

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE ODONTOLÓGIA



EVALUACIÓN DE ACTIVIDAD ANTIMICROBIANA Y EFECTO QUELANTE DE UN
IRRIGANTE A BASE DE EXTRACTO DE *Sapindus saponaria* COMO UNA
ALTERNATIVA EN LA IRRIGACIÓN.

Por

PATRICIA ABIGAIL MORALES PIEDRA

Como requisito parcial para obtener el Grado de
Especialización en Endodoncia.

Diciembre, 2024

Especialidad en Endodoncia.

EVALUACIÓN DE ACTIVIDAD ANTIMICROBIANA Y EFECTO QUELANTE DE UN IRRIGANTE A BASE DE EXTRACTO DE *Sapindus saponaria* COMO UNA ALTERNATIVA EN LA IRRIGACIÓN.

PATRICIA ABIGAIL MORALES PIEDRA

Comité de Tesis

Presidente

Secretario

Vocal

Especialidad en Endodoncia.

Evaluación de actividad antimicrobiana y efecto quelante de un irrigante a base de extracto de *Sapindus saponaria* como una alternativa en la irrigación.


FIRMA

TESISTA

PATRICIA ABIGAIL MORALES PIEDRA

Comité de Tesis


FIRMA

DIRECTOR DE TESIS

MYRIAM ANGÉLICA DE LA GARZA RAMOS


FIRMA

CO-DIRECTOR DE TESIS
JORGE JAIME FLORES TREVIÑO


FIRMA

ASESOR METODOLÓGICO
IDALIA RODRÍGUEZ DELGADO

AGRADECIMIENTOS

Quisiera agradecer, en primer lugar, a Dios, por permitirme vivir esta experiencia tan hermosa y por nunca soltarme de Su mano.

Mi más sincero agradecimiento a la Dra. Myriam Angélica Ramos, por brindarme su tiempo, guía y apoyo en este proyecto; al Dr. Jorge Jaime Flores, por darme la oportunidad de realizar mi residencia y por regalarme lo más valioso que alguien puede ofrecer: su conocimiento. También deseo expresar mi gratitud a mi madrina, la Dra. Nancy González, por sus consejos tanto personales como profesionales, los cuales hicieron mi estancia en el posgrado mucho más enriquecedora y amena.

Agradezco profundamente a la vida por haberme permitido coincidir con mis increíbles compañeros residentes, quienes hoy puedo llamar amigos: Jenny, Erick, Vane, Paola, Valeria y Frank. Sin duda, hicieron del posgrado un camino más ligero y divertido; gracias por cada risa compartida y cada consejo brindado. A mis mejores amigas, Karla, Angela, Viví, Sofía por siempre permanecer en todas las etapas de mi vida y nunca dejarme sola. También quiero agradecer a Pablo, por acompañarme durante mi residencia, ser mi apoyo y darme ánimos cuando lo necesitaba.

A mis padres, mi hermano Genaro, gracias por compartir este sueño conmigo, por creer en mí y jamás soltarme, siempre impulsándome a ser la mejor versión de mí misma. A mi hermanita Alexa, por acompañarme en esta etapa y apoyarme cuando más lo necesitaba. A mi prima Cecy, por escuchar mis pláticas todos los días y por ayudarme con mis pacientes. A mi querida yayis, por estar siempre presente, apoyándome y alentándome a la distancia. Sin darme cuenta, todo este tiempo he vivido en oraciones contestadas. Los amo con todo mi corazón.

TABLA DE CONTENIDO

Sección	Página
AGRADECIMIENTOS	4
LISTA DE TABLAS	7
LISTA DE FIGURAS	8
RESUMEN	9
ABSTRACT	10
1. INTRODUCCIÓN	11
2. HIPÓTESIS	12
3.OBJETIVOS.....	13
3.1 Objetivo general	
3.2 Objetivos particulares	
4. ANTECEDENTES	14
4.1 Irrigación	14
4.1.1 Características ideales de un irrigante.....	14
4.1.2 Hipoclorito de sodio.....	15
4.1.3 Clorhexidina.....	16
4.1.4 EDTA (Ácido etilendiaminotetracético).....	16
4.2 Irrigantes de origen natural	17
4.2.1 <i>Schinus molle</i> L.....	18
4.2.2 Aloe vera	18
4.2.3 <i>Sapindus saponaria</i>	18
4.3 Microorganismos asociados con la enfermedad endodóntica	19
4.3.1 <i>Enterococcus faecalis</i>	19
4.3.2 <i>Fusubacterium nucleatum</i>	20
5. MÉTODOS.....	20
5.1 Selección y preparación de extracto	20
5.2 Colecta de especímenes dentales.....	21
5.3 Preparación de órganos dentarios.....	21
5.4 Esterilización de órganos dentarios	21

5.5 Fase microbiológica	22
5.5.1 Inoculación y activación de <i>E. faecalis</i>	22
5.5.2 Inoculación y activación de <i>F. nucleatum</i>	22
5.6 Protocolo clínico de irrigación	22
5.8 Diluciones.....	23
5.9 Placa en agar.....	23
5.10 Preparación de órganos dentarios para observar en el SEM	23
6. RESULTADOS	24
6.1 Conteo de UFC	24
6.2 Imágenes de SEM	25
6.3 Análisis estadístico.....	28
7. DISCUSIÓN.....	30
8. CONCLUSIONES	32
9. LITERATURA CITADA	33
RESUMEN BIOGRÁFICO	36

LISTA DE GRÁFICAS

Gráfica

Página

1. Estadística descriptiva de las unidades formadoras de colonias por grupo de estudio..... 29
2. Comparación elemental entre tratamientos.....30

LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
1. Grupo 1: Control positivo.....	24
2. Grupo 2: Hipoclorito de sodio (NaOCl) 5.25 %.....	24
3. Grupo 3: EDTA 17%.....	24
4. Grupo 4: <i>Sapindus saponaria</i>	24
5. Grupo 5: Alcohol	24
6. Micrografía obtenida por SEM a aumentos de 3000x y 6000x de tercio apical, mostrando el biofilm formado por <i>F. nucleatum</i> y <i>E. faecalis</i> sin aplicación de tratamiento.....	25
7. Micrografía obtenida por SEM a aumentos de 3000x y 6000x de tercio medio, mostrando el biofilm formado por <i>F. nucleatum</i> y <i>E. faecalis</i> sin aplicación de tratamiento.....	25
8. Micrografía obtenida por SEM a aumentos de 3000x y 6000x de tercio apical, mostrando el biofilm formado por <i>F. nucleatum</i> y <i>E. faecalis</i> con aplicación de tratamiento EDTA 17%.....	26
9. Micrografía obtenida por SEM a aumentos de 3000x y 6000x de tercio medio, mostrando el biofilm formado por <i>F. nucleatum</i> y <i>E. faecalis</i> con aplicación de tratamiento EDTA 17%.....	26
10. Micrografía obtenida por SEM a aumentos de 3000x y 6000x de tercio apical, mostrando el biofilm formado por <i>F. nucleatum</i> y <i>E. faecalis</i> con aplicación de tratamiento extracto etanólico de <i>S. saponaria</i>	27
11. Micrografía obtenida por SEM a aumentos de 3000x y 6000x de tercio medio, mostrando el biofilm formado por <i>F. nucleatum</i> y <i>E. faecalis</i> con aplicación de tratamiento extracto etanólico de <i>S. saponaria</i>	27

TESISTA: PATRICIA ABIGAIL MORALES PIEDRA
DIRECTOR DE TESIS: MYRIAM ANGÉLICA DE LA GARZA RAMOS
CODIRECTOR DE TESIS: JORGE JAIME FLORES TREVIÑO
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

"Evaluación de actividad antimicrobiana y efecto quelante de un irrigante a base de extracto de *Sapindus saponaria* como una alternativa en la irrigación."

RESUMEN

INTRODUCCIÓN: La preparación quimiomecánica es la principal responsable de la reducción de la carga bacteriana en el sistema de conductos radiculares (SCR) para prevenir el desarrollo o promover condiciones para la curación de una enfermedad perirradicular.

