

**UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD**  
**SEGUNDA ESPECIALIDAD EN CARIEOLOGÍA Y**  
**ENDODONCIA**



**EFFECTIVIDAD DEL HIPOCLORITO DE SODIO COMO**  
**IRRIGANTE ENDODÓNTICO CONTRA**

***Enterococcus faecalis***

**TRABAJO ACADÉMICO PARA OPTAR EL TÍTULO DE**  
**SEGUNDA ESPECIALIDAD EN**  
**CARIEOLOGÍA Y ENDODONCIA**

**TRABAJO ACADÉMICO**

**Presentado por:**

**C.D. KARINA SONIA CATERIANO VERA**

**Asesor:**

**C.D. Esp. Juan Manuel Lostaunau Arangoitia**

**TACNA – PERÚ**

**2019**

## ÍNDICE

	Pág.
RESUMEN	3
I. INTRODUCCIÓN	4
II. MARCO TEÓRICO	
2.1. <i>Enterococcus faecalis</i>	6
2.2. 2.2.Prevalencia de <i>Enterococcus faecalis</i> en infecciones del conducto radicular	7
2.3. Forma de crecimiento <i>E.faecalis</i>	7
2.4. Hipoclorito de sodio	8
2.5. Endodoncia : conducto radicular	9
III.MARCO METODOLÓGICO	
3.1. Metodología	16
3.2. Protocolo de investigación	16
3.3. Búsqueda e identificación de los estudios	16
3.4. Criterios de inclusión y exclusión	17
3.5. Procedimiento	17
IV. RESULTADOS DE LA REVISIÓN SISTEMÁTICA	18
V.DISCUSIÓN	21
CONCLUSIÓN	24
RECOMENDACIONES	25
BIBLIOGRAFÍA	27

## RESUMEN

El éxito de un tratamiento endodóntico está condicionado a una limpieza y desinfección idónea de los conductos radiculares, y por ende, la eliminación de microorganismos, por medio de la instrumentación e irrigación. Objetivo: metaanalizar la eficacia bactericida del hipoclorito de sodio en diferentes concentraciones sobre *E. faecalis*. Metodología: revisión sistemática con metanálisis. Resultados: se incluyeron siete investigaciones que comprendieron siete estudios originales. Conclusión: todas las concentraciones de cloruro de sodio son efectivas contra la bacteria o biofilms de *Enterococcus faecalis*, sin embargo, ejercen un mejor efecto antimicrobiano según el tiempo de exposición, la concentración de hipoclorito de sodio o si se adiciona o no un activador irrigante. Sin embargo, los resultados analizados no informan algunas variables que podrían tener el rol de intervinientes como el estado fisiológico de las células, el tiempo de incubación o edad de la biopelícula que podrían afectar su función metabólica o fisiológica y la anatomía de los conductos radiculares

Palabras clave: hipoclorito de sodio, conductos radiculares, *Enterococcus faecalis*

## I. INTRODUCCIÓN

A pesar de que el microbioma de las infecciones endodónticas primarias y post tratamiento ha sido bastante estudiado, aún los agentes etiológicos no han sido del todo identificados. En tal sentido, se afirma que las infecciones endodónticas son complejas, ya que se informa de más de 600 taxones bacterianos vinculados con la infección de los canales radiculares<sup>1</sup>. Sin embargo, un agente prevalente es el *enterococcus faecalis* con las infecciones endodónticas primarias y secundarias.

Los microorganismos en la cavidad oral son a menudo los patógenos oportunistas. Tienen la capacidad de invadir y establecer un proceso infeccioso <sup>2</sup>. Cuanto más tiempo permanece infectado el conducto radicular, más el número de anaerobios facultativos.<sup>3</sup> La eliminación de microorganismos del conducto radicular infectado define el éxito del tratamiento endodóntico.

Entre las causas del fracaso endodóntico, se reconoce a las bacterias y sus productos como agentes etiológicos primarios no solo de necrosis pulpar sino de lesiones periapicales. Siendo la razón fundamental, para su eliminación en los tratamientos de endodoncia. <sup>4</sup> En tal sentido, el fracaso del tratamiento con frecuencia tiene relación con un bajo nivel de control y supresión de la infección, eliminación incompleta del tejido pulpar y de los microorganismos presentes en el canal radicular. <sup>5</sup>

Cabe enfatizar, que con frecuencia el desbridamiento completo de un canal radicular infectado no es posible, en razón a la inaccesibilidad del foco de infección, siendo el caso de los canales accesorios, en los que los irrigantes o instrumentos no pueden alcanzar. <sup>6</sup>

Por lo que resulta importante el uso de soluciones irrigadoras con actividad antimicrobiana durante el tratamiento de conductos radiculares. Siendo el hipoclorito de sodio y la clorhexidina las soluciones irrigadoras más usadas en endodoncia. Empero, se considera que el compuesto halogenado de hipoclorito sódico ha sido considerado la solución irrigadora más empleada y útil para disolver los restos de tejido pulpar, efectivo sobre el tejido vital y necrosado, destruir las bacterias<sup>7</sup> y con amplio espectro antibacteriano, viricida y esporicida. Sin embargo, no elimina la capa de barrillo dentinario.<sup>8</sup>

Una de las bacterias anaerobias que compromete el tratamiento endodóntico es el *Enterococcus faecalis*, que con frecuencia es de la periodontitis apical. Es resistente a una amplia gama de agentes antimicrobianos. Es difícil eliminar el *E. faecalis* de los conductos radiculares, por lo que el tratamiento endodóntico se vuelve un desafío.<sup>9</sup>

Para la irrigación del conducto radicular se han probado diferentes concentraciones desde 0,5% a 6% y existe divergencia de opiniones en cuanto a la actividad antimicrobiana del hipoclorito de sodio según la concentración, ya que algunos afirman que es adecuado su uso a concentraciones elevadas<sup>10</sup> a pesar de su toxicidad, otros consideran que las concentraciones bajas también son eficaces<sup>11</sup>, lo que determina el interés por realizar el presente estudio para metaanalizar la efectividad del hipoclorito de sodio según diferentes concentraciones y efectividad antibacterianas.

La pregunta de revisión se formuló utilizando el marco de Población, Intervención, Comparación y resultado (PICO): ¿El hipoclorito de sodio (I) a diferentes concentraciones (C) tiene diferente eficacia antibacteriana en los conductos radiculares (O) contra *E. faecalis* (P)?

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. *Enterococcus faecalis*

El vocablo enterococo fue acuñado por Thiercelin en 1989, para aludir a un diplococo grampositivo hallado en el intestino humano <sup>12</sup>. Actualmente, se identifican 32 especies de *Enterococcus* y cinco grupos en función a la interacción con el sorbitol, arginina y el manitol.

