. Etapas del tratamiento de la caries dental. Retrieved from <https://www.alamy.es/ilustracion-dental-etapas-del-tratamiento-del->

canal-radicular-cartel-anatomico-medico-de-formacion-etapas-del-tratamiento-de-la-caries-dental-image462276498.html?imageid=ABE40F8B-C795-4955-A297-B8832E691B8A&p=1863041&pn=1&searchId=0b9

VDW. (2011a). Reciproc. *Vdw-Dental.Com*. Retrieved from <https://www.vdw-dental.com/en/products/detail/reciproc/>

VDW. (2011b). Reciproc Blue. *Vdw-Dental.Com*. Retrieved from <https://www.vdw-dental.com/en/products/detail/reciproc-blue/>

Vendramini, Y., Salles, A., Portella, F. F., Brew, M. C., Steier, L., de Figueiredo, J. A. P., & Bavaresco, C. S. (2020). Antimicrobial effect of photodynamic therapy on intracanal biofilm: A systematic review of in vitro studies. *Photodiagnosis and Photodynamic Therapy*, 32(September).  
<https://doi.org/10.1016/j.pdpdt.2020.102025>

Vianna, M. E., Gomes, B. P. F. A., Berber, V. B., Zaia, A. A., Ferraz, C. C. R., & De Souza-Filho, F. J. (2004). In vitro evaluation of the antimicrobial activity of chlorhexidine and sodium hypochlorite. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontics*, 97(1), 79–84.  
[https://doi.org/10.1016/S1079-2104\(03\)00360-3](https://doi.org/10.1016/S1079-2104(03)00360-3)

Vossoghi, M., Vossoghi, M., Shahriari, S., Faramarzi, F., Yousefi Mashouf, R., & Farhadian, M. (2016). Efficacy of a novel rotary system in reduction of intracanal bacteria: An in Vitro Study. *Iranian Endodontic Journal*, 11(3), 219–222.  
<https://doi.org/10.7508/iej.2016.03.014>

Wardell, P. (2009). This scanning electron microscopic (SEM) image depicts a small group of Gram-positive, *Enterococcus faecalis* bacteria, formerly known as *Streptococcus faecalis*. Retrieved from <https://phil.cdc.gov/Details.aspx?pid=12803>

Webber, J., Machtou, P., Pertot, W., Kuttler, S., & West, J. (2011). The WaveOne™ single-file reciprocating system. *Roots*, 2(1), 1–9.

Xavier, A. C. C., Martinho, F. C., Chung, A., Oliveira, L. D., Jorge, A. O. C., Valera, M. C., & Carvalho, C. A. T. (2013). One-visit versus two-visit root canal treatment: Effectiveness in the removal of endotoxins and cultivable bacteria. *Journal of Endodontics*, 39(8), 959–964. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2013.04.027>

Ye, W. hu, Yeghiasarian, L., Cutler, C. W., Bergeron, B. E., Sidow, S., Xu, H. H. K., ... Tay, F. R. (2019). Comparison of the use of D-enantiomeric and L-enantiomeric antimicrobial peptides incorporated in a calcium-chelating irrigant against *Enterococcus faecalis* root canal wall biofilms. *Journal of Dentistry*, 91(November), 103231. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2019.103231>

Zeng, C., Willison, J., Meghil, M. M., Bergeron, B. E., Cutler, C. W., Tay, F. R., ... Ma, J. (2018). Antibacterial efficacy of an endodontic sonic-powered irrigation system: An in vitro study. *Journal of Dentistry*, 75(June), 105–112. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2018.06.003>