OBJETIVO: Evaluar la actividad antimicrobiana y la efectividad quelante del irrigante a base de extracto etanólico de *Sapindus saponaria*.

METODOLOGÍA: Se llevó a cabo un estudio utilizando material vegetal de *Sapindus saponaria* obtenido de un proveedor reconocido. Se obtuvo el extracto mediante maceración, utilizando 500 gramos de material vegetal y 500 mL de etanol como solvente. Se seleccionaron 30 piezas dentales unirradiculares, las cuales fueron decoronadas, instrumentadas y esterilizadas. Estas se dividieron en 5 grupos: control (-) estéril, alcohol, extracto etanólico de *S. Saponaria*, EDTA %, e hipoclorito de sodio al 5.25%. Las bacterias *Enterococcus faecalis* y *Fusobacterium nucleatum* fueron cultivadas y luego inoculadas en las piezas dentales durante 24 horas. Se llevó a cabo un protocolo clínico de irrigación en cada grupo. Al finalizar, se tomaron muestras de cada pieza con punta de papel estéril, se colocaron en una caja Petri, para contar unidades formadoras de colonias. Además, se realizaron cortes longitudinales de los dientes para observación bajo microscopio electrónico de barrido.

RESULTADOS: El extracto de *Sapindus saponaria* mostró actividad antimicrobiana limitada frente a *E. faecalis* y *F. nucleatum*, siendo menos eficaz que el hipoclorito de sodio al 5,25%. El análisis SEM evidenció una limpieza de la dentina, indicando una acción quelante moderada atribuida a las saponinas.

CONCLUSIONES: El extracto de *Sapindus saponaria* presentó baja actividad antimicrobiana, pero mostró un efecto quelante. Aunque menos eficaz que el hipoclorito de sodio, tiene potencial como alternativa natural en la irrigación endodóntica tras su optimización.

TESISTA: PATRICIA ABIGAIL MORALES PIEDRA
DIRECTOR DE TESIS: MYRIAM ANGÉLICA DE LA GARZA RAMOS
CODIRECTOR DE TESIS: JORGE JAIME FLORES TREVIÑO
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

"Evaluation of antimicrobial activity and chelating effect of an irrigant based on *Sapindus saponaria* extract as an alternative in irrigation."

ABSTRACT

INTRODUCTION: Chemomechanical preparation is mainly responsible for reducing the bacterial load in the root canal system (RCS) to prevent the development or promote conditions for healing of a periradicular disease.

OBJECTIVE: To evaluate the antimicrobial activity and chelating effectiveness of the irrigant based on ethanolic extract of *Sapindus saponaria*.

(HERE GOES THE GENERAL OBJECTIVE)

METHODOLOGY: A study was conducted using *Sapindus saponaria* plant material obtained from a certified supplier. The extract was prepared by maceration, using 500 grams of plant material and 500 mL of ethanol as the solvent. Thirty single-rooted teeth were selected, decoronated, instrumented, and sterilized. The samples were divided into five groups: sterile negative control, alcohol, ethanolic extract of *S. saponaria*, EDTA, and 5.25% sodium hypochlorite. *Enterococcus faecalis* and *Fusobacterium nucleatum* were cultured and subsequently inoculated into the root canals for 24 hours. A clinical irrigation protocol was then applied to each group. After irrigation, samples were collected from each tooth using sterile paper points and placed in Petri dishes for colony-forming unit (CFU) counting. In addition, longitudinal sections of the teeth were prepared for observation under a scanning electron microscope (SEM).

RESULTS: The *Sapindus saponaria* extract showed limited antimicrobial activity against *E. faecalis* and *F. nucleatum*, being less effective than 5.25% sodium hypochlorite. SEM analysis revealed partial dentin cleaning, indicating a moderate chelating action attributed to saponins.

CONCLUSIONS: The *Sapindus saponaria* extract showed low antimicrobial activity but exhibited chelating effect. Although less effective than sodium hypochlorite, it has potential as a natural alternative for root canal irrigation after further optimization.

1.- Introducción

La infección del sistema de conductos radiculares (SCR) constituye una de las principales causas de fracaso en los tratamientos endodónticos, debido a la persistencia de microorganismos resistentes que colonizan los túbulos dentinarios y las superficies internas del conducto. La carga bacteriana que permanece en el interior del SCR puede generar o mantener procesos inflamatorios en los tejidos periapicales, impidiendo la curación o favoreciendo la aparición de lesiones perirradiculares. Por ello, el control microbiano dentro del conducto radicular representa un componente esencial para el éxito clínico, y la búsqueda de agentes irrigantes eficaces continúa siendo un área de gran relevancia tanto médica como económica.

El uso de irrigantes convencionales como el hipoclorito de sodio y el EDTA ha demostrado eficacia en la eliminación bacteriana y la remoción del barro dentinario; sin embargo, su empleo también conlleva desventajas, tales como citotoxicidad, inestabilidad química y posibles efectos adversos sobre la estructura dentinaria. En este contexto, surge el interés por desarrollar alternativas naturales que ofrezcan una acción antimicrobiana y quelante comparable, pero con menor impacto biológico y ambiental. Los extractos vegetales han despertado creciente atención como fuentes potenciales de compuestos bioactivos, debido a su biocompatibilidad, accesibilidad y bajo costo de producción. Entre ellos, el extracto etanólico de *Sapindus saponaria* ha mostrado propiedades detergentes, antimicrobianas y desincrustantes atribuibles a su contenido de saponinas, lo que lo convierte en un candidato prometedor para su aplicación en la irrigación endodóntica.

En función de lo expuesto anteriormente, se consideró relevante evaluar mediante un protocolo experimental se elaboró un extracto etanólico de *S. saponaria*, con el propósito de determinar si su aplicación puede optimizar la acción desinfectante y quelante, durante el tratamiento endodóntico y, en consecuencia, favorecer un mejor pronóstico a largo plazo.

2.- Hipótesis

El uso del extracto de *Sapindus Saponaria* como irrigante intraconducto posee una misma actividad antibacteriana y efectividad quelante, en comparación con hipoclorito de sodio y EDTA.

Objetivos

3.- Objetivo General

Evaluar la actividad antimicrobiana y la efectividad quelante de un irrigante intraconducto a base de extracto etanólico de *Sapindus saponaria*.

3.1.- Objetivos específicos

- Comparar la actividad antimicrobiana del extracto de *S. saponaria* con hipoclorito de sodio al 5.25 %.
- Comparar la actividad quelante del extracto de *S. saponaria* contra EDTA al 17%.
- Analizar el efecto antimicrobiano del extracto de *S. saponaria* contra *E. faecalis*.
- Analizar el efecto antimicrobiano de extracto de *S. saponaria* contra *F. nucleatum*.
- Contrastar los resultados obtenidos.

Son los productos que se lograrán con las actividades, y que contribuyen al cumplimiento del Objetivo General. Deben ser planteados de manera clara y concreta; el tesista debe recordar que el trabajo se basa completamente en estos objetivos. Se detallan los puntos a donde se desea llegar. Los objetivos deben ser medibles, calificables y/o cuantificables. Son los puntos específicos al que llega el trabajo (el contenido del objetivo general no debe repetirse en los específicos)

4. Antecedentes

4.1 Irrigación

La irrigación cumple un papel esencial en el éxito del tratamiento de conductos radiculares. Sus funciones dependen del tipo de irrigante empleado e incluyen disminuir la fricción entre el instrumento y la dentina, optimizar la capacidad de corte de las limas, disolver el tejido y mantener la temperatura adecuada tanto del diente como del instrumento. Además, facilita el lavado del conducto y ejerce una acción antimicrobiana y antibiofilm. Asimismo, representa el único medio capaz de alcanzar las zonas de la pared del conducto radicular que no pueden ser tratadas mediante la instrumentación mecánica. (Haapasalo *et al.*, 2014).

