

**Evaluación ex vivo de la eficacia antibacterial de naringina como irrigante de conductos
radiculares contra *Enterococcus faecalis***

Adriana Lucia Cristancho Cristiano y David Alejandro Morales Ordoñez

Trabajo de grado para optar el título de Especialista en Endodoncia

Director

María Alejandra Manosalva

Especialista en Endodoncia

Universidad Santo Tomás, Bucaramanga

División de Ciencias de la Salud

Especialización en Endodoncia

2023

Dedicatoria

Agradezco a Dios porque sin Él nada de esto sería posible, por darme a los mejores padres del mundo a quienes les hago merecedores de cada una de mis victorias, por hacer de mí una gran mujer y gran profesional, a mis hermanitos que son mi motor y me llenan de su energía para poder cumplir cada uno de mis sueños; sin su apoyo nada de esto había sido posible, me impulsan día a día a ser mejor persona, cada triunfo y gozo es gracias a ellos, es por esto que lejos de ser para mí una gran alegría y triunfo es más por ellos y para ellos, los amo con todo mi corazón.

Adriana Lucía Cristancho Cristiano.

Dedico este triunfo a mis papás, a mi hermano y a mis sobrinos.

David Alejandro Morales Ordoñez

Agradecimientos

Agradecer a las Dras. María Alejandra Manosalva Estrada, Juana Sanchez, Andrea Almario, por confiar y apoyar este proyecto, por su dedicación y paciencia agradecimientos infinitos por ser parte de este logro y este sueño sin su ayuda nada de esto fuera posible, agradecer a nuestros padres por ser nuestros pilares por su apoyo constante e incondicional, también queremos dar gracias a todas las personas por acompañarnos día a día y ayudarnos a salir adelante con este proyecto.

Contenido

Evaluación ex vivo de la eficacia antibacterial de naringina como irrigante de conductos radiculares contra <i>Enterococcus faecalis</i>	14
1. Introducción.....	14
1.2 Justificación.....	19
2. Marco teórico	21
2.1 Patología pulpar.....	21
2.2 Diagnósticos pulpares	23
2.2.1 Necrosis pulpar	23
2.3 Microbiología endodóntica	24
2.3.1 <i>Enterococcus faecalis</i>	25
2.4 Lesiones endoperiodontales	27
2.5 Anatomía interna	30
2.5.1 Morfología interna.....	31
2.6 Irrigación endodóntica.....	33
2.7 Características ideales de un irrigante endodóntico	34
2.7.1 Antibacteriano	34
2.7.2 Baja toxicidad.....	34
2.7.3 Solvente de residuos orgánicos e inorgánicos	34
2.7.4 Baja tensión superficial	35
2.7.5 Lubricante.....	35
2.7.6 Fácil aplicación.....	35
2.7.7 Acción rápida.....	35

2.8 Factores que influyen la efectividad del irrigante pulpar	35
2.9 Bioflavonoides	36
2.10 Naringina.....	37
2.10.1 Propiedades de la naringina.....	38
2.10.2 Obtención de la naringina.....	38
2.10.3 Usos	39
2.10.4 Efectos biológicos de la naringina.....	39
2.11 Hipoclorito de sodio	41
2.12 Clorhexidina	41
2.13 EDTA	42
3. Objetivos	43
3.1 Objetivo general	43
3.2 Objetivos específicos.....	43
3.3 Hipótesis.....	43
4. Metodología	44
4.1 Tipo de estudio	44
4.2 Población	44
4.2.1 Universo	44
4.2.2 Muestra	44
4.2.3 Tipo de muestreo	44
4.3 Criterios de selección	45
4.3.1 Criterios de Inclusión	45
4.3.2 Criterios de exclusión.....	45

4.4 Variables.....	45
4.5 Instrumento.....	46
4.6 Procedimiento.....	46
4.6.1 Materiales	46
4.6.2 Paso a paso	47
4.7 Plan de análisis estadístico	54
4.7.1 Plan de análisis estadístico univariado	54
4.7.2 Plan de análisis estadístico bivariado	54
4.8 Consideraciones de ética	54
5. Resultados	55
6. Discusión.....	57
7. Conclusiones	60
8. Recomendaciones	61
Referencias.....	62
Apéndices.....	70

Lista de tablas

Tabla 1. <i>Descripción de la población de estudio según solución irrigante utilizada.....</i>	56
Tabla 2. <i>Descripción de la población de estudio según número de conductos</i>	56
Tabla 3. <i>Promedio y desviación estándar de las UFC/ml de Enterococcus faecalis según irrigante utilizado.....</i>	56
Tabla 4. <i>Promedio y mediana de las UFC/ml de Enterococcus faecalis según irrigante utilizado</i>	57

Lista de figuras

Figura 1. <i>Bacterias aisladas del conducto radicular</i>	25
Figura 2. <i>Lesiones endoperiodontales</i>	29
Figura 3. <i>Anatomía de conductos</i>	32
Figura 4. <i>Estructura química de los flavonoides</i>	37
Figura 5. <i>Estructura de la Naringina</i>	38
Figura 6. <i>Selección de la muestra</i>	47
Figura 7. <i>Distribución en los grupos</i>	48
Figura 8. <i>Irrigación de la muestra</i>	49
Figura 9. <i>Contaminación de la muestra</i>	50
Figura 10. <i>Conteo bacteriano</i>	51
Figura 11. <i>Irrigación de la muestra</i>	52
Figura 12. <i>Verificación de la eliminación del microorganismo</i>	53
Figura 13. <i>Flujograma de la selección de muestra</i>	55

Lista de apéndices

Apéndice A. <i>Operacionalización de variables</i>	70
Apéndice B. <i>Instrumento</i>	71
Apéndice C. <i>Plan de Análisis estadístico</i>	72

Glosario

Bioflavonoides: los flavonoides pertenecen al reino vegetal, se obtienen de la naturaleza conformados por estructuras polifenólicas las cuales están presentes en frutas verduras y las dietas humanas del día a día (Jeong et al., 2009).

Cámara pulpar: se encuentra ubicada en la corona dental, alojada en el centro de esta. Tiene seis superficies: mesial, distal, vestibular, palatino o lingual, techo y piso, estas superficies se presentan de forma convexa o cóncava. (Guzmán, 2021).

Conductos radiculares: esta porción es la parte de la cavidad pulpar la cual se encuentra en la porción radicular de los dientes (Guzmán, 2021).

Enterococcus faecalis: el *Enterococcus faecalis* es un coco gram positivo anaerobio facultativo, se encuentra principalmente en el tracto gastrointestinal, cavidad oral humana y la vagina, adaptándose fácilmente a estos entornos ya que presentan niveles ricos en nutrientes y bajos de oxígeno (Alghamdi y Shakir, 2020).

Irrigación endodóntica: la irrigación de conductos se define como el lavado o remoción de una o más sustancias inyectadas en la cámara pulpar y conductos radiculares, antes y después de una instrumentación biomecánica sobre las paredes del conducto con el fin de lograr una desinfección y asegurar una zona con la mínima carga bacteriana posible. (Gurria et al., 2018).

Naringina: la naringina es un flavonoide y compuesto polifenólico el cual se encuentra en la cascara o en el pericarpio de la cascara de algunos frutos cítricos (*Citrus paradisi*, *Citrus aurantium*) como la toronja es la encargada de dar el sabor amargo, también lo podemos encontrar en frijoles, uvas, cacao, cerezas, tomates, hojas, flores y semillas de gran variedad de plantas (Ochoa y Portillo, 2021).

Patología pulpar: es la enfermedad endodóntica, ya sea en la pulpa o del periápice y se da por el resultado de una irritación a causa de la presencia de microorganismos que normalmente se encuentran en la cavidad oral (Fouad, 2017).

Resumen

Objetivo: Evaluar la eficacia de naringina como solución irrigante para la eliminación de *Enterococcus faecalis* en canales radiculares de dientes premolares humanos extraídos. **Materiales y métodos:** Se realizó un estudio experimental ex vivo en primeros y segundos premolares superiores e inferiores extraídos con fines ortodónticos. Los dientes fueron elegidos de manera aleatoria, se enumeraron y distribuyeron por partes iguales en cuatro grupos: Grupo 1 Naringina (7 dientes), Grupo 2 Hipoclorito de sodio (7 dientes), Grupo 3 Clorhexidina (7 dientes), Grupo 4 control negativo con solución salina (6 dientes). Se contaminó cada uno de los conductos con *Enterococcus faecalis*, se irrigó con la sustancia correspondiente y se realizó un conteo inicial y final de las unidades formadoras de colonias (Ufc/ml). **Resultados:** la solución irrigante con una media más baja en el resultado final de unidades formadoras de colonia fue el hipoclorito con una media de 1057.143, seguido de la clorhexidina (15180). La naringina quedó en el tercer lugar con una media de 610000. **Conclusión:** A pesar de que la naringina tiene la capacidad de inhibir el crecimiento de *Enterococcus faecalis*, esta capacidad es menor en comparación con la clorhexidina al 2% y el hipoclorito de sodio al 5.25%.

Palabras clave: irrigantes del conducto radicular, naringina, *enterococcus faecalis*

Abstract

Aim: To evaluate the effectiveness of naringin as an irrigating solution for the elimination of *Enterococcus faecalis* in root canals of extracted human premolar teeth. **Materials and methods:** An ex vivo experimental study was carried out on upper and lower first and second premolars extracted for orthodontic purposes. The teeth were chosen randomly, numbered and distributed equally in four groups: Group 1 Naringin (7 teeth), Group 2 Sodium hypochlorite (7 teeth), Group 3 Chlorhexidine (7 teeth), Group 4 negative control with saline solution (6 cloves). Each of the ducts was contaminated with *Enterococcus faecalis*, irrigated with the corresponding substance and an initial and final count of the colony-forming units (CFU/ml) was performed. **Results:** the irrigating solution with the lowest mean in the final result of colony forming units was hypochlorite with a mean of 1057.143, followed by chlorexhidin (15180). Naringin came in third place with a mean of 610,000. **Conclusion:** Although naringin has the ability to inhibit the growth of *Enterococcus faecalis*, this ability is lower compared to 2% chlorhexidine and 2% sodium hypochlorite. 5.25%.

Keywords: root canal irrigants, naringin, *enterococcus faecalis*

Evaluación ex vivo de la eficacia antibacterial de naringina como irrigante de conductos radiculares contra *Enterococcus faecalis*

1. Introducción

La endodoncia es la rama de la odontología que se encarga de la prevención y/o manejo de las patologías de origen pulpar. El tejido pulpar y la dentina forman una estructura biológica llamada complejo dentino-pulpar; la inclusión de las prolongaciones de los odontoblastos en la dentina, hace que el tejido pulpar tenga como función conservar la vitalidad de la dentina al protegerla. Su origen embrionario es ectomesenquima que da origen la papila del Germen dentario. El complejo dentino pulpar se analiza por separado histológicamente, una parte de este complejo es la pulpa, un tejido conectivo laxo que se observa en cortes descalcificados; otra parte es la dentina, un tejido duro que se observa o analiza en cortes por desgastes para estudiar su estructura mineralizada (Navarro, 2003). Es primordial que el profesional tenga el conocimiento del sistema dentino pulpar y tejidos adyacentes, con el fin de generar un correcto diagnóstico, terapia y pronóstico que derive en un tratamiento integral al diente y los tejidos que los rodean.

Cuando el tejido pulpar se ve afectado por diversas circunstancias, entre ellas la presencia de microorganismos presentes en la cavidad bucal, se pueden presentar manifestaciones clínicas como dolor intenso, leve o moderado y en ocasiones puede ser nula la respuesta, lo cual indica que el tejido pulpar está teniendo una afectación y se debe intervenir con un tratamiento endodóntico.

En la cavidad oral se encuentran diversos microorganismos, ya que es un medio propicio para la colonización de agentes patógenos como bacterias, hongos y levaduras, los cuales son un factor de riesgo para la posible pérdida de piezas dentales o patologías donde se involucra la

contaminación del conducto radicular (Alejandra et al, 2016). Estos agentes patógenos pueden generar infecciones o fracaso de tratamientos endodónticos previos.

En algunos estudios se ha evidenciado que el mayor fracaso de la endodoncia es la contaminación persistente de bacterias en el conducto radicular. La microbiota que predomina en el canal radicular son los anaerobios facultativos y los gram positivos, un ejemplo de esto es el *Enterococcus faecalis*, ya que posee la capacidad para entrar de forma eficaz a los túbulos dentinales en comparación de los otros microorganismos; además de tener la capacidad de sobrevivir en medios bajos de nutrientes e invadir espacios donde es difícil acceder con la instrumentación e irrigación (Pedraza, 2019). La irrigación cumple una función esencial en el tratamiento de endodoncia, ayudando no solo a la lubricación del conducto, sino también a la eliminación de algunos patógenos. Durante el proceso de irrigación se utilizan diferentes sustancias químicamente activas, como lo son: Hipoclorito de sodio, EDTA y clorhexidina, con las cuales se busca una desinfección y limpieza del canal radicular para mejorar la tasa de éxito del tratamiento. Por consiguiente, es necesario y de suma importancia analizar mejores irrigantes y medicamentos endodónticos (Miliani et al., 2012).

Para realizar el proceso de desinfección del espacio del conducto radicular existen variedad de sustancias químicas que cumplen con funciones como: ser bactericida, baja toxicidad, solvente de tejidos, baja tensión superficial y lubricante. Actualmente no se conoce ningún irrigante que cumpla con todas estas características, normalmente se utiliza el hipoclorito de sodio, clorhexidina, detergentes, agua destilada, solución fisiológica, agua de cal, entre otras (Miliani et al., 2012).

Esta investigación propuso exponer y revelar el potencial antimicrobiano de la naringina como una posible sustancia irrigante para su uso en endodoncia. Por lo anterior, se planteó como

objetivo evaluar la eficacia de la naringina como irrigante de conductos radiculares contra *Enterococcus faecalis*.

1.1 Planteamiento del problema

Las patologías de origen endodóntico son la principal causa de atención de urgencias en la consulta odontológica, por la presencia de sintomatología aumentada y dolorosa, estas patologías pulpares son ocasionadas generalmente por alteraciones, infecciones o injurias ocasionadas en el tejido pulpar. Si dichas patologías no son tratadas a tiempo pueden evolucionar ocasionando daños en el periapice del diente (Pupo et al., 2015).