## 12. ANEXOS

### 12.1. ANEXO 1: Consideraciones Preliminares

#### Preliminary considerations

<p><b>Study design</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li><input type="checkbox"/> Individually-randomized parallel-group trial</li><li><input type="checkbox"/> Cluster-randomized parallel-group trial</li><li><input type="checkbox"/> Individually randomized cross-over (or other matched) trial</li></ul> <p><b>For the purposes of this assessment, the interventions being compared are defined as</b></p> <p>Experimental: <input type="text"/> Comparator: <input type="text"/></p> <p><b>Specify which outcome is being assessed for risk of bias</b> <input type="text"/></p> <p><b>Specify the numerical result being assessed.</b> In case of multiple alternative analyses being presented, specify the numeric result (e.g. RR = 1.52 (95% CI 0.83 to 2.77) and/or a reference (e.g. to a table, figure or paragraph) that uniquely defines the result being assessed. <input type="text"/></p> <p><b>Is the review team's aim for this result...?</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li><input type="checkbox"/> to assess the effect of <i>assignment to intervention</i> (the 'intention-to-treat' effect)</li><li><input type="checkbox"/> to assess the effect of <i>adhering to intervention</i> (the 'per-protocol' effect)</li></ul> <p><b>If the aim is to assess the effect of <i>adhering to intervention</i>, select the deviations from intended intervention that should be addressed (at least one must be checked):</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li><input type="checkbox"/> occurrence of non-protocol interventions</li><li><input type="checkbox"/> failures in implementing the intervention that could have affected the outcome</li><li><input type="checkbox"/> non-adherence to their assigned intervention by trial participants</li></ul>
--

<p><b>Which of the following sources were obtained to help inform the risk-of-bias assessment? (tick as many as apply)</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li><input type="checkbox"/> Journal article(s)</li><li><input type="checkbox"/> Trial protocol</li><li><input type="checkbox"/> Statistical analysis plan (SAP)</li><li><input type="checkbox"/> Non-commercial trial registry record (e.g. ClinicalTrials.gov record)</li><li><input type="checkbox"/> Company-owned trial registry record (e.g. GSK Clinical Study Register record)</li><li><input type="checkbox"/> "Grey literature" (e.g. unpublished thesis)</li><li><input type="checkbox"/> Conference abstract(s) about the trial</li><li><input type="checkbox"/> Regulatory document (e.g. Clinical Study Report, Drug Approval Package)</li><li><input type="checkbox"/> Research ethics application</li><li><input type="checkbox"/> Grant database summary (e.g. NIH RePORTER or Research Councils UK Gateway to Research)</li><li><input type="checkbox"/> Personal communication with trialist</li><li><input type="checkbox"/> Personal communication with the sponsor</li></ul>
---

