



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

“Efecto antimicrobiano del aceite esencial de canela, hipoclorito de sodio y gluconato de clorhexidina sobre cepas de *Enterococcus faecalis*”

Trabajo de Titulación para optar al título de Odontólogo

Autor:

Badillo Córdova María José

Tutor:

Mgs. Espinoza Chávez Carlos Eduardo

Riobamba, Ecuador. 2023

DERECHOS DE AUTORÍA

Yo, María José Badillo Córdova, con cédula de ciudadanía 0606247658, autora del trabajo de investigación titulado: “Efecto antimicrobiano del aceite esencial de canela, hipoclorito de sodio y gluconato de clorhexidina sobre cepas de *Enterococcus faecalis*”, certifico que la producción, ideas, opiniones, criterios, contenidos y conclusiones expuestas son de mi exclusiva responsabilidad.

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

En Riobamba, 26 de julio de 2023.



María José Badillo Córdova

C.I: 0606247658

DICTAMEN FAVORABLE DEL TUTOR Y MIEMBROS DE TRIBUNAL

Quienes suscribimos, catedráticos designados Miembros del Tribunal de Grado del trabajo de investigación “**Efecto antimicrobiano del aceite esencial de canela, hipoclorito de sodio y gluconato de clorhexidina sobre cepas de Enterococcus faecalis**”, presentado por María José Badillo Córdova, con cédula de identidad número 0606247658, emitimos el DICTAMEN FAVORABLE, conducente a la APROBACIÓN de la titulación. Certificamos haber revisado y evaluado el trabajo de investigación y cumplida la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba 26 de julio de 2023.

Tania Jacqueline Murillo Pulgar, Dra.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO

Handwritten signature of Tania Jacqueline Murillo Pulgar in blue ink, positioned above a horizontal line.

Silvia Verónica Vallejo Lara, Dra.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO

Handwritten signature of Silvia Verónica Vallejo Lara in blue ink, positioned above a horizontal line.

Carlos Eduardo Espinoza Chávez, Dr.

TUTOR

Handwritten signature of Carlos Eduardo Espinoza Chávez in blue ink, positioned above a horizontal line.

CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Quienes suscribimos, catedráticos designados Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación “**Efecto antimicrobiano del aceite esencial de canela, hipoclorito de sodio y gluconato de clorhexidina sobre cepas de Enterococcus faecalis**”, por María José Badillo Córdova, con cédula de identidad número 0606247658 bajo la tutoría de Dr. Carlos Eduardo Espinoza Chávez certificamos que recomendamos la APROBACIÓN de este con fines de titulación. Previamente se ha evaluado el trabajo de investigación y escuchada la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba 26 de julio de 2023.

Presidente del Tribunal de Grado

Firma

Dr. Carlos Alberto Alban Hurtado

Miembro del Tribunal de Grado

Firma

Dra. Tania Jacqueline Murillo Pulgar

Miembro del Tribunal de Grado

Firma

Dra. Silvia Verónica Vallejo Lara



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

Riobamba 16 de octubre del 2023
Oficio N° 108-2023-2S-URKUND-CID-2023

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

Estimado Profesor:

Luego de expresarle un cordial saludo, en atención al pedido realizado por el **Dr. Carlos Eduardo Espinoza Chávez**, docente tutor de la carrera que dignamente usted dirige, para que en correspondencia con lo indicado por el señor Decano mediante Oficio N°0378-D-FCS-ACADÉMICO-UNACH-2023, realice validación del porcentaje de similitud de coincidencias presentes en el trabajo de investigación con fines de titulación que se detalla a continuación; tengo a bien remitir el resultado obtenido a través del empleo del programa URKUND, lo cual comunico para la continuidad al trámite correspondiente.

No	Documento número	Titulo del trabajo	Nombres y apellidos del estudiante	% URKUND verificado	Validación	
					Si	No
1	0378-D-FCS-04-05-2023	Efecto antimicrobiano del aceite esencial de canela, hipoclorito de sodio y gluconato de clorhexidina sobre cepas de <i>Enterococcus faecalis</i>	Badillo Córdova María José	4	x	

Atentamente,



FRANCISCO JAVIER
USTÁRIZ FAJARDO

PhD. Francisco Javier Ustáriz Fajardo
Responsable de investigación de la FCS / UNACH
C/c Dr. Vinicio Moreno – Decano FCS

DEDICATORIA

Dedico mi proyecto de investigación a Dios por siempre guiar mi camino, a mis padres Rodrigo Badillo y Gloria Córdova por todo su amor, quienes me han enseñado a ser la persona que soy, a mi hermano Marcelo Badillo por llenar mis días de alegría, a mi Tutor Dr. Carlos Espinoza quien me guío durante la realización de este proyecto, a mis profesores por todas sus enseñanzas y finalmente quiero dedicar mi trabajo a los futuros odontólogos, que nunca se rindan frente a las adversidades y que las limitaciones nos las ponemos nosotros.

Con todo mi amor y gratitud,

María José Badillo Córdova

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer a mis padres, quienes han sido el motor para cumplir mis sueños, estuvieron a mi lado en los días buenos y malos, por motivarme a ser mejor cada día, la culminación de mis estudios universitarios lo logre gracias a ustedes, a mi hermano por ser mi luz y mi compañía en todo momento, a mis amigos por todas las experiencias que compartimos, especialmente a Christopher Bastidas por su amistad incondicional, a mi Tutor Dr. Carlos Espinoza, por su paciencia y consejos, a mis docentes, por sus conocimientos, por tomar mi mano y enseñarme a ser mejor.

Finalmente quiero agradecer a quien lee este apartado y más aún mi tesis, por permitirme compartir mis experiencias, y conocimientos que adquirí durante el transcurso de mi vida universitaria.

María José Badillo Córdova

ÍNDICE GENERAL

DERECHO DE AUTORÍA

DICTAMEN FAVORABLE DEL TUTOR Y MIEMBROS DEL TRIBUNAL

CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

CERTIFICADO URKUND

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

CAPITULO I.....	16
1. INTRODUCCIÓN.....	16
1.1. PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA	18
1.2. JUSTIFICACION.....	20
1.3. OBJETIVOS.....	21
1.3.1. Objetivo General.....	21
1.3.2. Objetivos Específicos	21
CAPITULO II.....	22
2. MARCO TEORICO	22
2.1 Antisépticos	22
2.1.1 Clorhexidina (CHX)	23
2.1.1.1 Composición Química.....	23
2.1.1.2 Propiedades	23
2.1.1.3 Mecanismo de acción.....	23
2.1.1.4 Espectro.....	23
2.1.1.5 Presentaciones y concentraciones.	24
2.1.1.6 Usos a nivel clínico	24
2.1.1.7 Usos en odontología.....	24
2.1.2 Hipoclorito de sodio (NaOCl).....	25

2.1.2.1	Composición química.....	25
2.1.2.2	Mecanismo de acción.....	25
2.1.2.3	Espectro antimicrobiano.....	25
2.1.2.4	Propiedades	25
2.1.2.5	Presentaciones y concentraciones	26
2.1.2.7	Usos en odontología.....	26
2.1.3	Métodos de Activación de antisépticos	26
2.1.3.1	Activación Manual	27
2.1.3.4	Activación Sónica.....	27
2.1.3.3	Activación Ultrasónica	27
2.1.3.4	Presión Apical Negativa	27
2.1.3.5	Láser	28
2.1.3.6	XP Endo Finisher (XPF)	28
2.2	Fitoterapia.....	28
2.2.1	Fitofármacos	28
2.2.2	Aceites esenciales	29
2.2.3	Canela	29
2.2.3.1	Características y composición química	29
2.2.3.2	Metabolitos secundarios	30
2.2.3.3	Aplicación a nivel clínico	30
2.2.3.4	Efecto Antimicrobiano	30
2.3	Antibióticos de uso en odontología	31
2.3.1	Betalactámicos.....	31
2.3.1.1	Amoxicilina	31
2.4	Microbiota	31

2.4.1 Microbiota oral	32
2.4.1.1 Microorganismos patógenos de la cavidad oral	33
2.4.2 Enterococos	33
2.4.2.1 <i>Enterococcus faecalis</i>	34
2.4.2.3 <i>Enterococcus faecalis</i> y Endodoncia.....	36
2.4.2.4 Microbiota de las infecciones del conducto radicular	36
CAPITULO III	37
3 METODOLOGÍA.....	37
3.1. Criterios de Inclusión y Exclusión	37
3.1.1. Criterios de inclusión:.....	37
3.1.2. Criterios de exclusión:	37
3.2. Estrategia de Búsqueda.....	37
3.3. Tipo de estudio	38
3.3.1. Estudio bibliográfico	38
3.3.2. Estudio descriptivo	38
3.3.3. Estudio transversal.....	38
3.3.4. Estudio cualitativo	38
3.4. Métodos, procedimientos y población de estudio	38
3.4.1. Instrumentos y Técnicas	39
3.4.2. Selección de palabras clave o descriptores.....	39
3.5. Análisis PICOs	41
CAPITULO IV	46
4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	46
4.1 Resultados.....	46
4.2 DISCUSION.....	60
CAPITULO V	63

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	63
5.1. Conclusiones.....	63
5.2. Recomendaciones	64
BIBLIOGRAFÍA	65

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Número de artículos por base de datos.....	39
Tabla 2. Términos de búsqueda y extracción de utilización en las bases de datos.	40
Tabla 3. Análisis de fuentes mediante método PICO.	41
Tabla 4. Análisis PICO por selección de resultados de búsqueda.	43
Tabla 5. Comparación del efecto antimicrobiano de <i>C. zeylanicum</i> y Clorhexidina al 0,12% en <i>E. faecalis</i> de acuerdo con el halo de inhibición	46
Tabla 6. Efecto antimicrobiano de <i>C. zeylanicum</i> en <i>E. faecalis</i> de acuerdo con el halo de inhibición.....	46
Tabla 7. Comparación del efecto antimicrobiano de <i>C. zeylanicum</i> e Hipoclorito de sodio (NaOCl) en <i>E. faecalis</i> de acuerdo con el halo de inhibición.....	47
Tabla 8. Comparación del efecto antimicrobiano de <i>C. zeylanicum</i> e Hipoclorito de sodio (NaOCl) en <i>E. faecalis</i> de acuerdo con las unidades formadoras de colonias (UFC).....	48
Tabla 9. Comparación del efecto antimicrobiano de <i>C. zeylanicum</i> , Hipoclorito de sodio (NaOCl) y Clorhexidina en <i>E. faecalis</i> de acuerdo con el halo de inhibición.....	48
Tabla 10. Efecto antimicrobiano de <i>C. Zeylanicum</i> en <i>E. faecalis</i> de acuerdo con las unidades formadoras de colonias (UFC) considerando el tiempo.	49
Tabla 11. Efecto antimicrobiano del Hipoclorito de sodio (NaOCl) en <i>E. faecalis</i>	50
Tabla 12. Efecto antimicrobiano del Hipoclorito de sodio (NaOCl) en <i>E. faecalis</i> de acuerdo con las unidades formadoras de colonias (UFC).....	50
Tabla 13. Efecto antimicrobiano del Hipoclorito de sodio (NaOCl) sobre <i>E. faecalis</i> de acuerdo con el tiempo	52
Tabla 14. Efecto antimicrobiano de la Clorhexidina frente a <i>E. faecalis</i> considerando el tiempo.....	53
Tabla 15. Efecto antimicrobiano de la Clorhexidina al 2% frente a <i>E. faecalis</i> de acuerdo con las unidades formadoras de colonias (UFC).....	54
Tabla 16. Efecto antimicrobiano de la Clorhexidina de acuerdo con las unidades formadoras de colonias (UFC).....	55
Tabla 17. Tabla Comparación del efecto antimicrobiano de la Clorhexidina e Hipoclorito de sodio (NaOCl) frente a cepas de <i>E. faecalis</i> de acuerdo con el halo de inhibición.....	55

Tabla 18. Efecto antimicrobiano de la Clorhexidina y Biodentine en <i>E. faecalis</i> de acuerdo con el halo de inhibición.	57
Tabla 19. Comparación del efecto antimicrobiano de la Clorhexidina e Hipoclorito de sodio (NaOCl) frente a <i>E. faecalis</i> de acuerdo con las unidades formadoras de colonias (UFC).....	58
Tabla 20. Comparación del efecto antimicrobiano de la Clorhexidina y del Hipoclorito de sodio (NaOCl) en <i>E. faecalis</i> de acuerdo con las unidades formadoras de colonias (UFC).	59

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo evaluar el efecto antimicrobiano del aceite esencial de canela, hipoclorito de sodio y clorhexidina sobre cepas de *Enterococcus faecalis* (*E. faecalis*), bacteria que por sus características y factores de virulencia presenta una gran resistencia a antibióticos, antisépticos y desinfectantes; los antimicrobianos son sustancias que se emplean ampliamente en el área de salud, la clorhexidina es el antiséptico de elección en odontología, y el hipoclorito de sodio es el irrigante de oro en endodoncia su principal desventaja es su toxicidad, el proyecto tiene la finalidad de recopilar información acerca de la eficiencia de dichas sustancias y que mecanismos se pueden emplear para mejorar su efectividad. Se realizó una revisión bibliográfica en distintas bases de datos como Pubmed, Redalyl, Elsevier, Wiley, LILACS, Dialnet, recolectando 50 artículos, se aplicó la metodología PRISMA 2000. De los datos obtenidos se determinó que el aceite esencial de *C. Zeylanicum* al 10% presenta efectividad antimicrobiana a partir de 6 horas y entre 12 y 24 horas se observa ausencia total de las colonias, en una concentración mínima inhibitoria de 1,12 y 1,51 constituyo un halo de inhibición de 26 a 30 mm siendo más efectiva que la clorhexidina al 0,12%, pero no supero la efectividad del hipoclorito de sodio al 3%. Las concentraciones de clorhexidina al 0,2- 2% y el hipoclorito de sodio al 2,5-5,25% resultaron ser las más efectivas, los sistemas de activación que mejor desempeño presento fue EndoVAC, láser e irrigación ultrasónica pasiva.

Palabras clave: Hipoclorito de sodio, Clorhexidina, *C. Zeylanicum*, *Enterococcus faecalis*, efecto antimicrobiano, halos de inhibición, UFC.

Abstract

The present research aims to evaluate the antimicrobial effect of cinnamon essential oil, sodium hypochlorite, and chlorhexidine on *Enterococcus faecalis* (*E. faecalis*) strains. Due to its characteristics and virulence factors, this bacterium exhibits high resistance to antibiotics, antiseptics, and disinfectants. Antimicrobials are substances widely used in healthcare, where chlorhexidine is the preferred antiseptic in dentistry, and sodium hypochlorite is the gold standard irrigant in endodontics, despite its main disadvantage being its toxicity. The project aims to compile information about the efficiency of these substances and the mechanisms that can be employed to enhance their effectiveness. A literature review was conducted using databases such as Pubmed, Redaly, Elsevier, Wiley, LILACS, and Dialnet, collecting 50 articles. The PRISMA 2000 methodology was applied. The data obtained determined that 10% *Cinnamomum zeylanicum* essential oil presents antimicrobial effectiveness after 6 hours, and between 12 and 24 hours, there is a total absence of bacterial colonies. At a minimum inhibitory concentration of 1.12 and 1.51, it produced an inhibition halo of 26 to 30 mm, which is more effective than 0.12% chlorhexidine but not surpassing the effectiveness of 3% sodium hypochlorite. Concentrations of 0.2-2% chlorhexidine and 2.5-5.25% sodium hypochlorite were the most effective. EndoVAC, laser, and passive ultrasonic irrigation showed the best performance among the tested activation systems.

Keywords: Sodium hypochlorite, chlorhexidine, *C. zeylanicum*, *Enterococcus*

faecalis, antimicrobial effect, inhibition zones, CFU (Colony-Forming Units)



JENNY ALEXANDRA
FREIRE RIVERA

Reviewed by:

Lic. Jenny Freire Rivera

ENGLISH PROFESSOR

C.C. 0604235036

CAPITULO I

1. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación busco analizar y recopilar información mediante una revisión bibliográfica acerca del efecto antimicrobiano del aceite esencial de canela, hipoclorito de sodio y clorhexidina sobre cepas de *Enterococcus faecalis* (*E. faecalis*), el proyecto tiene la finalidad de compilar artículos científicos para determinar e identificar el potencial efecto antimicrobiano de dichas sustancias sobre *E. faecalis*, bacteria que es resistente a varios antimicrobianos y agente causal de varias patologías.