La Asociación Americana de Endodoncistas describe la irrigación como el proceso de limpieza realizado mediante el flujo de un líquido. En el tratamiento de conductos, esta práctica permite eliminar de forma física los residuos presentes en su interior y aplicar soluciones químicas con efectos antimicrobianos, desmineralizantes, disolventes de tejido, blanqueadores, desodorizantes y hemostáticos. Una irrigación activa, que requiere agitación manual o mecánica, potencia la eliminación tanto física como química del material dentro del conducto, mientras que la irrigación pasiva consiste en un enjuague suave que busca potenciar el efecto químico sin aportar energía adicional. (Glossary: American Association of Endodontics, 2016).

En el tratamiento endodóntico, los irrigantes se utilizan para eliminar los restos sueltos, lubricar las paredes del conducto, disolver los componentes orgánicos y proporcionar una acción antimicrobiana. Durante el proceso de irrigación, el movimiento de entrada y salida de la solución dentro del conducto radicular produce efectos mecánicos que favorecen su limpieza. Sin importar el tipo de irrigante empleado, dichos efectos mecánicos contribuyen de manera significativa a disminuir la cantidad de bacterias presentes en el conducto. (Siqueira *et al.*, 1999).

4.1.1 Características ideales de un irrigante

En la búsqueda de un irrigante que reúna las propiedades ideales —capaz de disolver el tejido orgánico sin causar irritación en los tejidos periapicales— se han realizado diversas

investigaciones orientadas a encontrar una alternativa confiable para la irrigación del sistema de conductos radiculares. (Yang and Swem *et al.*, 2003).

Lamentablemente, las soluciones empleadas en la irrigación endodóntica pueden reaccionar químicamente entre sí cuando se utilizan de forma alternada, lo que puede dar lugar a la formación de subproductos indeseables con potencial tóxico o capaces de provocar reacciones alérgicas. (Drews *et al.*, 2023).

A lo largo de las investigaciones se describieron las propiedades ideales de los irrigantes que son:

- Bactericida, germicida y fungicida
- Efecto antimicrobiano prolongado
- Solvente de tejidos o residuos orgánicos e inorgánicos en regiones inaccesibles
- Que tenga baja tensión superficial
- No manchar la estructura dental
- Baja toxicidad
- Eliminar la capa de barrillo dentinario o conocido como “Smear Layer”,
- Ser capaz de desinfectar la dentina subyacente y los túbulos dentinarios
- Lubricante
- No tenga efectos adversos en la habilidad para el sellado de los materiales de obturación
- Fácil aplicación, de almacenar y de vida adecuado y a un precio accesible.

(Grossman 1981; Torabinejad y Walton 1997; Tay *et al.*, 2006).

4.1.2. Hipoclorito de sodio

El hipoclorito de sodio (NaOCl) es el irrigante más empleado en los tratamientos endodónticos. Se le considera el estándar de oro entre los irrigantes para conductos radiculares gracias a su potente acción antibacteriana y su capacidad para disolver tejidos orgánicos. (Cai *et al.*, 2023)

Esta sustancia se emplea en concentraciones que van del 0.5% al 5.25%. El hipoclorito de sodio (NaOCl) es la solución más comúnmente utilizada, generalmente dentro de ese mismo rango de

concentración. El NaOCl posee una notable capacidad para disolver tejidos y una amplia acción antimicrobiana.. (Rath et al., 2020).

El uso del hipoclorito de sodio (NaOCl) como irrigante en los conductos radiculares requiere un manejo cuidadoso, pues su extrusión más allá del ápice durante la terapia endodóntica puede causar inflamación y dolor después del tratamiento. (Mostafa et al., 2020).

Presenta un pH alcalino que oscila entre 10,7 y 12,2, actúa como un buen lubricante y agente blanqueador, tiene baja tensión superficial, una larga vida útil de almacenamiento y resulta económico. (Hülsmann et al., 1998).

4.1.3 Clorhexidina

La clorhexidina (CHX) se emplea como alternativa al NaOCl gracias a su acción antimicrobiana de amplio espectro y a su menor toxicidad en comparación con este último. Para el tratamiento de conductos radiculares, la concentración de CHX más comúnmente utilizada es del 2%. (Ruksakiet et., 2020). No obstante, un aspecto limitante de la clorhexidina como irrigante endodóntico es su incapacidad para disolver tejido. (Gomes et al., 2013)

Cuando se combina con hipoclorito de sodio o permanece en el conducto por 14 días o más, genera un precipitado café anaranjado altamente tóxico denominado para-cloro-anilina (PCA) (Vera et al., 2012). Esta característica, junto con su alto costo, ha provocado una disminución en su uso en endodoncia.

4.1.4. EDTA (Ácido etilendiaminotetraacético)

Es un agente quelante que puede interactuar químicamente con iones metálicos y es soluble en agua, lo que lo hace útil en diversas aplicaciones. Se recomienda como parte de los protocolos de irrigación endodóntica. Su función principal es eliminar la capa de frotis, facilitando así la penetración de otros irrigantes gracias a su acción quelante. La actividad antifúngica del EDTA se relaciona con su capacidad de reducir la actividad metabólica mediante la extracción de iones

de calcio de la pared celular, así como por sus propiedades antifúngicas y su habilidad para inhibir el crecimiento microbiano tras el tratamiento dental. (Alshanta et al., 2019).

El EDTA es un ácido poliaminocarboxílico, un potente agente quelante, incoloro y soluble en agua, capaz de captar iones metálicos di- y trivalentes como Ca^{2+} y Fe^{3+} (Basrani et al., 2012). Sus soluciones muestran actividad óptima en un rango de pH de 7 a 8 (Grawehr et al., 2003).

Los estudios científicos muestran que el EDTA al 17% es el más eficiente para eliminar la capa de frotis y liberar factores de crecimiento en endodoncia regenerativa, aunque su combinación con hipoclorito de sodio no está recomendada. (Fortea et al., 2024). Se examinó la erosión de la dentina radicular causada por diversos irrigantes endodónticos, entre ellos el EDTA. Los hallazgos mostraron que el EDTA presenta una actividad antibacteriana limitada y una eficacia reducida para eliminar la capa de barrillo en los tercios apicales del conducto radicular. Asimismo, se registró que su uso puede ocasionar erosión en la dentina. (Zarean et al., 2023).

La combinación de EDTA con hipoclorito de sodio reduce la capacidad de este último para disolver tejido orgánico, debido a la ausencia de clorina libre en la mezcla. Por ello, numerosos investigadores sugieren emplearlos por separado en un régimen alternado, recomendando el uso abundante de NaOCl al final del procedimiento para eliminar los restos de EDTA.. (Grawehr et al., 2003; Cohen y Hargreaves, 2011).

4.2 Irrigantes de origen natural

Durante su crecimiento, las plantas producen y acumulan compuestos propios como resultado de su metabolismo. Se considera planta medicinal a aquella que, en uno o más de sus órganos, posee sustancias que pueden emplearse con fines terapéuticos o que sirven como precursores en la semisíntesis química-farmacéutica. (Cañigüeral et al., 2003).

El empleo de plantas medicinales o sus extractos se conoce como medicina herbolaria, cuyo objetivo es prevenir o tratar enfermedades. Esta práctica tiene raíces antiguas, ya que desde tiempos remotos las personas han recurrido a ellas para mejorar su salud y tratar dolencias. (González, Cardentey, 2016).

4.2.1. *Schinus molle* L.

Forma parte de la familia Anacardiaceae, de distribución pantropical, que incluye aproximadamente 70 géneros y 600 especies. (Mendonça et al., 2012).

Schinus molle L., conocida localmente como Pirúl, árbol del Perú o falso pimentero, es una especie arbórea dioica originaria de Sudamérica (Ramírez y Badano, 2013). Es de crecimiento rápido, alcanzando alturas de 4 a 8 metros y un diámetro de 25 a 35 cm. (CONAFOR, 2014).

Se evaluaron las propiedades antioxidantes, antimicrobianas y antidiabéticas de *S. molle* cultivado en Turquía, y los resultados evidenciaron una actividad antimicrobiana notable frente a distintos patógenos, lo que resalta el posible uso terapéutico de esta planta. (İlgün et al., 2023).