*Enterococcus faecalis* es la especie más aislada o detectada de infecciones orales, que incluye periodontitis marginal, conductos radiculares infectados, abscesos perirradiculares y también se detecta en casos de terapia endodóntica fallida. Para prevenir el fracaso del tratamiento endodóntico, la irrigación es obligatoria para la eliminación efectiva de la capa de frotis, el tejido de la pulpa y los microorganismos<sup>13</sup>. Los enterococos son cocos grampositivos que se presentan como células aisladas en cadenas cortas o en parejas. Constituyen anaerobios facultativos, ya que a pesar de carecer de catalasa, tienen peroxidasa, superóxido y dismutasa que eliminan el H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> y el O<sub>2</sub> en condiciones de aerobiosis<sup>14</sup>. Tiene la propiedad de catabolizar variadas fuentes energéticas a partir de los carbohidratos, el lactato, malato, glicerol, citrato, arginina, aceto ácidos y agmatina <sup>15</sup>. Asimismo, tienen la posibilidad de resistir en condiciones ambientales adversas, ya que según Tendolkar, Baghdayan y Shankar, resisten niveles de Ph de 9,6 y concentraciones elevadas de cloruro sódico (NaCl). También son resistentes a los detergentes, metales pesados, etanol, sales biliares e incluso a la desecación.<sup>16 17</sup>

En tal sentido, se conoce que presenta: (a) una gama de polimorfismos genéticos<sup>18</sup>; (b) produce gelatinasa y proteína de unión al colágeno lo cual favorece su adhesión a la dentina<sup>19</sup>; (c) tiene capacidad para subsistir frente a la escasez de nutrientes y utilizar el suero como alimento<sup>20</sup>; (d) tiene una

dimensión pequeña lo que permite invadir y alojarse en los túbulos dentinarios<sup>21</sup>; (e) crece formando biopelículas, las que presentan una resistencia de hasta 1000 veces más a la fagocitosis, anticuerpos y antimicrobianos que cuando se desarrolla de forma planctónica.<sup>22</sup>

## **2.2. Prevalencia de *Enterococcus faecalis* en infecciones del conducto radicular**

Se ha evidenciado, que la prevalencia del microorganismo *E. faecalis* es mayor en pacientes que están bajo tratamiento o retratamiento endodóntico que aquellos que no lo están. Se aislaron en 31/ 33 muestras de periodontitis apical asintomática una prevalencia de 94% de *E. faecalis* (IC 0,95:85,7% - 100%) y en 27/29 casos de muestras en casos de pulpitis irreversible una prevalencia también de 94%(IC 0,95:85,7% -100%).<sup>23</sup>

La presencia de *E. faecalis* en infecciones endodónticas secundarias presenta una frecuencia nueve veces más que las infecciones primarias y su prevalencia alcanza un rango de 24 a 77 %, explicándose las diferencias a que las pruebas de identificación son diversas al igual que el tamaño de las muestras.<sup>24 25</sup>

## **2.3. Forma de crecimiento *E. faecalis***

Las condiciones ambientales, determinan la forma de crecimiento sea de manera sésil, de forma planctónica o adherida a una superficie. Las bacterias se organizan y forman biopelículas en las paredes del conducto radicular<sup>26</sup> siendo esta la forma más común y que según Costerton, Stewart y Greemberg<sup>27</sup> se definen como una estructura conformada por huecos intersticiales y agregados celulares, adherida a un material o interfase que puede tener una naturaleza biótica o abiótica y unificados por polímeros extracelulares, que producen y excretan los mismos microorganismos.

Los polímeros extracelulares cumplen funciones vitales para el crecimiento y supervivencia de los *E. faecalis*:

- Permite, establece y mantiene la asociación entre los microorganismos y entre éstos y su entorno.<sup>28</sup>
- Representa una fuente de reserva de carbono y energía.<sup>28</sup>
- Resguardan a las exoenzimas, enzimas secretadas por los microorganismos que no están en contacto directo con la membrana celular, y cuyo fin es hidrolizar las moléculas orgánicas con un elevado peso molecular .<sup>28</sup>
- Son un elemento protector, en cuanto los exopolisacáridos conceden a la bacteria una protección frente a la desecación, ya que los polímeros retienen agua.<sup>29</sup>
- Constituyen un medio que permite atrapar moléculas orgánicas e iones del medio acuoso, lo que actúa como nutrientes bacterianos dentro de la biopelícula.<sup>30</sup>
- Otorga protección a la bacteria frente a los agentes antibacterianos, lo que determina una mayor resistencia a agentes hostiles o tóxicos que como célula individual.

#### **2.4. Hipoclorito de sodio**

Es un irrigante utilizado en tratamientos de endodoncia para la limpieza y desinfección de los conductos radiculares. Presenta un color verde amarillento pálido y un olor a cloro con un Ph alcalino.

Entre sus principales propiedades se conoce que:

- Es un disolvente de tejidos orgánicos, de la materia alojada y adherida en la superficie y en las paredes del conducto radicular.<sup>31</sup>
- Tiene efecto antimicrobiano, siendo susceptibles las bacterias anaerobias como los *Streptococcus fecalis* y *aureus*.<sup>31</sup>
- El calentamiento de la solución del hipoclorito de sodio, incrementa sus propiedades bactericidas, así como la disolución del tejido. El aumento de la temperatura provoca que sus moléculas se relacionen más rápido con la consiguiente desintegración de las superficies.<sup>31</sup>

## **2.5. Endodoncia: conducto radicular**

La base fundamental de la especialidad endodóntica es el conocimiento de la anatomía del conducto radicular. Por lo tanto, una comprensión profunda de la morfología del canal y sus variaciones en todos los grupos de dientes es un requisito básico para mejorar el resultado de la terapia endodóntica.<sup>32</sup>

El canal radicular es la porción del espacio del canal pulpar dentro de la raíz del diente limitada por la cámara pulpar y el foramen que sigue el perfil externo de la raíz.<sup>32</sup>

Básicamente, el sistema del conducto radicular se puede dividir en una cámara pulpar, ubicada dentro de la corona anatómica dental, y el espacio del conducto radicular, que se encuentra dentro de la porción radicular del diente. Otros componentes importantes de la anatomía interna de los dientes incluyen orificios de los canales, agujeros apicales, ramificaciones apicales, canales accesorios, laterales y de bifurcación.<sup>32</sup>



Figura 1. Reconstrucciones de la anatomía interna de los premolares mandibulares que muestran los componentes principales del sistema del conducto radicular

Fuente: Versiani *et al.*<sup>32</sup>

En la Figura 1 se aprecia la anatomía interna de los premolares mandibulares y los componentes principales del sistema del conducto radicular: (a) Canal principal; (b) canal lateral (ubicado en los tercios coronal o medio. Cuando comienza en el nivel de furcación se denomina canal de furcación; (c) canal secundario (canal accesorio ubicado en el tercio apical); (d) anastomosis intercanal, transversal, o istmo; (e) canal recurrente y; (f) ramificaciones apicales o delta apical.<sup>32</sup>

Las reconstrucciones del sistema del conducto radicular de 2 raíces mesiobucales de los molares superiores en la Figura 2, muestran cómo las complejidades anatómicas de los componentes del conducto radicular pueden afectar el desbridamiento mecánico. Las áreas en rojo representan la anatomía original, mientras que el área en verde corresponde a la dentina que se extrae durante la preparación de ambos canales mesiobucales.