Los antimicrobianos son agentes utilizados para prevenir en algunos casos, tratar las infecciones bacterianas y otros agentes biológicos, como el hipoclorito de sodio que es un bactericida de elevado potencial y amplio espectro antimicrobiano. Los antisépticos son sustancias químicas que se aplican de forma tópica en los tejidos con la intención de eliminar o reducir los microorganismos, en odontología la clorhexidina es el antiséptico más utilizado y de mayor sustentividad. Actualmente existe investigaciones acerca de las propiedades antimicrobianas de las sustancias médicas tradicionales, como los aceites esenciales y extractos que han demostrado propiedades antibacterianas y antifúngicas efectivas como es del aceite esencial de canela. ⁽¹⁻⁴⁾

La microbiota intestinal se considera la más importante para mantener nuestra salud. Las bacterias que se encuentran en el intestino cumplen varias funciones, como la fermentación de los alimentos, la protección contra patógenos, la estimulación de la respuesta inmune y la producción de vitaminas. La microbiota intestinal se compone de 6 especies bacterianas que incluyen *Firmicutes*, *Bacteroidetes*, *Actinobacteria*, *Proteobacteria*, *Fusobacteria* y *Verrucomicrobia*, entre los cuales *Firmicutes* y *Bacteroidetes* son los tipos principales. Los hongos que generalmente se encuentran son *Candida*, *Saccharomyces*, *Malassezia* y *Cladosporium*, también contiene virus, fagos y arqueas, principalmente *M. smithii*. ⁽⁵⁾

La cavidad oral es un hábitat ideal para el crecimiento y proliferación de los microorganismos. La resistencia antimicrobiana es un problema a nivel mundial, considerando a los enterococos

como agentes causales de infecciones nosocomiales, bacteremias; el *E. faecalis* bacteria importante de este género, forma parte de la microbiota intestinal, pero tiene el potencial de ser un microorganismo patógeno ya que tiene una gran capacidad para sobrevivir en distintos entornos del huésped, puede resistir a regímenes rigurosos de desinfectantes, antisépticos y antibióticos. Está ligado a casos de endocarditis, infecciones de piel y de tejidos, bacteriemias, en el área de odontología pese a que no es un microorganismo que se encuentre en gran porcentaje en la cavidad oral, está relacionado con infecciones periapicales y fracasos endodónticos. ^(4,6-9)

El proyecto de investigación se realizó mediante una revisión bibliográfica de artículos publicados en distintas bases científicas, utilizando el método PRISMA 2000 (Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses), se recopiló una muestra de 50 artículos en inglés y español.

La realización de la investigación tiene la finalidad de proponer una alternativa de origen natural, como es el aceite esencial de canela, el cual tiene la capacidad de actuar como un antimicrobiano frente a ciertos microorganismos como es *E. faecalis*, bacteria que es capaz de sobrevivir a un entorno alcalino y con pocos nutrientes, por lo que resiste a regímenes rigurosos de desinfección, provocando así el fracaso de tratamientos endodónticos

1.1. PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA

La cavidad oral al ser un ambiente cálido, húmedo y nutritivo proporciona un hábitat ideal para el crecimiento y la proliferación microbiana. Las complejas interacciones dinámicas entre microorganismos, huésped y dieta dan lugar a la colonización microbiana y la posterior formación de biopelículas patógenas. Las enfermedades ampliamente extendidas como la caries dental, la enfermedad periodontal y las lesiones endodónticas son causadas por patógenos bacterianos y fúngicos bien conocidos: *Streptococcus mutans*, *Streptococcus salivarius*, *Streptococcus sanguinis*, *Porfiromonas gingivalis*, *Prevotella intermedia*, *Actinobacillus actinomycetemcomitans*, *Enterococcus faecalis*, *Candida albicans*, etc. ^(4,10)

La resistencia antimicrobiana es un problema de salud pública a nivel mundial. Según la Organización de las Naciones Unidas (ONU), la resistencia bacteriana es una de las principales amenazas de salud, ya que pone en peligro el desarrollo del ser humano. En la última década la aparición de bacterias multirresistentes (MDR) ha aumentado drásticamente. Es alarmante el ritmo acelerado en el que crece la resistencia a los antibióticos y a los desinfectantes. La Organización Mundial de la Salud (OMS) estima que la resistencia bacteriana ocasionará 10 millones de muertes por año para el 2050. ^(6,11)

Los enterococos son la tercera causa común de infecciones nosocomiales y de infecciones primarias del torrente sanguíneo asociadas con la atención de la salud, se estima que son responsables del 25 al 50 % de la tasa de mortalidad entre los pacientes hospitalizados. ⁽¹²⁾. Las infecciones enterocócicas graves, incluida la endocarditis infecciosa (EI), se asocian con tasas de mortalidad de hasta el 20%-40%. *E. faecalis* representa aproximadamente el 97% de todos los casos de EI, afectando predominantemente a los ancianos y pacientes con comorbilidades. ⁽⁷⁾.

En infecciones endodónticas y periodontales crónicas, el *E. faecalis* es una de las especies más predominantes. ⁽¹³⁾ En una investigación realizada por Gomes et al. ⁽¹⁴⁾ se encontró que *E. faecalis* fue detectado en 32 (64%) de 50 endodoncias por PCR anidada. De acuerdo con

Mukorera et al. ⁽¹⁵⁾ *E. faecalis* se aísla en 90 % de tratamientos endodónticos fallidos, siendo la bacteria estándar de oro en los estudios de microbiología endodóntica.

El hipoclorito de sodio a pesar de ser considerado como el estándar de oro en endodoncia, tiene ciertos inconvenientes como su citotoxicidad, capacidad para irritar tejidos periapicales y circundantes, olor desagradable, y afecta las propiedades elásticas y de resistencia a la flexión de la dentina. ⁽¹⁶⁾ La clorhexidina, puede ser utilizada como enjuague bucal incluso como irrigante de conducto, aparte de producir reacciones adversas como xerostomía, hipogeusia, glosodinia, tinción dental, es alarmante la resistencia de los microorganismos frente a este antiséptico ya que incluso puede promover la resistencia cruzada de otras bacterias a los antibióticos. ⁽¹⁷⁾

1.2. JUSTIFICACION

La importancia del presente proyecto de investigación radica en que actualmente existe un aumento drástico de bacterias multirresistentes (MDR) como lo es *E. faecalis*, por lo que existe la posibilidad de que los agentes antimicrobianos y antisépticos que generalmente se usan ya no cumplan con su objetivo, por tal razón mediante una revisión de artículos científicos se busca proponer una alternativa de origen natural como es el aceite esencial de canela frente a los dos antisépticos más utilizados en odontología como es la clorhexidina y el hipoclorito de sodio.

En la actualidad el uso de medicina natural es una alternativa, para el tratamiento de diferentes enfermedades en la cavidad oral. El aceite esencial de canela tiene un efecto antimicrobiano frente a ciertos microorganismos, como es *E. faecalis*, bacteria que no es propia de la cavidad oral, pero está íntimamente relacionado con fracasos en tratamientos endodónticos, por lo que es necesario buscar las características y propiedades que le otorgan al aceite esencial de canela su capacidad antimicrobiana, para así poder compararlo con el hipoclorito de sodio y el gluconato de clorhexidina.

Los beneficiarios directos del proyecto de investigación serán los pacientes que sean portadoras del microorganismo, ya que la finalidad es buscar alternativas para reducir el riesgo de fracasos endodónticos relacionados con *E. faecalis* y a la vez evitar la pérdida de piezas dentales o la realización de tratamientos más invasivos y más costosos, los beneficiarios indirectos serán los profesionales del área de odontología y los estudiantes, ya que mediante la realización de esta investigación se busca aportar con nueva información acerca de las propiedades que tiene el aceite esencial de canela en la cavidad oral verificando si cumple con el mismo o similar efecto antimicrobiano que el hipoclorito de sodio y el gluconato de clorhexidina.

Se verifico la viabilidad y factibilidad de la ejecución del estudio, el cual se llevará a cabo en un periodo aproximado de seis meses, es factible económicamente ya que todos los recursos que se necesiten para la realización de este pueden ser solventados, desde el punto de vista académico el investigador cuenta con el conocimiento impartido por la carrera de

Odontología, y cuenta con el asesoramiento de su Tutor quien guiara el desarrollo del proyecto de investigación.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo General

- Compilar información acerca del efecto antimicrobiano del aceite esencial de canela, hipoclorito de sodio y gluconato de clorhexidina sobre cepas de *Enterococcus faecalis*.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Delimitar evidencia científica sobre el efecto antimicrobiano producido por el aceite esencial de canela sobre *Enterococcus faecalis*.
- Indagar científicamente acerca del efecto antimicrobiano producido por el hipoclorito de sodio en distintas concentraciones sobre *Enterococcus faecalis*.
- Buscar información científica acerca del efecto antimicrobiano producido por el gluconato de clorhexidina en distintas concentraciones sobre *Enterococcus faecalis*.
- Correlacionar el efecto antimicrobiano del aceite esencial de canela, hipoclorito de sodio y gluconato de clorhexidina sobre *Enterococcus faecalis*.

CAPITULO II

2. MARCO TEORICO

2.1 Antisépticos

Los antisépticos son sustancias químicas que se aplican de forma tópica sobre los tejidos vivos (piel, mucosas), con la finalidad de eliminar o reducir la reproducción de los microorganismos, esta acción no implica la destrucción de esporas, mientras que los desinfectantes se aplican sobre superficies inertes, al ser aplicados sobre los tejidos pueden generar irritación o citotoxicidad. ^(2,18,19)

Los antisépticos tienen que cumplir con las siguientes características: no deben ser absorbidos por los tejidos, de acción rápida y permanente, propiedades físicas y químicas agradables (organolépticas), baja citotoxicidad, amplia actividad antimicrobiana (bacterias, virus, hongos), deben alcanzar concentraciones antimicrobianas efectivas en el sitio de acción sin conducir al desarrollo de resistencia, no deben inhibir la cicatrización de una herida, biocompatible, y no deben inactivarse al ponerse en contacto con materia orgánica. ^(2,19)

De acuerdo con su composición bioquímica se clasifican en:

- Compuestos alcohólicos (alcohol). ⁽¹⁸⁾
- Biguanidas (clorhexidina). ⁽¹⁸⁾
- Compuestos halogenados (yodo). ⁽¹⁸⁾
- Oxidantes (peróxido de hidrógeno). ⁽¹⁸⁾
- Derivados de metales pesados (plata, cobre). ⁽²⁾
- Catiónicos o derivados de amonio cuaternario. ⁽²⁾
- Aniónicos o jabones. ⁽²⁾

2.1.1 Clorhexidina (CHX)

2.1.1.1 Composición Química

Es un compuesto dicatiónico clorofenil biguanida (1,1'-hexametileno bi [5-(p-clorofenil) biguanida] di-D-gluconato) (CHX), perteneciente al grupo biguanidas. Es una base fuerte, se utiliza como sal (diacetato, diclorhidrato y digluconato), debido a su mayor estabilidad y por su poca solubilidad en agua. ^(2,17)

2.1.1.2 Propiedades

Propiedad antibacteriana debido a que se une a bacterias con pared cargada negativamente, bacteriostático en bajas concentraciones y bactericida en altas concentraciones, causa la muerte de las bacterias por medio de citólisis, tiene un efecto rápido de 15 a 30 segundos, su eficiencia está relacionado con la sustantividad permitiendo una acción bacteriana de 8 a 12 horas. ^(20,21)

2.1.1.3 Mecanismo de acción

La clorhexidina difunde pasivamente a través de la membrana celular de las bacterias, alterando así su permeabilidad, lo que resulta en una salida de componentes citoplasmáticos como el potasio e inhibe las enzimas del espacio periplásmico. En este punto, la acción antimicrobiana de CHX permanece en etapa bacteriostática, sin embargo, si la concentración de CHX permanece estable en el tiempo, o aumenta, puede conducir a un daño celular irreversible y a una etapa bactericida provocando la precipitación de proteínas y ácidos nucleicos. Debido a la carga negativa de la mayoría de las superficies orales, la naturaleza catiónica de CHX evidencia una buena adherencia a estas superficies, por lo que interfiere con la adhesión bacteriana. ^(2,22)

2.1.1.4 Espectro

Bacterias gramnegativas y grampositivas, bacterias aeróbicas y anaeróbicas. Incluso puede destruir virus de ADN y ARN e inactivar virus con envoltura lipofílica, como los virus de

VIH, influenza A, parainfluenza, hepatitis B, virus del herpes simple y citomegalovirus. La clorhexidina al 2% tiene actividad frente a ciertos órganos. ^(2,22)

2.1.1.5 Presentaciones y concentraciones.

La clorhexidina se usa en concentraciones de 0,03 %–0,06% como bacteriostático y de 0,12% a 2% como bactericida. Se puede utilizar de distintas formas en la práctica clínica, siendo la más utilizada la clorhexidina soluble en agua (gluconato de clorhexidina). Se puede presentar de forma alcohólica, jabonosa y acuosa. ^(2,23,24)

La clorhexidina se puede encontrar en diferentes formas, como enjuagues bucales, geles y soluciones irrigadoras para su uso en tratamientos de conducto radicular. La nano-clorhexidina es una forma de clorhexidina que se ha modificado a nivel nanométrico para mejorar sus propiedades antimicrobianas y su capacidad para penetrar en áreas difíciles de alcanzar, como los túbulos dentinarios. ⁽²⁵⁾

2.1.1.6 Usos a nivel clínico

- Se utiliza como antiséptico para la piel, erosiones, heridas que sean superficiales y quemaduras leves. Se recomienda usar la forma acuosa al 0,5-1% o la forma alcohólica al 1%. ⁽²⁾
- Higiene de pacientes prequirúrgicos o críticos y lavado de manos antes del procedimiento quirúrgico. Se utiliza clorhexidina jabonosa al 4%. ⁽²⁾
- Preparación del campo quirúrgico, inserción de catéteres de línea central. ^(2,24)

2.1.1.7 Usos en odontología

- Manejo de la higiene oral como enjuague bucal, placa dental, caries. ⁽¹⁷⁾
- Coadyuvante en el tratamiento de la gingivitis, enfermedad periodontal, periimplantitis. ⁽¹⁷⁾

- Es un irrigante alternativo al hipoclorito de sodio, debido a su amplio espectro antibacteriano y toxicidad menor, la concentración más utilizada es del 2%, su principal desventaja es su falta de capacidad de disolución de tejidos.⁽²⁶⁾
- Manejo de cirugía oral y complicaciones.⁽¹⁷⁾

2.1.2 Hipoclorito de sodio (NaOCl)

2.1.2.1 Composición química

Es un compuesto químico que resulta de la mezcla de hidróxido de sodio, agua y cloro, es una sustancia inestable como sal pura. Su estabilidad depende de la concentración, la temperatura de almacenamiento, pH y la disponibilidad de luz y aire.^(19,27)

2.1.2.2 Mecanismo de acción

Tiene la capacidad de neutralizar aminoácidos formando sal y agua, degrada los ácidos grasos, actuando como un solvente de tejido orgánico, reduce la tensión superficial por su característica de saponificación, forma cloraminas (reacción entre el grupo amino y cloro) interfieren en el metabolismo de la célula. Inhibe enzimas de las bacterias mediante el proceso de oxidación.⁽²⁷⁾

2.1.2.3 Espectro antimicrobiano

Bacterias grampositivas y gramnegativas, hongos y virus.⁽²⁸⁾

2.1.2.4 Propiedades

Tiene un pH aproximadamente de 11.6, por lo que es categorizada como una solución alcalina, si el pH disminuye a 9 la velocidad de disolución de tejidos disminuye, gran potencial bactericida, el aumento de temperatura incrementa su efectividad, se debe considerar que la concentración de cloro disminuye a medida que el tiempo de almacenamiento aumenta, su principal desventaja es su citotoxicidad.⁽²⁷⁾

2.1.2.5 Presentaciones y concentraciones

El hipoclorito de sodio se usa en concentraciones de 0,5% a 5,25%. Solución de Dakin (NaOCl 0,5%), Solución de Milton (NaOCl 1%), Solución de Labarraque (NaOCl 2%), Soda clorada (5%), Comercial (NaOCl \geq 5,25). ⁽²⁹⁾

2.1.2.6 Aplicaciones

Por sus características se utiliza como desinfectante (superficies, equipos, áreas públicas), tratamiento de aguas residuales, agente blanqueador. ⁽³⁰⁾

2.1.2.7 Usos en odontología

Es el irrigante más utilizado en endodoncia debido a su efectividad antimicrobiana y propiedades de disolución de tejidos, la concentración más utilizada es 2,5% ⁽²⁶⁾. Es un excelente agente lubricante y blanqueador, favoreciendo la instrumentación con las limas. Su principal desventaja es su citotoxicidad, si entra en contacto con los tejidos blandos produce una inflamación aguda hasta llegar a necrosar los tejidos. ^(29,31)

El hipoclorito de sodio ejerce una acción importante a nivel de la dentina desmineralizada, los cristales de hidroxiapatita (materia inorgánica) protegen las fibras colágenas, por lo que el hipoclorito de sodio no va a incidir en el tejido mineral de la dentina, pero si puede degradar sus componentes orgánicos afectando sus propiedades mecánicas, esta condición aumenta proporcionalmente al aumento de concentración y tiempo de utilización del hipoclorito de sodio. ⁽³²⁾

2.1.3 Métodos de Activación de antisépticos

La activación del hipoclorito de sodio y de la clorhexidina (irrigantes en endodoncia), se refiere a la utilización de diferentes sistemas que tienen la finalidad de mejorar la efectividad del irrigante. ⁽³³⁾

2.1.3.1 Activación Manual

Se realiza mediante la introducción de un cono de gutapercha (maestro) en el conducto radicular y su posterior movimiento de entrada y salida para distribuir el irrigante en el conducto radicular.⁽³³⁾

2.1.3.4 Activación Sónica

Esta técnica utiliza ondas sonoras de baja frecuencia (1 a 6 kHz) para crear corrientes acústicas y turbulencias en la solución de irrigación, lo que ayuda a mejorar la penetración en áreas difíciles de alcanzar.⁽³⁴⁾ Endoactivator es un dispositivo de irrigación sónica, consiste en una pieza de mano portátil y tres tipos de puntas de polímero flexible que no cortan la dentina⁽³⁵⁾.