4.2.2. Aloe vera

El aloe vera, reconocido por sus propiedades antibacterianas, antifúngicas, antivirales y antiinflamatorias, es un remedio herbal natural. La presencia de antraquinonas en el aloe vera inhibe el crecimiento de *E. faecalis*, *Streptococcus pyogenes* y *Candida albicans*. (Nagaveni et al., 2016).

Asimismo, se han demostrado en estudios in vitro que el Aloe vera presentó una actividad antibacteriana superior frente a las biopelículas de *Enterococcus faecalis* en comparación con el hidróxido de calcio [Ca(OH)₂]. (Ghasemi et al., 2020)

4.2.3 *Sapindus saponaria*

Dentro de la diversidad de plantas naturales se encuentra *Sapindus saponaria*, también conocida como Jaboncillo. Este árbol produce frutos cuya pulpa genera abundante espuma al contacto con el agua, lo que le confiere propiedades limpiadoras similares al jabón. Se encuentra en regiones tropicales de América y sus frutos maduros se han utilizado tradicionalmente para lavar ropa, utensilios de cocina y como agente de limpieza para el cuerpo y el cabello. Además, cuando se emplea de forma tópica, se utiliza como medicina para tratar infecciones por hongos y reducir

inflamaciones. En algunas comunidades indígenas, también se aprovecha con fines de pesca debido a su efecto ictiotóxico. (Cogollo et al., 2008)

El fruto de *S. saponaria* contiene una gran cantidad de aceite con propiedades antibacterianas, antiinflamatorias y antioxidantes, además de favorecer la proliferación y migración celular, así como estimular la cicatrización de heridas en la piel. (Santos et al.,2024). El aceite presenta excelentes características lubricantes y se considera una materia prima de alta calidad para la elaboración de biodiésel y lubricantes de alto rendimiento, lo que demuestra su gran potencial en aplicaciones médicas e industrial. (Zhou et al.,2024)

Aunque algunas investigaciones han analizado la capacidad de ciertos agentes herbales para eliminar la capa de barrillo dentinario en comparación con los quelantes convencionales, aún no se ha determinado el efecto quelante de *Sapindus saponaria* sobre dicha capa en la superficie del conducto radicular. (Tahir et al., 2023)

4.3 Microorganismos asociados con la enfermedad endodóntica

4.3.1. *Enterococcus faecalis*

Enterococcus faecalis es una bacteria grampositiva anaerobia facultativa que se presenta de forma aislada, en pares o en cadenas cortas. (Yang et al.,2024). Es capaz de sobrevivir en condiciones adversas, tolerando un pH alcalino de hasta 9,6 y temperaturas de 60 °C durante media hora. (Nalawade et al., 2023). En particular, *E. faecalis* puede permite proliferar incluso en presencia de hidróxido de calcio (Ca(OH)_2), un agente comúnmente utilizado en los tratamientos de conducto radicular. (Elashiry et al.,2023).

Este microorganismo es capaz de persistir durante largos periodos en los conductos radiculares, ya que soporta condiciones muy alcalinas y con escasos nutrientes, lo que le facilita formar biopelículas e infiltrarse profundamente en los túbulos dentinarios. (Deng Z et al., 2023)(Salem et al.,2022).

Debido a su tamaño reducido, puede infiltrarse en los túbulos dentinarios y sobrevivir durante largos periodos sin nutrientes (Donlan y Costerton, 2002). Además, es capaz de aprovechar el suero procedente del hueso alveolar y del ligamento periodontal como fuente de alimento, y sintetizar diversas proteínas de estrés al enfrentarse a condiciones ambientales desfavorables (Kumar, 2013).

4.3.2. *Fusobacterium nucleatum*

Desde hace tiempo se sabe que *Fusobacterium nucleatum* es responsable de infecciones oportunistas y, más recientemente, se ha asociado con ciertos tipos de cáncer. Esta bacteria, presente de manera común en la microbiota oral, puede mantener una relación simbiótica con su huésped. Para comprender mejor esta dualidad, se ha investigado la diversidad y los nichos ecológicos de las fusobacterias, así como se ha revisado su clasificación taxonómica histórica a la luz de las tecnologías modernas (Brennan et al., 2019).

5. Métodos

5.1 Selección y preparación de extracto

Las plantas utilizadas en el estudio fueron adquiridas a un proveedor de viveros local. El extracto etanólico se obtuvo mediante maceración, empleando 500 mg del fruto y 500 ml de etanol. Se utilizó la cáscara seca, la cual fue triturada inicialmente en un molcajete y posteriormente licuada, obteniéndose un total de 200 mg de polvo de *Sapindus saponaria*. Una vez obtenido el polvo, se procedió a la filtración utilizando un embudo con papel filtro, lo que permitió obtener el extracto etanólico. El material filtrado se secó en una caja Petri en un ambiente seco, resultando en 2.845 gramos de producto, a los cuales se añadieron 2.845 ml de agua destilada. Finalmente, la mezcla se colocó en un vórtex para su homogenización.

5.2 Colecta de especímenes dentales

Se utilizaron 30 piezas unirradiculares del humano, las cuales fueron obtenidas de distintas clínicas dentales del área metropolitana de Nuevo León.

5.3 Preparación de órganos dentarios

Se llevó a cabo la instrumentación hasta la lima #35 utilizando el sistema rotatorio Wave One Gold. Como irrigante, se empleó NaOCl al 5,25% entre cada instrumento para asegurar la permeabilidad del conducto. Los conductos se secaron con puntas de papel #40 (Hygienic) y se aplicó EDTA al 17% durante 1 minuto; posteriormente, se enjuagaron con solución salina y se secaron nuevamente con puntas de papel.

5.4 Esterilización de órganos dentarios

Las piezas previamente instrumentadas y desinfectadas se depositaron en un frasco de vidrio con suero fisiológico. Luego, el frasco se cerró con cinta indicadora y se esterilizó en autoclave a 121 °C durante 15 minutos.

5.5 Fase microbiológica

5.5.1 Inoculación y activación de *Enterococcus faecalis*

Se utilizaron 100 μ l de *E. faecalis* con una micropipeta Eppendorf para introducirlos en el conducto radicular. Posteriormente, las piezas se colocaron en tubos Falcon con 900 μ l de infusión cerebro-corazón (BHI) y se incubaron en una incubadora Shell a 37 °C durante 24 horas.

5.5.1 Inoculación y activación de *Fusobacterium nucleatum*

Se utilizaron 100 μ l de *F. nucleatum* con una micropipeta Eppendorf para introducirlos en el conducto radicular. Posteriormente, las piezas se colocaron en tubos Falcon con 900 μ l de infusión cerebro-corazón (BHI) y se incubaron en una incubadora Shell a 37 °C durante 24 horas.

5.6 Protocolo clínico de irrigación

Bajo condiciones asépticas se inició el protocolo de cada uno de los grupos

Grupo 1: Bacteria *E. faecalis*/ *F. nucleatum*

Grupo 2: Bacteria *E. faecalis* y *F. nucleatum*/ Hipoclorito de sodio al 5.25 %

Grupo 3: Bacteria *E. faecalis* y *F. nucleatum*/EDTA 17 % (n=5)

Grupo 4: Bacteria *E. faecalis* y *F. nucleatum*/ Extracto etanolico de *S. saponaria*

Grupo 5: Bacteria *E. faecalis* y *F. nucleatum*/ Alcohol

Se aplicó el irrigante correspondiente a cada solución y se procedió a la instrumentación de las piezas dentales. Las soluciones se renovaron cada 25 minutos hasta completar un total de una hora con quince minutos de protocolo de instrumentación e irrigación. En la irrigación final, el irrigante se dejó actuar durante 30 segundos, tras lo cual se tomó una muestra con una punta de papel estéril y se depositó en tubos Eppendorf que contenían 1000 μ L de caldo tripticaseína de soya. Finalmente, todos los tubos se incubaron a 37 °C durante 24 horas.

5.7 Toma de muestras

Las piezas previamente tratadas fueron irrigadas abundantemente con agua estéril, y posteriormente se tomó una muestra del conducto radicular utilizando una punta de papel estéril #40. Dicha punta se depositó en un tubo Eppendorf que contenía 100 μ L de medio BHI y se incubó en una incubadora Shell a 37 °C durante 24 horas.