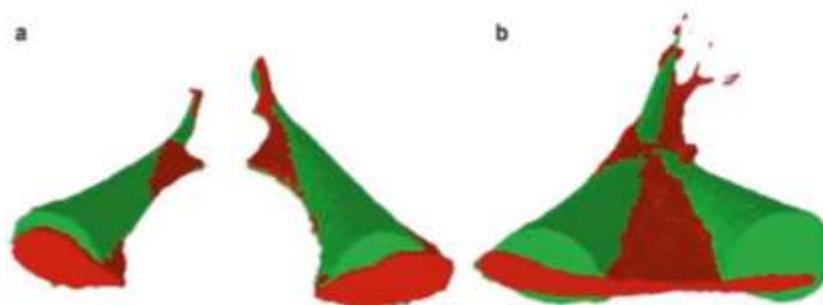


Figura 2. Reconstrucciones del sistema del conducto radicular de 2 raíces mesiobucales de los molares superiores

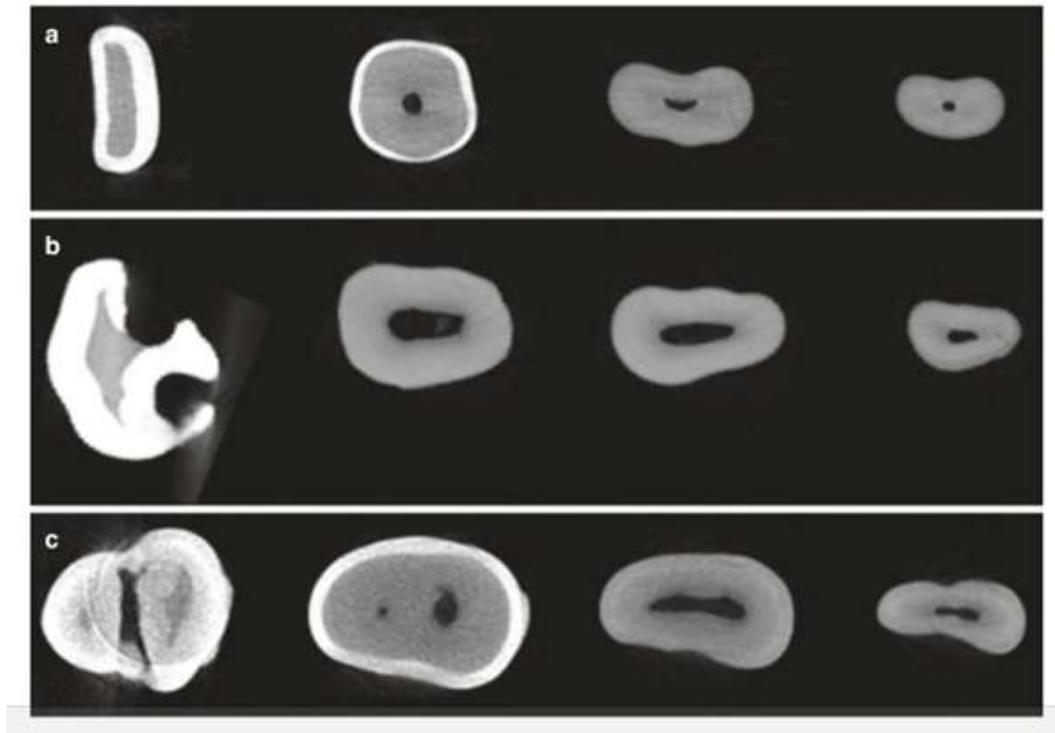
Fuente: Versiani *et al.*<sup>32</sup>

Los conductos radiculares (a) no tienen componentes laterales significativos; por lo tanto, la preparación del conducto radicular fue capaz de eliminar la mayor parte de la superficie dentinal del perímetro del conducto original. Sólo las áreas menores no fueron tocadas por los instrumentos. (b) en este caso, hay componentes laterales significativos, incluido un istmo que se extiende desde el tercio coronal al tercio medio (áreas rojas) y un canal accesorio en el tercio apical.<sup>32</sup>

En la sección longitudinal, los canales suelen ser más anchos bucolingualmente que en el plano mesiodistal. La forma geométrica de la sección transversal de los canales radiculares se ha clasificado calculando el radio de aspecto medio, definido como la relación del diámetro mayor al menor del canal.<sup>32</sup>

El diámetro mayor es la distancia entre los dos puntos más distantes del canal en la dirección bucolingual, mientras que el diámetro menor es la cuerda más larga a través del canal de la raíz que podría dibujarse en la dirección ortogonal a la del diámetro mayor. Por consiguiente, un canal de forma ovalada tiene un radio de aspecto entre

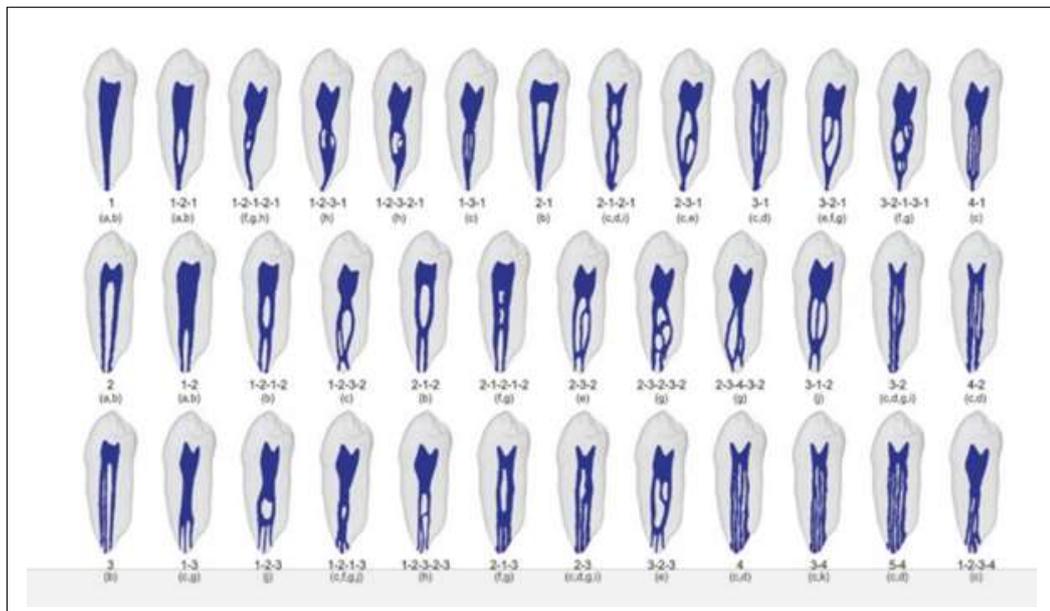
1 y 2, un canal oval largo más alto que 2 pero más bajo que 4, y un canal aplanado más alto que 4 (Figura 3).