Así mismo, Las enfermedades de la cavidad oral son un problema de salud pública. En Chile el ministerio de salud afirma que el 66% de la población es afectada por la enfermedad de la caries dental. (Rodríguez y Oporto, 2015). En Colombia, según el ENSAB IV en el 2014 el 96,7% de la población presentó caries dental, la cual se dio entre los 5 y 14 años en un 14,1%, en el grupo de 15 y 19 años se obtuvo en un 33,4% de la población y en los mayores de 65 años se observó el porcentaje más alto con un 82,8% (Gaviria y Ospina Martha, 2014). El proceso infeccioso de caries dental afecta los tejidos de protección del diente, causando la pérdida de minerales de la estructura dental, cuando la lesión está con un proceso extenso y cavitacional, es un gran peligro o amenaza para infectar el tejido pulpar, causándole la inflamación o necrosis. Una de las principales causas para que se dé esta situación son los microorganismos presentes en la microbiota oral (Gaviria y Ospina, 2014).

La microbiota o microflora oral hace referencia a los microorganismos presentes en la cavidad oral. La cavidad oral, según estudios, es la segunda zona del cuerpo humano donde más se encuentran microorganismos, por lo que se presenta colonización y presencia de bacterias en

dos zonas importantes; tejidos duros como los dientes y tejidos blandos como la mucosa oral (Deo & Deshmukh, 2019). Se han evidenciado más de 300 especies bacterianas en la flora oral, sólo un grupo reducido son aisladas en los conductos de los dientes que presentan alguna patología, lo cual indica que se pueden encontrar bacterias anaeróbicas estrictas, con algunos anaerobios facultativos y raramente aerobios (Olarte, 2004)

Tener claro cuáles son los microorganismos que causan la enfermedad endodóntica es de gran importancia, ya que de esta manera se podrá conocer el proceso del avance patológico y así llegar a un eficaz tratamiento. Actualmente, se conoce que el principal factor de estas afectaciones es la presencia de bacterias, sin embargo, en algunos estudios ha reportado la presencia tanto de hongos como virus y su relación con las patologías endodónticas.

La etapa de la irrigación del conducto es fundamental para el éxito de la endodoncia, la desinfección no solo incluye limpiar el conducto principal, ya que cabe recordar que existen variaciones anatómicas como lo son los conductos laterales, secundarios, inter-conductos y deltas apicales, etc., y que no solo con instrumentación se puede acceder a estas zonas. También hay que evaluar el tiempo y la concentración de la irrigación, ya que la dentina está compuesta por túbulos dentinarios que presentan odontoblastos y en casos de necrosis pulpar puede presentarse almacenamiento de bacterias y tejido inerte (Miliari et al., 2012).

Dentro de los objetivos de la irrigación se debe tener en cuenta ciertas características como lo son: la eliminación del tejido pulpar y barrillo dentinario resultante de la instrumentación, la desinfección de bacterias para mejorar el pH, ambientar el conducto radicular y permitir una lubricación para lograr una buena conformación radicular. Al momento de elegir una solución irrigadora hay que evaluar cuál presenta las mejores propiedades para lograr la limpieza, y desinfección.(Miliari et al., 2012)

Las sustancias antioxidantes de origen vegetal que son denominados bioflavonoides se han venido estudiando con mucha frecuencia, ya que presentan diferentes propiedades, entre ellas su acción antiinflamatoria y antimicrobiana. Dentro de estos bioflavonoides se encuentra la Naringina, una sustancia que puede penetrar y reducir el potencial de la membrana bacteriana, debilitando la resistencia bacteriana, debido a que impide la motilidad bacteriana y la virulencia. En la práctica de la odontológica se han venido estudiando estas sustancias, pues la información que se encuentra es escasa y aun no se ha logrado tener mucha evidencia sobre la acción microbiana que presentan estas sustancias de origen natural, por ende, la naringina puede ser alternativa para control de microorganismos patógenos en la práctica endodóntica (Ochoa y Portillo, 2021).

La migración de microorganismos en un diente endodónticamente tratado está relacionada con la calidad de productos y el correcto procedimiento de higiene y esterilización, por ello se debe tener en cuenta cuál de las soluciones irrigantes es más efectiva y cuál previene la reproducción de microorganismos (Rodríguez y Oporto, 2015).

Uno de estos microorganismos es el *Enterococcus faecalis*, que pertenece al grupo de gram positivas, anaerobias facultativas, el cual hace parte del microbiota oral, del tracto gastrointestinal humano y tracto genital femenino. Esta bacteria es una de las responsables del fracaso de tratamientos endodónticos, posee propiedades de supervivencia, capacidad de soportar la acción de agentes antimicrobianos y resistir la ausencia de nutrientes en canales irrigados u obturados, además representan el 12 % de las enfermedades nosocomiales (Rodríguez y Oporto, 2015).

Existe una limitación de las soluciones irrigantes para las infecciones endodónticas por lo que, se debe optimizar esta limitación con un procedimiento viable de higienización y esterilización de los conductos. Esto a través del uso de nuevas sustancias que buscan prevenir la

presencia de potenciales patógenos en conductos radiculares como el *Enterococcus faecalis* (Rodríguez y Oporto, 2015), debido a lo anterior, no se han evidenciado estudios de otro tipo de irrigante en conductos radiculares como agente antibacterial contra los microorganismos existentes en estos.

Por lo cual se planteó la siguiente pregunta de investigación ¿Cuál es la eficacia en la utilización de naringina como irrigante de conductos radiculares contra el *Enterococcus faecalis*?

1.2 Justificación

La endodoncia es la rama de la odontología que trata la morfología, fisiología, patologías y tratamiento de la pulpa dental y tejidos perirradiculares. Su principal objetivo es eliminar y reducir la carga microbiana que habita en los conductos radiculares mediante una combinación de instrumentación mecánica y la utilización de varias soluciones irrigantes antimicrobianas (Nair et al., 2005).

Para que cualquier especie bacteriana cause enfermedad tiene que lograr una alta proliferación, esta debe ser propicia para realizar un daño directo en el tejido tisular. Sin embargo, cuanto mayor es la virulencia bacteriana menor es el número de células necesarias para causar la enfermedad, ya que las infecciones endodónticas se caracterizan por la presencia de bacterias mixtas (Siqueira & Rôças, 2008).

Cuando se realiza la instrumentación del conducto radicular se va debridando el tejido pulpar, eliminando de esta manera el tejido infectado y los microorganismos presentes en este, la irrigación facilita la eliminación de partículas del conducto radicular a través de una acción de lavado. Paulatinamente se va formando un “debris” o barrillo dentinario, este barrillo está

compuesto por tejido orgánico e inorgánico, el cual puede penetrar hasta 40 micrómetros y formar tapones (Chubb, 2019).

Las sustancias irrigantes que son utilizadas durante el proceso de preparación bioquímico-mecánica de los conductos radiculares, deben contar con un poder antimicrobiano, actividad antibiofilm y endotoxinas inactivas (Nagendrababu et al., 2018)

En la actualidad, no existe un solo irrigante capaz de cubrir suficientemente todas las funciones requeridas. El irrigante principal es el hipoclorito de sodio NaOCl, quien posee una potente actividad antimicrobiana, sin embargo, presenta ciertas debilidades como lo son la incapacidad de remover componentes del tejido inorgánico del barrillo dentinario, y la toxicidad que presenta frente a los tejidos perirradiculares. La clorhexidina es una bisbiguanida catiónica antiséptico con actividad antibacteriana de amplio espectro. Sin embargo, carece de disolución tisular y es menos eficaz en bacterias gramnegativas en comparación con grampositivas. El EDTA mejora el efecto antibacteriano de los agentes desinfectantes en las capas más profundas de la dentina, probablemente debido a su capacidad de aumentar la permeabilidad de la dentina. (Chubb, 2019)

Actualmente los bioflavonoides son sustancias utilizadas en el área médico-odontológica porque presenta cierta evidencia que demuestra acciones antiinflamatorias y antimicrobiana. La naringina es un glucósido de flavanona que se forma a partir de la flavanona naringenina y el disacárido neohesperidosa, es uno de los principales componentes activos de las hierbas medicinales chinas (Chen et al., 2016). En estudios como el de Didem y cols, (2009) demostraron que los flavonoides derivados de plantas son un gran grupo de fenilcromonas naturales que se encuentran en frutas, verduras, té y vino; se ha evidenciado que tienen una amplia gama de actividades biológicas, que incluyen actividades antialérgicas, antibacterianas, antidiabéticas,

antiinflamatorias, antivirales, antiproliferativas, antimutagénicas, antitrombóticas, anticancerígenas, hepatoprotectoras, estrogénicas, insecticidas y antioxidantes (Orhan et al., 2010). Por otro lado, Rui Chen y Cols han revelado que la naringina posee propiedades antioxidantes, antiinflamatorias, antiapoptóticas, antiulcerosas, antiosteoporóticas y anticancerígenas (Chen et al., 2016).

Dentro de los beneficios a la academia es necesario resaltar que, como endodoncistas, se tiene un irrigante por excelencia que es el hipoclorito de sodio, donde se sabe lo eficiente que puede ser con respecto a varios patógenos existentes en el microbiota oral, pero en diversos estudios se han evidenciado casos de fracasos endodónticos, donde se observa un vacío y necesidad de investigar acerca de nuevas sustancias irrigantes que erradiquen agentes patógenos y que se demuestre mediante evidencia científica.

Se ve la necesidad como investigadores de indagar acerca de esta sustancia ya que, esto beneficiará a los paciente y especialistas en endodoncia, por un lado, al reducir las tasas de fracaso en los tratamientos de endodoncia, y por otro lado al aumentar la evidencia científica en un área como lo es la endodoncia.

2. Marco teórico

2.1 Patología pulpar

Según Fouad (2017), la enfermedad endodóntica ya sea en la pulpa o el periápice se da por el resultado de una irritación a causa de la presencia de microorganismos que normalmente se encuentran en la cavidad oral. A pesar de ser un ambiente normal de la cavidad oral, la respuesta

de la microflora se modifica en casos de que se presente una necrosis pulpar y muchos de los microorganismos involucrados aumentan en abundancia y patogenicidad.

La pulpa dental, a pesar de mostrar su capacidad de responder frente a este tipo de agresiones, está claramente comprometida en su capacidad de defenderse contra el avance de la microflora oral, debido a presentar un encierro entre los tejidos mineralizados del diente y no poderse expandir para permitir el desarrollo de un proceso normal inflamatorio. Por lo tanto, la pulpa pierde su vitalidad en estas condiciones a un ritmo mayor que cualquier otro tejido del cuerpo, y es donde se presenta la progresión de patología y la presencia de la lesión periapical. (Fouad, 2017).

Ahora bien, la pulpa es un tejido blando de origen mesenquimatoso con células especializadas, los odontoblastos que se colocan periféricamente en contacto directo con la matriz dentina. La íntima relación entre los odontoblastos y la dentina es una de las razones por las que la dentina y la pulpa deben considerarse como una entidad funcional, a veces llamada complejo dentinopulpar (Cohen y Hargreaves, 2006).

Las infecciones de la pulpa están asociadas a múltiples factores, entre ellos se encuentra como principal la caries, no obstante, otro factor importante se encuentra la colonización de bacterias por medio de los conductos no tratados u obturados en mal estado, fracturas dentarias, los procesos periodontales ya que tienen una comunicación continua con la pulpa y en otros casos procedimientos iatrogénicos en cuantos a la falta de refrigeración en instrumentales rotatorios ya que por su utilización frecuente se encuentra como entre las causas más usuales de poder presentar una patología pulpar (Marroquín y García, 2015).

2.2 Diagnósticos pulpaes

El diagnostico endodóntico es un proceso donde se busca identificar una condición pulpar y periapical, mediante la observación de signos y síntomas propios de cada patología. En el año 2008 los directores de programas de la American Association of Endodontists (AAE) realizan la primera conferencia para dejar la estandarización de terminología diagnostica en endodoncia. (Marroquín y García, 2015)

De manera que, encontramos que la pulpitis es una inflamación de la pulpa y se puede encontrar de manera sintomática o asintomática y es su proceso inicial el cual comenzara su evolución a medida de no ser tratado. (Corredor Bustamante y Torres Abril, 2009) Posteriormente a su evolución encontraremos, necrosis y así mismo, se desencadenarán patologías donde se hallará la afectación de tejidos periodontales y abscesos. Es por esto, que serán las patologías de interés en el presente estudio.

2.2.1 Necrosis pulpar

Es la patología que indica la muerte del tejido pulpar, usualmente presenta respuesta negativa ante las pruebas de sensibilidad. (Marroquín Peñaloza y García Guerrero, 2015) Aunque la necrosis es una secuela de la inflamación, puede también ocurrir por traumatismos, donde la pulpa es destruida antes de que se desarrolle una reacción inflamatoria. El tejido pulpar necrótico tiene debris celular y bacterias en la cavidad pulpar. Puede empezar la inflamación periapical. Las lesiones periapicales, resultado de la necrosis de la pulpa dental.

La periodontitis apical se clasifica en sintomática y asintomática, donde son caracterizadas por diferentes signos, síntomas clínicos y radiográficos.

2.2.1.1 Periodontitis apical sintomática. Inflamación del periodonto apical, relacionada a sintomatología clínica que incluye respuesta dolorosa a la masticación (Marroquín Peñaloza y García Guerrero, 2015).