## 12.2. ANEXO 2: Dominios de sesgo y sus preguntas

### Domain 1: Risk of bias arising from the randomization process

Signalling questions	Elaboration	Response options
<b>1.1 Was the allocation sequence random?</b>	<p>Answer 'Yes' if a random component was used in the sequence generation process. Examples include computer-generated random numbers; reference to a random number table; coin tossing; shuffling cards or envelopes; throwing dice; or drawing lots. Minimization is generally implemented with a random element (at least when the scores are equal), so an allocation sequence that is generated using minimization should generally be considered to be random.</p> <p>Answer 'No' if no random element was used in generating the allocation sequence or the sequence is predictable. Examples include alternation; methods based on dates (of birth or admission); patient record numbers; allocation decisions made by clinicians or participants; allocation based on the availability of the intervention; or any other systematic or haphazard method.</p> <p>Answer 'No information' if the only information about randomization methods is a statement that the study is randomized.</p> <p>In some situations a judgement may be made to answer 'Probably no' or 'Probably yes'. For example, in the context of a large trial run by an experienced clinical trials unit, absence of specific information about generation of the randomization sequence, in a paper published in a journal with rigorously enforced word count limits, is likely to result in a response of 'Probably yes' rather than 'No information'. Alternatively, if other (contemporary) trials by the same investigator team have clearly used non-random sequences, it might be reasonable to assume that the current study was done using similar methods.</p>	Y/PY/PN/N/NI
<b>1.2 Was the allocation sequence concealed until participants were enrolled and assigned to interventions?</b>	<p>Answer 'Yes' if the trial used any form of remote or centrally administered method to allocate interventions to participants, where the process of allocation is controlled by an external unit or organization, independent of the enrolment personnel (e.g. independent central pharmacy, telephone or internet-based randomization service providers).</p> <p>Answer 'Yes' if envelopes or drug containers were used appropriately. Envelopes should be opaque, sequentially numbered, sealed with a tamper-proof seal and opened only after the envelope has been irreversibly assigned to the participant. Drug containers should be sequentially numbered and of identical appearance, and dispensed or administered only after they have been irreversibly assigned to the participant. This level of detail is rarely provided in reports, and a judgement may be required to justify an answer of 'Probably yes' or 'Probably no'.</p> <p>Answer 'No' if there is reason to suspect that the enrolling investigator or the participant had knowledge of the forthcoming allocation.</p>	Y/PY/PN/N/NI
<b>1.3 Did baseline differences between intervention groups suggest a problem with the randomization process?</b>	<p><i>Note that differences that are compatible with chance do not lead to a risk of bias. A small number of differences identified as 'statistically significant' at the conventional 0.05 threshold should usually be considered to be compatible with chance.</i></p> <p>Answer 'No' if no imbalances are apparent or if any observed imbalances are compatible with chance.</p> <p>Answer 'Yes' if there are imbalances that indicate problems with the randomization process, including:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) substantial differences between intervention group sizes, compared with the intended allocation ratio; or</li> <li>(2) a substantial excess in statistically significant differences in baseline characteristics between intervention groups, beyond that expected by chance; or</li> <li>(3) imbalance in one or more key prognostic factors, or baseline measures of outcome variables, that is very unlikely to be due to chance and for which the between-group difference is big enough to result in bias in the intervention effect estimate.</li> </ol> <p>Also answer 'Yes' if there are other reasons to suspect that the randomization process was problematic:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>(4) excessive similarity in baseline characteristics that is not compatible with chance.</li> </ol> <p>Answer 'No information' when there is no <i>useful</i> baseline information available (e.g. abstracts, or studies that reported only baseline characteristics of participants in the final analysis).</p> <p>The answer to this question should not influence answers to questions 1.1 or 1.2. For example, if the trial has large baseline imbalances, but authors report adequate randomization methods, questions 1.1 and 1.2 should still be answered on the basis of the reported adequate methods, and any concerns about the imbalance should be raised in the answer to the question 1.3 and reflected in the domain-level risk-of-bias judgement.</p> <p>Trialists may undertake analyses that attempt to deal with flawed randomization by controlling for imbalances in prognostic factors at baseline. To remove the risk of bias caused by problems in the randomization process, it would be necessary to know, and measure, all the prognostic factors that were imbalanced at baseline. It is unlikely that all important prognostic factors are known and measured, so such analyses will at best reduce the risk of bias. If review authors wish to assess the risk of bias in a trial that controlled for baseline imbalances in order to mitigate failures of randomization, the study should be assessed using the ROBINS-I tool.</p>	Y/PY/PN/N/NI
<b>Risk-of-bias judgement</b>	See algorithm.	Low / High / Some concerns

Optional: What is the predicted direction of bias arising from the randomization process?	If the likely direction of bias can be predicted, it is helpful to state this. The direction might be characterized either as being towards (or away from) the null, or as being in favour of one of the interventions.	NA / Favours experimental / Favours comparator / Towards null / Away from null / Unpredictable
---	---	--

Domain 2: Risk of bias due to deviations from the intended interventions (*effect of adhering to intervention*)