*Figura 3.* Cortes transversales de la corona anatómica, cámara pulpar, tercio medio y 3 mm desde el ápice.

Fuente: Versiani et al.<sup>32</sup>

En la Figura 3, se muestra las secciones transversales de la corona anatómica, cámara pulpar, tercio medio y 3 mm desde el ápice (de izquierda a derecha) de (a) un incisivo mandibular, (b) un premolar mandibular y (c) un premolar maxilar. El canal es de forma redonda solo en los tercios coronal y apical del incisivo mandibular, mientras que ambos premolares tienen canales largos en forma ovalada y aplanada. El incisivo mandibular presenta un canal oval en el tercer nivel medio. Es interesante señalar que, en un mismo diente, las secciones transversales del canal pueden mostrar diferentes formas en diferentes niveles de la raíz; pero, en el tercio apical, tiene una forma más redonda o ligeramente ovalada en comparación con los tercios medio y cervical.<sup>32</sup>

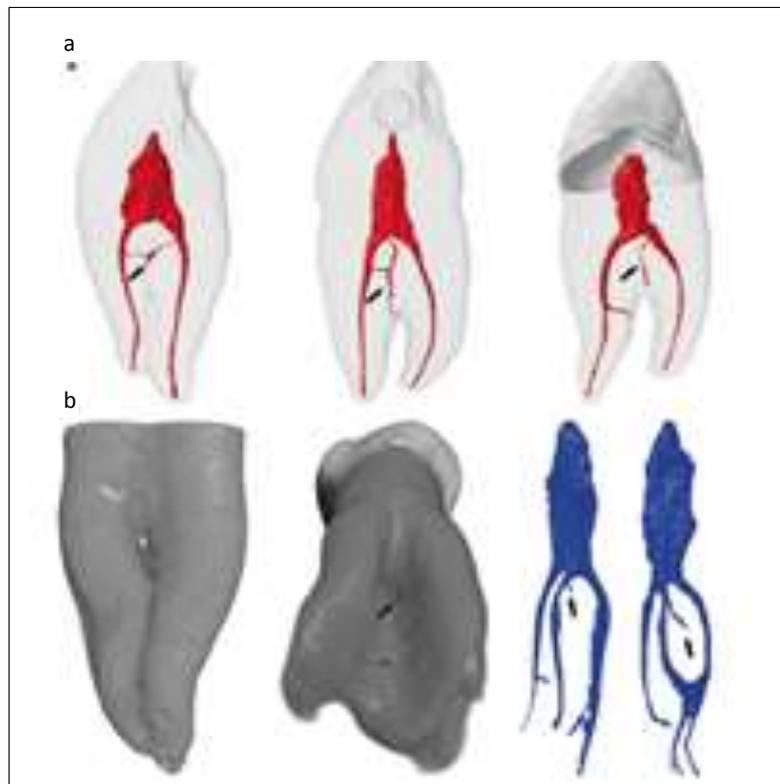


*Figura 4.* Treinta y siete configuraciones de canal más comunes, incluidas casi todas las configuraciones anatómicas, pueden observarse en una sola raíz.

Fuente: Versiani et al.<sup>32</sup>

## – Canales accesorios

El canal accesorio es cualquier rama del canal radicular que se comunica con el ligamento periodontal, mientras que un canal lateral se define como un canal accesorio ubicado en la parte coronal o en el tercio medio de la raíz. Se forman después de que se desarrolla una fragmentación localizada de la vaina de la raíz epitelial, dejando un pequeño espacio, o cuando el vaso sanguíneo que va desde el saco dental a través de la papila dental persiste.<sup>32</sup>



*Figura 5.* Canales accesorios que conectan la cámara pulpar al ligamento periodontal

Fuente: Versiani et al.<sup>32</sup>

En la Figura 5, se aprecian los canales accesorios que conectan la cámara pulpar al ligamento periodontal en la región de furcación (flechas) de los dientes mandibulares (a) caninos y (b) premolares de múltiples raíces.<sup>32</sup>

– **Canal apical**

El canal radicular principal termina en el foramen apical (foramen mayor) que frecuentemente se abre lateralmente en la superficie de la raíz, a una distancia media entre 0.2 y 0,38 mm desde el ápice anatómico <sup>33</sup>, a pesar de que también se han informado mayores distancias. <sup>34</sup>

### III. MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1. Tipo de estudio

Se realizó una revisión sistemática con metaanálisis.

#### 3.2. Protocolo de investigación

Se realizó una revisión bibliográfica de la literatura científica publicados durante los últimos cinco años, según los criterios de *Preferred reporting items for systematic review and meta-analysis protocols* (PRISMA) y network meta-analysis (PRISMA-NMA) <sup>35</sup> para su elegibilidad e inclusión.

#### 3.3. Búsqueda e identificación de los estudios

Para la búsqueda de la información se utilizaron los términos claves para la estrategia de búsqueda *Enterococcus faecalis* o *E. faecalis* como población, sodium hypochlorite como intervención, % de concentración como comparación y roots canals antimicrobial or antibacterial como resultado. Se utilizaron operadores en conjunción (booleano AND u OR).

La búsqueda se realizó en siete bases de datos Medline (Análisis de la literatura y análisis de los datos en línea) *Pubmed* (Publicaciones médicas), *Science Direct*, *Lilacs* (*Literatura* Latinoamericana y del Caribe de Ciencias de la Salud) y *Scielo*. No se implementaron limitaciones por país de origen e idioma. Para seleccionar los estudios, se revisaron los artículos completos o los abstracts.

### 3.4. Criterios inclusión y exclusión

#### Criterios de tamización o de inclusión

Se tamizaron a través de la lectura analítica de los resúmenes y se aplicaron los siguientes criterios de inclusión:

- Artículos originales in vivo o in vitro.
- Publicados en español o en inglés o en otro idioma.
- Que contenga los términos de búsqueda en el título, resumen o en las palabras clave.
- Que la población sea *E. faecalis* como cepa para evaluación microbiológica.