2.2.1.2. Periodontitis apical asintomática. Tiene como características inflamación y destrucción del tejido periapical ocasionada por la evolución de patologías pulpares previas. Se presenta una zona radiolúcida apical, en ausencia de sintomatología clínica. (Marroquín Peñaloza y García Guerrero, 2015) En la periodontitis apical asintomática, se encuentra un grupo de enfermedades inflamatorias con patogénesis compleja que incluyen microorganismos asociados con la respuesta inmune del huésped. Ahora bien, estos microorganismos abarcaran una colonización bacteriana del conducto radicular, el cual va a generar un ambiente que facilita un crecimiento microbiano mixto, finalmente, las bacterias se organizan en una biopelícula que se adhiere a las paredes de los conductos radiculares, donde encontraremos su colonización. (Ardila et al., 2014)

2.3 Microbiología endodóntica

El principal agente etiológico de las enfermedades endodónticas son los microorganismos, así mismo, posterior a la preparación químico-mecánica hay una gran posibilidad de persistencia de estos microorganismos los cuales serán encargados del fracaso de del tratamiento endodóntico. Dentro de las infecciones endodónticas se encuentran más de 150 especies bacterianas, microorganismos como las levaduras y el *Enterococcus faecalis*. (Cambala et al., 2019)

Es común que los microorganismos lleguen a la pulpa a través de una lesión cariosa. En el estudio realizado por Tokunaga y cols. Observaron que las bacterias tenían acceso a la pulpa cuando la distancia entre la dentina y el borde de la lesión cariosa es menor de 0,2 mm. (Tokunaga

et al., 2013). De igual manera, otra vía que se presenta es através del surco gingival puesto que los microorganismos pueden llegar por medio de los conductos laterales o del foramen apical. (Dahlen Gunner, 2000) Dentro de los microorganismos asociados con periodontitis apical asintomática se encuentra el *Enterococcus faecalis*, es un coco grampositivo; su hábitat regular es intestinal, también se han realizado estudios donde se presencia en la mucosa oral, lengua, bolsas periodontales y conductos radiculares (Ardila et al., 2014).

Figura 1. Bacterias aisladas del conducto radicular

Anaerobios	Anaerobios facultativos	Anaerobios obligados
Cocos grampositivos <i>Streptococcus salivaris</i> <i>Streptococcus viridans</i>	Cocos grampositivos <i>Streptococcus milleri</i> <i>Streptococcus mitis</i> <i>Streptococcus mitior</i> <i>Streptococcus mutans</i> <i>Streptococcus sanguis</i> <i>Streptococcus faecalis</i> <i>Streptococcus oralis</i> <i>Streptococcus intermedius</i> <i>Enterococcus faecalis</i> <i>Enterococcus faecium</i> Bacilos grampositivos <i>Actinomyces naeslundii</i> <i>Actinomyces viscosus</i> <i>Corynebacterium xerosis</i> <i>Lactobacillus salivarius</i> <i>Lactobacillus fermentum</i> Cocos gramnegativos <i>Neisseria</i> Bacilos gramnegativos <i>Eikenella corrodens</i> <i>Campylobacter jejuni</i> <i>Campylobacter sputorum</i>	Cocos grampositivos <i>Streptococcus constellatus</i> <i>Streptococcus intermedius</i> <i>Streptococcus morbillorum</i> <i>Peptostreptococcus anaerobius</i> <i>Peptostreptococcus micros</i> <i>Peptostreptococcus prevotii</i> <i>Peptostreptococcus magnus</i> <i>Peptostreptococcus asaccharolyticus</i> Bacilos grampositivos <i>Actinomyces israelii</i> <i>Actinomyces meyeri</i> <i>Actinomyces odontolyticus</i> <i>Arachnis propionica</i> <i>Eubacterium alactolyticum</i> <i>Eubacterium brachy</i> <i>Eubacterium lentum</i> <i>Eubacterium nodatum</i> <i>Eubacterium timidum</i> <i>Lactobacillus cateniforme</i> <i>Lactobacillus minutus</i> <i>Propionibacterium acnes</i> Cocos gramnegativos <i>Veillonella parvula</i> Bacilos gramnegativos <i>Porphyromonas gingivalis</i> <i>Porphyromonas endodontalis</i> <i>Prevotella oralis</i> <i>Prevotella oris</i> <i>Prevotella buccae</i> <i>Prevotella intermedius</i> <i>Prevotella melaninogenica</i> <i>Prevotella loeschii</i> <i>Fusobacterium nucleatum</i> <i>Fusobacterium necrophorum</i> <i>Selenomonas sputigena</i> <i>Wolinella recta</i> <i>Wolinella curva</i> <i>Treponema</i> <i>Mitsunella dentalis</i>

Tomado de (Ardila et al., 2014).

2.3.1 *Enterococcus faecalis*

El *Enterococcus faecalis* es un coco gram positivo anaerobio facultativo, se encuentra principalmente en el tracto gastrointestinal, cavidad oral humana y la vagina, adaptándose

fácilmente a estos entornos ya que presentan niveles ricos en nutrientes y bajos de oxígeno. (Alghamdi y Shakir, 2020) Por lo tanto, es un microorganismo que fácilmente se puede mantener con vida con tal en el sitio donde se ubique este generado en óptimas condiciones para él.

Por otro lado, Jason M Dugans y Col, en una revisión realizada encontraron que el *Enterococcus faecalis* es un microorganismo oportunista ya que tiene la capacidad de mantenerse vivo aun en condiciones donde no tenga todas las posibilidades de vivir y es uno de los principales causantes de infecciones nosocomiales. Este también se aparta con frecuencia en tratamiento de conductos radiculares que han fallado y requieren de un retratamiento. (Duggan y Sedgley, 2007)

Debido a que la procedencia de *Enterococcus faecalis* aún no se ha esclarecido, la capacidad de esta especie para sobrevivir en biopelículas de placa supragingival es alta y así mismo ha generado una preocupación principal. Se informó que varios factores de virulencia (es decir, gelatinasa y sustancia de agregación) tienen un papel importante en la patogenicidad de *Enterococcus faecalis* como agente infeccioso endodóntico. La detección de estos supuestos factores de virulencia en aislamientos endodónticos mediante la reacción en cadena de la polimerasa (PCR) sugeriría sus posibles funciones putativas en el papel de las infecciones por *E. faecalis* en las enfermedades endodónticas (Al-Ahmad et al., 2009).

Según Sherman (1937), los enterococos pueden crecer a 10 °C y 45 °C, con un pH 9,6, en caldo de NaCl al 6,5 %, y sobrevivir a 60 °C durante 30 minutos *E. faecalis* se vuelve menos sensible a niveles normalmente letales de dodecilsulfato de sodio, sales biliares, hiperosmolaridad, calor, etanol, peróxido de hidrógeno, acidez y alcalinidad. Las células de *E. faecalis* s mantienen su viabilidad durante períodos prolongados y se vuelven resistentes a la radiación ultravioleta, el calor, el hipoclorito de sodio, el peróxido de hidrógeno, el etanol y el ácido (Kayaoglu y Ørstavik, 2004).

Por otro lado, el conducto radicular difícilmente es un medio rico en nutrientes, aun así *E. faecalis* puede obtener la energía que necesita del hialuronano presente que se encuentra en la dentina a través de la degradación por la hialuronidasa, también puede alimentarse del líquido que se presenta en los túbulos dentinarios (Kayaoglu y Ørstavik, 2004).

Este microorganismo ha sido por años, un problema de salud puesto que su fácil diseminación por contacto primordialmente en pacientes hospitalizados y trabajadores sanitarios, le ha permitido persistir en ambientes propicios así sus condiciones no sean ideales este coco gram positivo tendrá la capacidad de presentarse y sobrevivir en el medio que se le presente.

2.4 Lesiones endoperiodontales

La endodoncia y periodoncia son dos ramas de la odontología encargadas de estudiar el paquete vasculonervioso y los tejidos de soporte del diente, son especialidades con mucha relación para la prevención, pronóstico y tratamientos dentales. La endodoncia es aquella especialidad la cual trata los procesos que se llevan a cabo a nivel de cámara pulpar y conductos radiculares. Por otro lado, la periodoncia es la especialidad encargada de proteger los tejidos de soporte como son la encía, ligamento periodontal, cemento y hueso alveolar (Cinco, 2017). La comunicación entre la enfermedad periodontal y pulpar fue descrita por primera vez por Simring y Goldberg en 1964. Por lo anterior, este término se ha utilizado para describir lesiones debidas a productos infecciosos e inflamatorios que se encuentran en diferentes grados tanto en el periodonto como en los tejidos pulpares. (Nirola A et al., 2011)

Las infecciones del conducto radicular se reproducen por microorganismos especialmente anaerobios, es por esto que juegan un papel fundamental en la respuesta de síntomas tanto pulpares como periapicales. Con el paso del tiempo la clasificación de especies presentes ha cambiado y se

han encontrado nuevos géneros como *Porphyromonas* y *Prevotella*s. (Schilder, 1974) De acuerdo con, estudios realizados encontraron que el grado de severidad de la inflamación pulpar y periapical está relacionada con la cifra de microorganismos y su durabilidad en el conducto radicular, es por esto que la inflamación será aumentada si hay infección mixta. Por dicha afinidad de estas dos especialidades debido a la función embrionaria y anatómica existen varias vías o zonas de comunicación entre ellas, por ende, los procesos tisulares o infecciosos se ven reflejados en el otro, se observa que una infección puede diseminarse del nervio o pulpa necrótica al periodonto o de una bolsa periodontal hacia la pulpa. Se ha evidenciado que las infecciones endodónticas aceleran el proceso de formación de bolsas periodontales y es un factor de riesgo para la periodontitis (Romero, 2020).

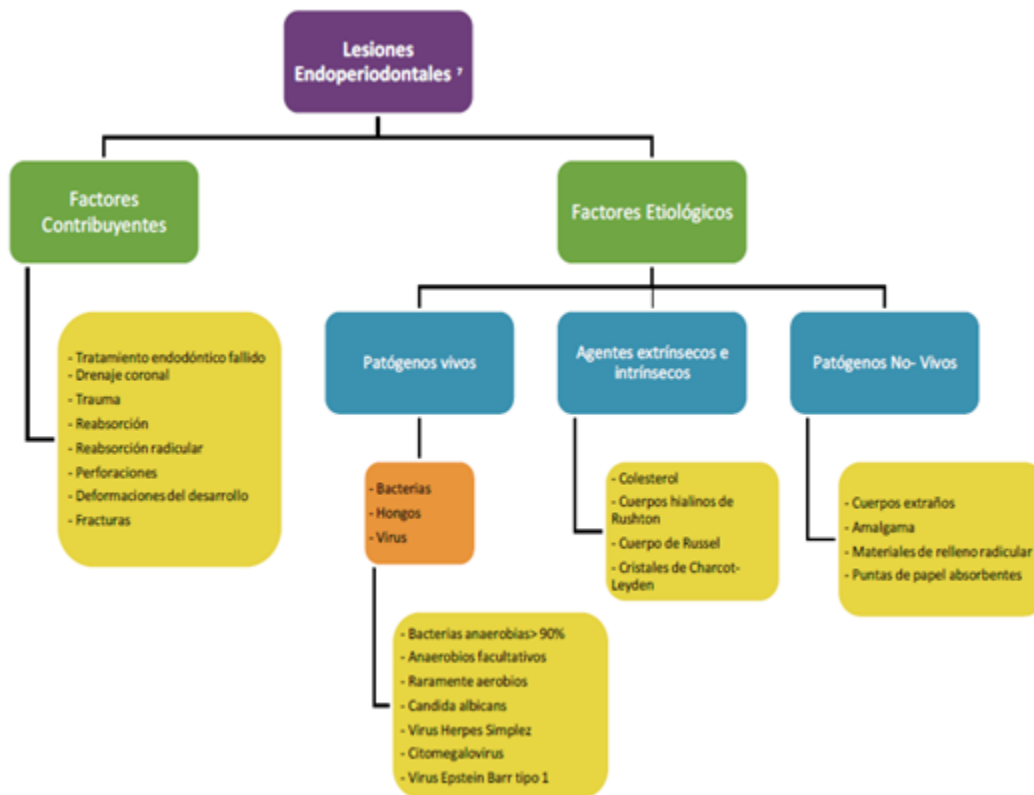
Existen varias vías de comunicación como lo son:

Foramen apical: El foramen apical tiene como diámetro 0.27 – 0,30 mm y es la ruta o vía principal de comunicación entre el periodonto y la pulpa. La presencia de infecciones o bacterias en la pulpa se ve reflejada en enfermedades periodontales, pero no solamente es como vía de salida de enfermedades pulpares al periodonto, también puede ser puerta de entrada de procesos infecciosos del periodonto a la pulpa (Colombo, 2016).

Túbulos dentinarios: son canales microscópicos de que van desde la parte exterior hasta llegar a la pulpa dental, conducen estímulos como lo son sensibilidad, frío o calor. Se han observado hasta 15.000 túbulos dentinarios por milímetro cuadrado. Hay varios factores que generar exposición o infección de los túbulos dentinarios como lo son alteraciones de formación de la estructura dental, procesos por patologías o enfermedades y procedimientos quirúrgicos. El área de mayor afinidad entre el periodonto y la pulpa es el tercio cervical o coronal. (Cinco, 2017).

Conductos laterales y accesorios: son variaciones anatómicas que alteran la preparación, desinfección y obturación por ende los fracasos endodónticos. Según investigaciones refieren que tiene un porcentaje de 30 al 40% en las estructuras dentales, la mayor incide es en el tercio apical con un porcentaje del 17 %, tercio medio un 8,8% y en el tercio coronal un porcentaje del 1,6 % (Colombo, 2016). Existen otro tipo de comunicación periodonto con la pulpa como lo son las vías de comunicación no fisiológicas: perforaciones radiculares, líneas de fractura, traumas dentales (Colombo, 2016).

Figura 2. Lesiones endoperiodontales



Tomado de (Abhishck Parolia, et al., 2013).

Según Simón y Cols en (1972) para el diagnóstico diferencial de las lesiones endoperiodontales las clasificaron de esta manera:

Lesiones primariamente endodónticas: Ocurre cuando la pulpa necrótica precede a cambios periodontales (Costa et al., 2009).

Lesiones periodontales - endodónticas: Es una infección la cual tiene origen de una bolsa periodontal y de una pérdida de inserción recorre el camino llegando a los conductos accesorios o laterales afectando el tejido pulpar llegando a causar necrosis pulpar, cuando existe una periodontitis hay un contacto muy estrecho con el foramen apical causando graves daños en la pulpa (Costa et al., 2009).

Lesiones combinadas: Se da cuando el tejido dental presenta necrosis pulpar y el tejido periodontal presenta lesión apical y se ve comprometido simultáneamente (Costa et al., 2009).

2.5 Anatomía interna

La anatomía interna dental presenta muchas variaciones, donde no presenta similitud en todos los dientes. El conocimiento de la anatomía, forma, tamaño, topografía y los conductos radiculares al que se enfrentara el operador son factores indispensables para obtener el éxito del tratamiento de conducto.