5.8 Diluciones

Se añadieron 900 μL de PBS en un tubo Eppendorf nuevo y estéril. De cada tubo que contenía la punta de papel previamente incubada, se tomaron 100 μL y se transfirieron al nuevo tubo con PBS. Posteriormente, se realizaron 10 pipeteos y se agitó la mezcla en el vortex durante 10 segundos. A partir de esta preparación, se tomaron nuevamente 100 μL para transferirlos a otro tubo con PBS, repitiendo el procedimiento hasta obtener un total de cinco diluciones consecutivas.

5.9 Placa en agar

De la quinta dilución se tomaron 100 μL y se depositaron en el centro de una caja Petri estéril. Luego, se añadió agar BHI y se realizaron movimientos circulares durante 10 segundos para homogenizar la muestra. La caja se selló y se incubó en una incubadora Shell a 37 °C durante 24 horas, obteniéndose así el crecimiento bacteriano para el posterior conteo de unidades formadoras de colonias (UFC).

5.10 Preparación de órganos para observar en el microscopio electrónico de barrido (SEM)

Las muestras previamente tratadas se dejaron secar completamente y posteriormente se les realizó un corte longitudinal utilizando un disco de diamante acoplado a una pieza de baja velocidad, obteniendo así dos fragmentos radiculares destinados a su análisis mediante microscopía electrónica de barrido (SEM).

La evaluación se llevó a cabo en el Parque de Investigación e Innovación Tecnológica (PIIT-UANL). Cada fragmento se fijó sobre un portaobjetos empleando cinta adhesiva de doble cara para asegurar su estabilidad durante la observación. Se examinaron exclusivamente las zonas correspondientes al tercio apical de las piezas, capturándose micrografías con aumentos de 3,000x, 6,000x, 12,000x y 25,000x, con el fin de analizar en detalle las características superficiales posteriores a los distintos tratamientos.

Las imágenes obtenidas fueron evaluadas de manera cualitativa bajo un diseño a ciego simple por especialistas en endodoncia.

6. Resultados

6.1 Conteo de UFC

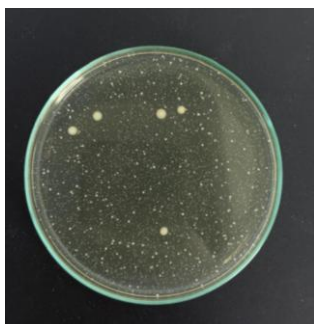


Figura 1. Grupo 1: Control positivo

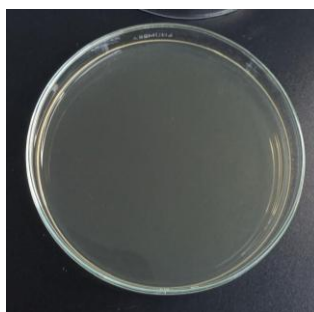


Figura 2. Grupo 2:
Hipoclorito de sodio (NaOCl)
5.25 %

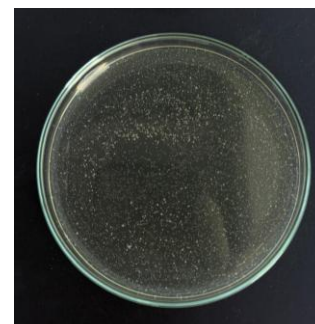


Figura 3. Grupo 3: EDTA

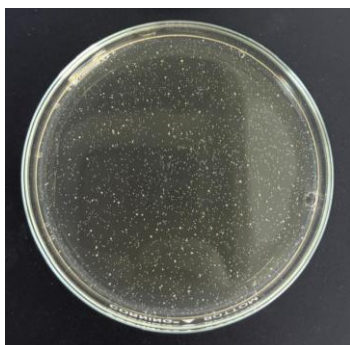


Figura 4. Grupo 4: *Sapindus saponaria*



Figura 5. Grupo 5: Alcohol

Se observaron colonias bacterianas formadoras de biofilm de *Fusobacterium nucleatum* y *Enterococcus Faecalis* en agar BHI para su posterior conteo. Se identificó una diferencia significativa en el grupo tratado con NaOCl al 5,25 % en comparación con los demás grupos.

6.2 Imágenes de microscopía electrónica de barrido (SEM)

Imágenes de SEM a 3000x y 6000x

GRUPO CONTROL +

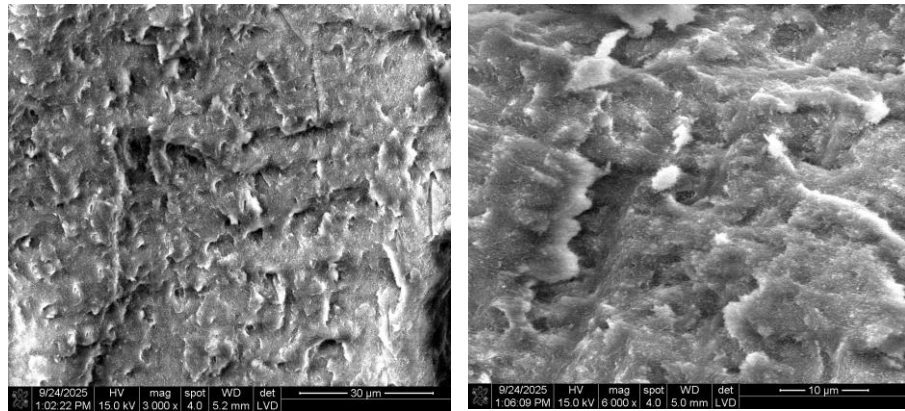


Fig.6 Micrografía obtenida por SEM a aumentos de 3000x y 6000x de tercio apical, mostrando el biofilm formado por *F. nucleatum* y *E. faecalis* sin aplicación de tratamiento.

GRUPO CONTROL +

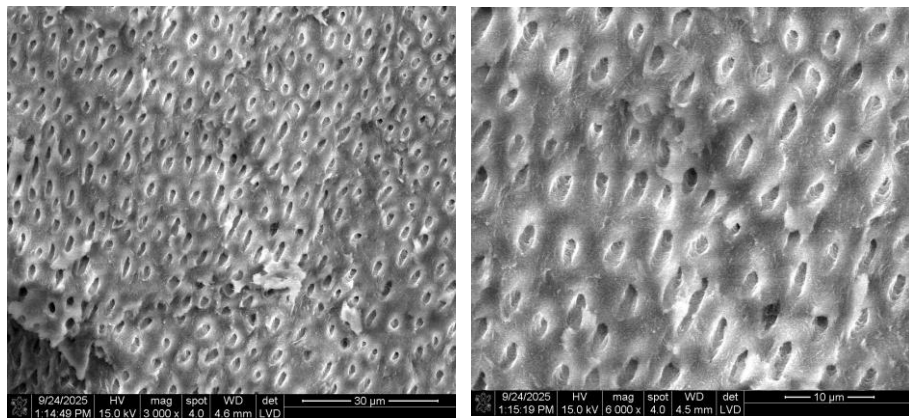


Fig. 7 Micrografía obtenida por SEM a aumentos de 3000x y 6000x de tercio medio, mostrando el biofilm formado por *F. nucleatum* y *E. faecalis* sin aplicación de tratamiento.

GRUPO EDTA 17 %

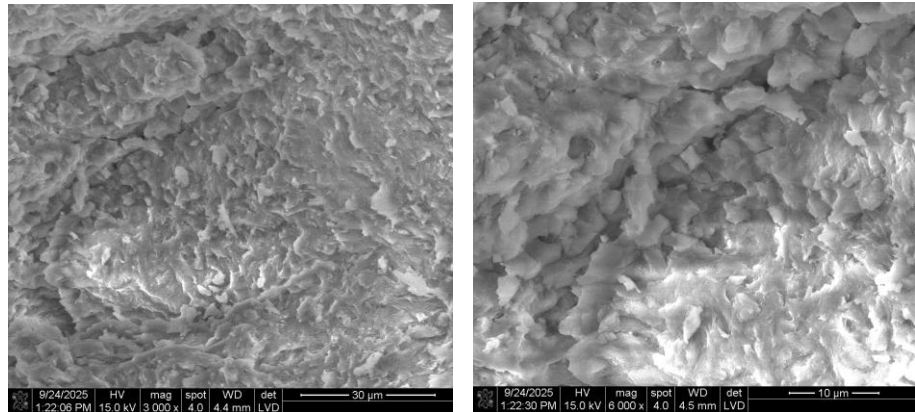


Fig. 8 Micrografía obtenida por SEM a aumentos de 3000x y 6000x de tercio apical, mostrando el biofilm formado por *F. nucleatum* y *E. faecalis* con aplicación de tratamiento EDTA 17%.