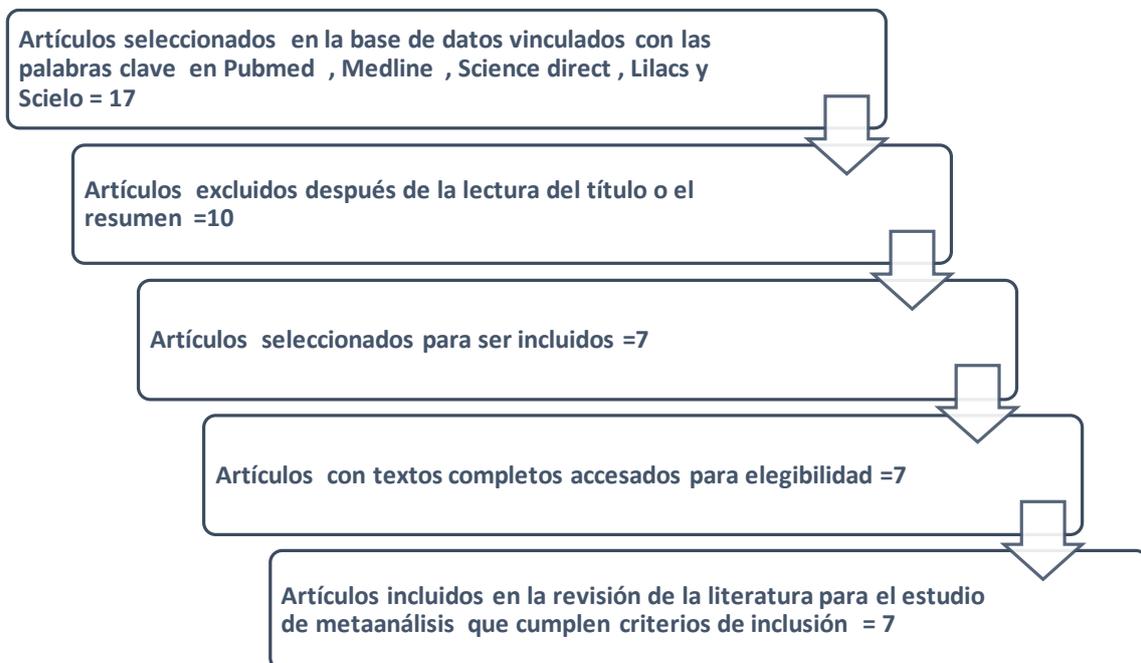
#### Criterios de exclusión

- Artículos de revisión

### 3.5. Procedimiento

Flujograma del proceso de revisión sistemática.

El proceso operativo de la selección de los artículos seguido es:



**Figura 6. Diagrama de flujo de selección de artículos científicos**

Fuente: elaboración propia

#### IV. RESULTADOS DE LA REVISIÓN SISTEMÁTICA

En la búsqueda primaria se identificaron los estudios relacionados con las palabras clave, a partir de los cuales se ubicaron 17 estudios para el metaanálisis, de los que se eliminaron 4 duplicados y 6 publicaciones que no cumplieron con alguno de los criterios de inclusión. En total en el estudio se comprendió 7 estudios. (Tabla 1)

Tabla 1

*Estrategia de búsqueda a través de PubMed, Scienc Direct, Scielo y LILACs*

	Revisión			
	LILACS	Science Direct	PUBMED	Scielo
Entradas				
#1: <i>Enterococcus faecalis</i>	730	22 397	3434	403
#2: sodium hypochlorite	853	42142	1908	545
#3: sodium hypochlorite antimicrobial or antibacterial	450	41028	1163	366
#4: <i>E. faecalis</i> and root canal infections				
#5: #1AND #2 AND #3 AND 4	2	3	10	2
No cumple criterios de inclusión y/o duplicados	1	2	6	1
Cumple con criterios de inclusión	1	1	4	1

Fuente: elaboración propia

Tabla 2  
Metaanálisis

Referencia	Título	Muestra	Unidad microbiológica	Resultados
Pupo, Díaz, Castellanos y Simancas (2014) <sup>36</sup>	Elimination of <i>Enterococcus faecalis</i> using sodium hypochlorite, chlorhexidine and MTAD in root canals	14 conductos radiculares de dientes con diagnóstico de periodontitis apical crónica (experimental in vivo)	Prueba :Reacción en cadena de la polimerasa ( PCR) Unidades formadoras de colonias (UFC) E. faecalis	NaOCl 5% = recuento inicial UFC 82,5 y recuento final UFC 78 (p 0,018) NaOCl 2,5% +irrigación final MTAD (isómero de tetraciclina, ácido cítrico y un detergente) →remoción de barrillo dentario =recuento inicial de UFC 66 y recuento final UFC 56,5 (p 0,021) Diferencias entre ambos no significativa(p>0,05)
Alamo, Guardia, Mendoza y Guerra (2015) <sup>37</sup>	Efectividad de tres irrigantes sobre el número de colonias de <i>Enterococcus faecalis</i> en la preparación de conductos radiculares in vitro	60 raíces distales de 1er molar inferior 15 para NaOCl 4% (in vitro) 15 para NaOCl 2,5% (in vitro) 15 para NaOCl 4% a las 72 horas (in vitro) 15 para NaOCl 2,5% a las 72 horas (in vitro)	<i>E. faecalis</i> (cepa ATCC 29212)	NaOCl 4% = 0 ± 0 t -2,459 p valor 0,023  NaOCl 2,5 % = 0 ± 0 t -2,459 p valor 0,023  NaOCl 4% = 0 ± 0 t -3,216 p valor 0,006  NaOCl 2,5 % = 0 ± 0 t -3,216 p valor 0,006
Chaintanya , Somisetty, Diwan , Pasha , Shetty , Reddy , Nadigar (2016) <sup>38</sup>	Comparison of Antibacterial Efficacy of Turmeric Extract, Morinda Citrifolia and 3% Sodium Hypochlorite on <i>Enterococcus faecalis</i> : An In-vitro Study	Cultivos Agar de <i>E. faecalis</i> ( in vitro)	<i>E. faecalis</i> (ATCC 21224)	Media 27,33 DS 0,492 (P<0,001)
Herrera, Corona, Vara, Gutiérrez y Alavez (2017) <sup>39</sup>	Comparison of OxOral and NaOCl irrigants efficiency in <i>Enterococcus faecalis</i> elimination	18 cultivos de <i>E.faecalis</i> (in vitro)	UFC <i>E. faecalis</i> (cepa ATCC 29212)	NaOCl 5,25% a los 15''=3 cultivos con crecimiento aceptable y 6 extendido NaOCl 5,25% a los 60''= 4 cultivos con crecimiento aceptable y 1 extendido Conclusión: la eliminación de <i>E.faecalis</i> con NaOCl fue mejor a los 60 segundos.
Priyank, Pandey, Bagul, Majety, Verma y Choudhury (2017) <sup>40</sup>	Evaluation of 4% Sodium Hypochlorite in eliminating <i>Enterococcus faecalis</i> from the Root Canal when Used with Three Irrigation Methods: An in vitro Study.	30 incisivos maxilares extraídos para NaOCl 4% (in vitro)	UFC <i>E. faecalis</i>	18 de los 30 dientes contaminados con <i>E.faecalis</i> mostró cultivos positivos Grupo 1 NaOCl ; Grupo NaOCl+agitación ultrasónica;Grupo NaOCl +peróxido de hidrógeno 3% y Grupo control.