2.1.3.3 Activación Ultrasónica

Esta técnica utiliza ondas ultrasónicas de alta frecuencia (25 a 30 kHz) para crear vibraciones en la solución de irrigación, lo que ayuda a eliminar los residuos y las bacterias de los conductos radiculares.⁽³⁴⁾

- Irrigación ultrasónica pasiva (PUI), su mecanismo se basa en dispensar la solución de irrigación en el conducto radicular y posterior a ello agitarlo, para después activarlo con puntas acopladas al ultrasonido.⁽³⁶⁾
- Irrigación ultrasónica continua (CUI), su mecanismo se basa en dispensar la solución de irrigación en el conducto radicular de forma continua mientras se lo agita.⁽³⁶⁾

2.1.3.4 Presión Apical Negativa

Se basa en la creación de una presión negativa en el ápice del diente mediante un sistema de succión automatizado, permitiendo que la solución se dirija por todo el conducto radicular, puede ayudar a reducir la formación de biofilms en el conducto radicular y tiene menor riesgo de extrusión apical. EndoVAC es el principal representante.^(37,38)

2.1.3.5 Láser

El láser es un dispositivo de amplificación de la luz por la emisión de radiación, todas las ondas de luz tienen la misma frecuencia. LAI (Irrigación activada por láser) se basa en la expansión, formación y colapso de las burbujas de vapor causadas por la acción del láser como producto de la inducción de cavitación específica, generando ondas de presión y choque que actúan como fuerzas de corte. Es un método alternativo para limpiar y desinfectar el conducto radicular, como coadyuvante a la preparación químico-mecánica convencional, tiene la finalidad de mejorar la eliminación de residuos y la desinfección. Los tipos de láser que se pueden utilizar en endodoncia son: Nd:YAG, diodo, Er:YAG y el láser de baja potencia. ⁽³⁹⁻⁴¹⁾

2.1.3.6 XP Endo Finisher (XPF)

Es un tipo de lima rotatoria utilizada en endodoncia, compuesto por una aleación de Níquel-Titanio, produce una actividad expansiva a una temperatura corporal, se inserta en el conducto radicular y se utiliza en secuencias de treinta segundos para equilibrar la eficiencia del hipoclorito de sodio y la maleabilidad de la lima a una frecuencia de 800 revoluciones por minuto. ^(33,42)

2.2 Fitoterapia

La fitoterapia es una práctica tradicional medicinal basada en el uso de hierbas medicinales para prevenir o tratar una enfermedad, considerada como una rama complementaria de la medicina alternativa. Es la base de la ciencia farmacéutica moderna, con aproximadamente el 25% de los medicamentos recetados hoy en día, como la digoxina, aspirina y paclitaxel derivados de plantas. ⁽⁴³⁾

2.2.1 Fitofármacos

Las plantas o extractos de plantas utilizados con fines medicinales, como en la fitoterapia, se llaman fitofármacos. Se consideran mezclas muy complejas de entidades químicas denominadas constituyentes, son sustancias químicas individuales constituidas por moléculas de una estructura simple. Los fitofármacos funcionan en gran medida dirigiéndose a receptores

específicos, interrumpiendo las vías de la enfermedad e interrumpiendo los ciclos de vida patógenos. ⁽⁴³⁾

2.2.2 Aceites esenciales

Los aceites esenciales o volátiles son aceites con olor, obtenidos por destilación al vapor de materiales vegetales. Por su naturaleza hidrófoba, son insolubles en agua y solubles en disolventes orgánicos, son de acción rápida pero poco persistente debido a que son volátiles, su efecto antimicrobiano depende de todos los componentes presentes. Pueden sufrir adición, oxidación, reacciones de deshidrogenación y esterificación. ^(43,44)

Los componentes de los aceites esenciales de canela tienen efecto bactericida, antiséptico y antiinflamatorio, son ampliamente utilizados en medicina y particularmente en aromaterapia. Estimulan la regeneración de tejidos, fortalecen el sistema inmunológico. El efecto terapéutico de los aceites esenciales está determinado por las propiedades farmacológicas de sus principales constituyentes, que son diferentes para cada especie de planta. ⁽⁴⁵⁾

2.2.3 Canela

2.2.3.1 Características y composición química

La canela proviene de una palabra griega que significa madera dulce, proviene de la corteza interna de los árboles tropicales de la hoja perenne. *Cinnamomum spp.*, es un género de plantas con flores pertenecientes a la familia *Lauraceae*. Existen dos variedades principales la canela de Ceilán o verdadera (*Cinnamomum zeylanicum*) y *Cinnamomum cassia* (*Cinnamomum aromaticum*), una de las principales diferencias entre *C. zeylanicum* y *C. cassia* es el contenido de cumarin, *C. cassia* tiene un mayor porcentaje de cumarina, lo que presenta más riesgos para la salud debido a las propiedades anticoagulantes, cancerígenas y hepatotóxicas ^(4,46,47).

2.2.3.2 Metabolitos secundarios

La canela, al igual que otras plantas, tiene una amplia variedad de metabolitos secundarios que exhiben propiedades antibacterianas. Los metabolitos secundarios, a diferencia de los metabolitos primarios, no son esenciales para la supervivencia de la planta; en cambio, son compuestos defensivos contra competidores y patógenos. ^(4,47)

Estos compuestos incluyen cinamaldehído, cinamato, ácido cinámico y una amplia gama de aceites esenciales, como trans-cinamaldehído, acetato de cinamil, eugenol, L-borneol, alcanfor, óxido de cariofileno, b-cariofileno, acetato de L-bornilo, E-nerolidol, α -cubebeno, α -terpineol, terpinoleno, linalol y α -tujeno. La cantidad y presencia de cada compuesto varían dependiendo de la parte de la planta. La corteza de canela tiene un mayor contenido de cinamaldehído (65-80%) y un bajo contenido de eugenol (5-10%), el extracto de hojas tiene eugenol (10-95%), las raíces poseen alcanfor. ^(4,47)

2.2.3.3 Aplicación a nivel clínico

La canela es una hierba culinaria ampliamente conocida y utilizada tradicionalmente en aplicaciones médicas. El efecto de la canela se ha estudiado durante el embarazo, para el control de la diabetes y los problemas ginecológicos. También se han investigado sus propiedades antiinflamatorias, cardioprotectoras, antioxidantes y antimicrobianas. ⁽⁴⁸⁾

2.2.3.4 Efecto Antimicrobiano

El efecto antimicrobiano de la canela contra *Streptococcus mutans* y *Lactobacillus plantarum* demostraron ser más fuertes en comparación con el árbol del té, manuka, árnica, eucalipto y pomel. Se ha investigado el efecto antimicrobiano de extractos etanólicos de *C. zeylanicum* y *Salvadora persica* contra patógenos periodontales como *P. gingivalis*, *Tannerella forsythia*, *Treponema denticola* y *A. actinomycetemcomitans*, los resultados indicaron la mayor eficacia de la canela contra todos los patógenos probados y el efecto sinérgico con los antibióticos. La actividad antifúngica de la canela es más pronunciada en comparación con sus propiedades antibacterianas. ⁽⁴⁸⁾ Según Días et al. ⁽⁴⁹⁾ en su estudio identificó que el aceite esencial de *C. Zeylanicum* solo o acompañado de nistatina tiene actividad antimicrobiana en *Candida albicans*.

2.3 Antibióticos de uso en odontología

2.3.1 Betalactámicos

Los antibióticos penicilina, cefalosporina y carbapenémicos contienen un anillo β -lactámico y actúan inhibiendo el último paso en la síntesis de peptidoglicanos de la pared celular bacteriana. Se usa principalmente para el manejo de infecciones y en caso de profilaxis antibiótica. ⁽⁵⁰⁾

2.3.1.1 Amoxicilina

Es uno de los antibióticos más empleados a nivel de la cavidad oral debido a su efectividad contra bacterias, aerobias y anaerobias. Se puede determinar que la Amoxicilina y la Cefalexina resultaron ser los más efectivos para el tratamiento de infecciones estomatológicas. ⁽⁵⁰⁾

2.4 Microbiota

La microbiota describe los microorganismos que se encuentran en un entorno definido, existe una gran cantidad de microorganismos, como son bacterias, hongos y virus, los cuales coexisten en varios sitios del organismo (intestino, piel, pulmón, cavidad oral). Mientras que el microbioma se refiere a la colección de genomas de todos los microorganismos que se encuentren presentes en el entorno, incluyendo también los elementos estructurales microbianos, metabolitos y las condiciones ambientales. ⁽⁵⁾

La composición de la microbiota varía de un sitio a otra. La microbiota intestinal es la más importante para mantener la salud, ya que las bacterias intestinales cumplen con varias funciones importantes para el desarrollo correcto del organismo, como la fermentación de los alimentos, la protección contra patógenos, la estimulación de la respuesta inmunológica y la producción de vitaminas. ⁽⁵⁾

2.4.1 Microbiota oral

La microbiota oral es considerada como la segunda comunidad microbiana más grande en los seres humanos, existen alrededor de 700 tipos de microorganismos en la cavidad oral, entre los que se encuentran bacterias, hongos y virus, siendo las bacterias los principales microorganismos presentes en la cavidad oral. Las bacterias que generalmente se encuentran presentes en la microbiota oral son *Firmicutes*, *Proteobacteria*, *Bacteroides*, *Actinobacteria* y *Fusobacteria*. (5,51)

La cavidad oral es un entorno importante donde la microbiota tiene la posibilidad de colonizar, abarca hábitats microbianos pequeños y distintos, como los dientes, la superficie epitelial de la membrana mucosa, el paladar blando y duro y la lengua, que forman un sistema ecológico heterogéneo rico en especies, considerando que existe alrededor de 50–100 especies en un individuo sano. Las superficies de la cavidad oral están lubricadas por la saliva y el surco gingival por el líquido crevicular, ambos líquidos tienen la capacidad de eliminar los microorganismos que estén débilmente adheridos, liberando elementos de la inmunidad innata y adaptativa con la finalidad de regular la actividad bacteriana y fúngica. (5,51,52)

La microflora oral residente es diversa y consiste en una amplia gama de bacterias, virus, micoplasmas, levaduras e incluso en ciertas ocasiones se pueden encontrar protozoos, se debe a los distintos hábitats que presenta la cavidad oral, adicionalmente el biofilm como la placa dental funciona como una verdadera comunidad microbiana describiéndose numerosas interacciones metabólicas. La cavidad oral es estéril al nacer, la adquisición de la microflora oral sigue un proceso ecológico específico, los colonizadores primarios de las superficies orales son predominantemente bacterias anaerobias facultativas como *Streptococcus* (especialmente *S. salivarius*, *S. mitis* and *S. oralis*) y *Actinomyces*. A nivel del área subgingival, la disponibilidad de oxígeno es menor por lo que favorecen los cambios de población con una mayor abundancia de anaerobios estrictos como *Bacteroidaceae spp.* y espiroquetas. (53)

La mayor parte del tiempo existe un equilibrio homeostático entre el huésped y las comunidades microbianas, y se cree que la microbiota residente compete con los patógenos

exógenos y los excluye como un componente de la estabilidad del ecosistema, además de contribuir al desarrollo normal de los tejidos y del sistema inmunitario. Sin embargo, bajo condiciones particulares, la interacción huésped-comunidad se vuelve disbiótica y pueden seguir enfermedades específicas del sitio que involucran los dientes o las encías. ⁽⁵³⁾

2.4.1.1 Microorganismos patógenos de la cavidad oral

Un microorganismo patógeno es aquel que tiene la capacidad de causar enfermedades, varios microorganismos de la cavidad oral tienen el potencial para comportarse de esta forma. Las bacterias Gram positivas se distribuyen comúnmente en la mayoría de las superficies de la boca, predominando los géneros *Streptococcus* y *Actinomyces*, los cuales pueden comportarse como patógenos oportunistas como *Streptococcus mutans*, bacterias gramnegativas como *Porphyromonas gingivalis*, *Tannerella forsythia* and *Aggregatibacter actinomycetemcomitans* están presentes en enfermedades periodontales. ⁽⁵²⁾

S. mutans es el componente principal de la microbiota oral, y es uno de los principales componentes de la placa dental, también es el principal patógeno de la caries. *P. gingivalis* es una bacteria anaeróbica gramnegativa, es un patógeno periodontal. *Lactobacillus* es una bacteria que tiene la capacidad de fermentar azúcar para producir ácido láctico. El hongo, más importante es *Candida*, cuando se rompe el equilibrio de la microbiota oral, *Candida* buscará la oportunidad de atacar el tejido oral formará una biopelícula con *Streptococcus* para desempeñar un papel patógeno. Los virus que principalmente se encuentran son los fagos, otros virus no originales también pueden aparecer en la boca cuando existen ciertas enfermedades en el cuerpo humano. El más común es el virus de las paperas y el VIH. ⁽⁵¹⁾

2.4.2 Enterococos

Los enterococos son bacterias grampositivas ubicuas que han sido aisladas del suelo, aguas superficiales y agua de mar, en productos alimenticios fermentados, forman parte de la microbiota intestinal saludable y como agentes causales de enfermedades. Se han identificado alrededor de 58 especies. ⁽⁵⁴⁾

Son bacterias anaerobias facultativas, de forma ovoidea, quimio-organotróficos, no forman esporas, pueden existir de forma individual o pueden estar dispuestas en pares, cadenas o grupos, con metabolismo homofermentativo, siendo el ácido láctico el producto final de la fermentación de carbohidratos. El crecimiento ocurre entre 10 ° C y 45 ° C, con un crecimiento óptimo para la mayoría de las especies de 35 ° C a 37 ° C, son notablemente resistentes a la desecación, solo dos especies enterocócicas son móviles: *Enterococcus gallinarum* y *E. casseliflavus*.⁽⁵⁴⁾

Los enterococos no son organismos altamente virulentos, y el éxito de *E. faecalis* y *E. faecium* como patógenos en el entorno hospitalario se relaciona principalmente con sus capacidades de supervivencia en un ambiente hostil rico en antimicrobianos, incluyendo la capacidad de evadir el sistema inmunológico, de adherirse a las células huésped, la matriz extracelular (EM) y materiales inertes, y de formar biopelículas que las hacen más resistentes a los antibióticos y al ataque fagocítico.⁽⁵⁴⁾

Son microorganismos comensales del tracto gastrointestinal humano, sin embargo, pueden comportarse como patógenos, causando generalmente infección del tracto urinario, bacteriemia, endocarditis, infecciones de heridas en el sitio quirúrgico, infecciones del abdomen y del tracto biliar, e infección de catéteres y otros dispositivos médicos implantados. Se considera que son la tercera causa más común de endocarditis valvular nativa, después de *Staphylococcus aureus* y *Streptococcus viridans*. En los seres humanos, *E. faecalis* y *E. faecium* son las especies enterocócicas más abundantes.⁽⁵⁴⁾

El éxito de los enterococos en establecerse como agentes de infecciones asociadas a la atención médica (HAI) se debe en parte a su resistencia intrínseca a muchos antimicrobianos y su capacidad para adquirir nuevos rasgos de resistencia. La especie más prevalente en las HAI es *E. faecalis*, que es más virulenta que *E. faecium* pero con niveles menos dramáticos de resistencia antimicrobiana intrínseca y adquirida.⁽⁵⁴⁾

2.4.2.1 *Enterococcus faecalis*

Generalidades

Es una bacteria coco Gram positiva facultativa, tiene una pared celular gruesa que retiene la tinción de color violeta, no formadora de esporas, de forma ovoide, tiene un diámetro de 0.5 a

1 μm , pueden estar aisladas o agruparse en pares o cadenas cortas. La mayoría de las cepas son no hemolíticas y no móviles. ^(9,55,56)

Patogenicidad

La patogenicidad y la dificultad en la eliminación de *E. faecalis* puede deberse a su capacidad para formar biopelículas, las cuales están relacionadas con el 65% de las infecciones bacterianas y pueden ser 1000 veces más resistentes a los antibióticos que las células planctónicas, puede sobrevivir a un suministro deficiente de nutrientes y un pH alcalino alto que alcanza hasta 11.5, amplio rango de temperaturas entre 10 ° y 60 °, a alta salinidad. ^(8,57)

Factores de virulencia

- **Proteína de superficie extracelular:** permite la colonización y adhesión de la bacteria, y evade la respuesta del sistema inmune. ⁽⁹⁾
- **Citosilina (Cyl) o hemosilina:** propiedades β -hemolíticas es decir que tiene la capacidad de destruir glóbulos rojos. ⁽⁹⁾
- **Pilli**
- **Gelatinasa (GelE):** se encarga de proveer nutrientes a la bacteria mediante la degradación de los tejidos del huésped, y también participa en la formación del biofilm. ⁽⁹⁾
- **Sal biliar hidrolasa:** permite hidrolizar la bilis, este factor en conjunto con la producción de capsula y la formación de biofilm contribuyen con la patogénesis de la bacteria. ⁽⁹⁾
- **Hialuronidasa:** despolimeriza el mucopolisacárido del tejido conectivo lo que facilita su diseminación. ⁽⁹⁾
- **Determinantes de feromonas (Eep):** modulan la respuesta inflamatoria. ⁽⁹⁾
- **Antígeno A (EfaA):** permite que la bacteria se adhiera a las células o superficies inertes como la dentina. ⁽⁹⁾
- **Proteína de superficie celular (Ace)/Adhesinas:** permite que se una al colágeno por lo que tiene la capacidad de adherirse a la dentina y formar así colonias (biofilm) ⁽⁹⁾
- **Sustancia de agregación (Agg):** actúa en la unión de la bacteria al epitelio intestinal, células del epitelio renal, neutrófilos y macrófagos. ⁽⁹⁾

2.4.2.3 *Enterococcus faecalis* y Endodoncia

Durante el tratamiento endodóntico es importante eliminar los tejidos pulpares, restos dentinarios y los microorganismos presentes en el sistema de conductos radiculares. Las bacterias y sus subproductos son agentes causales de infecciones periapicales y pulpares, si no se eliminan de manera efectiva, podría provocar una infección persistente y por ende fracaso del tratamiento de conducto. La instrumentación adecuada del canal y la irrigación adecuada pueden disminuir el número de bacterias. De acuerdo con Alghamdi et al. ⁽⁵⁷⁾ *E. faecalis* se encontró más en casos de tratamiento endodóntico fallido que en casos con infecciones primarias.