GRUPO EDTA 17%

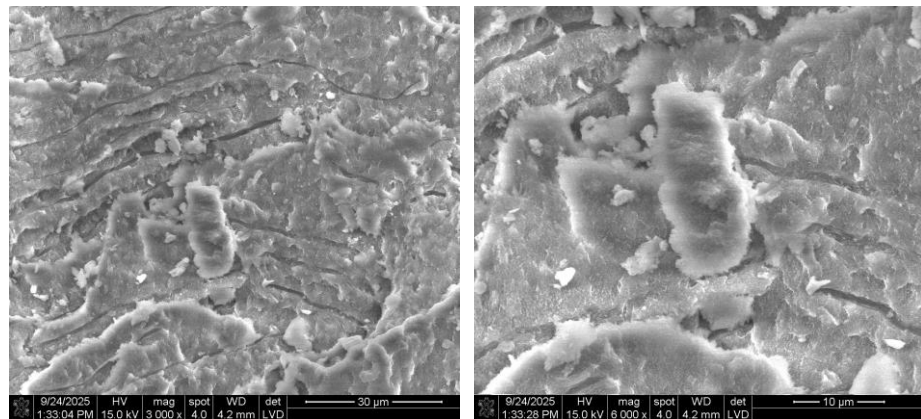


Fig. 9 Micrografía obtenida por SEM a aumentos de 3000x y 6000x de tercio medio, mostrando el biofilm formado por *F. nucleatum* y *E. faecalis* con aplicación de tratamiento EDTA 17%.

GRUPO *Sapindus Saponaria*

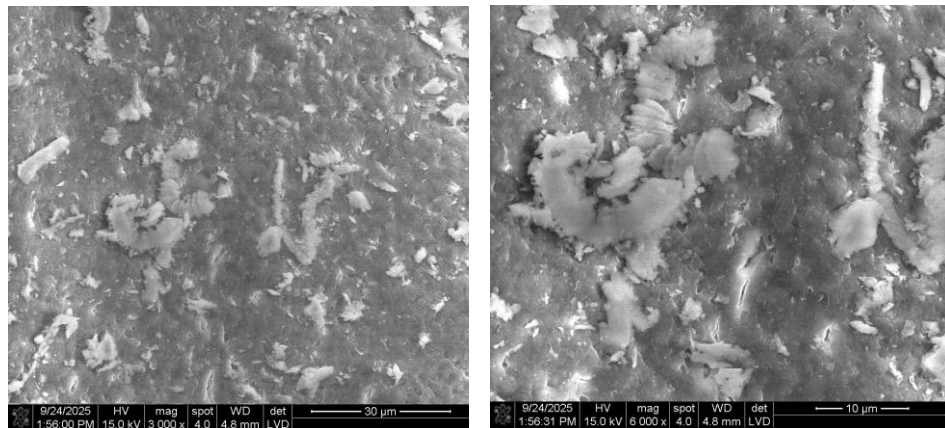


Fig. 10 Micrografía obtenida por SEM a aumentos de 3000x y 6000x de tercio apical, mostrando el biofilm formado por *F. nucleatum* y *E. faecalis* con aplicación de tratamiento extracto etanólico de *S. saponaria*.

GRUPO *Sapindus Saponaria*

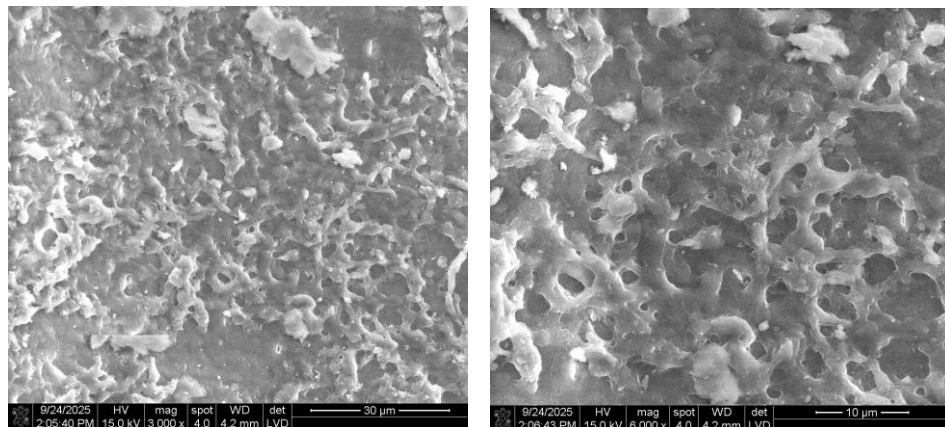
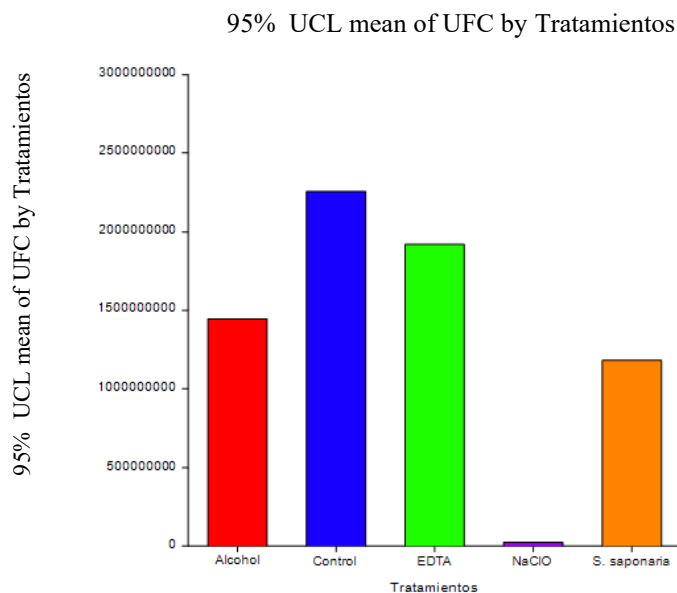


Fig. 11 Micrografía obtenida por SEM a aumentos de 3000x y 6000x de tercio medio, mostrando el biofilm formado por *F. nucleatum* y *E. faecalis* con aplicación de tratamiento extracto etanólico de *S. saponaria*

6.3. Análisis estadístico

Grafica 1.

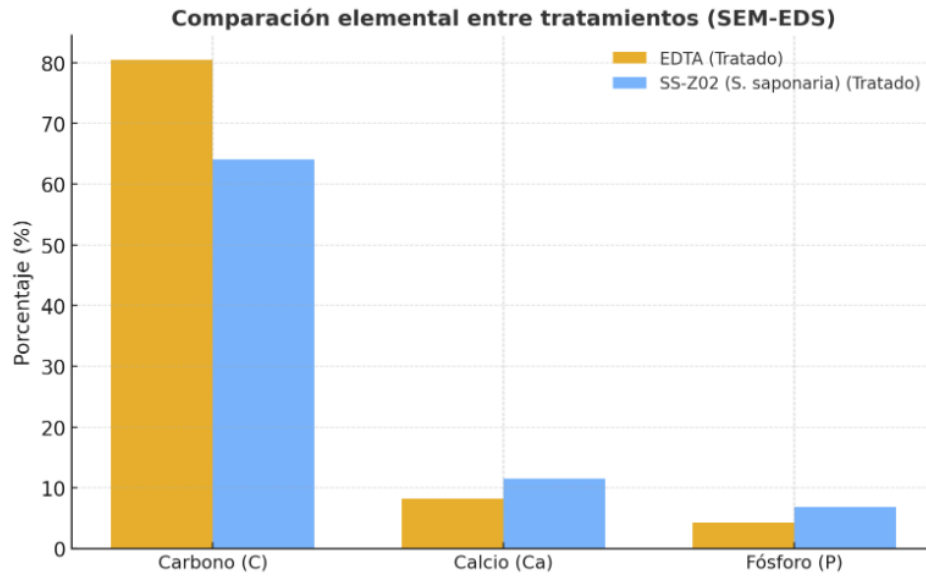
Estadística descriptiva de las unidades formadoras de colonias por grupo de estudio



El NaClO muestra la menor cantidad de UFC promedio, sugiriendo la mayor eficacia en la reducción de colonias. El tratamiento con S. saponaria mostró una reducción parcial en la carga bacteriana comparado con el grupo Control. Con un valor aproximado de 11,500,000,000, este tratamiento fue el que obtuvo la menor media del LCS 95% de colonias entre los tratamientos de Alcohol, Control y EDTA. Sin embargo, su efectividad fue muy inferior a la del tratamiento de NaClO, cuyo valor fue prácticamente nulo.