Continúa Tabla 1

significativas con grupo control (p<0,05)

Referencia	Título	Muestra	Unidad microbiológica	Resultados
Forough, Rezagholizadeh, Reza, REzagholizadeh L., Mazani, Hossein y Mahmoodzadeh (2017) <sup>41</sup>	Antibacterial effect of different concentrations of sodium hypochlorite on <i>Enterococcus faecalis</i> biofilms in root canals	104 incisivos centrales superiores ( in vitro)	UFC <i>E. faecalis</i> ( conteo)	NaOCI 1% = semana 4: Media 3,38 DS 3,11 (P<0,001); semana 6: Media 10,63 DS 3,37 (P<0,001); semana 10: Media 64,5 DS 17,5 (P<0,001) NaOCI 2,5 % = semana 4: Media 0 DS 0 (P<0,001); semana 6: Media 0 DS 0 (P<0,001); semana 10: Media 0 DS 0 (P<0,001)  NaOCI 5,25 % = semana 4: Media 0 DS 0 (P<0,001); semana 6: Media 0 DS 0 (P<0,001); semana 10: Media 0 DS 0 (P<0,001)
Betancourt, Merlos, Sierra, Camps , Arnabat y Viñas (2018) <sup>42</sup>	Effectiveness of low concentration of sodium hypochlorite activated by Er,Cr:YSGG laser against <i>Enterococcus faecalis</i> biofilm.	Pipetas para imitación de conducto radicular	UFC <i>E. faecalis</i> examinadas en las biopelículas por microscopía de fuerza atómica (AFM)	NaOCI 5% = reducción efectiva de recuentos de UFC intracanal (p<0,001) y eliminación total de <i>E. faecalis</i> NaOCI 0,5%= reducción efectiva de recuentos de UFC intracanal (p<0,001) NaOCI 0,5+LAI (irrigación activada por láser) = reducción efectiva de recuentos de UFC intracanal (p<0,001) y eliminación total de <i>E. faecalis</i> NAOCI 0,5%+PUI (Irritación ultrasónica pasiva)= reducción efectiva de recuentos de UFC intracanal (p<0,001)

Fuente: elaboración propia

## V.DISCUSIÓN

El propósito de una endodoncia exitosa es la eliminación de microorganismos que se encuentran en los canales radiculares infectados y la formación de un sello efectivo para prevenir la recolonización con bacterias. Una solución de irrigación ideal debería ser capaz de realizar desinfección, tener baja toxicidad, tener una tensión superficial baja, tener la capacidad de eliminar la capa de frotis<sup>43</sup>, disminuir o preferiblemente eliminar las poblaciones bacterianas en los canales radiculares, especialmente *E. faecali* el microorganismos más común aislado de la periodontitis apical después del tratamiento <sup>41</sup>. Aunque el hipoclorito de sodio (NaOCl) es frecuentemente utilizado en endodoncia por sus propiedades de clarificación, disolución de tejido orgánico, saponificación, transformación de aminoácidos en cloraminas o en sales de aminoácidos, desodorización y acción antimicrobiana <sup>44</sup> aún no existe consenso sobre la concentración ideal <sup>.45</sup>

El objetivo principal de la terapia endodóntica es prevenir la periodontitis apical. Las bacterias que crecen en los conductos radiculares infectados desempeñan un papel crucial en el desarrollo de la periodontitis apical. En consecuencia, la disminución o, preferiblemente, la eliminación de las poblaciones bacterianas en los canales radiculares pueden llevar a una mejoría en la terapia endodóntica. *E. faecalis* es el microorganismo más común aislado de la periodontitis apical después del tratamiento.

El análisis de los estudios empíricos revisados, examinan la efectividad del irrigante de hipoclorito de sodio de concentración al 5,25%, 5%, 4%, 2,5%,1%, 0,5% con o sin elementos añadidos (peróxido de hidrógeno, agitación ultrasónica PUI, LAI) en un estudio in vivo y seis estudios in vitro. Empero, se debe considerar las diferencias anatómicas del conducto radicular, el periodo de tiempo utilizado en el análisis y la metodología experimental empleada. Según Pupo *et al* <sup>36</sup> realizaron un estudio in vivo, y hallaron que la aplicación de hipoclorito de sodio al 5% sin y con irrigación final de MTAD en 14 conductos radiculares (7 en cada caso) demostró una

efectividad demostrada al hallar un recuento inicial de unidades formadoras de colonia (UFC) en el recuento final de 78 (p 0,018) y de UFC 56,5 (p 0,021) respectivamente.

Alamo *et al*<sup>37</sup>, en un estudio in vitro, logró eliminar con el irrigante de hipoclorito de sodio en concentraciones de 4% y 2,5% en el recuento inicial y a las 72 horas, todas (100%) las bacterias *E. faecalis* del interior de los conductos radiculares.

Asimismo, Chaitanya *et al*<sup>38</sup> reportaron que tras experimentar in vitro la sensibilidad del *E. faecalis* frente al uso de hipoclorito de sodio 3%, halló que mostró una actividad antibacteriana máxima contra la bacteria, encontrando una media de inhibición para *E. faecalis* de 27,33(DS 0,492) (P<0,001) superior respecto a otros irrigantes de origen vegetal.

De otro lado, Herrera *et al*<sup>39</sup>, realizaron un estudio experimental in vitro en cultivos de *Enterococcus faecalis* ATCC 29212, encontrando que la aplicación de NaOCl 5.25% por 15 segundos se encontró un crecimiento extendido de *E. faecalis* en 6/9 cultivos, es decir, no fue controlado el crecimiento de UFC por el desinfectante a ese tiempo, mientras que cuando estuvo en contacto por 60 segundos se encontró que era más eficaz, ya que sólo un cultivo tuvo crecimiento extendido.

También, Privank *et al*<sup>40</sup> evaluó la utilidad del hipoclorito de sodio en la eliminación de *E. faecalis* en el canal radicular, para lo cual el experimento consideró tres grupos experimentales y un grupo control (Grupo 1 NaOCl; Grupo NaOCl+ agitación ultrasónica; Grupo NaOCl +peróxido de hidrógeno 3% y Grupo control) concluye que ningún irrigante tiene 100% de eficacia, no hubo diferencia significativa en cuanto a la eficacia de eliminación de *E. faecalis* entre las diferentes formas de aplicación del NaOCl ( p>0,05), pero si con el grupo control ( p>0,05).