2.4.2.4 Microbiota de las infecciones del conducto radicular

La infección primaria, se caracteriza por la inflamación de la pulpa e infección del conducto radicular después de la invasión de microorganismos o de sus subproducto, lo que resulta. La infección secundaria o infección posterior al tratamiento ocurre como reinfección adquirida o emergente, la infección recurrente o persistente aquella que se desarrolló en dientes tratados endodónticamente que aparentemente tenían buena evolución de cicatrización. ⁽⁵⁸⁾

- Las infecciones endodónticas primarias son polimicrobianas, son predominantemente bacterias anaerobios gramnegativas, se encuentran especies de *Bacteroides*, *Porphyromonas*, *Prevotella*, *Fusobacterium*, *Treponema*, *Peptostreptococcus*, *Eubacterium* y *Camphylobacter*. ^(58,59)
- Infecciones post-tratamiento se han observado principalmente bacterias anaerobias facultativas grampositivas, se encuentran especies como enterococos, estreptococos, lactobacilos, actinomices y hongos (como *Candida*). se observó una alta proporción de *E. faecalis* en casos con periodontitis apical persistente. Otras especies bacterianas, incluyendo bacterias anaeróbicas como *Parvimonas micra*, especies de *Propionibacterium* y *Pseudoramibacter alactolyticus* se reportan comúnmente en infecciones intrarradiculares persistentes. ^(58,59)

CAPITULO III

3 METODOLOGÍA

Para la realización de la siguiente revisión bibliográfica se consideraron los métodos y metodologías que corresponden al ámbito investigativo, considerando las principales fuentes de datos científicos, con las investigaciones publicadas entre los años 2013 a 2023, realizando el análisis de las variables de estudio, como la variable independiente (*Enterococcus faecalis*) y las variables dependientes (aceite esencial de canela, hipoclorito de sodio y gluconato de clorhexidina)

3.1. Criterios de Inclusión y Exclusión

3.1.1. Criterios de inclusión:

- Investigaciones, artículos científicos, estudios in vitro, investigaciones experimentales y cuasi-experimentales que hayan sido publicadas dentro de los últimos 10 años.
- Artículos científicos afines con palabras clave relacionados al tema a investigar.
- Artículos que hayan realizado la investigación sobre cepas de *E. faecalis*.
- Artículos científicos que evalúen el efecto antimicrobiano de las sustancias sobre cepas de *E. faecalis* mediante discos de inhibición y UFC.
- Investigaciones que sigan los lineamientos requeridos con el factor de impacto SJR (Scimago Journal Ranking) y ACC (Average Count Citation).

3.1.2. Criterios de exclusión:

- Artículos que no aborden la aplicación de la clorhexidina, hipoclorito de sodio y canela como agentes antimicrobianos o antisépticos.

3.2. Estrategia de Búsqueda

Se ejecutó una búsqueda objetiva y sistemática de la literatura realizando un análisis observacional, obteniendo información de distintas bases de datos como, PubMed, Dialnet, Scopus, LILACS, Elsevier, Redalyc, Scielo y Wiley Online Library. Los artículos científicos

se escogieron de acuerdo con los criterios de selección, cantidad de referencias y la relevancia de la revista a la que pertenece el artículo.

3.3. Tipo de estudio

3.3.1. Estudio bibliográfico

Durante la realización del proyecto de investigación, se realizó una revisión y recolección de material bibliográfico disponible en distintas bases de datos, que sirvieron para la construcción del tema.

3.3.2. Estudio descriptivo

Mediante un proceso descriptivo se identificó y estableció las propiedades del hipoclorito de sodio, clorhexidina, canela para así poder determinar su efecto antimicrobiano sobre *Enterococcus faecalis*

3.3.3. Estudio transversal

La revisión de la bibliografía se realizó en un tiempo determinado y de corto plazo, considerado aproximadamente un periodo de 6 meses.

3.3.4. Estudio cualitativo

Se analizó de forma detallada las características de las variables del proyecto de investigación para así poder comprender el efecto de las sustancias mencionada en *Enterococcus faecalis*.

3.4. Métodos, procedimientos y población de estudio

La investigación realizada se ejecutó a partir de la búsqueda de artículos científicos en bases de datos de gran relevancia en el área de salud. Los artículos se seleccionaron mediante los criterios de selección establecidos, promedio de conteo de citas (Average Citation Count - ACC), el factor de impacto de la revista divulgada en el Scimago Journal Ranking (SJR), los

artículos se establecen en cuatro cuartiles (Q1, Q2, Q3, Q4), y mediante el análisis PICO para identificar la calidad de los estudios.

Tabla 1. Número de artículos por base de datos

Base de datos	Nro. Artículos
PudMed	39
Elsevier	5
LILACS	1
Wiley	2
Redalyc	0
Dialnet	3

Elaborado por. María José Badillo

Mediante el ACC, SJR y el análisis PICOs se consiguieron 50 artículos válidos, los cuales se implementaron para el análisis y resultado de la investigación.

3.4.1. Instrumentos y Técnicas

El instrumento utilizado es la lista de cotejo, la técnica para la recolección de datos es el análisis PICOS y la matriz bibliográfica.

3.4.2. Selección de palabras clave o descriptores

Se utilizó lo términos: Clorhexidine and *Enterococcus faecalis*, Sodium hypochlorite and *Enterococcus faecalis*, *Cinnamomum zeylanicum* and *Enterococcus faecalis*, Clorhexidina and *Enterococcus faecalis*, hipoclorito de sodio and *Enterococcus faecalis*, *Cinnamomum zeylanicum* and *Enterococcus faecalis*. Los operadores lógicos que se utilizó fueron AND, OR

Y NOT que combinándose con las palabras claves contribuyeron a la búsqueda de artículos admitidos para la investigación.

Tabla 2. Términos de búsqueda y extracción de utilización en las bases de datos.

FUENTE	ECUACIÓN DE BÚSQUEDA
Pubmed	Clorhexidine and <i>Enterococcus faecalis</i>
	Sodium hypochlorite and <i>Enterococcus faecalis</i>
	<i>Cinnamomum zeylanicum</i> and <i>Enterococcus faecalis</i>
Elsevier	Clorhexidine and <i>Enterococcus faecalis</i>
	Sodium hypochlorite and <i>Enterococcus faecalis</i>
	<i>Cinnamomum zeylanicum</i> and <i>Enterococcus faecalis</i>
LILACS	Clorhexidina and <i>Enterococcus faecalis</i>
	Hipoclorito de sodio and <i>Enterococcus faecalis</i>
	<i>Cinnamomum zeylanicum</i> and <i>Enterococcus faecalis</i>
Redalyc	Clorhexidina and <i>Enterococcus faecalis</i>
	Hipoclorito de sodio and <i>Enterococcus faecalis</i>
	<i>Cinnamomum zeylanicum</i> and <i>Enterococcus faecalis</i>
Wiley	Clorhexidine and <i>Enterococcus faecalis</i>
	Sodium hypochlorite and <i>Enterococcus faecalis</i>
	<i>Cinnamomum zeylanicum</i> and <i>Enterococcus faecalis</i>
Dialnet	Clorhexidina and <i>Enterococcus faecalis</i>
	Hipoclorito de sodio and <i>Enterococcus faecalis</i>
	<i>Cinnamomum zeylanicum</i> and <i>Enterococcus faecalis</i>

Elaborado por. María José Badillo

3.5. Análisis PICO

Tabla 3. Análisis de fuentes mediante método PICO.

Frase	Palabra natural	Decs
Pacientes	Pacientes con fracasos de tratamientos endodónticos. Pacientes con persistencia de infecciones endodónticas. Pacientes con periodontitis apical crónica asintomática.	
Intervención	<i>Enterococcus faecalis</i> Medio de cultivos Agar Control Negativo <ul style="list-style-type: none"> • Agua destilada • Estándar de McFarland • Solución salina • Solución salina tamponada con fosfato Control positivo <ul style="list-style-type: none"> • MTAD • Hipoclorito de sodio 3% • PerioGard® (0.12 % Chlorhexidina) Dientes bovinos	
Comparador	Clorhexidina Antibióticos Hipoclorito de sodio Hidroxido de calcio	
Variable	<i>Enterococcus faecalis</i> Clorhexidina Hipoclorito de sodio	<i>Enterococcus faecalis</i> Chlorhexidine Sodium Hypochlorite

Frase	Palabra natural	Decs
	Aceite esencial de canela	
Tipo de estudio	<p>Revisión sistemática</p> <p>Investigación experimental</p> <p>Investigación cuasi-experimental</p>	<p>Systematic review</p> <p>Investigación Biomédica, Biomedical Research</p>
Limites de Criterios de inclusión	<p>Artículos publicados en los últimos 10 años.</p> <p>Idioma inglés, portugués y español.</p> <p>Artículos de texto completo.</p>	

Elaborado por. María José Badillo

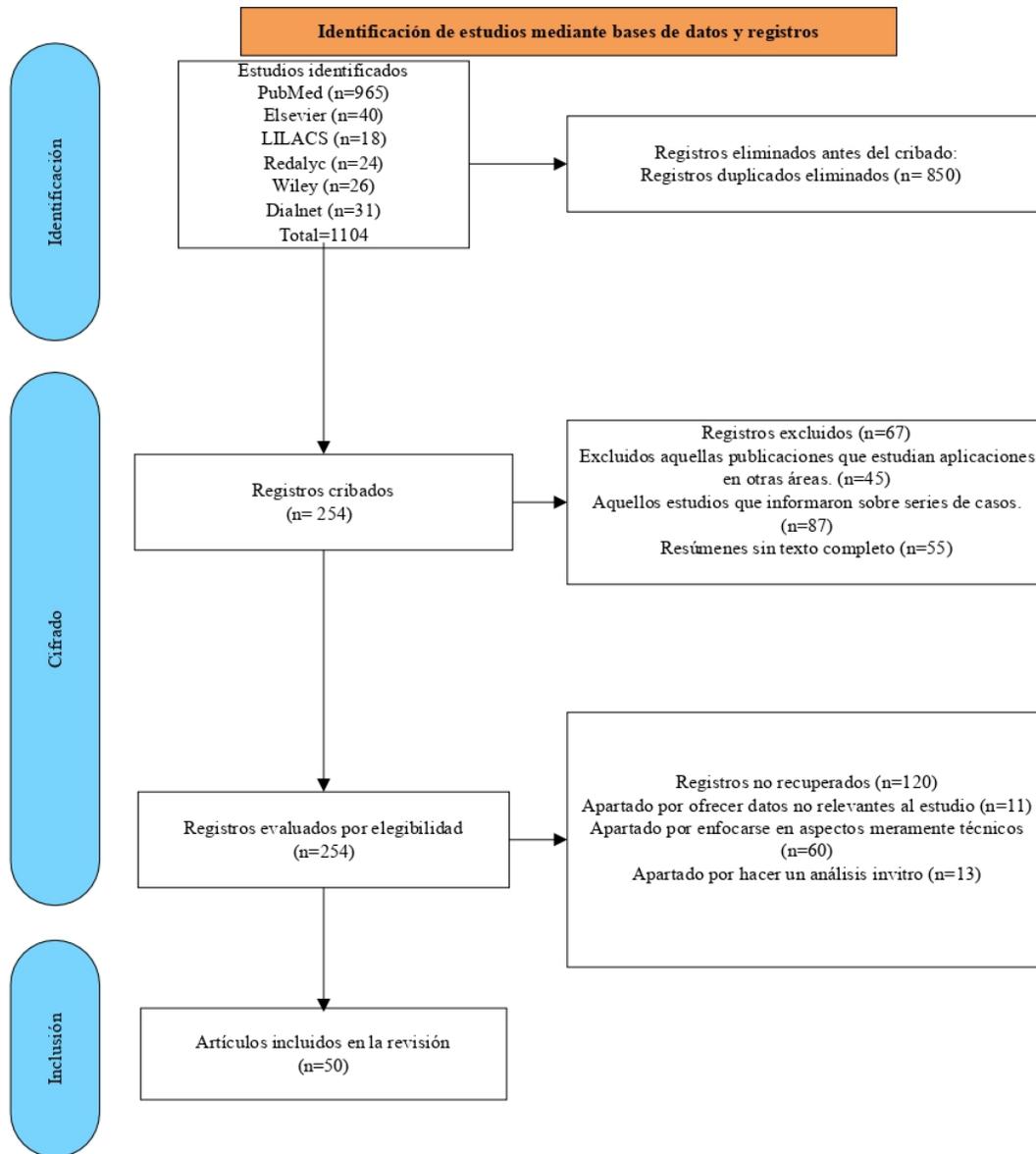
Tabla 4. Análisis PICO por selección de resultados de búsqueda.

Fecha	Base de datos	Combinación Decs	Selección/ resultados
01/06/2023	Pubmed	Clorhexidine and Enterococcus faecalis Sodium hypochlorite and Enterococcus faecalis Cinnamomum zeylanicum and Enterococcus faecalis	15/409 22/536 2/11
15/06/2023	Elsevier	Clorhexidine and Enterococcus faecalis Sodium hypochlorite and Enterococcus faecalis Cinnamomum zeylanicum and Enterococcus faecalis	0/7 0/25 5/8
16/06/2023	LILACS	Clorhexidina and Enterococcus faecalis Hipoclorito de sodio and Enterococcus faecalis Cinnamomum zeylanicum and Enterococcus faecalis	0/4 0/13 1/1
16/06/2023	Redalyc	Clorhexidina and Enterococcus faecalis Hipoclorito de sodio and Enterococcus faecalis Cinnamomum zeylanicum and Enterococcus faecalis	0/10 0/14 0/0
16/06/2023	Wiley	Clorhexidine and Enterococcus faecalis Sodium hypochlorite and Enterococcus faecalis Cinnamomum zeylanicum and Enterococcus faecalis	0/12 0/ 11 2/3
16/06/2023	Dialnet	Clorhexidina and Enterococcus faecalis Hipoclorito de sodio and Enterococcus	1/13

Fecha	Base de datos	Combinación Decs	Selección/ resultados
		faecalis Cinnamomum zeylanicum and Enterococcus faecalis	1/ 16 1/2

Elaborado por. María José Badillo

Gráfico 1. Metodología PRISMA 2000.



Elaborado por: María José Badillo

CAPITULO IV

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados

Tabla 5. Comparación del efecto antimicrobiano de *C. zeylanicum* y Clorhexidina al 0,12% en *E. faecalis* de acuerdo con el halo de inhibición

Autor	Solución	Concentración	Halo de Inhibición (mm)	Lectura
Saki, et al. ⁽⁵⁶⁾	<i>C. zeylanicum</i>	CIM 0.62	15	(S)
Unlu et al. ⁽⁶⁰⁾		CIM 1.12	30	(MSS)
Rath et al. ⁽⁶¹⁾		CIM de 1.51	26	(MSS)
Oliveira et al. ⁽⁶²⁾		CIM 0,315	12	(MS)
da Silva et al. ⁽⁶³⁾	Clorhexidina	0,12%	14	(MS)
		0,12%	16	(MS)
			M: 18.83	
			(σ): 7.33	
<small>CIM: Concentración mínima inhibitoria, (NS) No sensible ≤ 8 mm, (MS) Moderada sensibilidad 8-14 mm, (S) Sensible 15-20 mm, (MSS) Muy sensible ≥ 20. M: Media, (σ): Desviación estándar.</small>				

Elaborado por: María José Badillo

De acuerdo con la Tabla 5. Unlu et al. ⁽⁶⁰⁾ y Rath et al. ⁽⁶¹⁾ utilizando aceite esencial de *C. zeylanicum* a una CIM de 1.12 y 1.51 generó halos de inhibición de 26 a 30 mm lo que indica que la sustancia aplicada es muy sensible frente a cepas de *E. faecalis*, así mismo, en estudios realizados por Oliveira et al. ⁽⁶²⁾ y da Silva et al. ⁽⁶³⁾ determinaron que la clorhexidina al 0,12% fue moderadamente sensible ya que formó halos de inhibición de 14 y 16 mm, por lo que se puede evidenciar que el aceite esencial de *C. zeylanicum* fue más efectivo que la clorhexidina al 0,12%.

Tabla 6. Efecto antimicrobiano de *C. zeylanicum* en *E. faecalis* de acuerdo con el halo de inhibición.

Autor	Concentración final (mg/ml)	Halo de Inhibición (mm)	Lectura
Greatti et al. ⁽⁶⁴⁾	Extracto 65	0	(NS)
	Aceite esencial 333,33	13	(MS)
Villacrés et al. ⁽⁶⁵⁾	600	11,16	(MS)

700	12,00	(MS)
800	11,00	(MS)
M: 416,63	M:12,02	
	(σ): 7,95	
CIM: Concentración mínima inhibitoria, (NS) No sensible ≤ 8 mm, (MS) Moderada sensibilidad 8-14 mm, (S) Sensible 15-20 mm, (MSS) Muy sensible ≥ 20, M: Media, (σ): Desviación estándar.		