Signalling questions	Elaboration	Response options
<b>2.1. Were participants aware of their assigned intervention during the trial?</b>	If participants are aware of their assigned intervention it is more likely that health-related behaviours will differ between the intervention groups. Blinding participants, most commonly through use of a placebo or sham intervention, may prevent such differences. If participants experienced side effects or toxicities that they knew to be specific to one of the interventions, answer this question 'Yes' or 'Probably yes'.	Y/PY/PN/N/NI
<b>2.2. Were carers and people delivering the interventions aware of participants' assigned intervention during the trial?</b>	If carers or people delivering the interventions are aware of the assigned intervention then its implementation, or administration of non-protocol interventions, may differ between the intervention groups. Blinding may prevent such differences. If participants experienced side effects or toxicities that carers or people delivering the interventions knew to be specific to one of the interventions, answer 'Yes' or 'Probably yes'. If randomized allocation was not concealed, then it is likely that carers and people delivering the interventions were aware of participants' assigned intervention during the trial.	Y/PY/PN/N/NI
<b>2.3. [If applicable:] If Y/PY/NI to 2.1 or 2.2: Were important non-protocol interventions balanced across intervention groups?</b>	This question is asked only if the preliminary considerations specify that the assessment will address imbalance of important non-protocol interventions between intervention groups. Important non-protocol interventions are the additional interventions or exposures that: (1) are inconsistent with the trial protocol; (2) trial participants might receive with or after starting their assigned intervention; and (3) are prognostic for the outcome. Risk of bias will be higher if there is imbalance in such interventions between the intervention groups.	NA/Y/PY/PN/N/NI
<b>2.4. [If applicable:] Were there failures in implementing the intervention that could have affected the outcome?</b>	This question is asked only if the preliminary considerations specify that the assessment will address failures in implementing the intervention that could have affected the outcome. Risk of bias will be higher if the intervention was not implemented as intended by, for example, the health care professionals delivering care. Answer 'No' or 'Probably no' if implementation of the intervention was successful for most participants.	NA/Y/PY/PN/N/NI
<b>2.5. [If applicable:] Was there non-adherence to the assigned intervention regimen that could have affected participants' outcomes?</b>	This question is asked only if the preliminary considerations specify that the assessment will address non-adherence that could have affected participants' outcomes. Non-adherence includes imperfect compliance with a sustained intervention, cessation of intervention, crossovers to the comparator intervention and switches to another active intervention. Consider available information on the proportion of study participants who continued with their assigned intervention throughout follow up, and answer 'Yes' or 'Probably yes' if the proportion who did not adhere is high enough to raise concerns. Answer 'No' for studies of interventions that are administered once, so that imperfect adherence is not possible, and all or most participants received the assigned intervention.	NA/Y/PY/PN/N/NI
<b>2.6. If N/PN/NI to 2.3, or Y/PY/NI to 2.4 or 2.5: Was an appropriate analysis used to estimate the effect of adhering to the intervention?</b>	Both 'naïve per-protocol' analyses (excluding trial participants who did not receive their allocated intervention) and 'as treated' analyses (comparing trial participants according to the intervention they actually received) will usually be inappropriate for estimating the effect of adhering to intervention (the 'per-protocol' effect). However, it is possible to use data from a randomized trial to derive an unbiased estimate of the effect of adhering to intervention. Examples of appropriate methods include: (1) instrumental variable analyses to estimate the effect of receiving the assigned intervention in trials in which a single intervention, administered only at baseline and with all-or-nothing adherence, is compared with standard care; and (2) inverse probability weighting to adjust for censoring of participants who cease adherence to their assigned intervention, in trials of sustained treatment strategies. These methods depend on strong assumptions, which should be appropriate and justified if the answer to this question is 'Yes' or 'Probably yes'. It is possible that a paper reports an analysis based on such methods without reporting information on the deviations from intended intervention, but it would be hard to judge such an analysis to be appropriate in the absence of such information.  If an important non-protocol intervention was administered to all participants in one intervention group, adjustments cannot be made to overcome this.  Some examples of analysis strategies that would not be appropriate to estimate the effect of adhering to intervention are (i) 'intention to treat (ITT) analysis', (ii) 'per protocol analysis', (iii) 'as-treated analysis', (iv) 'analysis by treatment received'.	NA/Y/PY/PN/N/NI
<b>Risk-of-bias judgement</b>	See algorithm.	Low / High / Some concerns
Optional: What is the predicted direction of bias due to deviations from intended interventions?	If the likely direction of bias can be predicted, it is helpful to state this. The direction might be characterized either as being towards (or away from) the null, or as being in favour of one of the interventions.	NA / Favours experimental / Favours comparator / Towards null / Away from null / Unpredictable

Domain 3: Risk of bias due to missing outcome data

Signalling questions	Elaboration	Response options
<b>3.1 Were data for this outcome available for all, or nearly all, participants randomized?</b>	<p>The appropriate study population for an analysis of the intention to treat effect is all randomized participants.</p> <p>“Nearly all” should be interpreted as that the number of participants with missing outcome data is sufficiently small that their outcomes, whatever they were, could have made no important difference to the estimated effect of intervention.</p> <p>For continuous outcomes, availability of data from 95% of the participants will often be sufficient. For dichotomous outcomes, the proportion required is directly linked to the risk of the event. If the observed number of events is much greater than the number of participants with missing outcome data, the bias would necessarily be small.</p> <p>Only answer ‘No information’ if the trial report provides no information about the extent of missing outcome data. This situation will usually lead to a judgement that there is a high risk of bias due to missing outcome data.</p> <p>Note that imputed data should be regarded as missing data, and not considered as ‘outcome data’ in the context of this question.</p>	Y/PY/PN/N/NI
<b>3.2 If N/PN/NI to 3.1: Is there evidence that the result was not biased by missing outcome data?</b>	<p>Evidence that the result was not biased by missing outcome data may come from: (1) analysis methods that correct for bias; or (2) sensitivity analyses showing that results are little changed under a range of plausible assumptions about the relationship between missingness in the outcome and its true value. However, imputing the outcome variable, either through methods such as ‘last-observation-carried-forward’ or via multiple imputation based only on intervention group, should not be assumed to correct for bias due to missing outcome data.</p>	NA/Y/PY/PN/N
<b>3.3 If N/PN to 3.2: Could missingness in the outcome depend on its true value?</b>	<p>If loss to follow up, or withdrawal from the study, could be related to participants’ health status, then it is possible that missingness in the outcome was influenced by its true value. However, if all missing outcome data occurred for documented reasons that are unrelated to the outcome then the risk of bias due to missing outcome data will be low (for example, failure of a measuring device or interruptions to routine data collection).</p> <p>In time-to-event analyses, participants censored during trial follow-up, for example because they withdrew from the study, should be regarded as having missing outcome data, even though some of their follow up is included in the analysis. Note that such participants may be shown as included in analyses in CONSORT flow diagrams.</p>	NA/Y/PY/PN/N/NI
<b>3.4 If Y/PY/NI to 3.3: Is it likely that missingness in the outcome depended on its true value?</b>	<p>This question distinguishes between situations in which (i) missingness in the outcome could depend on its true value (assessed as ‘Some concerns’) from those in which (ii) it is likely that missingness in the outcome depended on its true value (assessed as ‘High risk of bias’). Five reasons for answering ‘Yes’ are:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Differences between intervention groups in the proportions of missing outcome data. If there is a difference between the effects of the experimental and comparator interventions on the outcome, and the missingness in the outcome is influenced by its true value, then the proportions of missing outcome data are likely to differ between intervention groups. Such a difference suggests a risk of bias due to missing outcome data, because the trial result will be sensitive to missingness in the outcome being related to its true value. For time-to-event-data, the analogue is that rates of censoring (loss to follow-up) differ between the intervention groups.</li> <li>2. Reported reasons for missing outcome data provide evidence that missingness in the outcome depends on its true value;</li> <li>3. Reported reasons for missing outcome data differ between the intervention groups;</li> <li>4. The circumstances of the trial make it likely that missingness in the outcome depends on its true value. For example, in trials of interventions to treat schizophrenia it is widely understood that continuing symptoms make drop out more likely.</li> <li>5. In time-to-event analyses, participants’ follow up is censored when they stop or change their assigned intervention, for example because of drug toxicity or, in cancer trials, when participants switch to second-line chemotherapy.</li> </ol> <p>Answer ‘No’ if the analysis accounted for participant characteristics that are likely to explain the relationship between missingness in the outcome and its true value.</p>	NA/Y/PY/PN/N/NI
<b>Risk-of-bias judgement</b>	See algorithm.	Low / High / Some concerns
Optional: What is the predicted direction of bias due to missing outcome data?	If the likely direction of bias can be predicted, it is helpful to state this. The direction might be characterized either as being towards (or away from) the null, or as being in favour of one of the interventions.	NA / Favours experimental / Favours comparator / Towards null / Away from null / Unpredictable

Signalling questions	Elaboration	Response options
<b>4.1 Was the method of measuring the outcome inappropriate?</b>	<p>This question aims to identify methods of outcome measurement (data collection) that are unsuitable for the outcome they are intended to evaluate. The question <i>does not</i> aim to assess whether the choice of outcome being evaluated was sensible (e.g. because it is a surrogate or proxy for the main outcome of interest). In most circumstances, for pre-specified outcomes, the answer to this question will be 'No' or 'Probably no'.</p> <p>Answer 'Yes' or 'Probably yes' if the method of measuring the outcome is inappropriate, for example because:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) it is unlikely to be sensitive to plausible intervention effects (e.g. important ranges of outcome values fall outside levels that are detectable using the measurement method); or</li> <li>(2) the measurement instrument has been demonstrated to have poor validity.</li> </ol>	Y/PY/PN/N/NI
<b>4.2 Could measurement or ascertainment of the outcome have differed between intervention groups?</b>	<p>Comparable methods of outcome measurement (data collection) involve the same measurement methods and thresholds, used at comparable time points. Differences between intervention groups may arise because of 'diagnostic detection bias' in the context of passive collection of outcome data, or if an intervention involves additional visits to a healthcare provider, leading to additional opportunities for outcome events to be identified.</p>	Y/PY/PN/N/NI
<b>4.3 If N/PN/NI to 4.1 and 4.2: Were outcome assessors aware of the intervention received by study participants?</b>	<p>Answer 'No' if outcome assessors were blinded to intervention status. For participant-reported outcomes, the outcome assessor is the study participant.</p>	NA/Y/PY/PN/N/NI
<b>4.4 If Y/PY/NI to 4.3: Could assessment of the outcome have been influenced by knowledge of intervention received?</b>	<p>Knowledge of the assigned intervention could influence participant-reported outcomes (such as level of pain), observer-reported outcomes involving some judgement, and intervention provider decision outcomes. They are unlikely to influence observer-reported outcomes that do not involve judgement, for example all-cause mortality.</p>	NA/Y/PY/PN/N/NI
<b>4.5 If Y/PY/NI to 4.4: Is it likely that assessment of the outcome was influenced by knowledge of intervention received?</b>	<p>This question distinguishes between situations in which (i) knowledge of intervention status could have influenced outcome assessment but there is no reason to believe that it did (assessed as 'Some concerns') from those in which (ii) knowledge of intervention status was likely to influence outcome assessment (assessed as 'High'). When there are strong levels of belief in either beneficial or harmful effects of the intervention, it is more likely that the outcome was influenced by knowledge of the intervention received. Examples may include patient-reported symptoms in trials of homeopathy, or assessments of recovery of function by a physiotherapist who delivered the intervention.</p>	NA/Y/PY/PN/N/NI
<b>Risk-of-bias judgement</b>	<p>See algorithm.</p>	Low / High / Some concerns
Optional: What is the predicted direction of bias in measurement of the outcome?	<p>If the likely direction of bias can be predicted, it is helpful to state this. The direction might be characterized either as being towards (or away from) the null, or as being in favour of one of the interventions.</p>	NA / Favours experimental / Favours comparator / Towards null / Away from null / Unpredictable

Domain 5: Risk of bias in selection of the reported result

Signalling questions	Elaboration	Response options
<p><b>5.1 Were the data that produced this result analysed in accordance with a pre-specified analysis plan that was finalized before unblinded outcome data were available for analysis?</b></p>	<p>If the researchers' pre-specified intentions are available in sufficient detail, then planned outcome measurements and analyses can be compared with those presented in the published report(s). To avoid the possibility of selection of the reported result, finalization of the analysis intentions must precede availability of unblinded outcome data to the trial investigators.</p> <p>Changes to analysis plans that were made before unblinded outcome data were available, or that were clearly unrelated to the results (e.g. due to a broken machine making data collection impossible) do not raise concerns about bias in selection of the reported result.</p>	<p>Y/PY/PN/N/NI</p>
<p><b>Is the numerical result being assessed likely to have been selected, on the basis of the results, from...</b></p>		
<p><b>5.2 ... multiple eligible outcome measurements (e.g. scales, definitions, time points) within the outcome domain?</b></p>	<p>A particular outcome domain (i.e. a true state or endpoint of interest) may be <b>measured</b> in multiple ways. For example, the domain pain may be measured using multiple scales (e.g. a visual analogue scale and the McGill Pain Questionnaire), each at multiple time points (e.g. 3, 6 and 12 weeks post-treatment). If multiple measurements were made, but only one or a subset is reported on the basis of the results (e.g. statistical significance), there is a high risk of bias in the fully reported result. Attention should be restricted to outcome measurements that are eligible for consideration by the RoB 2 tool user. For example, if only a result using a specific measurement scale is eligible for inclusion in a meta-analysis (e.g. Hamilton Depression Rating Scale), and this is reported by the trial, then there would not be an issue of selection even if this result was reported (on the basis of the results) in preference to the result from a different measurement scale (e.g. Beck Depression Inventory).</p> <p>Answer 'Yes' or 'Probably yes' if:</p> <p>There is clear evidence (usually through examination of a trial protocol or statistical analysis plan) that a domain was measured in multiple eligible ways, but data for only one or a subset of measures is fully reported (without justification), and the fully reported result is likely to have been selected on the basis of the results. Selection on the basis of the results can arise from a desire for findings to be newsworthy, sufficiently noteworthy to merit publication, or to confirm a prior hypothesis. For example, trialists who have a preconception, or vested interest in showing, that an</p>	<p>Y/PY/PN/N/NI</p>
	<p>experimental intervention is beneficial may be inclined to report outcome measurements selectively that are favourable to the experimental intervention.</p> <p>Answer 'No' or 'Probably no' if:</p> <p>There is clear evidence (usually through examination of a trial protocol or statistical analysis plan) that all eligible reported results for the outcome domain correspond to all intended outcome measurements.</p> <p>or</p> <p>There is only one possible way in which the outcome domain can be measured (hence there is no opportunity to select from multiple measures).</p> <p>or</p> <p>Outcome measurements are inconsistent across different reports on the same trial, but the trialists have provided the reason for the inconsistency and it is not related to the nature of the results.</p> <p>Answer 'No information' if:</p> <p>Analysis intentions are not available, or the analysis intentions are not reported in sufficient detail to enable an assessment, and there is more than one way in which the outcome domain could have been measured.</p>	
<p><b>5.3 ... multiple eligible analyses of the data?</b></p>	<p>A particular outcome measurement may be analysed in multiple ways. Examples include: unadjusted and adjusted models; final value vs change from baseline vs analysis of covariance; transformations of variables; different definitions of composite outcomes (e.g. 'major adverse event'); conversion of continuously scaled outcome to categorical data with different cut-points; different sets of covariates for adjustment; and different strategies for dealing with missing data. Application of multiple methods generates multiple effect estimates for a specific outcome measurement. If multiple estimates are generated but only one or a subset is reported on the basis of the results (e.g. statistical significance), there is a high risk of bias in the fully reported result. Attention should be restricted to analyses that are eligible for consideration by the RoB 2 tool user. For example, if only the result from an analysis of post-intervention values is eligible for inclusion in a meta-analysis (e.g. at 12 weeks after randomization), and this is reported by the trial, then there would not be an issue of selection even if this result was reported (on the basis of the results) in preference to the result from an analysis of changes from baseline.</p> <p>Answer 'Yes' or 'Probably yes' if:</p>	<p>Y/PY/PN/N/NI</p>

	<p>There is clear evidence (usually through examination of a trial protocol or statistical analysis plan) that a measurement was analysed in multiple eligible ways, but data for only one or a subset of analyses is fully reported (without justification), and the fully reported result is likely to have been selected on the basis of the results. Selection on the basis of the results arises from a desire for findings to be newsworthy, sufficiently noteworthy to merit publication, or to confirm a prior hypothesis. For example, trialists who have a preconception or vested interest in showing that an experimental intervention is beneficial may be inclined to selectively report analyses that are favourable to the experimental intervention.</p> <p>Answer 'No' or 'Probably no' if:</p> <p>There is clear evidence (usually through examination of a trial protocol or statistical analysis plan) that all eligible reported results for the outcome measurement correspond to all intended analyses.</p> <p>or</p> <p>There is only one possible way in which the outcome measurement can be analysed (hence there is no opportunity to select from multiple analyses).</p> <p>or</p> <p>Analyses are inconsistent across different reports on the same trial, but the trialists have provided the reason for the inconsistency and it is not related to the nature of the results.</p> <p>Answer 'No information' if:</p> <p>Analysis intentions are not available, or the analysis intentions are not reported in sufficient detail to enable an assessment, and there is more than one way in which the outcome measurement could have been analysed.</p>	
<b>Risk-of-bias judgement</b>	See algorithm.	Low / High / Some concerns
Optional: What is the predicted direction of bias due to selection of the reported result?	If the likely direction of bias can be predicted, it is helpful to state this. The direction might be characterized either as being towards (or away from) the null, or as being in favour of one of the interventions.	NA / Favours experimental / Favours comparator / Towards null / Away from null / Unpredictable

## 12.3. ANEXO 3: Riesgo general de sesgo

### Overall risk of bias

<b>Risk-of-bias judgement</b>		Low / High / Some concerns
Optional: What is the overall predicted direction of bias for this outcome?		Favours experimental / Favours comparator / Towards null / Away from null / Unpredictable / NA

<b>Overall risk-of-bias judgement</b>	<b>Criteria</b>
Low risk of bias	The study is judged to be at <b>low risk of bias for all domains</b> for this result.
Some concerns	The study is judged to raise <b>some concerns</b> in at least one domain for this result, but not to be at high risk of bias for any domain.
High risk of bias	The study is judged to be at <b>high risk of bias</b> in at least one domain for this result. Or The study is judged to have <b>some concerns</b> for <b>multiple domains</b> in a way that substantially lowers confidence in the result.

## 12.4. ANEXO 4: Cálculo del índice Kappa de concordancia

ÍNDICE KAPPA DE COHEN, tabla 3 x 3						
Índice kappa	Observado	Observador SP			Total	
		Incluido	Dudoso	Excluido		
Observador DS	Incluido	3	0	0	3	60%
	Dudoso	1	0	0	1	20%
	Excluido	0	0	1	1	20%
	Total	4	0	1	5	
		80%	0%	20%		
$P_o =$	80,0%		$P_e =$	52,0%		
kappa =	$P_o - P_e / (1 - P_e)$		0,58			
$P_o$	$P_e$	EE= Raíz [Po(1-Pe)] / N(1-Pe) =		Z alfa/2 (0,05)	LS IC 95%	LS IC 95%)
0,80	0,52	0,40		1,96	-0,20	1,37
Kappa	LS IC 95%	LS IC 95%)		Concordancia	Valor Kappa	
0,58	0,00	1,00		No acuerdo	<0	
				Insignificante	0,0 - 0,20	
				Bajo	0,21 - 0,40	
				Moderado	0,41 - 0,60	
				Bueno	0,61 - 0,80	
				Muy Bueno	0,81 - 1,00	

↓

<b>Concordancia Moderada/aceptable</b>
--

## 12.5. ANEXO 5: Riesgo de sesgo por cada desenlace de cada estudio

Estudios	Desenlaces	D1	D2	D3	D4	D5	General	
Neves M. y cols. 2016	Desinfección del canal	+	+	+	+	+	+	+
Neves M. y cols. 2016	Persistencia bacteriana	+	+	+	+	+	+	+
Neves M. y cols. 2016	Comparación reducción microbiana	+	+	+	+	+	+	+
Amaral R. y cols. 2020	Desinfección del canal	!	+	+	+	+	!	!
Amaral R. y cols. 2020	Persistencia bacteriana	!	+	+	+	+	!	!
Amaral R. y cols. 2020	Comparación reducción microbiana	!	+	+	+	+	!	!
Cavalli D. y cols. 2017	Desinfección del canal	+	+	+	+	!	!	!
Cavalli D. y cols. 2017	Persistencia bacteriana	+	+	+	+	!	!	!
Cavalli D. y cols. 2017	Comparación reducción microbiana	+	+	+	+	+	+	+
Cavalli D. y cols. 2017	Especies bacterianas y sintomatología	+	+	+	+	+	+	+
Martinho F. y cols. 2014	Desinfección del canal	+	+	+	+	+	+	+
Martinho F. y cols. 2014	Persistencia bacteriana	+	+	+	+	+	+	+
Martinho F. y cols. 2014	Comparación reducción microbiana	+	+	+	+	+	+	+

+ Bajo riesgo  
! Algunas preocupaciones  
- Alto riesgo

D1 Proceso de aleatorización  
 D2 Desviación de las intervenciones previstas  
 D3 Datos de resultados incompletos  
 D4 Medición del resultado  
 D5 Notificación selectiva de resultados