También, Forough *et al*<sup>41</sup>, realizaron un experimento in vitro para evaluar la efectividad de diferentes concentraciones de hipoclorito de sodio como solución irrigante para reducir el crecimiento bacterial de los *biofilms* de *E. faecalis* en los conductos radiculares. Los resultados indicaron que cuando se usa una solución de NaOCl al 1%, el recuento de bacterias en el *biofilm* de 10 semanas de vida es mayor que en el biofilm de 6 semanas de edad y en el *biofilm* de 6 semanas es mayor que en 4- biopelícula de una semana. Estos resultados evidencian que al aumentar el tiempo de incubación y la formación de un *biofilm* maduro, la eliminación de las bacterias de su estructura organizada, calcificada y muy coherente se vuelve más difícil de vulnerar. Además, la biopelícula madura proporciona un entorno específico que favorece las actividades metabólicas bacterianas y, por lo tanto, protege las bacterias contra los detergentes bactericidas. Después de 6 semanas de incubación de bacterias, las bandas de carbonato y fosfato de apatito aumentan gradualmente en la superficie de la biopelícula. En este experimento, el 1% de NaOCl produjo una disminución en el número de bacterias en las tres etapas de la biopelícula en comparación con la biopelícula de control de PBS, mientras que el 2,5% y el 5,25% de NaOCl inhibió completamente el crecimiento de células vivas en las tres etapas de la incubación de biopelículas (biopelículas de 4, 6 y 10 semanas). En conclusión, el 2,5% y el 5,25% de NaOCl puede destruir completamente las biopelículas maduras y viejas de *E. faecalis* en todos los intervalos de tiempo, mientras que el 1% de NaOCl solo disminuye parcialmente el recuento de bacterias en comparación con el PBS.

En el mismo sentido, Betancourt *et al*<sup>42</sup>, realizaron un experimento in vitro para medir la eficacia del hipoclorito de sodio al 0,5% activado por el láser Er, Cr: YSGG contra las biopelículas de *E. faecalis*. Hallaron que NaOCl 5% sin potencia y NaOCl 0,5% + LAI fueron capaces de eliminar todas las bacterias, mientras que la solución salina no activada y NaOCl 0,5% no lograron eliminar a *E. faecalis*. Asimismo, la irrigación activada por láser (LAI) de Er, Cr: YSGG aumentó la eficacia bactericida de NaOCl al 0,5% contra la biopelícula de *E. faecalis*.

## CONCLUSIÓN

Se logró determinar que todas las concentraciones de hipoclorito de sodio son efectivas contra la bacteria o biofilms de *Enterococcus faecalis*, sin embargo, ejercen un mejor efecto antimicrobiano según el tiempo de exposición, la concentración de hipoclorito de sodio o si se adiciona o no un activador irrigante. Sin embargo, los resultados analizados no informan algunas variables que podrían tener el rol de intervinientes como el estado fisiológico de las células, el tiempo de incubación o edad de la biopelícula que podrían afectar su función metabólica o fisiológica y la anatomía de los conductos radiculares.

## RECOMENDACIONES

Se sugiere a los profesionales de Odontología, continuar las investigaciones sobre la efectividad de irrigantes endodónticos para *E. faecalis*, incorporando diseños en los que se comprenda diferentes tiempos de incubación para simular un escenario clínico más real del tratamiento endodóntico radicular.

## **Conflicto de intereses**

La autora manifiesta no poseer ningún conflicto de intereses.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ximenes, R., Oliveira, A. , Hirata, R., Wilson, M., Lewis, M. , Williams, D. y Sergio, R. Resistencia a los antimicrobianos y rasgos de virulencia de *Enterococcus faecalis* a partir de infecciones endodónticas primarias. Diario de Odontología. Volumen 41,Número 9, septiembre de 2013, páginas 779-786 [En línea] Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0300571213001735>
2. Siqueira JF Jr, Rocas IN, Lopes HP. Patterns of microbial colonization in primary root canal infections. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2002;93(2):174–78 PUBMED
3. Peters LB, Wesselink PR, Buijs JF, Van Winkelhoff AJ. Viable bacteria in root dentinal tubules of teeth with apical periodontitis. J Endod. 2001;27(2):76–78
4. Pinheiro ET, Gomes BP, Ferraz CC, Sousa EL, Teixeira FB, Souza-Filho FJ. Microorganisms from canals of root-filled teeth with periapical lesions. Int Endod J. 2003; 36: 1-11.
5. Abella F, Mercadé M, Duran-Sindreu F, Roig M. Managing severe curvature of radixentomolaris: three-dimensional analysis with cone beam computed tomography. Int Endod J. 2011; 44 (9): 876-885
6. Appelbe O., Sedgley CM. Effects of prolonged exposure to alkaline pH on *Enterococcus faecalis* survival and specific gene transcripts. Oral Microbiol Immunol. 2007; 22 (3): 169-174.

7. Byström A, Sundqvist G. The antibacterial action of sodium hypochlorite and EDTA in 60 cases of endodontic therapy. *Int Endod J* 1985;18:35-40
8. McDonnell G, Russell AD. Antiseptics and disinfectants: activity, action, and resistance. *Clin Microbiol Rev* 1999;12:147-79.
9. Rams TE, Feik D, Young V, Hammond BF, Slots J. Enterococci in human periodontitis. *Oral Microbiol Immunol* 1992 Aug;7(4):249-252
10. Carson KR, Goodell GG, McClanahan SB. Comparison of the antimicrobial activity of six irrigants on primary endodontic pathogens. *J Endod* 2005; 31:471-3.
11. Zehnder M, Kosicki D, Luder H, Sener B, Waltimo T. Tissue-dissolving capacity and antibacterial effect of buffered and unbuffered hypochlorite solutions. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2002;94:756-62
12. Arias, M. Susceptibilidad de *Enterococcus faecalis* a soluciones irrigadoras de uso endodóntico ( Tesis doctoral) Universidad de Granada. 2009 [En línea] Recuperado de <https://hera.ugr.es/tesisugr/17923505.pdf>
13. Gnana R., Kumar A., Jonathan R., Maheswari U., Raja J. y Chelliah P.. *Evaluación comparativa del efecto de diferentes soluciones de irrigación contra Enterococcus faecalis : un estudio basado en la reacción en cadena de la polimerasa.* 2015. *J Pharm Bioallied Sci* . 2015 agosto; 7 (Suppl 2): S576 – S579. doi: 10.4103 / 0975-7406.163546
14. Piard JC, Desmazeaud M. Inhibiting factors produced by lactic acid bacteria. I. Oxygen metabolites and catabolism end- products. *Lait* 1992;71:525-41.