Elaborado por: María José Badillo

Según se refleja en la Tabla 6. Greatti et al. ⁽⁶⁴⁾ determinaron que el extracto de *C. zeylanicum* a una concentración de 65mg/mL fue resistente frente a la cepa ATCC 29212 de *E. faecalis* a diferencia del aceite esencial de *C. zeylanicum* a una concentración de 333,33 mg/mL formó un halo de inhibición de 13mm manifestando moderada sensibilidad frente a cepas de *E. faecalis*. Así como Villacrés et al. ⁽⁶⁵⁾ utilizaron concentraciones de 600, 700 y 800 mg/mL de aceite de *C. zeylanicum* formando halos de inhibición de entre 11 y 12 mm evidenciando una moderada sensibilidad frente a cepas de *E. faecalis*.

Tabla 7. Comparación del efecto antimicrobiano de *C. zeylanicum* e Hipoclorito de sodio (NaOCl) en *E. faecalis* de acuerdo con el halo de inhibición.

Autor	Solución	Halo de Inhibición (mm)	Lectura
Gupta et al. ⁽⁶⁶⁾	<i>C. zeylanicum</i>	1%	0 (NS)
		5%	0,63 (NS)
		10%	2 (NS)
		15%	3,03 (NS)
		20%	5,06 (NS)
			M: 2,14
			(σ): 2,01
	NaOCl 3%	8,96 (S)	
Condò et al. ⁽⁶⁷⁾	<i>C. zeylanicum</i>	2.5%	3 (NS)
(NS) No sensible ≤ 8 mm, (MS) Moderada sensibilidad 8-14 mm, (S) Sensible 15-20 mm, (MSS) Muy sensible ≥ 20.			

Elaborado por: María José Badillo

De acuerdo con la Tabla 7. Gupta et al. ⁽⁶⁶⁾ y Condò et al. ⁽⁶⁷⁾ determinaron que concentraciones ≤ 20% del aceite esencial de *C. zeylanicum* no presentan efectividad

antimicrobiana en virtud a que únicamente formaron halos de inhibición en promedio de $\leq 5,067$ mm, a diferencia de NaOCl 3% que formo halos de inhibición de 8,96 mm evidenciando su moderada sensibilidad frente a cepas ATCC 29212 de *E. faecalis*.

Tabla 8. Comparación del efecto antimicrobiano de *C. zeylanicum* e Hipoclorito de sodio

Autor	Solución	UFC Iniciales	UFC después del tratamiento
Wadhwa, et al. ⁽⁶⁸⁾	<i>C. zeylanicum</i> al 10%	9,742x10 ⁵	1,708x10 ⁵
	NaOCl 3%	1,032x10 ⁶	1,402x10 ⁴

(NaOCl) en *E. faecalis* de acuerdo con las unidades formadoras de colonias (UFC).

Elaborado por: María José Badillo

Según se visualiza en la Tabla 8. Wadhwa, et al.⁽⁶⁸⁾ utilizaron hipoclorito de sodio al 3% frente a cepas ATCC 29212 de *E. faecalis*, mostrando una reducción de 1,02x10⁶ UFC, así como el aceite esencial de *C. zeylanicum* evidencio una reducción bacteriana de 8,03x10⁵ UFC, lo que determinó que el hipoclorito de sodio al 3% tiene una mayor efectividad generando una mayor disminución de la carga microbiana en las cepas aplicadas.

Tabla 9. Comparación del efecto antimicrobiano de *C. zeylanicum*, Hipoclorito de sodio (NaOCl) y Clorhexidina en *E. faecalis* de acuerdo con el halo de inhibición.

Autor	Solución	Halo de Inhibición (mm)	Lectura
Mathew et al. ⁽⁶⁹⁾	EndoPam (Ingredientes: <i>S. aromaticum</i> , <i>E. globulus</i> , <i>C. zeylanicum</i> and <i>M. piperita</i>)	9	(MS)
	Clorhexidina 2%	14	(MS)
	NaOCl 5,25%	8	(NS)

(NS) No sensible ≤ 8 mm, (MS) Moderada sensibilidad 8-14 mm, (S) Sensible 15-20 mm, (MSS) Muy sensible ≥ 20 .

Elaborado por: María José Badillo

Según se refleja en la Tabla 9. Mathew et al.⁽⁶⁹⁾ al aplicar diferentes soluciones a concentraciones variadas y con la comparación frente a un producto de venta en el mercado

evidenció que la clorhexidina al 2% tuvo una mayor efectividad, seguido de EndoPam y el hipoclorito de sodio al 5,25% con halos de inhibición de 14, 9 y 8 mm respectivamente, siendo moderadamente sensibles frente a cepas ATCC 29212 de *E. faecalis*.

Tabla 10. Efecto antimicrobiano de *C. Zeylanicum* en *E. faecalis* de acuerdo con las unidades formadoras de colonias (UFC) considerando el tiempo.

Autor	UFC Iniciales	UFC después del tratamiento	Tiempo (Horas)
Gupta et al. ⁽⁶⁶⁾	<i>C. zeylanicum</i> al 100 mg/ml (10) %		
	1.5x10 ⁸	9,72x 10 ⁹	1
		1,03 x 10 ⁷	2
		1,1x 10 ⁶	4
		2,96 x 10 ⁴	6
0		12	
Abbaszadegan et al. ⁽⁷⁰⁾	<i>C. zeylanicum</i> 1.5 mg/mL		
	1.5x10 ⁸	6,12 x 10 ⁶	1
		3,41x 10 ³	4
0		24	
	M:1.5x10 ⁸	M:1,62x10 ⁹	M: 7h 15min

Elaborado por: María José Badillo

Según se evidencia en la Tabla 10. Gupta et al. ⁽⁶⁶⁾ determinaron que el aceite esencial de *C. zeylanicum* al 10% en 1 hora no presentó efectividad antimicrobiana sobre cepas ATCC 29212 de *E. faecalis*, ya que en lugar de inhibir el crecimiento microbiano se logró evidenciar un incremento en el número de UFC de 1.5x10⁸ a 9,72x 10⁹, lo que a partir de las 6 horas de exposición se evidenció un decrecimiento hasta 2,96 x 10⁴ UFC, hasta que a las 12 horas no se evidenció crecimiento de colonias. Lo que se puede denotar una relación en el efecto antimicrobiano realizado por Abbaszadegan et al. ⁽⁷⁰⁾ con el aceite esencial de *C. zeylanicum* a una concentración de 1.5 mg/mL, demostró que después de 1 hora de exposición se redujeron 1,44 x 10⁸ UFC, con lo que al segundo control después de 24 horas se evidenció la ausencia total de UFC.

Tabla 11. Efecto antimicrobiano del Hipoclorito de sodio (NaOCl) en *E. faecalis*

Autor	NaOCl	Halo de inhibición (mm)	Lectura
Anwar et al. (71)	2,5%	18.20	(S)
Gómez et al. (72)	5,25%	16.68	(S)
	2.5%	13.38	(MS)
		M:16,08	
		(σ): 2,01	
(NS) No sensible ≤ 8 mm., (MS) Moderada sensibilidad 8-14 mm, (S) Sensible 15-20 mm, (MSS) Muy sensible ≥ 20. M: Media, (σ): Desviación estándar.			

Elaborado por: María José Badillo

De acuerdo con la Tabla 11. Anwar et al. ⁽⁷¹⁾ evidenciaron que al aplicar hipoclorito de sodio al 2,5% sobre cepas de *E. faecalis* evidenció la formación de un halo de inhibición de 18.20 mm siendo sensible frente a cepas ATCC 49532 de *E. faecalis*, lo mismo que Gómez et al. ⁽⁷²⁾ que utilizaron hipoclorito de sodio al 5,25% provocando una sensibilidad frente a cepas de *E. faecalis* produciendo un halo de inhibición de 16.68mm.

Tabla 12. Efecto antimicrobiano del Hipoclorito de sodio (NaOCl) en *E. faecalis* de acuerdo con las unidades formadoras de colonias (UFC).

Autor	NaOCl	Activación	UFC Iniciales	UFC después del tratamiento	Tiempo (segundos)
Teves et al. ⁽⁷³⁾	4%	(-)	1,5x10 ⁸	78.79	60
		XPF		92.60	60
Roshdy et al. ⁽⁷⁴⁾	2,5%	(-)	10 ⁵	4.3x10 ⁴	300
		Laser diodo 980nm		2x10 ²	5 veces por 5 segundos
Pladisai et al. ⁽⁷⁵⁾	2,5%	(-)	7.4 x10 ⁸	5.61x10 ⁴	4 ciclos de 20 segundos.
		PUI		1.25x10 ⁴	
Guerreiro et al. ⁽⁷⁶⁾	1%	(-)	6.97	1.41	120
		PUI	7.15	0.89	
Méndez et al. ⁽³⁷⁾	2,5%	EndoVAC	1.5x10 ⁹	0	30
	5,25%			0	
	2,5%			0	60
	5,25%			0	
	2,5%			0	90

	5,25%			0	
Herce et al. ⁽⁴²⁾	2,5%			4,82x10 ⁰	3 ciclos de
	5,25%	PUI (RT)		0	20 segundos
	2,5%	XPF (RT)	1.5 x10 ⁸	4.5 x10 ⁰	-
	5,25%			2,98 x10 ⁰	-
	5,25%	XPF (BT)		0,40 x10 ⁰	-
Thulaseedharan et al. ⁽⁷⁷⁾	2,5%	(-)		1,32x10 ⁵	-
			7x10 ⁵		
	2,5%	PUI		0,724x10 ⁵	-
	2,5%	EndoVAC		0,512 x10 ⁵	-
de Almeida et al. ⁽⁷⁸⁾	2,5%	(-)	3.26x10 ⁰	1,38 x10 ⁰	
	2,5%	PUI		1,07 x10 ⁰	2 ciclos de 30 segundos
Wang et al. ⁽⁷⁹⁾	0,5%	Ultrasonido	3.5x10 ⁹	3x10 ³	60
	1%	Ultrasonido		3,3x10 ³	
	2%	Ultrasonido		3,4x10 ³	
	2,5%	Ultrasonido		4x10 ⁴	
	5,25%	Ultrasonido		4,3x10 ³	
Betancourt et al. ⁽⁴¹⁾	0,5%	(-)	3.4x10 ⁷	7.70x10 ³	60
	5%	(-)		< 10	
	0,5%	Láser Er,Cr:YSGG 2780 nm		< 10	
	0,5%	PUI		5,21x10 ⁴ .	
Maden et al. ⁽⁸⁰⁾		(-)		3.44	60
	5,25%	PUI	1.2 x 10 ⁸	2.69	
		EndoActivator		2.73	
Petrini et al. ⁽⁸¹⁾	0,5%	(-)	9.27 x10 ⁰	8.36x10 ⁰	300
		LED 5 mW		7.89 x10 ⁰	
				M: 1.27X10 ⁴	
				(σ): 2.79X10 ⁴	

(-): Irrigación convencional con jeringa, PUI: Irrigación ultrasónica pasiva, (XPF): XPF-endo® Finisher M: Media, (σ): Desviación estándar.

Elaborado por: María José Badillo

Según la Tabla 12. Méndez et al. ⁽³⁷⁾, al aplicar hipoclorito de sodio al 2,5 y 5,25% activado con EndoVAC por 30 segundos lograron eliminar todas las colonias que se encontraban sembradas considerando que las cepas de *E. faecalis* las obtuvieron de pacientes con tratamientos de endodoncia fracasados, mientras que Thulaseedharan et al. ⁽⁷⁷⁾ con la cepa ATCC 29212 de *E. faecalis* aplicaron hipoclorito de sodio al 2,5% activándolo con EndoVAC evidenciando una reducción de 6,49x10⁵ UFC. Así como en el estudio de Betancourt et al. ⁽⁴¹⁾ utilizaron hipoclorito de sodio al 0,5% activado con Láser (Er,Cr:YSGG 2780 nm) e

hipoclorito de sodio al 5% sin ser activado por 60 segundos después de su aplicación encontraron una disminución significativa de < 10 UFC sobre cepas ATCC 29212 de *E. faecalis*. De la misma forma Roshdy et al. ⁽⁷⁴⁾ emplearon hipoclorito de sodio al 2,5% activándolo con Láser (Diodo 980 nm) 5 veces durante 5 segundos, evidenciando una reducción significativa de 9.98×10^4 UFC. De igual manera, Teves et al. ⁽⁷³⁾ utilizaron hipoclorito de sodio al 4% activado con un tipo de lima específica (XPF) demostrando al final del estudio que no existía una diferencia significativa con la irrigación convencional con jeringa. A diferencia del estudio de Herce et al. ⁽⁴²⁾ mismos que activaron el hipoclorito de sodio al 5,25% con XPF a temperatura ambiente, determinando después de su aplicación un decrecimiento en el crecimiento microbiano de 0.40×10^0 UFC, mientras que al ser activado con PUI por 60 segundos se evidencia la ausencia con 0 UFC de ATCC 29212 de *E. faecalis*.

Tabla 13. Efecto antimicrobiano del Hipoclorito de sodio (NaOCl) sobre *E.faecalis* de acuerdo con el tiempo

Autor	NaOCl	Activación	Reducción bacteriana (%)	Tiempo (segundos)
Rico et al. ⁽⁸²⁾	5,25%	(-)	93,3	30
		EndoActivator	90,29	
		IRRI S	97,06	
		(-)	99,10	60
		EndoActivator	94,59	
IRRI S	99,49			
Plutzer et al. ⁽⁸³⁾	4%	(-)	95	60
Ibarra et al. ⁽³⁶⁾	2.5%	PUI	98,9	60
	2.5%	CUI	99,2	60
Cîmpean et al. ⁽⁸⁴⁾	5,25%	Ultrasonido	98,1	60
		Laser diodo 970 nm	99,9	
			M: 96,81	
			(σ): 3,11	

Elaborado por: María José Badillo

De acuerdo con la Tabla 13. Rico et al. ⁽⁸²⁾ obtuvieron la cepa de *E.faecalis* de la cavidad oral de 120 pacientes con periodontitis apical sin presentar tratamientos de endodoncia, posterior a lo cual aplicaron hipoclorito de sodio al 5,25% activado por EndoActivator por 30 segundos generando un porcentaje de reducción bacteriana más baja con un 90.29% incluso si se compara con la irrigación convencional con jeringa por 30 segundos fue más efectiva la

misma que se obtuvo el 93.3% de reducción. Con la aplicación del láser de diodo con una longitud de onda de 970 nm y el hipoclorito de sodio al 5,25%, que se empleó en el estudio de Cîmpean et al. ⁽⁸⁴⁾ se lograron los resultados más efectivos ya que se generó el mejor desempeño frente a cepas ATCCC 29212 de *E. faecalis*, evidenciando una reducción bacteriana del 99.9%, lo que en otro estudio realizado en la misma cepa por Ibarra et al. ⁽³⁶⁾ al activar el hipoclorito de sodio al 2,5% con irrigación ultrasónica continua y pasiva no presentaron diferencias significativas presentando una reducción del 99.2 y 98.9% respectivamente frente al mismo tipo de cepas bacterianas.

Tabla 14. Efecto antimicrobiano de la Clorhexidina frente a *E. faecalis* considerando el tiempo.

Autor	Clorhexidina	Activación	Reducción bacteriana (%)	Tiempo (segundos)
Rico et al. ⁽⁸²⁾	2%	(-)	99.04	30
		EndoActivator	99.69	
		IRRI S	98.90	
		(-)	99.09	60
		EndoActivator	84.62	
		IRRI S	100	
Ma et al. ⁽⁸⁵⁾	2%	(-)	50	60
	0,2%	(-)	55	
			M:85,79	(σ): 50
			(σ): 21,21	(σ): 15,3
(-): Irrigación convencional con jeringa. M: Media, (σ): Desviación estándar. IRRI S: Lima utilizada para irrigación.				

Elaborado por: María José Badillo

Según se representa en la Tabla 14. El estudio de Rico et al ⁽³²⁾ , aplicaron clorhexidina al 2% teniendo un excelente efecto antimicrobiano frente a cepas de *E. faecalis*, las mismas que sin ser activadas redujeron un 99.04% de UFC, mientras que el sistema de limas IRRI S elimino en su totalidad al microorganismo en un lapso de 60 segundos, y en esta relación el que menor desempeño presento fue EndoActivator que en 60 segundos evidencio una reduccion bacteriana de 84.62%. Con los datos obtenidos a diferencia del estudio de Ma et al. ⁽⁸⁵⁾ que encontró en su investigación que la clorhexidina al 0,2% presento una reducción del 55% y al 2% solo tuvo la mitad de efectividad en cepas ATCC 29212 de *E. faecalis* en un lapso de 60 segundos, Con lo que podemos identificar que las diferencias en los resultados obtenidos en

los diferentes estudios pueden deberse a las condiciones en las que se desarrollaron los mismos o al tipo de cepas y productos que utilizaron para el desarrollo de las mismas.

Tabla 15. Efecto antimicrobiano de la Clorhexidina al 2% frente a *E. faecalis* de acuerdo con las unidades formadoras de colonias (UFC).

Autor	Clorhexidina	UFC iniciales	UFC después del tratamiento	Tiempo (minutos)
Hajihassani et al. ⁽²⁵⁾	2%	1.5×10^8	$3,88 \times 10^1$	
	Gel nano- Clorhexidina 2%		$1,77 \times 10^1$	1
Según Nascimento et al. ⁽⁸⁶⁾	2%	1×10^7	$4,00 \times 10^0$	1
			$1,8 \times 10^0$	3
Mandal et al. ⁽⁸⁷⁾	2%	1.5×10^8	$1,56 \times 10^3$	-
		M: $1,03 \times 10^8$	M: $3,24 \times 10^2$	
		σ : $6,60 \times 10^7$	σ : $6,91 \times 10^2$	

M: Media, (σ): Desviación estándar.

Elaborado por: María José Badillo

Según la Tabla 15. Nascimento et al. ⁽⁸⁶⁾ determinaron que después de aplicar clorhexidina al 2% por un intervalo de tiempo de 3 minutos se logró identificar la reducción de $1,8 \times 10^0$ UFC de cepas ATCC 29212 de *E. faecalis*. Lo que en el estudio de Hajihassani et al. ⁽²⁵⁾ sobre las mismas cepas utilizaron gel de nano-clorhexidina al 2% por un intervalo de tiempo de 1 minuto obteniendo un decrecimiento en el crecimiento microbiano de $1,77 \times 10^1$ UFC después del tratamiento, identificando que los dos sistemas de tratamiento generan efectividad sobre el crecimiento microbiano y generando resultados que pueden denotar la efectividad de dichas sustancias.

Tabla 16. Efecto antimicrobiano de la Clorhexidina de acuerdo con las unidades formadoras de colonias (UFC).

Autor	Clorhexidina	Laser	UFC iniciales	UFC después del tratamiento	Tiempo segundos
Mathew et al. ⁽⁸⁸⁾	2%	(-)		3.588×10^8	-
		Diodo 810nm	1.5×10^8	5.400×10^6	2mm/s por 5 segundos
Shaktawa et al. ⁽⁸⁹⁾	2%	(-)		1.29×10^4	60
		Diodo 980nm	8.89×10^3	9.90×10^3	

(-): Irrigación convencional con jeringa.

Elaborado por: María José Badillo

De acuerdo con la Tabla 16. Mathew et al. ⁽⁸⁸⁾ utilizaron clorhexidina al 2% evidenciaron un aumento de 2.09×10^8 UFC, al aplicar el láser diodo 810 nm determinaron una reducción de 1.45×10^8 UFC . Al igual que Shaktawa et al. ⁽⁸⁹⁾ emplearon clorhexidina al 2% determinaron un aumento de 4.01×10^3 UFC y al aplicar laser diodo 980 nm el crecimiento bacteriano fue menor encontrando un aumento de 1.01×10^3 ambos autores evidenciaron que la clorhexidina al 2% no presento efectividad frente a cepas ATCC 29212 de *E.faecalis*.

Tabla 17. Tabla Comparación del efecto antimicrobiano de la Clorhexidina e Hipoclorito de sodio (NaOCl) frente a cepas de *E. faecalis* de acuerdo con el halo de inhibición

Autor	Clorhexidina	Halo de inhibición (mm)	Lectura	NaOCl	Halo de Inhibición (mm)	Lectura
Sinha et al. ⁽¹⁶⁾	2%	14,5	(S)	5%	14,37	(S)
	2%	17	(S)	5%	17	(S)
Singh et al. ⁽⁹⁰⁾	1%	16,5	(S)	3%	16	(S)

	0,5%	15,5	(S)	2,5%	14,5	(MS)
	0,2%	15,5	(S)	0,5%	14	(MS)
Arikatla et al. ⁽⁹¹⁾	0,2%	19,56	(S)	2,5%	15,90	(S)
Sisodiya et al. ⁽⁹²⁾	0,2%	20,14	(MSS)	2,5%	21,37	(MSS)
Mallya et al. ⁽⁹³⁾	0,2%	19,56	(S)	2,5%	15,89	(S)
Garlapati et al. ⁽⁹⁴⁾	2%	17,6	(S)	3%	9,4	(MS)
				5%	10,6	(MS)
Briseño et al. ⁽⁹⁵⁾	0,12%	16,5	(S)	1%	16	(S)
	0,2%	13,5	(MS)	3%	14	(MS)
	2%	19	(S)	5%	21	(MSS)
		M: 17,66			M: 15,98	
		(σ): 2,83			(σ): 3,51	
(NS) No sensible ≤ 8 mm, (MS) Moderada sensibilidad 8-14 mm, (S) Sensible 15-20 mm, (MSS) Muy sensible ≥ 20, M: Media, (σ): Desviación estándar.						

Elaborado por: María José Badillo

De acuerdo con la Tabla 17. Singh et al. ⁽⁹⁰⁾, Garlapati et al. ⁽⁹⁴⁾, Briseño et al. ⁽⁹⁵⁾ utilizaron clorhexidina al 2% obteniendo halos de inhibición de 17 a 19 mm indicando sensibilidad frente

a *E. faecalis*. Singh et al. ⁽⁹⁰⁾, Arikatla et al. ⁽⁹¹⁾, Mallya et al. ⁽⁹³⁾ aplicaron la clorhexidina al 0,2% identificando halos de inhibición de 15.5 a 19,56 mm demostrando sensibilidad frente a cepas de *E. faecalis*. Al igual que Briseño et al. ⁽⁹⁵⁾ emplearon clorhexidina al 0,12% logrando halos de inhibición de 16.5 mm evidenciando sensibilidad, así como al 0,2% con un halo de 13.5 mm siendo moderadamente sensible frente a cepas DSM 20478 de *E. faecalis*. Así como en estudios realizados por Arikatla et al. ⁽⁹¹⁾ y Mallya et al. ⁽⁹³⁾ utilizaron hipoclorito de sodio al 2,5% obteniendo halos de inhibición de 15.9 mm revelando sensibilidad frente a *E. faecalis*. Y en estudios realizados por Sisodiya et al ⁽⁹²⁾ y Briseño et al. ⁽⁹⁵⁾ usaron el hipoclorito de sodio al 2,5% con un halo de inhibición de 21 mm indicando que es muy sensible frente a ATCC 29212 y DSM 20478 de *E. faecalis*. En cuanto a los resultados obtenidos por Sinha et al. ⁽¹⁶⁾ evidenciaron que clorhexidina al 2% y el hipoclorito al 5% tenían la misma efectividad, se formaron halos de 14.5 mm y 14,37 mm respectivamente indicando moderada sensibilidad frente a *E. faecalis* ATCC 29212. Singh et al. ⁽⁹⁰⁾ utilizando las mismas concentraciones formaron halos de inhibición de 17 mm demostrando sensibilidad frente a cepas ATCC 29212 de *E. faecalis*, mientras que Garlapati et al. ⁽⁹⁴⁾ usaron clorhexidina al 2% constituyendo un halo de inhibición de 17.6 mm siendo más efectiva que el hipoclorito al 5% que formó un halo de inhibición de 10.6 mm frente a *E. faecalis* ATCC 29212, en el estudio de Briseño et al. ⁽⁹⁵⁾ se identificó lo contrario el hipoclorito de sodio al 5% formo un halo de inhibición de 21 mm indicando que es muy sensible mientras que para clorhexidina al 2% fue de 19 mm demostrando sensibilidad frente a cepas DSM 20478 de *E. faecalis*.

Tabla 18. Efecto antimicrobiano de la Clorhexidina y Biodentine en *E. faecalis* de acuerdo con el halo de inhibición.

Autor	Halo de inhibición (mm)	Tiempo (horas)	Lectura
Nikhil et al.	Biodentine y Clorhexidina 2%		
⁽⁹⁶⁾	8,33	24	(MS)
	8,5	48	(MS)
	8,16	72	(MS)
	M: 8,33	M: 48	
	(σ): 0,17	(σ): 24	
(NS) No sensible ≤ 8 mm, (MS) Moderada sensibilidad 8-14 mm, (S) Sensible 15-20 mm, (MSS) Muy sensible ≥ 20, M: Media, (σ): Desviación estándar.			

Elaborado por: María José Badillo

Según se visualiza en la Tabla 18. Nikhil et al. ⁽⁹⁶⁾ utilizaron biodentine y clorhexidina al 2% obteniendo halos de inhibición de 8,16 mm después de la aplicación a las 72 horas indicando moderada sensibilidad frente a *E. faecalis* (ATCC-29212).

Tabla 19. Comparación del efecto antimicrobiano de la Clorhexidina e Hipoclorito de sodio (NaOCl) frente a *E. faecalis* de acuerdo con las unidades formadoras de colonias (UFC).

Autor	Clorhexidina	UFC Iniciales	UFC después del tratamiento	NaOCl	UFC después del tratamiento
Ravinanthanan et al. ⁽⁹⁷⁾	1%	$1,5 \times 10^8$	$2,5 \times 10^3$	1%	3×10^3
	2%		2×10^3	2%	3×10^3
	2,5%		$1,50 \times 10^3$	2,5%	$2,75 \times 10^3$
	5%		0,000	5%	$1,75 \times 10^3$
Guerreiro et al. ⁽⁹⁸⁾	2%	1×10^7	$2,04 \times 10^5$	2,5%	$4,93 \times 10^2$
Camacho et al. ⁽⁹⁹⁾	2%	3×10^8	$24,69 \times 10^0$	2,5%	$20,75 \times 10^0$
		M: $1,53 \times 10^8$	M: $3,5 \times 10^4$	M: $2,2 \times 10^3$	
		(σ): $1,18 \times 10^8$	(σ): $8,28 \times 10^4$	(σ): $1,08 \times 10^3$	
M: Media, (σ): Desviación estándar.					

Elaborado por: María José Badillo

De acuerdo con la Tabla 19. Ravinanthanan et al. ⁽⁹⁷⁾ utilizaron clorhexidina al 2% evidenciando después de su aplicación 2×10^3 UFC, con el hipoclorito de sodio al 2,5% se hallaron $2,75 \times 10^3$ UFC, la concentración del 5% eliminó en su totalidad a la cepa de *E. faecalis* ATCC 29212. Así como Guerreiro et al. ⁽⁹⁸⁾ usaron clorhexidina obteniendo una reducción de $9,80 \times 10^6$ UFC y con hipoclorito de sodio al 2,5% una reducción de $4,93 \times 10^2$ UFC de cepas ATCC 29212 de *E. faecalis*. Camacho et al. ⁽⁹⁹⁾ después de aplicar clorhexidina al 2% e hipoclorito de sodio al 2,5% encontraron después del tratamiento una disminución en la carga microbiana de $24,69 \times 10^0$ UFC y $20,75 \times 10^0$ UFC de *E. faecalis* ATCC 29212.

Tabla 20. Comparación del efecto antimicrobiano de la Clorhexidina y del Hipoclorito de sodio (NaOCl) en *E. faecalis* de acuerdo con las unidades formadoras de colonias (UFC).

Autor	Clorhexidina	Activación	UFC iniciales	UFC después del tratamiento		NaOCl	UFC después del tratamiento	
				200 µm	400 µm		200 µm	400 µm
Nourzadeh et al. ⁽¹⁰⁰⁾	0,2%	(-)	1,5 x10 ⁸	8,73x 10 ⁻¹	1,08x 10 ⁰	2,5%	3,31x 10 ⁻¹	4,21 x10 ⁻¹
	2%	(-)		8,73x 10 ⁻¹	9,93 x10 ⁻¹		5,25%	2,41x 10 ⁻¹
Cherian et al. ⁽¹⁰¹⁾	2%	(-)	1,5 x10 ⁸	6,13	5,17 x10 ²			
	2%	PUI		0,00	1,96 x10 ²			
Parolia et al. ⁽¹⁰²⁾	2%	(-)	1,5 x10 ⁸	16.6	14.7	6%	15.8	15.9
			M: 1,5 x10 ⁸	M: 4,9x 10 ⁰	M: 1,46 x10 ²		M: 5,46 x10 ⁰	M: 5,56 x10 ⁰
				σ): 6,24	σ): 2,23x 10 ²		σ): 8,95	σ): 8,95
(-): Irrigación convencional con jeringa, PUI: Irrigación ultrasónica pasiva, M: Media, (σ): Desviación estándar.								

Elaborado por: María José Badillo

Según la Tabla 20. la clorhexidina y el hipoclorito de sodio demostraron una mayor efectividad a una profundidad de 200 µm a excepción del estudio de Parolia et al.⁽¹⁰²⁾ que al emplear clorhexidina al 2% a 400 µm se logró disminuir la carga microbiana hasta un valor de 14.7 UFC mientras que a 200 µm se hallaron 16.6 UFC . En el estudio de Nourzadeh et al. ⁽¹⁰⁰⁾ aplicaron hipoclorito de sodio al 5% a una profundidad de 400 µm se encontró finalmente 3,61x10⁻¹UFC, y al emplear clorhexidina al 2% se encontraron 9,93 x10⁻¹ UFC. Cherian et al. ⁽¹⁰¹⁾ al activar la clorhexidina al 2% con ultrasonido por 20 segundos durante 2 minutos, manteniendo el modo "seco" y la configuración de potencia en la unidad ultrasónica a un cuarto de máximo eliminó en su totalidad las UFC de *E. faecalis* ATCC 29212 en 200 µm de profundidad.

4.2 DISCUSION

El fracaso de los tratamientos endodónticos está relacionado principalmente con los siguientes microorganismos *E. faecalis* y *C. albicans*, su capacidad de formar biofilm, les permite a las bacterias protegerse de los agentes antimicrobianos, por lo que su eliminación total representa un desafío. La irrigación durante el tratamiento de endodoncia es un factor importante por considerar, varias soluciones han sido analizadas para reemplazar al hipoclorito de sodio por su toxicidad. ⁽⁷²⁾

Greatti et al. ⁽⁶⁴⁾ determinaron que el extracto de *C. zeylanicum* a una concentración de 65mg/mL fue resistente frente a la cepa ATCC 29212 de *E. faecalis* a diferencia del aceite esencial de *C. zeylanicum* a una concentración de 333,33 a 800 mg/mL utilizado por Greatti et al. ⁽⁶⁴⁾ y Villacrés et al. ⁽⁶⁵⁾ formó halos de inhibición desde 11 a 13 mm manifestando moderada sensibilidad frente a *E. faecalis*. Gupta et al. ⁽⁶⁶⁾ determinaron que el aceite esencial de *C. zeylanicum* al 10% tiene efectividad antimicrobiana sobre cepas ATCC 29212 de *E. faecalis*, a partir de las 6 horas de exposición evidenciando un decrecimiento hasta $2,96 \times 10^4$ UFC, hasta que a las 12 horas no se evidenció crecimiento de colonias. Abbaszadegan et al. ⁽⁷⁰⁾ con el aceite esencial de *C. zeylanicum* a una concentración final de 1.5 mg/mL, demostró que después de 1 hora de exposición se redujeron $1,44 \times 10^8$ UFC, con lo que al segundo control después de 24 horas se evidenció la ausencia total de UFC.

Unlu et al. ⁽⁶⁰⁾ y Rath et al. ⁽⁶¹⁾ utilizando aceite esencial de *C. zeylanicum* a una CIM de 1.12 y 1.51 generó halos de inhibición de 26 a 30 mm lo que indica que la sustancia es muy sensible frente a cepas de *E. faecalis*, en estudios realizados por Oliveira et al. ⁽⁶²⁾ y da Silva et al. ⁽⁶³⁾ determinaron que la clorhexidina al 0,12% fue moderadamente sensible ya que formó halos de inhibición de 14 y 16 mm, determinando que la clorhexidina al 0,12% fue menos efectiva. Wadhwa, et al. ⁽⁶⁸⁾ utilizaron hipoclorito de sodio al 3% frente a cepas ATCC 29212 de *E. faecalis*, mostrando una reducción de $1,02 \times 10^6$ UFC, así como el aceite esencial de *C. zeylanicum* evidencio una reducción bacteriana de $8,03 \times 10^5$ UFC, el hipoclorito de sodio presento mayor efectividad.

Ravinanthanan et al. ⁽⁹⁷⁾, utilizaron clorhexidina al 2% e hipoclorito de sodio al 2,5%, evidenciaron que la clorhexidina al 2% tuvo mayor efectividad frente a *E. faecalis*, Guerreiro

et al. ⁽⁹⁸⁾ y Camacho et al. ⁽⁹⁹⁾ evidenciaron que el hipoclorito de sodio al 2,5% presento una mayor reducción de colonias. Briseño et al. ⁽⁹⁵⁾ identificaron que el hipoclorito de sodio al 5% formo un halo de inhibición de 21 mm indicando que es muy sensible mientras que para clorhexidina al 2% fue de 19 mm demostrando sensibilidad frente a cepas DSM 20478 de *E. faecalis*.

Nascimento et al. ⁽⁸⁶⁾ determinaron que después de aplicar clorhexidina al 2% por un intervalo de tiempo de 3 minutos se logró identificar la reducción de $1,8 \times 10^0$ UFC de cepas ATCC 29212 de *E. faecalis*. Lo que en el estudio de Hajihassani et al. ⁽²⁵⁾ sobre las mismas cepas utilizaron gel de nano-clorhexidina al 2% por un intervalo de tiempo de 1 minuto obteniendo un decrecimiento en el crecimiento microbiano de $1,77 \times 10^1$ UFC a diferencia de Mathew et al. ⁽⁸⁸⁾ utilizaron clorhexidina al 2% evidenciaron un aumento de $2,09 \times 10^8$ UFC, al aplicar el láser diodo 810 nm determinaron una reducción de $1,45 \times 10^8$ UFC . Al igual que Shaktawa et al. ⁽⁸⁹⁾ emplearon clorhexidina al 2% determinaron un aumento de $4,01 \times 10^3$ UFC y al aplicar láser diodo 980 nm el crecimiento bacteriano fue menor encontrando un aumento de $1,01 \times 10^3$. El estudio de Ma et al. ⁽⁸⁵⁾ que encontró en su investigación que la clorhexidina al 0,2% presento una reducción del 55% y al 2% solo tuvo la mitad de efectividad en cepas ATCC 29212 de *E. faecalis* en un lapso de 60 segundos

Méndez et al. ⁽³⁷⁾ y Thulaseedharan et al. ⁽⁷⁷⁾ al aplicar hipoclorito de sodio al 2,5 % activado con EndoVAC por 30 segundos evidenciaron una gran reducción de colonias bacterianas. En el estudio de Betancourt et al. ⁽⁴¹⁾ utilizaron hipoclorito de sodio al 0,5% activado con Láser (Er,Cr:YSGG 2780 nm) e hipoclorito de sodio al 5% sin ser activado por 60 segundos después de su aplicación encontraron una disminución significativa de < 10 UFC. Roshdy et al. ⁽⁷⁴⁾ emplearon hipoclorito de sodio al 2,5% activándolo con Láser (Diodo 980 nm) 5 veces durante 5 segundos, evidenciando una reducción significativa de $9,98 \times 10^4$ UFC. Con la aplicación del láser de diodo con una longitud de onda de 970 nm y el hipoclorito de sodio al 5,25%, que se empleó en el estudio de Cîmpean et al. ⁽⁸⁴⁾ se lograron los resultados más efectivos evidenciando una reducción bacteriana del 99.9%.

De igual manera, Teves et al. ⁽⁷³⁾ utilizaron hipoclorito de sodio al 4% activado con un tipo de lima específica (XPF) demostrando al final del estudio que no existía una diferencia significativa con la irrigación convencional con jeringa. A diferencia del estudio de Herce et al. ⁽⁴²⁾ mismos

que activaron el hipoclorito de sodio al 5,25% con XPF a temperatura ambiente, determinando después de su aplicación un decrecimiento en el crecimiento microbiano de 0.40×10^0 UFC, mientras que al ser activado con PUI por 60 segundos se evidencia la ausencia con 0 UFC de ATCC 29212 de *E. faecalis*. Ibarra et al. ⁽³⁶⁾ al activar el hipoclorito de sodio al 2,5% con irrigación ultrasónica continua y pasiva no presentaron diferencias significativas presentando una reducción del 99.2 y 98.9%.

Rico et al. ⁽⁸²⁾ aplicaron hipoclorito de sodio al 5,25% activado por EndoActivator por 30 segundos generando un porcentaje de reducción bacteriana más baja con un 90.29% incluso si se compara con la irrigación convencional con jeringa por 30 segundos fue más efectiva la misma que se obtuvo el 93.3% de reducción y cuando aplicaron clorhexidina al 2% sin ser activadas redujeron un 99.04%, mientras que el sistema de limas IRRI S elimino en su totalidad al microorganismo en un lapso de 60 segundos, y en esta relación el que menor desempeño presento fue EndoActivator que en 60 segundos evidencio una reduccion bacteriana de 84.62%.

CAPITULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- A partir de la información recolectada se concluye que el aceite esencial de *C. zeylanicum* si presenta efecto antimicrobiano, si se cumple con ciertos parámetros, en una concentración del 10% para evidenciar reducción bacteriana se debe emplear por 6 horas, en concentraciones finales de 333.33 a 800 mg/ml se identificó sensibilidad, y en una concentración mínima inhibitoria (CIM) en un rango de 1.12 a 1.50 es muy sensible frente a *E. faecalis*.
- El hipoclorito de sodio que es la sustancia ideal de irrigación por sus características antimicrobianas y capacidad de disolver tejido orgánico, principalmente las concentraciones del 2,5, 5 y 5,25% presentaron efectividad antimicrobiana en *E. faecalis*, incluso concentraciones más bajas mejoran su desempeño al ser activadas con ultrasonido, láser, o limas como XPF o IRRI S.
- El gluconato de clorhexidina que es un antiséptico ampliamente utilizado en odontología por sus características antibacterianas y por su sustantividad, en concentraciones de 0,2 y 2% evidenciaron tener efecto antimicrobiano frente a *E. faecalis*, considerando que el gel de nano-clorhexidina al 2% tuvo mayor efectividad, y si se usa sistemas de activación como ultrasonido, láser, o limas como XPF o IRRI S el efecto antimicrobiano del gluconato de clorhexidina aumenta evidenciando una reducción casi en su totalidad de las colonias bacterianas.
- El aceite esencial de *C. zeylanicum* en una concentración mínima inhibitoria de 1.12 tiene la capacidad de actuar mejor que la clorhexidina al 0,12%, el hipoclorito de sodio al 3% resulto ser más efectivo que *C. zeylanicum* al 10%. El hipoclorito de sodio y el gluconato de clorhexidina en distintas concentraciones tienen un buen desempeño que incluso se pueden comparar, específicamente la clorhexidina al 2% y el hipoclorito de sodio al 2,5%, con respecto a los sistemas de activación los que tuvieron mejor desempeño fueron EndoVAC, Láser Er,Cr:YSGG 2780 nm, láser diodo 810 nm.

5.2. Recomendaciones

- Se necesitan más estudios acerca de *C. Zeylanicum*, para poder comparar su efecto antimicrobiano con el de la clorhexidina e hipoclorito de sodio.
- Se debe considerar que el hipoclorito de sodio y clorhexidina tienen un mejor efecto antimicrobiano si son activadas mediante un mecanismo como puede ser el ultrasonido.
- Es necesario que las soluciones sean utilizadas por 60 segundos aproximadamente ya que la reducción bacteriana es mayor.

BIBLIOGRAFÍA

1. Serra M. La resistencia microbiana en el contexto actual y la importancia del conocimiento y aplicación en la política antimicrobiana Microbial resistance in the current context and the importance of knowledge and application in antimicrobial policy. *Rev Habanera Ciencias Médicas* [Internet]. 2017;16(3):1–18. Available from: <http://www.revhabanera.sld.cu/index.php/rhab/article/view/2013>
2. del Río L, Vidal P. Types of antiseptics, presentations and rules of use. *Med Intensiva* [Internet]. 2019;43(xx):7–12. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.medin.2018.09.013>
3. Ramos C. Los paradigmas de la investigación científica. *Av. psicol.* 2015;23(1):9–17.
4. Filaretova Y, Yordanka S, Bulgaria S. Effects of Cinnamon (*Cinnamomum* spp.) in Dentistry: A Review. *Molecules* [Internet]. 2020;25(18):17. Available from: <https://www.mdpi.com/1420-3049/25/18/4184>
5. Hou K, Wu ZX, Chen XY, Wang JQ, Zhang D, Xiao C, et al. Microbiota in health and diseases. *Signal Transduct Target Ther* [Internet]. 2022;7(1). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35461318/>
6. Mc Carlie S, Boucher CE, Bragg RR. Molecular basis of bacterial disinfectant resistance. *Drug Resist Updat.* 2020 Jan 1;48.
7. Beganovic M, Luther MK, Rice LB, Arias CA, Rybak MJ, Laplante KL. A review of combination antimicrobial therapy for enterococcus faecalis bloodstream infections and infective endocarditis. *Clin Infect Dis* [Internet]. 2018 Jul 2 [cited 2023 Mar 25];67(2):303–9. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29390132/>
8. Kim MA, Rosa V, Min KS. Characterization of *Enterococcus faecalis* in different culture conditions. *Sci Rep* [Internet]. 2020;10(1):1–8. Available from: <https://doi.org/10.1038/s41598-020-78998-5>
9. Pedraza Maquera KI. Medicación intraconducto frente al *Enterococcus faecalis*. *Rev Odontológica Basadrina* [Internet]. 2020;3(2):49–55. Available from: <https://www.bing.com/ck/a?!&&p=b1e4bb578b045afaJmltdHM9MTY3OTUyOTYwMCMZpZ3VpZD0yNzg3ZmEzYS03Mjg0LTZkYTEtMjRhOS11YWFlNzMxNDZjZWmMaW5zaWQ9NTQ2OA&pptn=3&hsh=3&fclid=2787fa3a-7284-6da1-24a9-eaae73146cec&psq=Medicación+intraconducto+frente+al+Enterococcus+faecal>
10. Jiao Y, Tay FR, Niu L na, Chen J hua. Advancing antimicrobial strategies for managing oral biofilm infections. Vol. 11, *International Journal of Oral Science*. Sichuan University Press; 2019.

11. Giono-Cerezo S, Santos-Preciado JI, Morfín-Otero M del R, Torres-López FJ, Alcántar-Curiel MD. Resistencia antimicrobiana. Importancia y esfuerzos por contenerla. *Gac Mex.* 2020 Feb 19;156(2).
12. Jabbari S, Pormohammad A, Hashemi A, Lak P. Global prevalence of antibiotic resistance in blood-isolated enterococcus faecalis and enterococcus faecium: A systematic review and meta-analysis [Internet]. Vol. 12, *Infection and Drug Resistance*. Dove Medical Press Ltd.; 2019 [cited 2023 Mar 25]. p. 2713–25. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31564921/>
13. Kao PHN, Kline KA. Dr. Jekyll and Mr. Hide: How *Enterococcus faecalis* Subverts the Host Immune Response to Cause Infection. *J Mol Biol* [Internet]. 2019;431(16):2932–45. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jmb.2019.05.030>
14. Gomes EA, Rocha EP, Santos PH. Cerâmicas odontológicas : o estado atual (Ceramic in dentistry : current situation). 2008;54:319–25. Available from: <https://www.academia.edu/download/34829495/a0854331.pdf>
15. Mukorera TF, Ahmed S, Mabuza E, Kimmie-Dhansay F. In vitro antibacterial activity of three root canal sealers against *Enterococcus Faecalis*. *South African Dent J* [Internet]. 2022 Aug 31 [cited 2023 Mar 25];77(07):413–22. Available from: http://www.scielo.org.za/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0011-85162022000700004&lng=en
16. Jaiswal N, Sinha D, Singh U, Singh K, Jandial U, Goel S. Evaluation of antibacterial efficacy of Chitosan, Chlorhexidine, Propolis and Sodium hypochlorite on *Enterococcus faecalis* biofilm: An in vitro study. *J Clin Exp Dent*. 2017;9(9):e1066–74.
17. Brookes Z, Bescos R, Belfield L, Ali K, Roberts A. Current uses of chlorhexidine for management of oral disease: a narrative review. *J Dent*. 2020;103(October).
18. López L, Gutiérrez M, Menéndez M. Atención Primaria. *Med Intensiva* [Internet]. 2014;43:1–9. Available from: <https://medintensiva.org/es-tipos-antisepticos-presentaciones-normas-uso-articulo-S0210569118302754?referer=buscador>
19. Babalska Z, Korbecka M, Karpiński T. Wound antiseptics and european guidelines for antiseptic application in wound treatment. *Pharmaceuticals*. 2021;14(12).
20. Luque C, Rodríguez S, Martínez G, Elizondo O, Enriquez M, Rodriguez J. Propiedades y uso de la clorhexidina en el tratamiento periodontal no quirúrgica y quirúrgica. *Odontol Actual* [Internet]. 2019;16(56):56–60. Available from: https://www.researchgate.net/publication/336239596_Propiedades_y_uso_de_la_clorhexidina_en_el_tratamiento_periodontal_no_quirurgico_y_quirurgico/citation/download

21. Llovera J. Clorhexidina: un antiséptico de nuestros tiempos. Consideraciones útiles para nuestra práctica clínica. *Revisiones*. 2008;95–103.
22. Poppolo F, Ouanounou A. Chlorhexidine in Dentistry: Pharmacology, Uses, and Adverse Effects [Internet]. Vol. 72, *International Dental Journal*. Elsevier Inc.; 2022 [cited 2023 Mar 25]. p. 269–77. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0020653922000259?via%3Dihub>
23. Chavarría D, Esparza V, Ramírez K. Antibacterial and Antifungal Capacity of Three Commercially Available Mouthwashes with Different Concentrations of Chlorhexidine. *Odovtos - Int J Dent Sci*. 2022;24(2):57–68.
24. Williamson D, Carter G, Howden B. Current and Emerging Topical Antibacterials and Antiseptics: Agents, Action, and Resistance Patterns. *Clin Microbiol Rev* [Internet]. 2017;30(3):827–60. Available from: <https://journals.asm.org/doi/epub/10.1128/cmr.00112-16>
25. Hajihassani N, Alavi O, Karamshahi M, Amin S, Khademi A, Mohammadi N. Antibacterial effect of nano-chlorhexidine on *Enterococcus faecalis* biofilm in root canal system: An in vitro study. *Dent Res J (Isfahan)* [Internet]. 2022;19:80. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/36407778>
<http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=PMC9667490>
26. Ruksakiet K, Hanák L, Farkas N, Hegyi P, Sadaeng W, Czumbel LM, et al. Antimicrobial Efficacy of Chlorhexidine and Sodium Hypochlorite in Root Canal Disinfection: A Systematic Review and Meta-analysis of Randomized Controlled Trials. *J Endod* [Internet]. 2020;46(8):1032-1041.e7. Available from: <https://www.bing.com/ck/a?!&&p=42475c833027d286JmltdHM9MTY3OTUyOTYwMCMZpZ3VpZD0yNzg3ZmEzYS03Mjg0LTZkYTEtMjRhOS11YWFlNzZjZWMmaW5zaWQ9NTE3OA&pptn=3&hsh=3&fclid=2787fa3a-7284-6da1-24a9-eaae73146cec&psq=REVIEW+ARTICLE%0D%0AAntimicrobial+Efficacy+of+Chlorhex>
27. Balandrano F, Especialista P, Autónoma U, León DN. Soluciones Para Irrigación En Endodoncia: Hipoclorito De Sodio Y Gluconato De Clorhexidina. *Rev Científica Odontológica* [Internet]. 2007;3(1):11–4. Available from: <http://revistaodontologica.colegiodontistas.org/index.php/revista/article/download/358/498>
28. Talavera I, Menéndez A. Una explicación desde la química: ¿por qué son efectivos el agua y jabón, el hipoclorito de sodio y el alcohol para prevenir el contagio con la COVID-19? *An la Acad Ciencias Cuba* [Internet]. 2020;10(2):5. Available from: <https://orcid.org/0000-003-1694-9854>

29. Marin M, Gómez B, Cruz Lopez S. Hipoclorito de sodio como irrigante de conductos. Caso clínico, y revisión de literatura. *Av Odontostomatol.* 2019;35(1):33–42.
30. Corredor G. Guías para manejo seguro y gestión ambiental de 25 sustancias químicas 4.18 Hipoclorito de sodio [Internet]. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. 2020. Available from: <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/018903/Links/Guia18.pdf>
31. Haidee F, Ruiz S, Taketoshi A, Meguro F, Padilla SA, Moreno AG, et al. *Revista Odontológica Mexicana* Comparación de la acción bactericida de hipoclorito de sodio y Microcyn 60. 2009;13:9–16.
32. Zmener O. Estado actual del hipoclorito de sodio en endodoncia. 2: propiedades fisicoquímicas TT - Sodium hypochlorite in Endodontics: an update 2: physicochemical properties. *Rev Asoc Odontol Argent* [Internet]. 2010;98(4):351–7. Available from: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/lil-594995>
33. Argoti D. Protocolo de activación de la solución irrigadora previo a la oburación [Internet]. Universidad de las Américas; 2020. Available from: http://repository.radenintan.ac.id/11375/1/PERPUS_PUSAT.pdf%0Ahttp://business-law.binus.ac.id/2015/10/08/pariwisata-syariah/%0Ahttps://www.ptonline.com/articles/how-to-get-better-mfi-results%0Ahttps://journal.uir.ac.id/index.php/kiat/article/view/8839
34. Rödíg T, Zimmermann F, Konietzschke F, Sydow H, Wiegand A. Comparison of the antibacterial efficacy of sonic- and two ultrasonic-activated irrigation techniques in reducing intracanal *Enterococcus faecalis* populations. *Quintessence Int* [Internet]. 2018;49(9):689–97. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30027169>
35. Sierra A, Gómez D, Gajardo F, Correa V. Extrusión Apical de Barro Dentinario e Irrigante Producidos por Dos Sistemas de Instrumentación de Níquel Titanio al Utilizar Irrigación Pasiva o Activa. *Int J Odontostomatol.* 2019;13(1):51–7.
36. Ibarra J, Maldonado J, Nardello L, Romero R. Artículo Original Efectividad antibacteriana entre sistema de irrigación ultrasónica pasiva y continua sobre *Enterococcus faecalis*. Estudio in vitro Antibacterial effectiveness between passive and continuous ultrasonic irrigation system on *Enterococcus fa.* 2021;23. Available from: <https://orcid.org/0000-0003-0981-7626>
37. Méndez V, Vitales M, González A, Muñoz C, Ducoing F. Elimination of an intraradicular biofilm composed of *Enterococcus faecalis* and *Candida albicans* using a negative apical pressure irrigation system. *J Oral Res.* 2020;9(1):36–43.

38. Ramos E, Adorno C. Irrigant extrusion according to irrigation technique in human teeth, ex vivo. *Memorias del Inst Investig en Ciencias la Salud*. 2016;14(1):50–6.
39. Ledezma P, Bordagaray M, Basualdo J, Cristian B C. Usos del láser en la terapia endodóntica. Revisión de la literatura. *Int J Med Surg Sci*. 2020;1–9.
40. Vilchis S, Gurria A, Rodríguez A. Efecto antibacteriano del láser en el tratamiento de conductos. *Rev Mex Estomatol*. 2019;6(2):9–13.
41. Betancourt P, Merlos A, Sierra J, Camps O, Arnabat J, Viñas M. Effectiveness of low concentration of sodium hypochlorite activated by Er,Cr:YSGG laser against *Enterococcus faecalis* biofilm. *Lasers Med Sci*. 2019;34(2):247–54.
42. Herce N, Álvarez A, Álvarez L, Nistal E, Amador U, Presa J, et al. Antibacterial ability of sodium hypochlorite activated with pui vs. Xpf file against bacteria growth on *enterococcus faecalis* mature biofilm. *Dent J*. 2021;9(6).
43. Cui P, Duke C. Chemical clasification and chemistry of phytotherapeutics constituents. In: Ramzan I, editor. *Phytotherapiess*. Canada; 2015. p. 199–235.
44. Rojas A, Acero J. Comparación de la actividad antifúngica de los aceites esenciales del género *Cinnamomum* spp. contra fitopatógenos. *Rev Tecnol en Marcha*. 2023;36:3–19.
45. Denkova R, Teneva D, Tomova T, Goranov B, Denkova Z, Shopska V, et al. Chemical composition, antioxidant and antimicrobial activity of essential oils from tangerine (*Citrus reticulata* L.), grapefruit (*Citrus paradisi* L.), lemon (*Citrus lemon* L.) and cinnamon (*Cinnamomum zeylanicum* Blume). *Zeitschrift fur Naturforsch - Sect C J Biosci*. 2021;76(5):175–85.
46. Hamidpour R, Hamidpour M, Hamidpour S, Shahlari M. Cinnamon from the selection of traditional applications to its novel effects on the inhibition of angiogenesis in cancer cells and prevention of Alzheimer's disease, and a series of functions such as antioxidant, anticholesterol, antidiabetes, antibacteri. *J Tradit Complement Med*. 2015;5(2):66–70.
47. Vasconcelos N, Croda J, Simionatto S. Antibacterial mechanisms of cinnamon and its constituents: A review. *Microb Pathog*. 2018;120(March):198–203.
48. Yanakiev S. Effects of Cinnamon (*Cinnamomum* spp.) in Dentistry: A Review. *Molecules*. 2020;25(18).
49. Dias R, Leite A, de Oliveria E. Combined effect of *Cinnamomum zeylanicum* blume essential oil and nystatin on *Candida albicans* growth and micromorphology. *Rev Ciências Médicas e Biológicas*. 2013;12(2):149.

50. Patricio IÍ, Karen GP, Gissell CA, Andrea OH. ANTIBIÓTICOS INDICADOS EN ODONTOLOGÍA [Internet]. Vol. 4, Revista OACTIVA UC Cuenca. 2019 [cited 2023 Mar 25]. Available from: <https://oactiva.ucacue.edu.ec/index.php/oactiva/article/view/409/554>
51. Maoyang L, Songyu X, Zhao W. Oral microbiota: A new view of body health [Internet]. Vol. 8, Food Science and Human Wellness. Elsevier B.V.; 2019 [cited 2023 Mar 25]. p. 8–15. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2213453018301642>
52. Marsh P, Lewis M, Rogers H, Williams D, Wilson M. Oral Microbiology. 6th ed. ELSEVIER; 2016.
53. Lamont RJ, Koo H, Hajishengallis G. The oral microbiota: dynamic communities and host interactions. *Nat Rev Microbiol* [Internet]. 2018;16(12):745–59. Available from: <http://dx.doi.org/10.1038/s41579-018-0089-x>
54. García-Solache M, Rice LB. The enterococcus: A model of adaptability to its environment. *Clin Microbiol Rev* [Internet]. 2019;32(2). Available from: <https://www.bing.com/ck/a?!&&p=ede1bda42ff120a8JmltdHM9MTY3OTUyOTYwMCZpZ3VpZD0yNzg3ZmEzYS03Mjg0LTZkYTEtMjRhOS11YWFINzMxNDZjZWMmaW5zaWQ9NTE4Mw&ptn=3&hsh=3&fclid=2787fa3a-7284-6da1-24a9-eaae73146cec&psq=The+Enterococcus%3A+a+Model+of+Adaptability+to+Its+Env>
55. Rôças I, Siqueira J, Santos K. Association of *Enterococcus faecalis* with different forms of periradicular diseases. *J Endod*. 2004;30(5):315–20.
56. Saki M, Seyed S, Abbasi E, Siahpoosh A, Moosavias M, Mahmoud S. In vitro antibacterial properties of *Cinnamomum zeylanicum* essential oil against clinical extensively drug-resistant bacteria. *Eur J Integr Med*. 2020;37(May):6.
57. Alghamdi F, Shakir M. The Influence of *Enterococcus faecalis* as a Dental Root Canal Pathogen on Endodontic Treatment: A Systematic Review. *Cureus*. 2020;(March).
58. Neelakantan P, Romero M, Vera J, Daood U, Khan A, Yan A, et al. Biofilms in Endodontics—Current status and future directions. *Int J Mol Sci*. 2017;18(8).
59. Gomes B, Herrera D. Etiologic role of root canal infection in apical periodontitis and its relationship with clinical symptomatology. *Braz Oral Res*. 2018;32:82–110.
60. Unlu M, Ergene E, Unlu G, Zeytinoglu H, Vural N. Composition, antimicrobial activity and in vitro cytotoxicity of essential oil from *Cinnamomum zeylanicum* Blume (Lauraceae). *Food Chem Toxicol* [Internet]. 2010;48(11):3274–80. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.fct.2010.09.001>

61. Rath S, Padhy R. Monitoring in vitro antibacterial efficacy of 26 Indian spices against multidrug resistant urinary tract infecting bacteria. *Integr Med Res* [Internet]. 2014;3(3):133–41. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.imr.2014.04.002>
62. de Oliveira Carvalho I, Purgato G, Píccolo M, Pizziolo V, Coelho R, Diaz G, et al. In vitro anticariogenic and antibiofilm activities of toothpastes formulated with essential oils. *Arch Oral Biol* [Internet]. 2020;117(March):104834. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.archoralbio.2020.104834>
63. da Silva M, Goncalves A, Rodrigues C, Souza H, Silveira D, Estrela C. Antibacterial effect of oral antiseptics on facultative bacteria. *Stomatos*. 2013;19(37):29–39.
64. Greatti V, Alves F, Coral D, Weckwerth P. AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIBACTERIANA “ IN VITRO ” DA AROEIRA (SCHINUS TEREBINTHIFOLIUS) E DA CANELA (CINNAMOMUM ZEYLANICUM) FRENTE A LINHAGENS negative. *Salusvita*. 2014;33(3):345–54.
65. Villacrés J, Barreto C. Actividad antibacteriana in vitro de los extractos acuosos de *Eucalyptus globulus* Labill. y *Cinnamomum zeylanicum* Blume sobre *Escherichia coli*, *Enterococcus faecalis* y *Staphylococcus aureus*. *Rev Peru Med Integr*. 2022;7(1):22–7.
66. Gupta A, Duhan J, Tewari S, Sangwan P, Yadav A, Singh G, et al. Comparative evaluation of antimicrobial efficacy of *Syzygium aromaticum*, *Ocimum sanctum* and *Cinnamomum zeylanicum* plant extracts against *Enterococcus faecalis*: A preliminary study. *Int Endod J*. 2013;46(8):775–83.
67. Condò C, Anacarso I, Sabia C, Iseppi R, Anfelli I, Forti L, et al. Antimicrobial activity of spices essential oils and its effectiveness on mature biofilms of human pathogens. *Nat Prod Res* [Internet]. 2020;34(4):567–74. Available from: <https://doi.org/10.1080/14786419.2018.1490904>
68. Wadhwa A, Wadhwa J, Duhan J. Comparative evaluation of antimicrobial efficacy of three herbal irrigants in reducing intracanal *E. faecalis* populations: An in vitro study. *J Clin Exp Dent*. 2016;8(3):e230–5.
69. Mathew J, Pathrose S, Kottoor J, Karaththodiyil R, Alani M, Mathew J. Evaluation of an Indigenously Prepared Herbal Extract (EndoPam) as an Antimicrobial Endodontic Irrigant: An Ex Vivo Study. *J Int oral Heal JIOH* [Internet]. 2015;7(6):88–91. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26124607%0Ahttp://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=PMC4479781>
70. Abbaszadegan A, Dadolahi S, Gholami A, Moein M, Hamedani S, Ghasemi Y, et al. Antimicrobial and cytotoxic activity of *cinnamomum zeylanicum*, calcium

hydroxide, and triple antibiotic paste as root canal dressing materials. *J Contemp Dent Pract.* 2016;17(2):105–13.

71. Anwar S, Sivalingam B, Vijayakumar N, Vivek K, Lavanya P, Prabha E. Methodology Used in the Study. *Asian J Pharm Clin Res.* 2022;7(10):1–5.
72. Gómez C, Salcedo D, Ayala G, Watanabe R, Pineda M, Alvétez D, et al. Antimicrobial efficacy of calcium and sodium hypochlorite at different concentrations on a biofilm of enterococcus faecalis and candida albicans: An in vitro comparative study. *J Contemp Dent Pract.* 2020;21(2):178–82.
73. Teves A, Blanco D, Casaretto M, Torres J, Alvarado D, Jaramillo D. Effectiveness of different disinfection techniques of the root canal in the elimination of a multi-species biofilm. *J Clin Exp Dent.* 2019;11(11):e978–83.
74. Roshdy N, Kataia E, Helmy N. Assessment of antibacterial activity of 2.5% NaOCl, chitosan nano-particles against *Enterococcus faecalis* contaminating root canals with and without diode laser irradiation: an in vitro study. *Acta Odontol Scand* [Internet]. 2019;77(1):39–43. Available from: <https://doi.org/10.1080/00016357.2018.1498125>
75. Pladisai P, Salingcarnboriboon R, Chivatxaranukul P. Effectiveness of different disinfection protocols on the reduction of bacteria in *Enterococcus faecalis* biofilm in teeth with large root canals. *J Endod* [Internet]. 2016;42(3):460–4. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.joen.2015.12.016>
76. Guerreiro J, Chávez G, Faria N, Watanabe E, Tanomaru M. Effect of Passive Ultrasonic Irrigation on *Enterococcus faecalis* from Root Canals: An Ex Vivo Study. *Braz Dent J.* 2015;26(4):342–6.
77. Thulaseedharan S, Kabbinala P, Vallabhdas A, Kumar V, Shikaripura K, Marulappa R. Methodology Used in the Study. *Asian J Pharm Clin Res.* 2017;7(10):1–5.
78. De Almeida A, Souza M, Miyagaki D, Dal Bello Y, Cecchin D, Farina A. Comparative evaluation of calcium hypochlorite and sodium hypochlorite associated with passive ultrasonic irrigation on antimicrobial activity of a root canal system infected with *Enterococcus faecalis*: An in vitro study. *J Endod* [Internet]. 2014;40(12):1953–7. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.joen.2014.08.025>
79. Wang Y, Xiao S, Ma D, Huang X, Cai Z. Minimizing Concentration of Sodium Hypochlorite in Root Canal Irrigation by Combination of Ultrasonic Irrigation with Photodynamic Treatment. *Photochem Photobiol.* 2015;91(4):937–41.
80. Maden M, Ertuğrul İ, Orhan E, Erik C, Yetiş C, Tuncer Y, et al. Enhancing antibacterial effect of sodium hypochlorite by low electric current-assisted sonic agitation. *PLoS One.* 2017;12(8):1–12.

81. Petrini M, Spoto G, Scarano A, D'Arcangelo C, Tripodi D, Di Fermo P, et al. Near-infrared LEDS provide persistent and increasing protection against *E. faecalis*. *J Photochem Photobiol B Biol*. 2019;197(June):6–11.
82. Rico C, Zubizarreta Á, Baquero M, Mena J. An analysis in vivo of intracanal bacterial load before and after chemo-mechanical preparation: A comparative analysis of two irrigants and two activation techniques. *J Clin Exp Dent*. 2016;8(1):e9–13.
83. Plutzer B, Zilm P, Ratnayake J, Cathro P. Comparative efficacy of endodontic medicaments and sodium hypochlorite against *Enterococcus faecalis* biofilms. *Aust Dent J*. 2018;63(2):208–16.
84. Cîmpean S, Pop I, Matei S, Colosi I, Costache C, Nicula G, et al. Effectiveness of Different Final Irrigation Procedures on *Enterococcus faecalis* Infected Root Canals: An In Vitro Evaluation. *Materials (Basel)*. 2022;15(19):15.
85. Ma J, Tong Z, Ling J, Liu H, Wei X. The effects of sodium hypochlorite and chlorhexidine irrigants on the antibacterial activities of alkaline media against *Enterococcus faecalis*. *Arch Oral Biol* [Internet]. 2015;60(7):1075–81. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.archoralbio.2015.04.008>
86. Nascimento C, Tanomaru M, Faria N, Faria G, Guerreiro J. Antimicrobial activity of root canal irrigants associated with cetrimide against biofilm and planktonic *Enterococcus faecalis*. *J Contemp Dent Pract*. 2014;15(5):603–7.
87. Mandal S, Margasahayam S, Shenoy V. Original Article A Comparative Evaluation of the Influence of Three Different Vehicles on the Antimicrobial Efficacy of Triple Antibiotic Paste against *Enterococcus faecalis*: An In vitro Study. *Contemp Clin Dent*. 2020;8(September):11–9.
88. Mathew T, BM S, GV P, Jose J. Comparative Evaluation of the Antibacterial Efficacy of Chlorhexidine and 810 nm Diode Laser in the Disinfection of Root Canals Contaminated With *Enterococcus faecalis*: An In Vitro Study. *Cureus*. 2022;14(8):9.
89. Shaktawa A, Verma K, Goyal V, Jasuja P, Sukhija S, Mathur A. Pedodontics and Preventive Dentistry. *J Indian Soc Pedod Prev Dent* |. 2019;37(September):6.
90. Singh M, Singh S, Salgar A, Prathibha N, Chandrahari N, Swapna L. An in vitro comparative evaluation of antimicrobial efficacy of propolis, morinda citrifolia juice, sodium hypochlorite and chlorhexidine on *enterococcus faecalis* and *Candida albicans*. *J Contemp Dent Pract*. 2019;20(1):40–5.
91. Arikatla S, Chalasani U, Mandava J, Yelisela R. Interfacial adaptation and

penetration depth of bioceramic endodontic sealers Background : Aim : Materials and Methods : Statistical Analysis Used : Results : Conclusions : J Conserv Dent. 2018;21(4):373–7.

92. Sisodiya M, Ahmed S, Ranjan S, Priyanka S, Kumar A, Verma G. A comparative assessment of pomegranate extract, sodium hypochlorite, chlorhexidine, Myrrh (Commiphora molmol), tulsi extract against Enterococcus faecalis, Fusobacterium nucleatum and Staphylococci epidermidis. J Oral Maxillofac Pathol [Internet]. 2021;25(2):369. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/34703138><http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=PMC8491351>
93. Mallya L, Shenoy R, Mala K, Shenoy S. Evaluation of the antimicrobial efficacy of 20% Punica granatum, 0.2% chlorhexidine gluconate, and 2.5% sodium hypochlorite used alone or in combinations against Enterococcus faecalis: An in-vitro study Laxmish. J Conserv Dent. 2019;22(4):373–7.
94. Garlapati R, Venigalla B, Surakanti J, Thumu J, Chennamaneni K, Kalluru R. Comparison of the antimicrobial efficacy of two antibiotics sparflaxacin and augmentin as experimental root canal irrigating solutions against enterococcus faecalis-an invitro study. J Clin Diagnostic Res. 2016;10(3):57–60.
95. Briseño B, Callaway A, Shalamzari N, Wolf T. Antibacterial efficacy of peracetic acid in comparison with sodium hypochlorite or chlorhexidine against Enterococcus faecalis and Parvimonas micra. BMC Oral Health [Internet]. 2022;22(1):1–9. Available from: <https://doi.org/10.1186/s12903-022-02148-8>
96. Nikhil V, Madan M, Agarwal C, Suri N. Effect of addition of 2% chlorhexidine or 10% doxycycline on antimicrobial activity of biodentine. J Conserv Dent. 2014;17(3):271–5.
97. Ravinanthanan M, Hedge M, Shetty V, Kumari S, Al Qahtani F. Review Article Prevention and Treatment of White Spot Lesions in Orthodontic Patients. Contemp Clin Dent. 2022;8(September):11–9.
98. Guerreiro J, Nascimento C, Faria N, Graeff M, Watanabe E, Tanomaru- M. Antibiofilm activity of irrigating solutions associated with cetrimide. Confocal laser scanning microscopy. Int Endod J. 2014;47(11):1058–63.
99. Camacho F, Salmerón P, Martínez Y. Effects of photodynamic therapy, 2 % chlorhexidine, triantibiotic mixture, propolis and ozone on root canals experimentally infected with Enterococcus faecalis: an in vitro study. Odontology. 2017;105(3):338–46.
100. Nourzadeh M, Amini A, Fakoor F, Raouf M, Sharififar F. Comparative antimicrobial

efficacy of Eucalyptus Galbie and Myrtus communis L. Extracts, chlorhexidine and sodium hypochlorite against Enterococcus Faecalis. Iran Endod J. 2017;12(2):205–10.

101. Cherian B, Gehlot P, Manjunath M. Comparison of the antimicrobial efficacy of octenidine dihydrochloride and chlorhexidine with and without passive ultrasonic irrigation - An invitro study. J Clin Diagnostic Res. 2016;10(6):ZC71–7.
102. Parolia A, Kumar H, Ramamurthy S, Madheswaran T, Davamani F, Pichika M, et al. Effect of propolis nanoparticles against enterococcus faecalis biofilm in the root canal. Molecules. 2021;26(3).