También se llevó a cabo un análisis de normalidad mediante la prueba de Shapiro-Wilk $W=0.932$ y la de Anderson-Darling ($A=0.474$) con valores P ($P=0.0964$ y $P=0.2413$ respectivamente) no rechazan la hipótesis de normalidad ($\alpha=0.05$). Esto sugiere que los datos de colonias (UFC) se ajustan a una distribución normal, validando el uso de una prueba paramétrica que fue el ANOVA.

Grafica 2.



El tratamiento con el extracto de *S.saponaria* demostró ser eficaz para reducir la materia orgánica (barrillo dentinario/biopelícula) en la superficie de la dentina, tal como lo evidencia la reducción del porcentaje de carbono y el aumento de la exposición de Calcio y Fósforo en comparación con el EDTA 17%.

7. Discusión

El objetivo principal de esta tesis fue evaluar la actividad antimicrobiana y el efecto quelante de un irrigante experimental basado en extracto de *Sapindus saponaria* como alternativa en la irrigación del conducto radicular. El hallazgo principal de este estudio es que el extracto etanólico de *Sapindus saponaria* exhibió una eficacia antimicrobiana significativamente menor contra *Enterococcus faecalis* y *Fusobacterium* en comparación con el Hipoclorito de Sodio (NaClO), y mostró un efecto de remoción del barrillo dentinario de carácter parcial.

El modelo experimental implementado, basado en dientes unirradiculares inoculados con biofilm, permitió reproducir condiciones cercanas al ambiente clínico y evaluar la efectividad antimicrobiana de los irrigantes. El análisis mediante microscopía electrónica de barrido (SEM) y el recuento de unidades formadoras de colonia (UFC) son técnicas consolidadas para valorar la eliminación de biofilm, así como mostro Siqueira *et al.*, 1999. En este estudio, el SEM permitió observar la presencia y morfología de los microorganismos adheridos a la superficie dentinaria, así como los cambios posteriores a la irrigación, confirmando la utilidad de esta técnica por su alta resolución y capacidad de caracterización superficial.

Los resultados confirman lo señalado por la literatura según Cai *et al.*,2023 y Rath *et al.*,2020. el NaOCl continúa siendo el irrigante más eficaz gracias a su capacidad para disolver tejido orgánico y eliminar microorganismos en todas las fases del tratamiento endodóntico. Su amplio espectro antimicrobiano, su bajo costo y su pH alcalino explican su superioridad en comparación con soluciones experimentales de origen natural.

En contraste, el extracto de *S. saponaria* mostró una eficacia antimicrobiana menor, clasificándose dentro del grupo de baja efectividad frente a las cepas evaluadas. Aun así, presentó un efecto quelante parcial sobre el barrillo dentinario, evidenciado por la disminución significativa en el contenido de carbono observada en el análisis por SEM. Este hallazgo coincide con el trabajo realizado por Tahir *et al* en el 2023, puede atribuirse a la acción de las saponinas, presentes en *S. saponaria* que actúan como surfactantes naturales, reduciendo la tensión superficial y favoreciendo la eliminación de residuos orgánicos. Dicho mecanismo concuerda con lo descrito por Drews *et al* en el 2023, quienes señalan que la interacción química entre agentes activos influye directamente en la capacidad de limpieza y desinfección del irrigante..

Los hallazgos también coinciden con el planteamiento de Cañigüeral *et al.* (2003) y González y Cardentey (2016), quienes destacan el potencial terapéutico de las plantas medicinales como fuente de compuestos bioactivos aplicables a la salud humana. En este contexto, el uso de extractos naturales como *S. saponaria* ofrece una alternativa ecológica, de bajo costo y potencialmente biocompatible frente a los irrigantes sintéticos tradicionales.

Se sugiere evaluar diferentes concentraciones y solventes del extracto de *Sapindus saponaria* para potenciar su efecto antimicrobiano y quelante, sin comprometer su biocompatibilidad con los tejidos dentales.

8. Conclusiones

El extracto etanólico de *Sapindus saponaria* mostró una actividad antimicrobiana limitada frente a *Enterococcus faecalis* y *Fusobacterium nucleatum*, aunque presentó un efecto quelante parcial evidenciado por la reducción del contenido orgánico en la dentina. Estos resultados sugieren que, si bien su eficacia es menor que la del hipoclorito de sodio, *S. saponaria* posee potencial como alternativa natural o complemento en la irrigación endodóntica, sujeto a optimización de su formulación y concentración.

9. LITERATURA CITADA

1. Alshanta OA, Shaban S, Nile CJ, McLean W, Ramage G. Candida albicans Biofilm Heterogeneity and Tolerance of Clinical Isolates: Implications for Secondary Endodontic Infections. *Antibiotics (Basel)*. 2019 Oct 30;8(4):204.
2. Basrani B, Haapasalo M. Update on endodontic irrigating solutions. *Endodontic Topics*. 2012;27:74-102.
3. Brennan CA, Garrett WS. *Fusobacterium nucleatum* - symbiont, opportunist and oncobacterium. *Nat Rev Microbiol*. 2019 Mar;17(3):156-166
4. Cai C, Chen X, Li Y, Jiang Q. Advances in the Role of Sodium Hypochlorite Irrigant in Chemical Preparation of Root Canal Treatment. *Biomed Res Int*. 2023 Jan 13;2023:8858283.
5. Cañigüeral S, Dellacassa E, Bandoni A. Plantas medicinales y fitoterapia: ¿Indicadores de dependencia o factores de desarrollo?. *Acta Farm. Bonaerense*. 2003;22(3):265-78.
6. Cogollo k, Barraza v, Gary c. Bondades Delfruto Del Jaboncillo (*Sapindus Saponaria*) Como Un Detergente Biodegradable. Intituto Alexabder Von Humboldt Departamento de Ciencias Básicas Talento de Biología barranquilla,2008. 73pp.
7. Cohen S, Hargreaves, KM. *Pathways of the pulp*. 10th ed. St. Louis, MO: CV Mosby Company; 2011.
8. CONAFOR, SEMARNAT. *Schinus molle*. Ficha técnica. 2014.
9. Deng Z, Lin B, Liu F, Zhao W. Role of *Enterococcus faecalis* in refractory apical periodontitis: from pathogenicity to host cell response. *J Oral Microbiol*. 2023 Mar 1;15(1):2184924.
10. Donlan RM, Costerton JW. Biofilms: survival mechanisms of clinically relevant microorganisms. *Clin Microbiol Rev* 2002;15(2):167–193.
11. Drews DJ, Nguyen AD, Diederich A, Gernhardt CR. The Interaction of Two Widely Used Endodontic Irrigants, Chlorhexidine and Sodium Hypochlorite, and Its Impact on the Disinfection Protocol during Root Canal Treatment. *Antibiotics (Basel)*. 2023 Mar 16;12(3):589.
12. Elashiry, M. M., Bergeron, B. E., and Tay, F. R. (2023). *Enterococcus faecalis* in secondary apical periodontitis: Mechanisms of bacterial survival and disease persistence. *Microb. Pathog.* 183, 106337.