En la literatura existen diferentes opiniones en cuanto a la anatomía de las cavidades pulpares. Vertucci 1984 realizo un estudio a cerca de la anatomía en dientes permanentes y encontró que la incidencia de dos o más conductos radiculares en el primer premolar mandibular evidencio que es baja presentándose en un 2.7% y tan alta como 62.5%, mientras que la incidencia del segundo premolar mandibular informó que varía entre el 0% y 34.3%. (Siskin et al., 1984)

Por consiguiente, es indispensable conocer la importancia de la anatomía dado que el objetivo principal de la terapia endodóntica es realizar una limpieza mecánica y química en la totalidad de la cavidad pulpar y así mismo realizar su completa obturación con un material inerte.

2.5.1 Morfología interna

La cavidad pulpar se encuentra rodeada de tejidos duros y ocupada por un tejido conjuntivo laxo, la cámara pulpar se encuentra situada en la corona dental y el conducto radicular en la raíz. (Guzmán S, 2021).

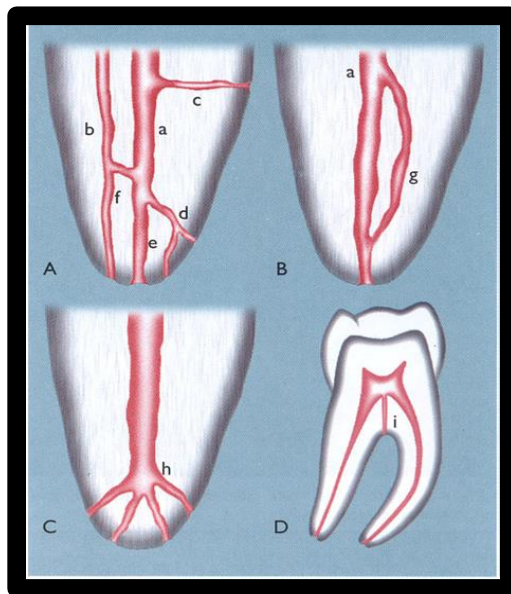
2.5.1.1 Cámara pulpar. Se encuentra ubicada en la corona dental, alojada en el centro de esta. Tiene seis superficies: mesial, distal, vestibular, palatino o lingual, techo y piso, estas superficies se presentan de forma convexa o cóncava. (Guzmán S, 2021).

2.5.1.2 Conductos radiculares. Esta porción es la parte de la cavidad pulpar la cual se encuentra en la porción radicular de los dientes. En los dientes que presentan mas de una raíz inicia en el piso y termina en el foramen apical. El conducto radicular lo podemos dividir en tercios: tercio apical, tercio medio y tercio cervical. A través de muchos estudios los conductos radiculares se han denominado:

- a) *Conducto principal:* es el conducto más amplio e importante, pasa por el eje dentario y generalmente alcanza el ápice.
- b) *Conducto colateral:* es un conducto que recorre toda la raíz, paralelo al conducto principal y puede alcanzar el ápice.

- c) *Conducto lateral*: comunica el conducto principal con el periodonto a nivel de los tercios medio y cervical en forma perpendicular u oblicua.
 - d) *Conducto secundario*: comunica el conducto principal con el periodonto a nivel del tercio apical.
 - e) *Conducto accesorio*: es el que comunica un conducto secundario con el periodonto.
 - f) *Interconducto*: comunica entre si dos o más conductos principales o de otro tipo, sin alcanzar el periodonto.
 - g) *Conducto recurrente*: es aquel que parte del conducto principal, recorre un trayecto y desemboca nuevamente en el conducto principal antes de llegar al ápice.
 - h) *Conducto cavo-interradicular*: es aquel que comunica la cámara pulpar con el periodonto en la bifurcación de los molares.
 - i) *Delta apical*: son múltiples terminaciones de los distintos conductos a nivel apical.
- (Guzmán S, 2021).

Figura 3. Anatomía de conductos



Tomado de (Soares y Goldberg, 2002).

De acuerdo con lo anterior las principales fallas en un tratamiento ocurren por la obturación incompleta de un conducto o un conducto sin tratar, este tipo de fallas se pueden presentar por que el profesional no tiene previsto su presencia, por lo tanto, lo ideal es que el profesional antes de empezar a realizar el tratamiento de conducto tenga en previo conocimiento la morfología del diente que tratara para así reducir los errores en el tratamiento (Siskin et al, 1984).

2.6 Irrigación endodóntica

La irrigación de conductos se define como el lavado o remoción de una o más sustancias inyectadas en la cámara pulpar y conductos radiculares, antes y después de una instrumentación biomecánica sobre las paredes del conducto con el fin de lograr una desinfección y asegurar una zona con la mínima carga bacteriana posible. Se ha demostrado según estudios que ningún irrigante cumple con los requisitos ideales para una buena irrigación del conducto ya que las bacterias crean resistencias a dichas soluciones (Gurria et al., 2018).

La anatomía dental es muy variable ya que presentan diferentes tipos de conductos como lo son conductos accesorios y deltas apicales, por ende, la desinfección química con irrigantes endodónticos es fundamental para penetrar los sitios de difícil acceso (Miliari et al., 2012).

Los reportes han evidenciado que existe gran variedad de irrigantes dentales como los son hipoclorito de sodio, clorhexidina, peróxido de hidrogeno, EDTA, y otros más irrigantes. Se ha demostrado que el irrigante más eficaz hasta el día de hoy es el hipoclorito de sodio ya que posee capacidad de disolver tejido orgánico y efecto antimicrobiano (Granella de Juárez, 2001).

Los irrigantes deben presentar las siguientes propiedades: tener efecto bactericida o bacteriostático, baja toxicidad para los tejidos periodontales y de la cavidad oral, solvente en

tejidos orgánicos e inorgánicos, debe ser lubricante tener la propiedad de baja tensión superficial. costo moderado, presentar sustentividad (Gurria et al., 2018).

2.7 Características ideales de un irrigante endodóntico

2.7.1 Antibacteriano

Se ha considerado que el éxito o fracaso del tratamiento endodóntico está relacionado con los microorganismos y sus productos, es por esto, que lo ideal es que sea bactericida y bacteriostático con el fin de contrarrestar el efecto de la persistencia bacteriana y así evitar el fracaso endodóntico y pueda contribuir en la erradicación de la infección (Botero et al., 2019).

2.7.2 Baja toxicidad

El irrigante ideal no debe ser toxico o agresivo si llega a entrar en contacto con tejidos blandos o duros del ser humano. (Botero et al., 2019).

2.7.3 Solvente de residuos orgánicos e inorgánicos

Siempre se ha idealizado el hipoclorito por su capacidad para desnaturalizar las proteínas y disolver residuos de tejido pulpar en áreas inaccesibles con accidentes anatómicos en los conductos, pero esta característica lo hace altamente toxico (Botero et al., 2019).

2.7.4 Baja tensión superficial

Por medio de esta ayudara a que el irrigante fluya hasta por canales de poco acceso y permita a que su desinfección sea mayor (Botero et al., 2019).

2.7.5 Lubricante

Al ser lubricante permitirá que el ingreso del instrumental sea mayo y de manera fácil mientras va atravesando el conducto radicular.(Botero et al., 2019)

2.7.6 Fácil aplicación

Un irrigante idealmente debe tener esta cualidad.(Botero et al., 2019)

2.7.7 Acción rápida

Dentro del conducto, sus propiedades deben permitir facilitar el trabajo sin que sus características químicas y físicas demoren o perjudiquen el tiempo de trabajo. (Botero et al., 2019)

2.8 Factores que influyen la efectividad del irrigante pulpar

Anatomía del conducto y tipo de preparación: Para realizar una buena irrigación el conducto debe tener una forma cónica, ya que la penetración de la aguja está relacionada directamente con la forma del conducto. El calibre de la aguja debe ser menor para que pueda penetrar y limpiar las paredes del diente (Miliani et al., 2012).

Permeabilidad de la dentina: Este factor está asociado a la eliminación correcta del barrillo dentinario ya que es un subproducto no deseado, pero es inevitable ya que se genera por la instrumentación manual o rotatoria. En el estudio realizado por Bulacio y Cols realizaron la

evaluación de la microdureza dentinal antes y después de la irrigación, ellos concluyeron que el EDTA fue el irrigante con mayor efecto en remover el barrillo dentinario (Miliari et al., 2012).

Momento de la irrigación: Se recomienda que se debe realizar la irrigación en 3 momentos los cuales son, el primero antes de la instrumentación para eliminar partículas de alimento y saliva, el segundo después de la pulpectomía para eliminar los residuos de sangre y tejido orgánico y el tercero al finalizar la preparación del conducto (Miliari et al., 2012).

2.9 Bioflavonoides

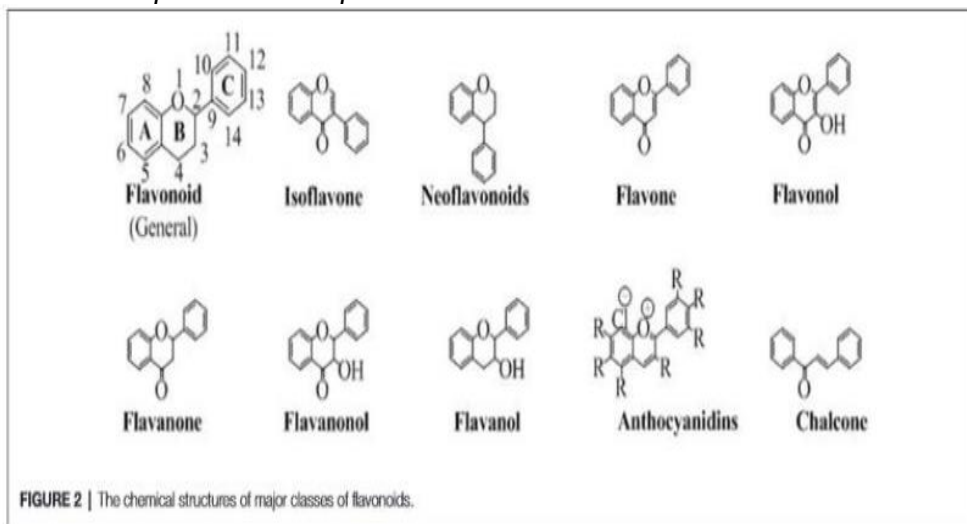
Los flavonoides pertenecen al reino vegetal los cuales se obtienen de la naturaleza conformados por estructuras polifenólicas las cuales están presentes en frutas verduras y las dietas humanas del día a día. Presentan componentes importantes para la salud humana como son propiedades antiinflamatorias, antioxidantes, antimutagénicas, anticancerígenas y tienen acción antimicrobiana. Presenta una estructura básica de dos anillos de benceno A y C el cual está conectado por el anillo pirano B. Se realizó un estudio el cual se corroboró que la flavononaringina evidenció actividad antimicrobiana en el *E. faecalis* e inhibió la KAS III de dicha bacteria (Jeong et al., 2009).

Científicos han evidenciado que la epigenina presenta efecto anticariógeno los cuales se encuentran en el propóleo y un producto bioactivo en la naturaleza, su efecto actúa en la membrana de los estreptocócos lo cual aumenta la permeabilidad de los protones e inhibe la producción de ácido del *Streptococcus mutans* por dentro de las biopelículas (Gutiérrez-Venegas et al., 2019).

Existe un polifenol llamado catequina que presentan una gran importancia en algunas especies como lo son *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus mutans*, *Streptococcus sanguinis* y *Actinomyces viscosus*. En consideración del efecto de los flavonoides

frente a las bacterias este estudio se diseñó para evaluar la naringina frente al *E. faecalis* (Gutiérrez-Venegas et al., 2019).

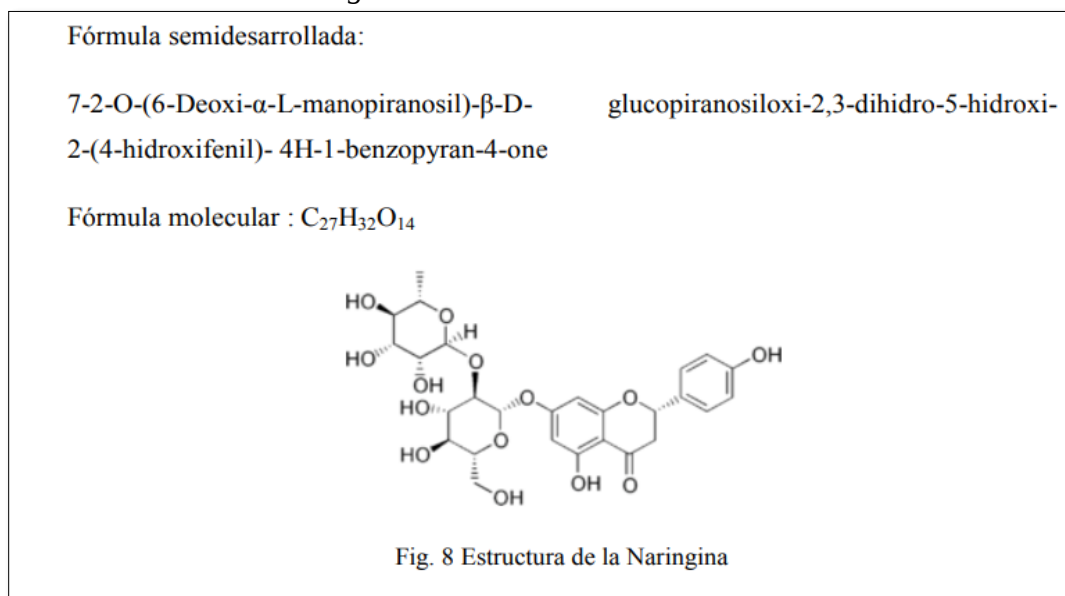
Figura 4. Estructura química de los flavonoides



Tomado de (Muhammad et al., 2019).

2.10 Naringina

La naringina es un flavonoide y compuesto polifenólico el cual se encuentra en la cascara o en el pericarpio de la cascara de algunos frutos cítricos (*Citrus paradisi*, *Citrus aurantium*) como la toronja es la encargada de dar el sabor amargo, también lo podemos encontrar en frijoles, uvas, cacao, cerezas, tomates, hojas, flores y semillas de gran variedad de plantas. Presenta su forma molecular ($C_{27}H_{32}O_{14}$), es un glucosido de flavona y se encuentra en mayor parte en la uva, sus propiedades físicas son Densidad de 548 kg / m³; 0,548 g/ cm³, masa molar de 580, 541 g/ mol, punto de fusión de 439 k (166 °C) y temperatura crítica de 305 k (32°C)). (Ochoa y Portillo, 2021).

Figura 5. Estructura de la Naringina

Tomado de (Muhammad et al., 2019).

2.10.1 Propiedades de la naringina

Encontramos las siguientes propiedades de la naringina: Prolonga el efecto de los suplementos, es un buen antioxidante, actúa como antiséptico natural, ayudan a la función de aparato digestivo y respiratorio, elevan las defensas del sistema inmunológico, mantiene la flora bacteriana eliminando levaduras, tiene efectos antitumorales y anticancerígenas, reducen el colesterol, inhiben el desarrollo del cáncer y es hipoalergénico. (Ochoa y Portillo, 2021)

2.10.2 Obtención de la naringina

Para obtener la naringina se debe realizar el siguiente proceso, se divide los fragmentos de cascara fresca, secado en mitades enteras, se introduce en procesador lo cual realiza fracción hasta llegar a tamaños de 0.2 cm de diámetro. Se realiza el secado puede ser en la intemperie con o sin exposición solar o en una estufa de 45 °C. Se realiza la maceración (extracción de solida a liquido) lo cual se requiere 20 gr de cascara de naranja en 100ml de solvente (etanol). Si se realizan con

cascara seca de utiliza un disolvente con agua en proporciones ya sean de 70:30 o 50:50, hasta lograr concentraciones del 45% para lograr preparaciones mayores que cuando se utiliza el etanol puro (Ochoa y Portillo, 2021).

2.10.3 Usos

La naringina es también usada en otras áreas como las perfumerías, para dar sabor a dulces, bebidas y en panadería gracias a efecto antioxidante en aceites, antimutagénico y es el precursor de la naringina dihidrochalcona ya que tiene como propiedad de endulzar y utilizado como edulcorante. También es usada para dar sabor característico de amargo a las bebidas de pomelo, de la naringina también podemos obtener naringenina que tiene acción nutricional, farmacológicas para pacientes con fibrosis pulmonar (Orozco et al., 2018).

2.10.4 Efectos biológicos de la naringina

El efecto de la naringina no se ha evidenciado completamente, pero se tiene un poco de conocimiento que actúa como antiinflamatorios, cardioprotectores, modulación de la señalización insulina – glucosa y disminuyen las concentraciones de colesterol, también actúa como la termogénesis, potente antioxidante e inhibición de la agregación plaquetaria (Orozco et al., 2018).

Para la prevención y tratamientos de la osteoporosis es un desafío para los médicos tratantes, ya que algunos pacientes no toleran los medicamentos suministrados, por esta razón hace varios años se ha evidenciado interés solo en el uso de sustancias naturales procedentes de las plantas medicinales, se ha mostrado que la ingesta de frutas y verduras en edades de adolescencia previenen riesgo de diabetes tipo 2. Por otro lado, el uso de pomelo y cítricos como la naringina evita alteraciones en la microestructura y propiedades físicas de los huesos en animales diabéticos,

la naringina ayuda a la osteoblastogénesis, inhibe las osteoclastogénesis y la adipogénesis, por ende, la naringina produce efectos beneficiosos para el hueso y otros tejidos (Penczynski et al., 2019).

Se realizó un estudio el cual querían observar cómo actuaba la naringina como efecto protector de reperfusión por isquemia renal en ratas, las cuales dividieron en 3 grupos: 1 grupo control, en el que solo se les realizó a las ratas una nefrectomía derecha, un segundo grupo isquemia-reperfusión, con nefrectomía derecha e isquemia de riñón izquierdo (1 h) y reperfusión (24 h), un tercer grupo al que se le administró 50 mg/kg de naringina por vía oral una vez al día durante dos semanas antes de la isquemia-reperfusión. Lo cual querían determinar las siguientes expresiones: ciclooxigenasa-2 (COX-2), fosfolipasa citosólica A2 (cPLA2), óxido nítrico sintetasa inducible (ONSi), caspasa-3, linfoma de células B2 (Bcl 2), proteína X asociada a Bcl-2 (Bax), creatinina sérica (Cr), factor de necrosis tumoral alfa (FNT- α) e interleucina 6 (IL-6). En conclusión, se observó que la naringina disminuye el daño renal producido por isquemia – reperfusión en ratas (Deger et al., 2021).

La naringina también presenta efectos antiglucemiante, descrito por Jung et al, 2004, al bajar los niveles de glucosa en sangre, al disminuir la actividad de las enzimas hepáticas glucosa-6-fosfatasa, fosfoenolpiruvato carboxicinas y glucocinasa hepática (precursores de la gluconeogénesis); por ende, aumenta la concentración de glucógeno, insulina, péptico C y lectina. Por lo tanto, la acción que realiza este compuesto no se ha evidenciado completamente. (Ochoa y Portillo, 2021).

2.11 Hipoclorito de sodio

El hipoclorito de sodio se usó desde la primera guerra mundial al 0.5% cuando lo utilizaron como desinfectante de heridas. En endodoncia se presentó su primer uso desde 1920 como desinfectante de los conductos radiculares (Botero et al., 2019).

La eficacia clínica del hipoclorito de sodio se debe a su capacidad para lograr paraoxidar, hidrolizar y ayudar a la extracción osmóticamente de líquidos que se encuentran en los tejidos, presenta un PH de 11 donde objetivamente se observa su gran pH alcalino.(Pashley et al., 1985)En efecto, el uso de este agente desinfectante nos ayudara a la neutralización del medio que se puede presentar en un ambiente acido producido por bacterias o infecciones perirradiculares Desde entonces el NaOCl se ha postulado como el irrigante más popular en endodoncia por su capacidad para disolver tejido y por su amplio espectro antimicrobiano, ya que elimina rápidamente formas vegetativas de bacterias, esporas, hongos y virus.

2.12 Clorhexidina

El gluconato de clorhexidina (CHX) es un agente antimicrobiano de amplio espectro que ha sido recomendado como un agente irrigante con gran efectividad en el tratamiento de endodoncia, cuando se usa como irrigante del canal radicular y medicación intracanal, tiene una eficacia antibacteriana comparable a la del NaOCl, la clorhexidina tiene un bajo grado de toxicidad. (Basrani et al., 2007) Sin embargo, la incapacidad de este agente irrigante para disolver la materia orgánica es el principal inconveniente percibido.

En el estudio realizado por Jeansonne y cols, observaron que al realizar irrigación con gluconato de clorhexidina al 0.2% presento menos cantidad de colonias formadoras de

microorganismo vs los casos que se trabajaron con el hipoclorito de sodio, sin embargo, no mostro datos estadísticamente significativos.(Balandrano Pinal, 2007)

Avanzando en el tema la clorhexidina en endodoncia se usa como irrigante en concentración de 0,2% a 2%, la mezcla de clorhexidina puede ser causante de un riesgo sistémico ya que al descomponerse genera subproductos reactivos como lo es la para-cloroanilina. En el estudio realizado por Basrani y cols. Al calentar la clorhexidina a temperaturas mayores de 45° sumándole el tiempo, pH alcalino produce la para-cloroanilina dándose como un subproducto de esta, por otro lado, ha sido clasificada por la Agencia Internacional para la Investigación sobre el cáncer (IARC, 2006) en su grupo 2B, como agente posiblemente cancerígeno para los seres humanos (Onetto et al., 2015).

2.13 EDTA

Existen productos como los quelantes, dentro de este grupo se encuentran el Ácido Etilendiaminotetra Acético (EDTA) al 17% y ácido cítrico (AC), su principal propiedad es remover el material inorgánico que se da como producto de la instrumentación realizada durante el tratamiento de conducto. Se han realizado diferentes estudios donde comprobaron que el uso del hipoclorito de sodio no elimina por completo el barrillo dentinario, es por esto, que se requiere la utilización de quelantes para producir la eliminación completa y eficaz del mismo. Este tipo de sustancias son una herramienta fundamental para la limpieza completa del conducto radicular y así obtener el éxito de la endodoncia (Montalvo Lucia et al., 2018).

El EDTA como el Ácido Cítrico son compuestos químicos de moléculas grandes de forma compleja, los cuales poseen la capacidad de unirse por medio de radicales libres a iones metálicos como el calcio que se encuentran en los cristales de hidroxiapatita de la dentina,

ocasionando una descalcificación. Actualmente, se emplean técnicas y sistemas de irrigación para la activación de los agentes irrigantes, como el uso de dispositivos sónicos y ultrasónicos con los que se logra una mayor desinfección gracias a la cavitación y la corriente acústica del irrigante, lo cual contribuye a una actividad química-biológica para un desbridamiento óptimo de la anatomía compleja de los dientes como los, istmos y las superficies donde la instrumentación no alcanza a llegar (Montalvo Lucia et al., 2018).

3. Objetivos

3.1 Objetivo general

Evaluar la eficacia de naringina como solución irrigante para la eliminación de *Enterococcus faecalis* en canales radiculares de dientes premolares humanos extraídos.

3.2 Objetivos específicos

- Determinar la reducción de la carga microbiana tras la irrigación con naringina en dientes preparados endodónticamente
- Comparar la eficacia de la naringina frente a hipoclorito al 5.25%
- Comparar la eficacia de la naringina frente a clorhexidina al 0.12%

3.3 Hipótesis

La naringina como irrigante para la eliminación de *Enterococcus faecalis* presenta mayor eficacia que el hipoclorito de sodio y la clorhexidina.

4. Metodología

4.1 Tipo de estudio

In vitro ex vivo, porque se investigó acerca de la eficacia de la naringina como nuevo posible irrigante endodóntico. Se realizó en el laboratorio una manipulación controlada del patógeno *Enterococcus faecalis* y sustancias desinfectantes e irrigantes, además la muestra fue en dientes recolectados de humanos.

4.2 Población

4.2.1 Universo

Dientes primeros y segundos premolares superiores e inferiores extraídos con fines ortodónticos

4.2.2 Muestra

Se seleccionaron 27 dientes primeros y segundos premolares superiores e inferiores extraídos con fines ortodónticos que cumplieron con los criterios de selección

4.2.3 Tipo de muestreo

No se implementará técnica de muestreo dado que se utilizó el total de la muestra.

4.3 Criterios de selección

4.3.1 Criterios de Inclusión

- Dientes primeros y segundos premolares superiores e inferiores con 1 o 2 raíces.
- Dientes primeros y segundos premolares superiores e inferiores con conductos amplios y permeables
- Dientes primeros y segundos premolares superiores e inferiores con ápices cerrados
- Dientes primeros y segundos premolares superiores e inferiores con Exodoncia indicada con fines ortodónticos

4.3.2 Criterios de exclusión

- Dientes primeros y segundos premolares superiores e inferiores fracturados
- Dientes primeros y segundos premolares superiores e inferiores con tratamiento endodóntico previo.
- Dientes primeros y segundos premolares superiores e inferiores con restauraciones.
- Dientes primeros y segundos premolares superiores e inferiores con caries.

4.4 Variables

En esta investigación se tuvo en cuenta las siguientes variables: Sustancia irrigante utilizada, carga microbiana, presencia del *Enterococcus Faecalis* después de la irrigación las cuales se clasificaron según su naturaleza en cuantitativas y cualitativas. Ver apéndice A

4.5 Instrumento

Este instrumento se realizó con el fin de que el operador pueda ver los resultados frente a la acción antibacteriana de los siguientes irrigantes; Hipoclorito de sodio 5.25%, Naringina 50mg/mL, Clorhexidina 0.12% así comparar la eficacia de cada irrigante contra el *Enterococcus faecalis*. El cuestionario cuenta de 3 ítems referente a los resultados obtenidos en el proceso de laboratorio. Ver Apéndice B.

4.6 Procedimiento

4.6.1 Materiales

- Reciproc
- Limas manuales
- Conos de papel
- Hipoclorito de sodio 5.25%
- Clorhexidina 0.12%
- Suero fisiológico
- Naringina
- Tapabocas
- Batas desechables
- Agar muller hinton
- Frascos de eppendorf
- Caldo BHI
- Cajas Petri

- Agujas de irrigación más jeringa

4.6.2 Paso a paso

4.6.2.1 Selección de la muestra. Se seleccionaron 72 dientes premolares extraídos por fines ortodónticos, se tomaron a cada uno de los dientes radiografías periapicales digitales, con la cual se buscaba evaluar la anatomía interna y que dichos dientes cumplieran con los criterios de inclusión y exclusión, de esos 72 dientes solo 27 cumplían con los criterios de inclusión establecidos.

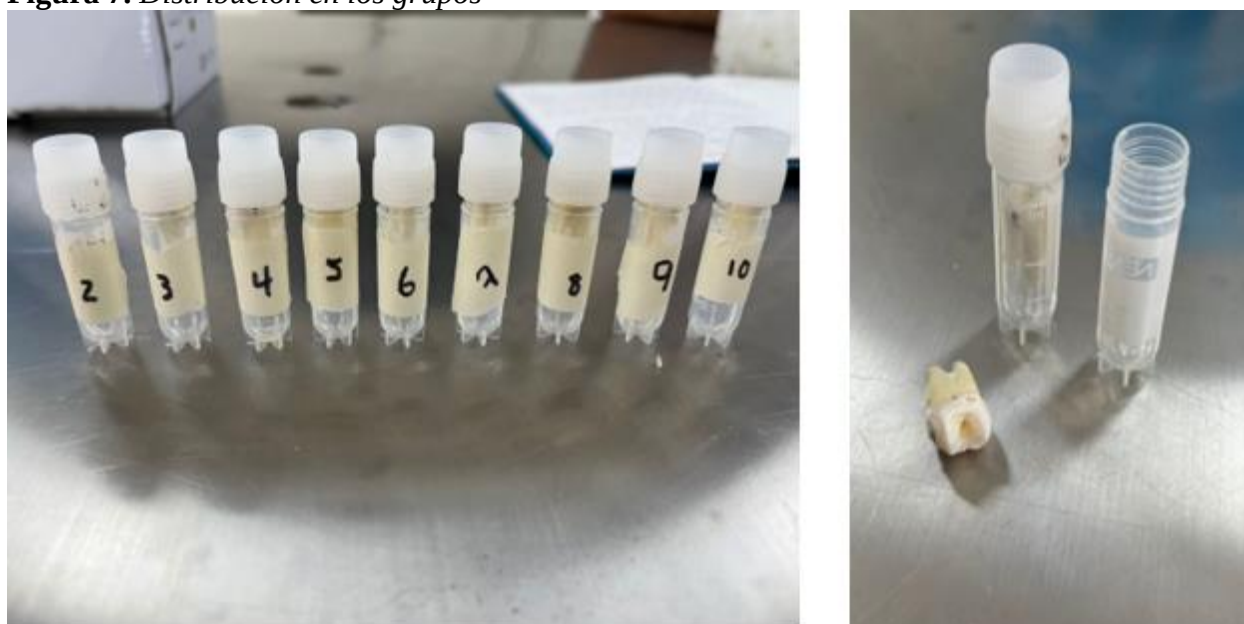
Figura 6. Selección de la muestra



4.6.2.2 Selección de los grupos. Los dientes fueron elegidos de manera aleatoria y fueron enumerados y distribuidos por partes iguales en cuatro grupos: Grupo 1 Naringina (7 dientes), Grupo 2 Hipoclorito de sodio (7 dientes), Grupo 3 Clorhexidina (7 dientes), Grupo 4 control

negativo con solución salina (6 dientes), estos dientes fueron llevados a un vial de crio preservación los cuales también estaban marcados según el grupo, cada diente fue anclado con resina a lado y lado dentro del vial para de esta manera mantenerlos en la posición indicada, posterior a esto se realizó el fotocurado por 15 segundos y fueron llevados en bolsas de esterilizar y llevados al autoclave durante 15 minutos a 121°C a 15 libras de presión.

Figura 7. *Distribución en los grupos*



4.6.2.3 Instrumentación de los dientes. Se le realizó la apertura cameral en cada uno de los dientes de forma ovoide con fresa redonda #3 y fresa endo Z para dar la forma adecuada como lo indica la literatura, se localizó la entrada de los conductos con explorador de conducto, posterior a esto se realizó la permeabilización de cada uno de los conductos con una lima 10mm (pre-serie), para evaluar si había obliteración del espacio del conducto y la viabilidad para poder trabajar en ellos, con una lima 15mm se realizó la toma de la conductometría definitiva y se inició la instrumentación de manera manual hasta la lima 25mm con irrigación constante entre lima y lima

con hipoclorito de sodio 5.25%, Posterior a esto se llevó a cabo la conformación del espacio del conducto radicular con el sistema Reciproc R25 de la marca VDW.

Figura 8. *Irrigación de la muestra*

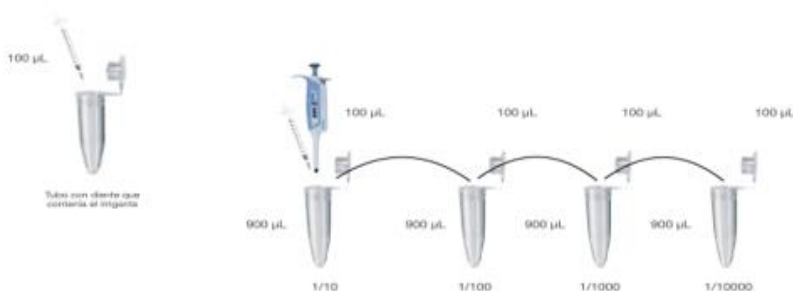
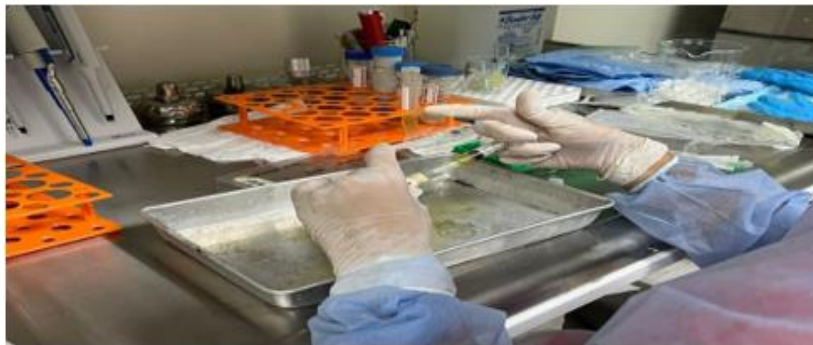


4.6.2.4 Distribución y esterilización de la muestra. Cada uno de los dientes fueron llevados según su grupo correspondiente a un vial de crio preservación los cuales también estaban marcados según el grupo, cada diente fue anclado con resina a lado y lado dentro del vial para de esta manera mantenerlos en la posición indicada, posterior a esto se realizó el fotocurado por 15 segundos y fueron llevados en bolsas de esterilizar y llevados a la autoclave durante 15 minutos a 121°C a 15 libras de presión.

4.6.2.5 Contaminación de la muestra. Se escogieron dos dientes de cada grupo de manera aleatoria para la contaminación, se prepararon 10ml de *Enterococcus faecalis* a una concentración de 0.5 en la escala de McFarland lo cual corresponde a 1×10^8 bacterias. Se midió la concentración

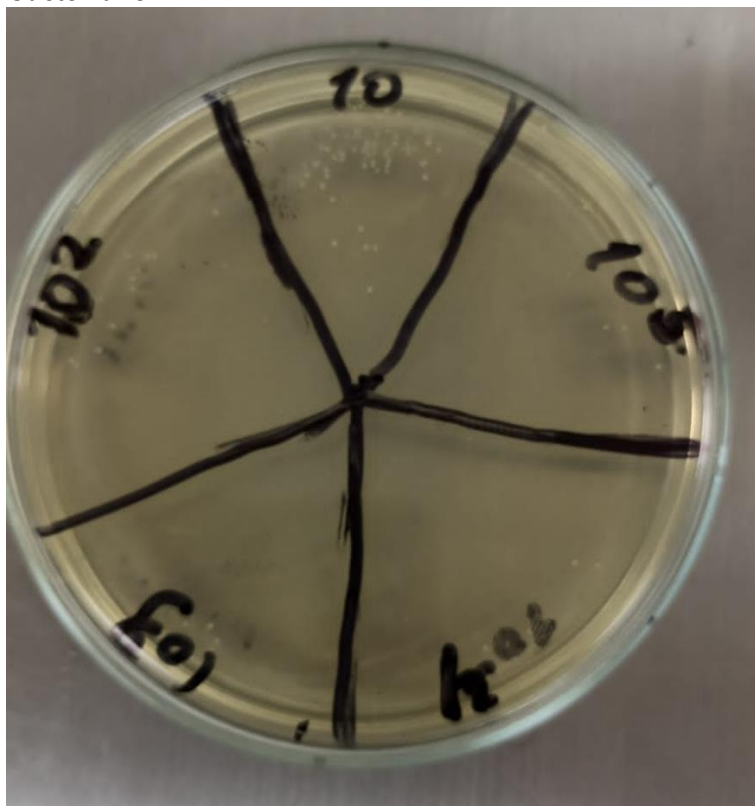
y la absorbancia del tubo comparador, para verificar que estaban el mismo número de bacterias. Se midió en un espectrofotómetro y dicha medición se estableció a una longitud de onda de 600nm con la cual se midió la turbidez, arrojando un valor de 0.269nm. posterior a esto con una jeringa de insulina fue tomado el caldo que contenía el *Enterococcus faecalis* y se llevó a cada uno de los conductos de cada uno de los dientes, ninguno de los viales fue sellado para de esta manera permitir el intercambio de CO₂, todo este proceso se hizo en cámara de flujo laminar; los dientes fueron dejados durante 24 horas en contacto con el microorganismo. Pasadas las 24 horas se realizó la irrigación con solución salina en volumen de 15ml en los dientes del grupo 4 (grupo control) para verificar que, si se realizara correctamente la inoculación del microorganismo, posterior a esto con una jeringa de insulina se realiza la aspiración de 100ml del irrigante y esto es llevado a un eppendorf con 900 microlitros de caldo BHI y de ahí dar inicio al proceso de dilución seriada de 1 x 10.

Figura 9. Contaminación de la muestra



4.6.2.6 Conteo de microorganismos inicial. Con un Sharppie se demarcó la tapa del agar para dividir el espacio correspondiente a cada dilución, la demarcación se hizo de manera seria. De cada tubo eppendorf se tomó 20µL de la sustancia y se llevó a una placa de agar Mueller Hinton por estría correspondiente a cada dilución, con un asa de argolla se esparce la dilución de manera homogénea; la placa de agar fue llevada a la incubadora por un tiempo de 72 horas para poder evaluar el crecimiento bacteriano. Pasadas las 72 horas con una cuadrícula realizada de forma manual se puso sobre la placa de agar para poder realizar el conteo bacteriano inicial correspondiente a cada dilución.

Figura 10. *Conteo bacteriano*



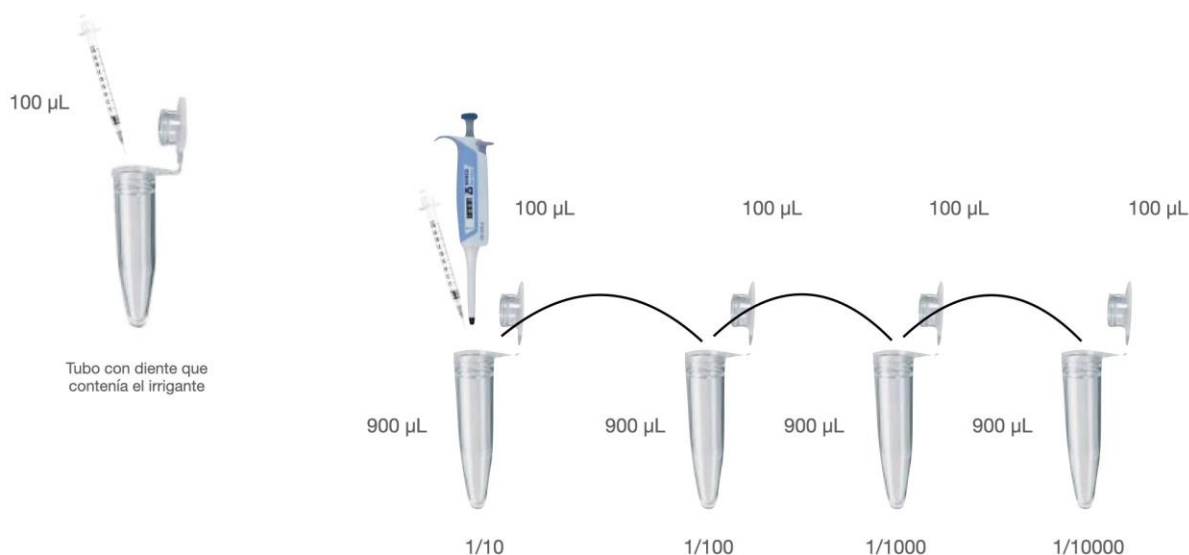
4.6.2.7 Irrigación de los grupos según cada sustancia de estudio. Los dientes fueron divididos en una placa según su grupo correspondiente y se inició la irrigación con las sustancias

indicadas, este procedimiento se realizó llevando a cabo el protocolo de irrigación donde cada sustancia fue llevada en un volumen de 15ml de agente irrigante por cada conducto y se dejaron sellados con teflón estéril, para el grupo de naringina solo fueron usados 5ml de irrigante por conducto; pasadas 72 horas se realizó la verificación del efecto antibacterial.

Figura 11. *Irrigación de la muestra*



4.6.2.8 Conteo de Microorganismos final. Para la verificación de la eliminación del microorganismo se realizó un lavado con 200 microlitros de solución salina por conducto de esos 200 microlitros se aspiraron 100 microlitros por cada diente los cuales fueron llevados a caldo BHI en una dilución seriada 1/10, 1/100, 1/1.000, 1/10.000, de cada dilución se obtuvo una alícuota de 20 microlitros que fueron llevados a un agar nutritivo para cada diente y se realizó la siembra masiva en agar Mueller Hinton, la muestra fue incubada por un tiempo de 24 horas a 37° centígrados para finalmente realizar el conteo unidades formadoras de colonias Ufc/ml.

Figura 12. Verificación de la eliminación del microorganismo

Informe de la prueba piloto

Para la prueba piloto se realizó una selección de ocho dientes premolares extraídos por fines ortodónticos, se tomaron a cada uno de los dientes radiografías periapicales digitales, con la cual se buscaba evaluar la anatomía interna y que dichos dientes cumplieran con los criterios de inclusión y exclusión, Los dientes fueron elegidos de manera aleatoria y fueron enumerados y distribuidos por partes iguales en cuatro grupos: Grupo 1 Naringina (2 dientes), Grupo 2 Hipoclorito de sodio (2 dientes), Grupo 3 Clorhexidina (2 dientes), Grupo 4 control negativo con solución salina (2 dientes), se procede a realizar la instrumentación, contaminación, irrigación, al realizar la irrigación se realiza con jeringas hipodérmicas de 5ml y aguja de 21G lo cual genero realizar un cambio por agujas de 27G para que el alcance del irrigante llegara a las zonas ideales del conducto radicular.

4.7 Plan de análisis estadístico

4.7.1 Plan de análisis estadístico univariado

El plan estadístico se realizó en el paquete estadístico Stata/ MP version 14,0 se ejecutó un análisis univariado para calcular las frecuencias absolutas y porcentajes para las variables cuantitativas y medida de tendencias central junto con medidas de dispersión (media y desviación estándar o mediana y rango intercuartílico dependiendo la distribución de los datos, dada por la prueba Shapiro Willk).

4.7.2 Plan de análisis estadístico bivariado

Para el análisis Bivariado se aplicó la prueba de Chi 2 o test exacto de Fishers para las variables cualitativas. Por otro lado, se observó la distribución de las variables cuantitativas con la prueba de Shapiro Wilk y posterior aplicó las pruebas Anova o Kruskal Wallis, según la distribución de los datos. Se consideró significancia estadística para aquellos valores p menor o igual a 0,05 (ver Apéndice C)

4.8 Consideraciones de ética

En este estudio se tuvieron en cuenta los lineamientos de la resolución No 008430 del Ministerio de Salud en Colombia por la cual se establece las “normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud”. Se considera una investigación con riesgo mínimo pues se utilizaron dientes permanentes extraídos con fines ortodónticos diferentes a esta investigación. Los principios éticos fundamentales se incluyeron seres humanos en forma indirecta por medio de la recolección de órganos dentales con el fin de permitir a la comunidad odontológica

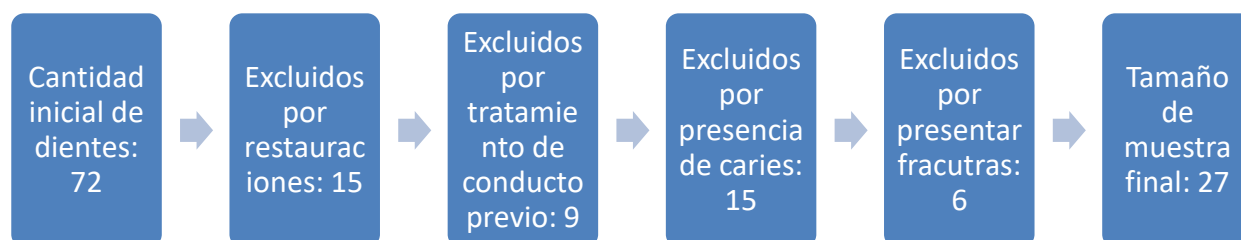
obtener información de interés que contribuya en el mejoramiento continuo de la práctica profesional.

Según el capítulo IV de la resolución 008430 de 1993 artículo 47 y 48, esta investigación utilizó órganos de seres humanos, por lo tanto, se seguirá el reglamento establecido para la recolección, conservación y disposición de la muestra.

5. Resultados

En el presente trabajo se incluyeron 72 dientes de los cuales fueron excluidos 15 dientes por presentar restauraciones, 9 dientes con tratamientos de conducto previos, 15 dientes por presencia de caries, 6 dientes por presentar fracturas, quedando en total una muestra de 27 dientes.

Figura 13. *Flujograma de la selección de muestra*



Los 27 dientes fueron distribuidos de manera aleatoria de la siguiente manera: control positivo 6 dientes, hipoclorito de sodio 7 dientes, naringina 7 dientes, clorhexidina 7 dientes. En la tabla 1 se describen la frecuencia y el porcentaje de la totalidad de la muestra asignada a cada grupo de irrigante, siendo la clorhexidina el grupo con mayor porcentaje de muestra (29,63%).

Tabla 1. Descripción de la población de estudio según solución irrigante utilizada

Irrigante	N	%
Hipoclorito	7	25.93
Naringina	7	22.22
Clorhexidina	7	29.63
Control	6	22.22

Con respecto a la distribución de los dientes seleccionados y los conductos presentes se pudo evidenciar que la mayoría de los dientes utilizados fueron dientes con un solo conducto (55,56%).

Tabla 2. Descripción de la población de estudio según número de conductos

Conducto	N	%
Un solo conducto	15	55,56
Dos conductos	12	44,44

Teniendo en cuenta el promedio de las UFC/ml de *Enterococcus faecalis* luego de la irrigación del conducto se pudo evidenciar que la solución irrigante con una media más baja en el resultado final de unidades formadoras de colonia fue el hipoclorito con una media de 1057.143, seguido de la clorhexidina (15180). La naringina quedó en el tercer lugar con una media de 610000.

Tabla 3. Promedio y desviación estándar de las UFC/ml de *Enterococcus faecalis* según irrigante utilizado

Irrigante	n	Media	Desviación Estándar
Hipoclorito	7	1057.143	1652.127
Naringina	7	610000	976667.8
Clorhexidina	7	151800	276646.2
Control	6	1463666.7	3399367.66

Para establecer la eficacia de las sustancias a evaluar se realizó un análisis de UFC/ml por cada uno de los irrigantes donde se pudo evidenciar los siguientes resultados por grupos. En el

recuento inicial el hipoclorito de arrojo un promedio de 100000 y en el recuento final tras realizar el proceso de irrigación se observó un promedio de reducción de UFC/ml de 1057.147, lo que lo convierte en el irrigante con mejores resultados, contrastando con el grupo control que obtuvo un promedio mayor en el recuento final (146366.7). Lo cual tuvo una diferencia estadísticamente significativa entre los cuatro grupos de soluciones irrigantes con un valor de $p=0,0043$.

Tabla 4. Promedio y mediana de las UFC/ml de *Enterococcus faecalis* según irrigante utilizado

	X±DE	Mediana (RIC)	P
Hipoclorito	1057.143 ± 1652.127	0(0-2800)	0.0043
Naringina	610000 ± 976667.8	190000(140000-500000)	
Clorhexidina	151800 ± 276646.2	4200 (0-303000)	
Control	146366.7±3399367.66	44000 (30000-260000)	

6. Discusión

El hipoclorito de sodio (NaOCl) es el estándar de oro al momento de seleccionar el irrigante ideal para conductos radiculares a la hora de realizar una endodoncia, sin embargo, muchos clínicos han reportado preocupación por su uso debido a que es un agente blanqueador, que puede causar daños corrosivos a los instrumentos de endodoncia, ulceración y necrosis de los tejidos blandos (Hung et al., 2023). Por ende, alternativas como la naringina representa una opción más segura como irrigante y requiere de estudios que puedan evidenciar su potencial antimicrobiano comparado con otros irrigantes más utilizados (Orozco et al., 2018). Por este motivo, esta investigación tuvo como objetivo evaluar la eficacia de naringina como solución irrigante para la eliminación de *Enterococcus faecalis* en canales radiculares de dientes premolares humanos extraídos; asimismo, dentro de los hallazgos de este estudio *ex vivo* se concluyó que a pesar de que la naringina tiene la capacidad de inhibir el crecimiento de *Enterococcus faecalis*, esta capacidad es menor en comparación con la clorhexidina y el hipoclorito de sodio.

Al momento de repasar los antecedentes es posible observar que Tsui y colaboradores realizaron un estudio con la intención de evaluar los efectos de la naringina sobre el crecimiento de patógenos periodontales y encontró que los resultados sugieren que la naringina posee importantes propiedades antimicrobianas sobre los patógenos periodontales in vitro y también tiene un efecto inhibidor sobre algunos microorganismos orales comunes en bajas concentraciones. (Tsui et al., 2008). Estos resultados coinciden con los de este proyecto en el que la naringina puede ser una sustancia irrigante que disminuye los patógenos dentro del sistema de conductos radiculares y puede llegar a ser una alternativa para la irrigación en endodoncia. Sin embargo, al no existir suficiente evidencia científica, se deben continuar las investigaciones sobre esta sustancia hasta lograr la concentración ideal para lograr una desinfección total del conducto. En la revisión sistemática publicada por Sánchez y colaboradores en el 2023, la cual tuvo como objetivo evaluar la evidencia actual relacionada con la actividad antibacteriana de la naringina y otras flavanonas hacia los microorganismos comúnmente responsables de la patología bucal. Este estudio mencionó en sus conclusiones que existe evidencia considerable que sugiere que las flavanonas son efectivas contra todos los patógenos bacterianos orales. Sin embargo, pueden ser necesarias concentraciones de hasta 1000 µg/ml para combatir las bacterias Gram negativas implicadas en la enfermedad periodontal (Sanchez et al., 2023).

La razón por la cual las investigaciones se han enfatizado en el *Enterococcus faecalis* es principalmente por la alta prevalencia en el fracaso endodóntico y el hecho de que presenten varios factores de virulencia que refuerzan la necesidad de investigar más profundamente este tema; asimismo presentan unos factores de virulencia que pueden facilitar la adherencia de los microorganismos a las paredes y superficies del conducto radicular, dificultando así su eliminación incluso después de la instrumentación (Francisco et al., 2021). No obstante, la literatura reporta

otros usos para esta sustancia, entre los que se encuentran ciertas actividades biológicas, por ejemplo, antioxidante, antiinflamatoria, anticancerígena (Duda-Madej et al., 2022). Continuando con los efecto antimicrobianos, estos van más allá del *Enterococcus faecalis*, ya que otros estudios mencionan sus efectos contra cepas patógenas de *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* O157:H7 y *Staphylococcus aureus*, de forma individual o acompañada de antibióticos. Esto lo menciona el estudio realizado por Dey y colaboradores, quienes reportan que la naringina potencia la eficacia tanto de la ciprofloxacina como de la tetraciclina en la biopelícula de *P. aeruginosa* en comparación con los respectivos tratamientos individuales, lo que indica que la naringina tiene una perspectiva prometedora en la remediación de infecciones transmitidas por biopelículas, esto hablando específicamente de su utilidad para desarrollar agentes antimicrobianos tópicos eficaces y también puede usarse en el recubrimiento de catéteres para controlar la infección asociada a biopelículas debida al cateterismo, pero combinada con antibióticos (Dey et al., 2020).

Cabe resaltar que la naringina no es la única sustancia natural que busca reemplazar los irrigantes convencionales, Kayaoglu et al publicó un artículo que investigó la actividad antibacteriana contra *Enterococcus faecalis* de dos muestras de propóleo en un modelo de bloque de dentina y se comparó su eficacia con la de desinfectantes endodónticos establecidos, clorhexidina (CHX) e hidróxido de calcio $[Ca(OH)_2]$. Ellos pudieron concluir que así con el caso de la naringina, el propóleo tuvo actividades antibacterianas notables, pero sus actividades no eran mayores que la actividad antibacteriana de la clorhexidina, un desinfectante del conducto radicular establecido (Kayaoglu et al., 2011). Además, el uso de productos naturales se ha hecho frecuente, ya que proporciona una fuente abundante de moléculas bioactivas que pueden resultar beneficiosas en el tratamiento de endodoncia. Los extractos de neem, aloe vera, ajo, miswak y propóleo se encuentran entre los que se han investigado con una acción antibacteriana comparable a la del

NaOCl (Hung et al., 2023). Otra sustancia es la quercetina, bioflavonoide natural que se encuentra en abundancia en alimentos y bebidas como el brócoli, la cebolla, el té, las manzanas y las bayas; ella fue estudiada por Liu et al quienes encontraron que la quercetina exhibió actividad antibiopelícula, un efecto estabilizador del colágeno con citocompatibilidad, lo que respalda a la quercetina como un candidato potencial para irrigante endodóntico (Liu et al., 2021).

La principal fortaleza de este estudio consistió en la posibilidad de realizar un estudio original sobre un tema que requiere mucha evidencia científica, donde se utilizaron dientes reales y donde se intentó simular al máximo la práctica clínica. Las conclusiones de este estudio están sujetas a varias limitaciones, empezando el hecho de que la hipótesis como tal fue rechazada al concluir que la naringina no resulto ser el irrigante con mejores resultados. Además, la naringina utilizada en este estudio se compró en una presentación de polvo, por lo cual tuvo que transformarse a una solución irrigante y en este procedimiento pudieron generarse sesgos por la posibilidad de que esta solución no haya quedado con las propiedades ideales, incluso en algunos casos se observó el taponamiento de unos conductos al no ser lo suficientemente líquida.

7. Conclusiones

La naringina tiene potencial para inhibir el crecimiento de *Enterococcus faecalis* y podría funcionar como una alternativa al momento de desinfectar el conducto radicular durante el tratamiento de endodoncia.

A pesar de que la naringina tiene la capacidad de inhibir el crecimiento de *Enterococcus faecalis*, esta capacidad es menor en comparación con la clorhexidina al 0.12% y el hipoclorito de sodio al 5.25%.

El hipoclorito de sodio al 5.25% representa la solución irrigante con mejor capacidad de inhibir el crecimiento de *Enterococcus faecalis*, por este motivo, a pesar de los riesgos que genera, sigue siendo el estándar de oro en estos procedimientos.

8. Recomendaciones

Estandarizar el procedimiento para transformar la naringina en una solución irrigante práctica a la hora de ser utilizada en los conductos radiculares en un tratamiento de endodoncia.

Evaluar en un ensayo clínico la efectividad de la naringina en estos procedimientos, ya que los estudios *in vitro* y *ex vivo* podrían estar sujetos a errores debido a que la simulación de la realidad clínica muchas veces no es la ideal.

Continuar con la línea de investigación relacionada con este tipo de sustancias alternativas, con el fin de mejorar el área de la endodoncia mediante nuevo conocimiento que mejore las prácticas clínicas.

Referencias

- Al-Ahmad, A., Müller, N., Wiedmann-Al-Ahmad, M., Sava, I., Hübner, J., Follo, M., Schirrmeister, J., & Hellwig, E. (2009). Endodontic and Salivary Isolates of *Enterococcus faecalis* Integrate into Biofilm from Human Salivary Bacteria Cultivated In Vitro. *Journal of Endodontics*, 35(7), 986–991. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2009.04.013>
- Alejandra, M., Estrada, M., Cediell, N., Liliana, M., y Carvajal, Q. (n.d.). *Evaluación de la eficacia in vitro de sustancias químicas comerciales para la esterilización de limas rotatorias en endodoncia*.
- Alghamdi, F., & Shakir, M. (2020). The Influence of *Enterococcus faecalis* as a Dental Root Canal Pathogen on Endodontic Treatment: A Systematic Review. *Cureus*. <https://doi.org/10.7759/cureus.7257>
- Antonio, A., y Alzamora, O. (n.d.). *Microbiología Endodóntica Endodontic Microbiology* Revisión Bibliográfica.
- Ardila, C., Maggiolo, S., Dreyer, E., Armijo, J., y Silva, N. (2014). *Enterococcus faecalis* in teeth with apical assintomatic periodontitis.
- Balandrano Pinal, F. (2007). SOLUCIONES PARA IRRIGACIÓN EN ENDODONCIA: HIPOCLORITO DE SODIO Y GLUCONATO DE CLORHEXIDINA. *Revista Científica Odontológica*, 3, 11–14. www.peruprom.com/hogar/lejia.html.
- Basrani, B. R., Manek, S., Sodhi, R. N. S., Fillery, E., & Manzur, A. (2007). Interaction between Sodium Hypochlorite and Chlorhexidine Gluconate. *Journal of Endodontics*, 33(8), 966–969. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2007.04.001>

- Botero, M., Gomez, B., Cano AD, Cruz S, Castañeda DA, y Castillo EY. (2019). Hipoclorito de sodio como irrigante de conductos. Caso clínico, y revisión de literatura. *Avances En Odontoestomatologia*, 35.
- Chen, R., Qi, Q. L., Wang, M. T., y Li, Q. Y. (2016). Therapeutic potential of naringin: an overview. In *Pharmaceutical Biology* (Vol. 54, Issue 12, pp. 3203–3210). Taylor and Francis Ltd. <https://doi.org/10.1080/13880209.2016.1216131>
- Chubb, D. W. R. (2019). A review of the prognostic value of irrigation on root canal treatment success. In *Australian Endodontic Journal* (Vol. 45, Issue 1, pp. 5–11). Wiley-Blackwell Publishing Asia. <https://doi.org/10.1111/aej.12348>
- Cinco, P. P. (2017). *Lesiones endoperiodontales Endoperiodontal lesions*
- Cohen, S., & Hargreaves, M. Kenneth. (2006). *Pathways of the pulp* (Ed. Mosby Elsevier., Ed.).
- Colombo, F. (2016). *Trattamento di un'atrofia verticale mascellare con tecnica combinata: innesto in blocco e rialzo di seno mascellare.*
- Corredor Bustamante, C. A., y Torres Abril, A. F. (2009). *Microbiología de las lesiones pulpares.* Pontificia Universidad Javeriana.
- Costa, X., Oteo, J., Serrano, C., y Ortiz, A. (2009). Lesiones endo-periodontales. *Dialnet*, 19, 285–293.
- Dahlen Gunner. (2000). Microbiology and treatment of dental abscesses and periodontal-endodontic lesions. *Periodontology*, 28, 206–239.
- Deger, M., Akdogan, N., Izol, V., Kaplan, H. M., Pazarci, P., y Arıdogan, I. A. (2021). Artículo Original Protective effect of naringin in rat model of renal ischemia reperfusion injury Efecto protector de la naringina en modelo de rata con lesión por reperfusión de isquemia renal. *Rev Nefrol Dial Traspl*, 41(2), 113–131. www.renal.org.ar

- Deo, P. N., y Deshmukh, R. (s.f.). Oral microbiome: Unveiling the fundamentals. *Journal of Oral and Maxillofacial Pathology : JOMFP*, 23(1), 122–128.
https://doi.org/10.4103/jomfp.JOMFP_304_18
- Dey, P., Parai, D., Banerjee, M., Hossain, S. T., & Mukherjee, S. K. (2020). Naringin sensitizes the antibiofilm effect of ciprofloxacin and tetracycline against *Pseudomonas aeruginosa* biofilm. *International Journal of Medical Microbiology*, 310(3), 151410.
<https://doi.org/10.1016/j.ijmm.2020.151410>
- Duggan, J. M., y Sedgley, C. M. (2007). Biofilm Formation of Oral and Endodontic *Enterococcus faecalis*. *Journal of Endodontics*, 33(7), 815–818.
<https://doi.org/10.1016/j.joen.2007.02.016>
- Duda-Madej, A., Stecko, J., Sobieraj, J., Szymańska, N., & Kozłowska, J. (2022). Naringenin and Its Derivatives—Health-Promoting Phytobiotic against Resistant Bacteria and Fungi in Humans. *Antibiotics*, 11(11), 1628. <https://doi.org/10.3390/antibiotics11111628>
- Fouad, A. F. (2017). Endodontic Microbiology and Pathobiology: Current State of Knowledge. In *Dental Clinics of North America* (Vol. 61, Issue 1, pp. 1–15). W.B. Saunders.
<https://doi.org/10.1016/j.cden.2016.08.001>
- Francisco, P. A., Fagundes, P. I. da G., Lemes-Junior, J. C., Lima, A. R., Passini, M. R. Z., & Gomes, B. P. F. A. (2021). Pathogenic potential of *Enterococcus faecalis* strains isolated from root canals after unsuccessful endodontic treatment. *Clinical Oral Investigations*, 25(9), 5171–5179. <https://doi.org/10.1007/s00784-021-03823-w>
- Granella de Juárez, Z. (2001). *Irrigant solutions in endodontics*.
- Gaviria, A., y Ospina Martha. (2014). *Lineamientos 2014: para la prevención, vigilancia y control en salud pública*. 19(5), 38–61.

- Gurria, A., Vilchis, S. A., González Ch, E. D., Rodríguez, A., y Treviño, R. (2018). Irrigantes endodónticos. *Revista Mexicana de Estomatología*, 5.
- Gutiérrez-Venegas, G., Gómez-Mora, J. A., Meraz-Rodríguez, M. A., Flores-Sánchez, M. A., y Ortiz-Miranda, L. F. (2019). Effect of flavonoids on antimicrobial activity of microorganisms present in dental plaque. *Heliyon*, 5(12). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e03013>
- Guzmán S, O. A. (2021). *Tratamientos de conductos conceptos básicos* (Santa Barbara, Ed.). *IQEN vol 19 2014 num 5*. (s.f.).
- Hung, W. K., Mahyuddin, A., Sockalingam, S. N. M. P., Shafiei, Z., Abdul Rahman, M., Mahamad Apandi, N. I., Abdul Ghani, Z. D. F., & Zakaria, A. S. I. (2023). Cytotoxic Evaluation of Effective Ecoproduce (EEP) as a Potential Root Canal Irrigant: A Preliminary In Vitro Study. *Applied Sciences*, 13(18), 10125. <https://doi.org/10.3390/app131810125>
- Jeong, K. W., Lee, J. Y., Kang, D. il, Lee, J. U., Shin, S. Y., y Kim, Y. (2009). Screening of flavonoids as candidate antibiotics against *Enterococcus faecalis*. *Journal of Natural Products*, 72(4), 719–724. <https://doi.org/10.1021/np800698d>
- Kayaoglu, G., y Ørstavik, D. (2004). Virulence factors of *Enterococcus faecalis*: relationship to endodontic disease. *Critical Reviews in Oral Biology and Medicine: An Official Publication of the American Association of Oral Biologists*, 15(5), 308–320. <https://doi.org/10.1177/154411130401500506>
- Kayaoglu, G., Ömürlü, H., Akca, G., Gürel, M., Gençay, Ö., Sorkun, K., & Salih, B. (2011). Antibacterial Activity of Propolis versus Conventional Endodontic Disinfectants against *Enterococcus faecalis* in Infected Dentinal Tubules. *Journal of Endodontics*, 37(3), 376–381. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2010.11.024>

- Liu, Z., Feng, X., Wang, X., Yang, S., Mao, J., & Gong, S. (2021). Quercetin as an Auxiliary Endodontic Irrigant for Root Canal Treatment: Anti-Biofilm and Dentin Collagen-Stabilizing Effects In Vitro. *Materials*, 14(5), 1178. <https://doi.org/10.3390/ma14051178>
- Kho, P., & Baumgartner, J. C. (2006). A comparison of the antimicrobial efficacy of NaOCl/Biopure MTAD versus NaOCl/EDTA against *Enterococcus faecalis*. *Journal of Endodontics*, 32(7), 652–655. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2005.11.004>
- Marroquín Peñaloza, T. Y., y García Guerrero, C. C. (2015). Guía de diagnóstico clínico para patologías pulpaes y periapicales. Versión adaptada y actualizada del “consensus conference recommended diagnostic terminology”, publicado por la Asociación Americana de Endodoncia (2009). *Revista Facultad de Odontología Universidad de Antioquia*, 26.
- Miliani, R., Lobo, K., y Morales, O. (2012). *Irrigación en endodoncia: puesta al día*. Universidad de los Andes.
- Montalvo Lucia, Alvarez Diana, Hurtado Veronica, y Zhañay Laura. (2018). EFFICACY OF EDTA AND CITRUS ACID IN THE ELIMINATION OF DENTAL BARRIER IN EXTRACTED TEETH (2016). *Revista Salud & Vida Sipanense*, 5(2), 11–19.
- Nagendrababu, V., Jayaraman, J., Suresh, A., Kalyanasundaram, S., y Neelakantan, P. (2018). Effectiveness of ultrasonically activated irrigation on root canal disinfection: a systematic review of in vitro studies. In *Clinical Oral Investigations* (Vol. 22, Issue 2, pp. 655–670). Springer Verlag. <https://doi.org/10.1007/s00784-018-2345-x>
- Nair, P. N. R., Henry, S., Cano, V., y Vera, J. (2005). Microbial status of apical root canal system of human mandibular first molars with primary apical periodontitis after “one-visit”

- endodontic treatment. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontology*, 99(2), 231–252. <https://doi.org/10.1016/j.tripleo.2004.10.005>
- Navarro, M. (2003). *Conceptos Actuales sobre el Complejo Dentino-Pulpar*.
- Nirola A, Grover S, Sharma A, & Kaur D. (2011). Pulpal perio relations: Interdisciplinary diagnostic approach . I. *J Indian Soc Periodontol*.
- Ochoa, F., y Portillo, C. (2021). *Actividad antimicrobiana in vitro de Naringina frente a patógenos de la cavidad oral. Revisión sistemática*.
- Onetto, D., Correa, V., Araya, P., Yévenes, I., & Neira, M. (2015). Efecto del ultrasonido endodóntico sobre clorhexidina al 2% en la formación de paracloroanilina. Estudio in vitro. *Revista Clínica de Periodoncia, Implantología y Rehabilitación Oral*, 8(3), 185–191. <https://doi.org/10.1016/j.piro.2015.06.002>
- Orhan, D. D., Özçelik, B., Özgen, S., y Ergun, F. (2010). Antibacterial, antifungal, and antiviral activities of some flavonoids. *Microbiological Research*, 165(6), 496–504. <https://doi.org/10.1016/j.micres.2009.09.002>
- Orozco, A. K. R., González, A. E. Á., y Cancela Carral, J. M. (2018). Effects of naringin in combination with exercise on clinical outcomes: A systematic review. *Revista Espanola de Nutricion Humana y Dietetica*, 22(1), 21–30. <https://doi.org/10.14306/renhyd.22.1.393>
- Pashley, E. L., Birdsong, N. L., Bowman, K., & Pashley, D. H. (1985). Cytotoxic Effects of NaOCI on Vital Tissue Efecto Citotoxico del NaOCI en el Tejido Vital. *Journal of Endodontists*, 11(12).
- Pedraza, K. (s.f.). *Medicación intraconducto frente al Enterococcus faecalis*.
- Penczynski, K. J., Herder, C., Krupp, D., Rienks, J., Egert, S., Wudy, S. A., Roden, M., Remer, T., y Buyken, A. E. (2019). Flavonoid intake from fruit and vegetables during adolescence

- is prospectively associated with a favourable risk factor profile for type 2 diabetes in early adulthood. *European Journal of Nutrition*, 58(3), 1159–1172.
<https://doi.org/10.1007/s00394-018-1631-3>
- Pupo, S., Carmona, M., Gomez, L., & Hernandez, K. (2015). *Epidemiología y prevalencia de las patologías endodónticas*.
- Rodríguez, C., y Oporto, G. H. (2015). Clinical implications of *Enterococcus faecalis* microbial contamination in root canals of devitalized teeth: Literature review. *Revista Odontológica Mexicana*, 19, 177–182.
- Romero, E. (2020). *Lesiones Endoperiodontales*. Universidad Nacional de Cuyo.
- Sanchez, J., Ochoa F., F. A., Portillo, O., Montero, J. M., y Martinez-Galán, J. P. (2023). Systematic Review of Antibacterial Activity of Naringin and Other Flavanones Against Oral Pathogens. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.4366409>
- Schilder. (1974). Preparación del conducto radicular: limpieza y conformación. Endodoncia. In Editorial Médica Panamericana en técnicas y fundamentos. (Ed.), *Preparación del conducto radicular: limpieza y conformación. Endodoncia* (pp. 154–203).
- Siqueira, J. F., y Rôças, I. N. (2008). Clinical Implications and Microbiology of Bacterial Persistence after Treatment Procedures. In *Journal of Endodontics* (Vol. 34, Issue 11). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2008.07.028>
- Siskin, M., Vertucci, F. J., Iu, D. D., y Gainesville, F. (n.d.). *Root canal anatomy of the human permanent teeth*.
- Sundqvist, G., Figdor, D., Persson, S., Sjögren, U., y Australia, M. (1998). *Microbiologic analysis of teeth with failed endodontic treatment and the outcome of conservative re-treatment* (Vol. 85, Issue 1).

Tokunaga, C., Crozeta, B. M., Schmitt Bonato, M., Coelho, B. S., Baratto-Filho, F., Sens, F.,

Tomazinho, F., Professor, R., & Viriato, P. (2013). *Microbiological aspects of endoperiodontal lesion*. 176–181.

Tsui, V. W. K., Wong, R. W. K., & Rabie, A.-B. M. (2008). The inhibitory effects of naringin on the growth of periodontal pathogens in vitro. *Phytotherapy Research*, 22(3), 401–406.
<https://doi.org/10.1002/ptr.2338>

Apéndices

Apéndice A. Operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Definición operativa	Naturaleza	Medición de escala	Valor que asume la variable
Sustancia irrigante utilizada	Sustancias que demuestran la capacidad de reducir la presencia de microorganismos, como bacterias y hongos.	Capacidad de las sustancias para inhibir el crecimiento de <i>E. faecalis</i>	Cualitativa	nominal	Hipoclorito de sodio. Naringina. Clorhexidina
Carga microbiana de <i>Enterococcus faecalis</i>	Conteo de microorganismos que contaminan un objeto.	Número de microorganismos en Unidades Formadoras de Colonias (UFC) / mL de <i>Enterococcus faecalis</i> antes y después de la irrigación	Cuantitativa	continua	Número en notación científica

Apéndice B. Instrumento**Evaluación ex vivo de la eficacia antibacterial de naringina vs el hipoclorito de sodio como irrigantes de conductos radiculares con el *Enterococcus faecalis***

Fecha de diligenciamiento: _____

Número de diente: _____

1. Nombre del irrigante

Hipoclorito de sodio (1)	Naringina (2)	Clorhexidina (3)
--------------------------	---------------	------------------

2. Número de conducto

Uno	Dos
-----	-----

3. Recuento de colonias

Ufc/ml

Apéndice C. Plan de Análisis estadístico

Plan de análisis Univariado		
Variable para tratar	naturaleza	Reporte/operaciones
Sustancia irrigante utilizada	Cualitativa	Frecuencias absolutas Porcentajes
Carga microbiana	Cuantitativa	Medidas de dispersion

Plan de análisis bivariado			
Variable dependiente	Variable independiente	naturaleza	Prueba estadística
Carga microbiana	Sustancia irrigante utilizada	Cualitativa	Chi 2 o exacto de fisher