15. Stuart CH, Schwartz SA, Beeson TJ, Owatz CB. *Enterococcus faecalis*: its role in root canal treatment failure and current concepts in retreatment. J Endod 2006;32:93-8
16. Tendolkar PM, Baghdayan AS, Shankar N. Pathogenic enterococci: new developments in the 21st century. Cell Mol Life Sci 2003;60:2622-36
17. Stuart CH, Schwartz SA, Beeson TJ, Owatz CB. *Enterococcus faecalis*: its role in root canal treatment failure and current concepts in retreatment. J Endod 2006;32:93-8
18. Sedgley CM, Lennan SL, Clewell DB. Prevalence, phenotype and genotype of oral enterococci. Oral Microbiol Immunol 2004;19:95-101.
19. Hubble TS, Hatton JF, Nallapareddy SR, Murray BE, Gillespie MJ.. Influence of *Enterococcus faecalis* proteases and the collagen-binding protein, Ace, on adhesion to dentin. Oral Microbiol Immunol 2003;18:121
20. Figdor D, Davies JK, Sundqvist G. Starvation survival, growth and recovery of *Enterococcus faecalis* in human serum. Oral Microbiol Immunol 2003;18:234-9
21. Love RM. *Enterococcus faecalis*: a mechanism for its role in endodontic failure. Int Endod J 2001;34:399-405
22. Distel J, Hatton J, Gillespie J. Biofilm formation in medicated root canals. J Endod, 2002;28:689-93
23. Covo E. , Gutiérrez G. y Palacios, L. prevalencia de *enterococcus faecalis* en conductos radiculares de pacientes con patología pulpar y periapical (Tesis de especialidad)Universidad de Cartagena.2014 [En línea] Recuperado de

[repositorio.unicartagena.edu.co:8080/jspui/bitstream/11227/.../Informe%20final.pdf](http://repositorio.unicartagena.edu.co:8080/jspui/bitstream/11227/.../Informe%20final.pdf)

24. Gomes BPFA, Pinheiro ET, Gade-Neto CR, Sousa ELR, Ferraz CCR, Zaia AA, Teixeira FB, Souza-Filho FJ. Microbiological examination of infected dental root canals. *Oral Microbiol Immunol* 2004;19:71-6.
25. Rôças IN, Siqueira JF Jr, Santos KR. Association of *Enterococcus faecalis* with different forms of periradicular diseases. *J Endod* 2004;30:315-20.
26. Ramachandran Nair PN. Light and electron microscopic studies of root canal flora and periapical lesions. *J Endod* 1987;13:29
27. Costerton JW, Stewart PS, Greenberg EP. Bacterial biofilms: a common cause of persistent infections. *Science* 1999;284:1318-22
28. Hoppe HG. Microbial extracellular enzyme activity: a new key parameter in aquatic ecology. En: *Microbial Enzymes in Aquatics Environments*. Springer. Berlin;1991:60-83.
29. Potts M. Desiccation tolerance of prokaryotes. *Microbiol Rev* 1994;58:755-805.
30. Guibaud G, Tixier N, Bouju A, Baudu M. Relation between extracellular polymers' composition and its ability to complex Cd, Cu and Pb. *Chemosphere* 2003;52:1701-10
31. Ingle J. y Bakland L. *Endodoncia*. Editorial Mc Graw Hill, México, 2004.
32. Versiani, M., Basrani, B. D Sousa, M. *The root canal anatomy in permanent dentition*. Cham Switzerland:Springer,2019 .

33. Yoshimine Y., Ono M., Akamine, A. The shaping effects of three nickel – titanium rotary instruments in simulated S-shaped Canals. *J. Endod.*2005;31:373-5
- 34.(Anderson, M.Price J., Parashos P. Fracture resistance of electropolished rotary nickel -titanium endodontic instruments. *J.Endod.*2007;33:1212-6)
- 35.Hutton B, et al. La extensión de la declaración PRISMA para revisiones sistemáticas que incorporan metaanálisis en red: PRISMA-NMA. *Med Clin (Barc)*. 2016. <http://dx.doi.org/10.1016/j.medcli.2016.02.025>
- 36.Pupo S., Díaz A., Castellanos P. y Simancas V. Elimination of *Enterococcus faecalis* using sodium hypochlorite, chlorhexidine and MTAD in root canals. *Avances en Odontoestomatología* Vol. 30 - Núm. 5 - 2014
- 37.Alamo J., Guardia S., Mendoza R. y Guerra L. Efectividad de tres irrigantes sobre el número de colonias de *Enterococcus faecalis* en la preparación de conductos radiculares in vitro.2015. *KIRU*. 2015 ene-jun;12(1):8-12.[En línea] Recuperado de <http://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/lil-786663?lang=es>
- 38.Chaitanya, Somisetty, Diwan , Pasha , Shetty , Reddy , Nadigar . Comparison of Antibacterial Efficacy of Turmeric Extract, Morinda Citrifolia and 3% Sodium Hypochlorite on *Enterococcus faecalis*: An In-vitro Study. *J Clin Diagn Res*. 2016 Oct;10(10):ZC55-ZC57. Epub 2016 Oct 1 [En línea] Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27891459>
- 39.Herrera, Corona, Vara, Gutiérrez y Alavez. Comparison of OxOral and NaOCl irrigants efficiency in *Enterococcus faecalis* elimination. *Revista Odontológica Mexicana* .Volume 21, Issue 4, October–December 2017, Pages e233-e236 [En línea] Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1870199X18300132>
- 40.Priyank H, Pandey V, Bagul A, Majety KK, Verma P, Choudhury BK. Evaluation of 4% Sodium Hypochlorite in eliminating *Enterococcus faecalis*

- from the Root Canal when Used with Three Irrigation Methods: An in vitro Study. J Contemp Dent Pract. 2017 Mar 1;18(3):214-217. [En línea] Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28258267>
41. Forough M., Rezagholizadeh Y., Reza M., Rezagholizadeh L., Mazani M., Hossein M. y Mahmoodzadeh Y. Antibacterial effect of different concentrations of sodium hypochlorite on *Enterococcus faecalis* biofilms in root canals. J Dent Res Dent Clin Dent Prospects. 2017 Autumn; 11(4): 215–221. doi: 10.15171/joddd.2017.038
42. Betancourt, P., Merlos, A., Sierra, JM et al. Effectiveness of low concentration of sodium hypochlorite activated by Er,Cr:YSGG laser against *Enterococcus faecalis* biofilm Lasers Med Sci (2019) 34: 247. <https://doi.org/10.1007/s10103-018-2578-6>
43. Schafer E. Irrigation of the root canal. Endo 2007;1:11-27[En línea] Recuperado de [https://www.researchgate.net/publication/290486164\\_Irrigation\\_of\\_the\\_root\\_canal/download](https://www.researchgate.net/publication/290486164_Irrigation_of_the_root_canal/download)
44. Moorer WR, Wesselink PR. Factors promoting the tissue dissolving capability of sodium hypochlorite. Int Endo Jour 1982; 15: 187-196
45. Harrison JW, Wagner GW, Henry CA. Comparison of the antimicrobial effectiveness of regular and fresh scent Clorox. J Endod 1990; 16: 328-330.