13. Fortea L, Sanz-Serrano D, Luz LB, Bardini G, Mercade M. Update on chelating agents in endodontic treatment: A systematic review. *J Clin Exp Dent*. 2024 Apr 1;16(4):e516-e538.
14. Ghasemi, N., Behnezhad, M., Asgharzadeh, M., Zeinalzadeh, E., and Kafil, H. S. (2020). Antibacterial Properties of Aloe vera on Intracanal Medicaments against *Enterococcus faecalis* Biofilm at Different Stages of Development. *Int. J. Dent*. 2020, 8855277.
15. Gomes BPF, Vianna ME, Zaia AA, Almeida JFA, Souza-Filho FJ, Ferraz CCR. Chlorhexidine in Endodontics. *Braz Dent J*. 2013Mar;24(2):89–102.
16. Grawehr M, Sener B, Waltimo T, Zehnder M. Interactions of ethylenediamine tetraacetic acid with sodium hypochlorite in aqueous solutions. *Int Endod J*. 2003;36:411-7
17. Grossman LI: Clinical diagnostic methods. In Grossman LI, editor: *Endodontic practice*, 10th ed, Philadelphia, PA, 1981, Lea & Febiger, pp 17–22.
18. Haapasalo M, Shen Y, Wang Z, Gao Y. Irrigation in endodontics. *Br Dent J*. 2014 Mar;216(6):299-303.
19. Hülsmann M. Irrigación del conducto radicular: objetivos, soluciones y técnicas. 1998. *J. Endodon Pract*. Edición en español. 4(1) pp: 15-29.
20. İlgün S, Şeker Karatoprak G, Çiçek Polat D, Köngül Şafak E, Yücel Ç, İnce U, Uvat HÖ, Küpeli Akkol E. Assessment of Phenolic Composition, Antioxidant Potential, Antimicrobial Properties, and Antidiabetic Activity in Extracts Obtained from *Schinus molle* L. Leaves and Fruits. *Front Biosci (Landmark Ed)*. 2023 Dec 27;28(12):353.
21. Kumar H. An in vitro evaluation of the antimicrobial efficacy of *Curcuma longa*, *Tachyspermum ammi*, chlorhexidine gluconate, and calcium hydroxide on *Enterococcus faecalis*. *J Conserv Dent* 2013;16(2):144–147.
22. Mostafa ME, El-Shrief YA, Anous WI, et al.: Postoperative pain following endodontic irrigation using 1.3% versus 5.25% sodium hypochlorite in mandibular molars with necrotic pulps: a randomized double-blind clinical trial. *Int Endod J*. 2020, 53:154-166.
23. Nagaveni NB, Khan MM, Poornima P: Comparative evaluation of antimicrobial efficacy of chlorhexidine and herbal root canal irrigant aloe vera against *Enterococcus faecalis*: An in vitro study. *CODS J Dent*. 2016, 8:70-73.
24. Nalawade TM, Bhat KG, Kale AD, Sogi S, Hugar SM, Kumbar VM, Mallikarjuna RM. Evaluation of Presence of *Enterococcus faecalis* in Root Canals of Deciduous Molars with Necrotic Pulp by Agar Culture and Polymerase Chain Reaction. *Int J Clin Pediatr Dent*. 2023 Nov-Dec;16(6):816-819.

25. Rath PP, Yiu CK, Matinlinna JP, Kishen A, Neelakantan P. The effect of root canal irrigants on dentin: a focused review. *Restor Dent Endod*. 2020 Jun;45(3).
26. Ruksakiet K, Hanák L, Farkas N, Hegyi P, Sadaeng W, Czumbel LM, Sang-Ngoen T, Garami A, Mikó A, Varga G, Lohinai Z. Antimicrobial Efficacy of Chlorhexidine and Sodium Hypochlorite in Root Canal Disinfection: A Systematic Review and Meta-analysis of Randomized Controlled Trials. *J Endod*. 2020 Aug;46(8):1032-1041.e7.
27. Salem AS, Tompkins GR, Cathro PR. Alkaline Tolerance and Biofilm Formation of Root Canal Isolates of *Enterococcus faecalis*: An In Vitro Study. *J Endod*. 2022 Apr;48(4):542-547.e4.
28. Santos Filho JRD, Santos ÉDS, Mandim F, Molina AK, Barros L, Correia Gonçalves RA, Braz de Oliveira AJ, Ferreira ICP. Evaluation of antitumoral and antioxidant activities of the hydroalcoholic extract and fractions obtained from the fruit pericarp of *Sapindus saponaria* L. *Nat Prod Res*. 2024 Mar;38(6):1002-1006.
29. Siqueira JF Jr, Lima KC, Magalhães FAC, Lopes HP, Uzeda M. Mechanical reduction of the bacterial cell number inside the root canal by three instrumentation techniques. *J Endod* 1999; 25:332-5.
30. Tahir A, Ur-Rehman Qazi F, Choudhry Z, Musheer U, Amin M, Malik S, AlMokhatieb AA, Almadi K, Alkahtany MF, Ahmed MA, Ali K, Vohra F, Abduljabbar T. Influence of *Sapindus mukorossi* extract in comparison to 17% EDTA as final root canal irrigant on the sealer penetration and microleakage of dentinal tubules. *Eur Rev Med Pharmacol Sci*. 2023 Apr;27(7):2724-2732.
31. Tay FR, Pashley DH, Loushine RJ. Ultrastructure of smear layer-covered intraradicular dentin after irrigation with biopure MTAD. *J Endod*. 2006. 32:218
32. Torabinejad M, Handysides R, Ali Khademi A, Bakland LK. Clinical implications of the smear layer in endodontics: a review. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2002; 94:658–66.
33. Vera Rojas J, Benavides Garcia M, Moreno Silva E, Romero Viñas M. Conceptos y técnicas actuales en la irrigación endodóntica *Endodoncia* 2012;30(1):31-44.
34. Yang H, Swem BL. Efecto del pH en la inactivación de bacterias patógenas en lechuga fresca cortada y tratada por inmersión en agua electrolizada. 2003. *Journal of food Science*. ppt:17-23.

35. Yang S, Meng X, Zhen Y, Baima Q, Wang Y, Jiang X, Xu Z. Strategies and mechanisms targeting *Enterococcus faecalis* biofilms associated with endodontic infections: a comprehensive review. *Front Cell Infect Microbiol*. 2024 Jul 18;14:1433313.
36. Zarean P, Göllner M, Zarean P, Neuhaus KW. 2D and 3D Erosion Landscape Analysis of Endodontic-Treated Teeth Using EDTA and HEDP as Chelating Agents: A High-Resolution Micro-Computed Tomographic Study. *Dent J (Basel)*. 2023 Dec 12;11(12):286.
37. Zhou X, Jiang L, Li P, Chen J, Chen Y, Yang Y, Zhang L, Ji Y, Xiao Z, Sheng K, Sheng X, Yao H, Liu Q, Li C. The Biosynthesis Pattern and Transcriptome Analysis of *Sapindus saponaria* Oil. *Plants (Basel)*. 2024 Jun 27;13(13):1781.

RESUMEN BIOGRÁFICO

Patricia Abigail Morales Piedra
Candidato para el Grado de
Especialidad en Endodoncia

Tesis: EVALUACIÓN DE ACTIVIDAD ANTIMICROBIANA Y EFECTO QUELANTE DE UN IRRIGANTE A BASE DE EXTRACTO DE *Sapindus saponaria* COMO UNA ALTERNATIVA EN LA IRRIGACIÓN.

Campo de Estudio: Ciencias de la Salud

Datos Personales: Nacida en Eagle Pass, Texas el 27 de abril de 1998, hija de Genaro Morales Romo y Patricia Piedra Zapata.

Educación: Egresado de la Universidad Autónoma de Nuevo León, grado obtenido Médico Cirujano Dentista en 2022.

Experiencia Profesional:

PUBLICACIONES:

PARTICIPACIONES EN CONGRESOS: