

Universidad Cardenal Miguel Obando Bravo

Facultad de Odontología



Tesis monográfica para optar al título de Especialidad en Endodoncia y Microcirugía

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: ENDODONCIA Y MICROCIRUGIA

Comparación de la efectividad de protocolos de irrigación con hipoclorito de sodio al 4.7% con y sin EDTA al 17% en la reducción de la carga bacteriana en conductos radiculares, en pacientes atendidos en la Clínica de endodoncia de la UNICA, 2026.

AUTOR

Montes-Espinoza, Heidy Jessenia

<https://orcid.org/0009-0001-8876-5125>

Managua, Nicaragua

Junio 2026

Universidad Cardenal Miguel Obando Bravo

Facultad de Odontología



**Tesis monográfica para optar al título de
Especialidad de Endodoncia y Microcirugía.**

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN ESPECÍFICA: ENDODONCIA Y MICRO CIRUGIA

Comparación de la efectividad de protocolos de irrigación con hipoclorito de sodio al 4.7% con y sin EDTA al 17% en la reducción de la carga bacteriana en conductos radiculares, en pacientes atendidos en la Clínica de endodoncia de la UNICA, 2026.

AUTOR

Montes-Espinoza, Heidy Jessenia

<https://orcid.org/0009-0001-8876-5125>

TUTOR CIENTÍFICO

Dra. Janilda Torrez Torres

Especialista de Endodoncia.

<https://orcid.org/0009-0001-8142-685X>

TUTOR METODOLÓGICO

PhD. José Jesús Mendoza Casanova

Profesor Investigador/UNICA

<https://orcid.org/0009-0006-9968-1986>

REVISOR Y CORRECTOR DE ESTILO

Lic. Hazel María López Palacios

Profesor Investigador/UNICA

<https://orcid.org/0009-0003-9963-8409>

Managua, Nicaragua

Junio 2026

CARTA AVAL TUTOR CIENTÍFICO

Por medio de la presente, y en mi calidad de tutor científico, certifico que el trabajo de investigación titulado:

Comparación de la efectividad de protocolos de irrigación con hipoclorito de sodio al 4.7% con y sin EDTA al 17% en la reducción de la carga bacteriana en conductos radiculares, en pacientes atendidos en la Clínica de endodoncia de la UNICA, 2026

Realizado por la **Dra. Heidy Jessenia Montes Espinoza**, cumple con las disposiciones institucionales, científica y técnicas, que regulan esta actividad académica, y constituye su tesis monográfica para optar al título de **Especialista en endodoncia y microcirugía**

Y para que así conste, en cumplimiento con la normativa vigente, autorizo a la **Dra. Montes Espinoza**, que pueda ser tramitada su lectura y defensa pública.

Managua, Nicaragua, 17 de Junio de 2026.

Atentamente,

Dra. Janilda Torrez Torres

Especialista en endodoncia

itorrez9@unica.edu.ni

CARTA AVAL TUTOR METODOLÓGICO

Por medio de la presente, y en mi calidad de tutor metodológico, certifico que el trabajo de investigación titulado:

Comparación de la efectividad de protocolos de irrigación con hipoclorito de sodio al 4.7% con y sin EDTA al 17% en la reducción de la carga bacteriana en conductos radiculares, en pacientes atendidos en la Clínica de endodoncia de la UNICA, 2026

Realizado por la **Dra. Heidy Jessenia Montes Espinoza**, cumple con las disposiciones institucionales, metodológicas y técnicas, que regulan esta actividad académica, y constituye su tesis monográfica para optar al título de Especialista en endodoncia y microcirugía.

Y para que así conste, en cumplimiento con la normativa vigente, autorizo a la **Dra. Montes Espinoza**, reproducir el documento definitivo para su entrega oficial a la facultad correspondiente, para que pueda ser tramitada su lectura y defensa pública.

Managua, Nicaragua, 17 de Junio de 2026.

Atentamente,

PhD. José Jesús Mendoza Casanova

Profesor Investigador/UNICA

jmendoza8@unica.edu.ni

Dedicatoria

A mis amados hijos, por ser la inspiración más grande de mi vida, la razón de cada esfuerzo y la motivación constante para alcanzar mis metas.

A mi familia, por su amor incondicional, apoyo y comprensión en cada etapa de este camino.

Este logro también les pertenece, porque sin su paciencia y fortaleza no habría sido posible llegar hasta aquí.

Agradecimiento

Agradezco profundamente a mi familia, por ser el pilar fundamental en mi vida, por su apoyo constante, su comprensión y su amor incondicional durante todo este proceso.

A mis padres, por inculcarme desde siempre los valores del esfuerzo, la honestidad y la perseverancia, que me han permitido llegar hasta este logro. Gracias por su guía, sus consejos y por creer en mí aun en los momentos más difíciles.

A mis hermanas, por su compañía, sus palabras de aliento y por estar siempre presentes con amor y alegría. Su apoyo ha sido una fuerza invaluable en este camino.

Y, sobre todo, a mis hijos, quienes son mi más grande motivo y la razón de cada uno de mis esfuerzos. Su amor, paciencia y sonrisas me dieron la energía necesaria para continuar y culminar este sueño.

A todos ellos, mi eterno agradecimiento. Este logro es tan mío como suyo.

Resumen

El presente estudio evaluó la efectividad de dos protocolos de irrigación endodóntica en la reducción de la carga bacteriana intracanal, un factor determinante para el éxito del tratamiento de conductos radiculares. El objetivo fue comparar la efectividad antibacteriana del hipoclorito de sodio al 4.7% utilizado de forma aislada y en alternancia con EDTA al 17%.

Se realizó un estudio cuantitativo, descriptivo y comparativo bajo la modalidad de serie de casos, con una muestra de 10 pacientes atendidos en la Clínica de Endodoncia de la Universidad Cardenal Miguel Obando Bravo (UNICA). Se tomaron muestras microbiológicas antes y después de la irrigación para determinar la carga bacteriana en unidades formadoras de colonias por mililitro (UFC/mL).

Los resultados demostraron que ambos protocolos redujeron significativamente la carga bacteriana; sin embargo, el protocolo combinado obtuvo mayores porcentajes de reducción, alcanzando valores cercanos al 100% en varios casos. Se concluye que la alternancia de hipoclorito de sodio y EDTA constituye una alternativa más eficaz para la desinfección de los conductos radiculares y puede contribuir a mejorar los resultados clínicos en endodoncia.

Palabras clave

Endodoncia, irrigación endodóntica, hipoclorito de sodio, EDTA, carga bacteriana, desinfección intracanal.

Abstract

This study evaluated the effectiveness of two endodontic irrigation protocols in reducing intracanal bacterial load, a determining factor for the success of root canal treatment. The objective was to compare the antibacterial effectiveness of 4.7% sodium hypochlorite used alone versus in alternation with 17% EDTA.

A quantitative, descriptive, and comparative case series study was conducted with a sample of 10 patients treated at the Endodontics Clinic of Cardenal Miguel Obando Bravo University (UNICA). Microbiological samples were collected before and after irrigation to determine the bacterial load in colony-forming units per milliliter (CFU/mL).

The results demonstrated that both protocols significantly reduced bacterial load; however, the combined protocol achieved higher reduction percentages, reaching values close to 100% in several cases. It is concluded that alternating sodium hypochlorite and EDTA constitutes a more effective alternative for root canal disinfection and may contribute to improving clinical outcomes in endodontics.

Keywords

Endodontics, endodontic irrigation, sodium hypochlorite, EDTA, bacterial load, intracanal disinfection.

Índice de contenido

1.	Introducción	12
2.	Antecedentes	15
3.	Contexto del problema	20
4.	Pregunta de Investigación.....	22
5.	Objetivos	23
5.1.	Objetivo General.....	23
5.2.	Objetivos Específicos	23
6.	Justificación.....	25
7.	Limitantes de la investigación.....	27
8.	Marco teórico.....	30
8.1.	Marco referencial	30
8.2.	Marco conceptual.....	33
9.	Marco Metodológico	66
9.1.	Tipo de investigación	66
9.2.	Hipótesis de investigación	67
9.3.	Criterios de selección del caso o los casos	68
9.4.	Descripción de los casos	70
9.5.	Definición operativa de las variables.....	71
9.6.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	73
9.7.	Validez y confiabilidad de los instrumentos.....	78
9.8.	Procedimientos para el procesamiento y análisis de información	80
9.9.	Consideraciones éticas	83
10.	Resultados y discusiones.....	86
10.1	Descripción y evolución detallada de los casos.....	86
10.2	Comparación con otros estudios.....	96
10.3	Implicaciones clínicas, educativas o investigativas	99
11.	Conclusiones	101
12.	Recomendaciones	102
13.	Referencias.....	104
14.	Apéndices / Anexos.....	111
14.1	Apéndices	111
14.2	Anexos	114

Índice de tablas

Tabla 1 Criterios de inclusión y exclusión.....	69
Tabla 2 Objetivo específico 1: Cuantificar la eficacia antimicrobiana del NaOCl al 4.7%	71
Tabla 3 Objetivo específico 2: Medir la eficacia antimicrobiana del NaOCl + EDTA	72
Tabla 4 Objetivo específico 3: Analizar la reducción de carga bacteriana	72
Tabla 5 Distribución de los casos por grupo de estudio.....	87
Tabla 6 Estadísticos descriptivos	88

Índice de figuras

Figura 1 Representación de una pulpa normal.	36
Figura 2 Representación de necrosis pulpar.	38
Figura 3 Irrigación endodóntica.....	42
Figura 4 Estructura química del Hipoclorito de sodio (NaOCl).....	46
Figura 5 Estructura química del Ácido Etilendiaminotetraacético (EDTA).....	56
Figura 6 Simulación de la introducción de punta de papel en el conducto radicular.....	76
Figura 7 Simulación de la transferencia de la muestra a tubos Eppendorf medio de Amies con carbón.....	76
Figura 8 Tubo de ensayo con muestra microbiológica recolectada, conservada para su transporte al laboratorio bajo condiciones controladas.....	77
Figura 9 Recuento de Sexo del paciente	89
Figura 10 Recuento de Dientes	90
Figura 11 Reducción bacteriana con NaOCl 4.7%	91
Figura 12 Reducción con NaOCl 4.7% + EDTA 17%	92
Figura 13 Curva comparativa de la reducción de la carga bacteriana total.....	94
Figura 14 Diagrama de cajas Simple de Porcentaje de reducción por tipo de protocolo de irrigación.....	95

1. Introducción

La endodoncia constituye una de las áreas fundamentales dentro de la odontología clínica, enfocada en el diagnóstico y tratamiento de las patologías que afectan la pulpa dental y los tejidos periapicales. Uno de los principales desafíos en el tratamiento endodóntico es la eliminación efectiva de los microorganismos presentes en el sistema de conductos radiculares, los cuales desempeñan un papel determinante en el desarrollo y persistencia de las infecciones pulpares y periapicales. Debido a la complejidad anatómica de los conductos radiculares, caracterizada por la presencia de istmos, ramificaciones y túbulos dentinarios, la erradicación completa de la carga bacteriana representa un reto clínico significativo.

En este contexto, la instrumentación biomecánica, aunque esencial, no es suficiente por sí sola para lograr una adecuada desinfección del sistema de conductos. Por ello, la irrigación endodóntica adquiere un papel crucial, ya que permite la eliminación de detritos, tejido necrótico y microorganismos, además de facilitar la limpieza de áreas inaccesibles a los instrumentos. Entre las soluciones irrigantes más utilizadas destaca el hipoclorito de sodio, reconocido por su potente acción antimicrobiana y su capacidad de disolución de tejido orgánico. Sin embargo, su eficacia puede verse limitada por la presencia del barrillo dentinario, una capa de residuos generada durante la instrumentación que obstruye los túbulos dentinarios e impide la adecuada penetración de los irrigantes.

Ante esta limitación, se ha propuesto el uso de agentes quelantes como el EDTA al 17%, el cual permite la eliminación del componente inorgánico del barrillo dentinario, favoreciendo la exposición de los túbulos dentinarios y facilitando la acción del hipoclorito de sodio. La

alternancia de estos irrigantes ha sido ampliamente estudiada y se considera una estrategia eficaz para mejorar la desinfección intracanal mediante un efecto sinérgico.

El presente estudio surge de la necesidad de optimizar los protocolos de irrigación endodóntica para lograr una mayor reducción de la carga bacteriana en dientes con necrosis pulpar. A pesar de los avances en las técnicas y materiales, la persistencia de microorganismos dentro del sistema de conductos continúa siendo una de las principales causas de fracaso del tratamiento endodóntico.

Este estudio aporta evidencia clínica sobre la eficacia de los protocolos de irrigación utilizados en la práctica endodóntica, contribuyendo a la toma de decisiones terapéuticas basadas en evidencia científica. Asimismo, proporciona información relevante para mejorar la calidad del tratamiento y el pronóstico de los pacientes, especialmente en casos con alta carga bacteriana inicial.

El objetivo general del presente estudio de casos es evaluar la efectividad de dos protocolos de irrigación endodóntica en la reducción de la carga bacteriana intracanal en pacientes con diagnóstico de necrosis pulpar. Como objetivos específicos, se plantean: Cuantificar la reducción de la carga bacteriana utilizando hipoclorito de sodio al 4.7% como irrigante único; Medir la reducción bacteriana mediante el uso combinado de hipoclorito de sodio al 4.7% y EDTA al 17%; y Analizar la efectividad de ambos protocolos en términos de disminución de unidades formadoras de colonias por mililitro (UFC/mL).

Dado el enfoque cuantitativo del estudio, se plantea como hipótesis que el protocolo de irrigación combinado de hipoclorito de sodio al 4.7% y EDTA al 17% presenta una mayor

efectividad en la reducción de la carga bacteriana intracanal en comparación con el uso exclusivo de hipoclorito de sodio al 4.7%.

El presente estudio se desarrolló en la Clínica de Endodoncia de la Universidad Cardenal Miguel Obando Bravo (UNICA), en un período determinado correspondiente al proceso de recolección de datos clínicos y microbiológicos. El análisis se centra en pacientes que cumplieron con los criterios de inclusión establecidos, específicamente aquellos con diagnóstico de necrosis pulpar que requirieron tratamiento endodóntico.

En cuanto a los límites del estudio, desde el punto de vista conceptual, se enfoca en la evaluación de la reducción de la carga bacteriana intracanal mediante diferentes protocolos de irrigación; desde el punto de vista espacial, se circunscribe al contexto clínico de la institución mencionada; y desde el punto de vista temporal, se limita al período en el cual se realizó la recolección de datos.

Finalmente, el presente informe se estructura en diferentes apartados que permiten una comprensión integral del estudio. En primer lugar, se presenta la descripción detallada de los casos clínicos, seguida del análisis de los resultados obtenidos. Posteriormente, se realiza la comparación con la literatura científica existente, se discuten las implicaciones clínicas, educativas e investigativas, y se establecen las conclusiones y recomendaciones derivadas del estudio.

2. Antecedentes

El presente trabajo se encuentra vinculado a la línea de investigación sobre protocolos de irrigación en endodoncia clínica, específicamente en el análisis de soluciones irrigantes utilizadas para la desinfección del sistema de conductos radiculares. En particular, la investigación se enfoca en el estudio del hipoclorito de Sodio (NaOCl) y su uso en alternancia con ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) que remueve la porción inorgánica, abordando una problemática clínica relevante relacionada con la eliminación del biofilm bacteriano y del smear layer generado durante la instrumentación endodóntica.

Estudios internacionales

La eficacia de los irrigantes endodónticos ha sido ampliamente estudiada a nivel internacional, destacándose el hipoclorito de Sodio (NaOCl) como el irrigante de elección en la práctica clínica. Zehnder (2006), en su revisión clásica sobre irrigación endodóntica, señala que el NaOCl en concentraciones entre 0.5% y 5.25% posee una elevada capacidad antimicrobiana y una acción única de disolución de tejido orgánico, lo que lo convierte en un componente esencial del tratamiento endodóntico. Sin embargo, el autor enfatiza que el NaOCl carece de capacidad para eliminar el componente inorgánico del smear layer, lo que limita su eficacia cuando se utiliza de forma aislada.

En relación con la eliminación del smear layer, Violich y Chandler (2010) describen que el EDTA al 17% es el agente quelante más utilizado para remover la porción inorgánica de esta capa, permitiendo la apertura de los túbulos dentinarios y favoreciendo la penetración de los irrigantes y medicamentos intracanales. Los autores concluyen que la aplicación secuencial de NaOCl y EDTA contribuye a mejorar la limpieza del sistema de conductos radiculares.

Haapasalo et al. (2014), en una revisión exhaustiva sobre irrigación y desinfección del sistema de conductos radiculares, afirman que la alternancia de NaOCl y EDTA, y no su mezcla directa, es fundamental para evitar la reducción de la actividad antimicrobiana del hipoclorito. Los autores explican que la interacción química entre ambos irrigantes puede disminuir el cloro disponible del NaOCl, por lo que recomiendan lavados intermedios abundantes para mantener la efectividad del protocolo.

Desde el punto de vista microbiológico, Estrela et al. (2002) demostraron que el NaOCl al 5.25% presenta una acción bactericida significativa frente a microorganismos resistentes como *Enterococcus faecalis*, uno de los patógenos más frecuentemente asociados a fracasos endodónticos. No obstante, el estudio también señala que la complejidad anatómica del sistema de conductos radiculares puede impedir el contacto directo del irrigante con todas las superficies, lo que justifica el uso de agentes complementarios que favorezcan la limpieza y desinfección del conducto.

Estudios posteriores continúan respaldando el uso combinado de estos irrigantes. Hülsmann, Peters y Dummer (2005) concluyen que ningún irrigante por sí solo cumple con todos los requisitos ideales de la irrigación endodóntica, por lo que el uso complementario de soluciones como NaOCl y EDTA continúa siendo una de las estrategias más aceptadas para lograr una adecuada desinfección del sistema de conductos radiculares.

Estudios sobre interacción entre irrigantes

Diversas investigaciones han analizado la interacción entre NaOCl y EDTA durante la instrumentación endodóntica. Se ha observado que la alternancia de NaOCl al 2.5% y EDTA durante la preparación del conducto puede mejorar la eliminación del smear layer en los tercios

coronal y medio, aunque con menor eficacia en el tercio apical. Estos resultados sugieren que la efectividad del protocolo de irrigación depende no solo del irrigante utilizado, sino también del momento y la secuencia de aplicación.

Paul et al. (2024) reportaron que el NaOCl al 5.25% mostró una alta capacidad en la reducción de la carga bacteriana y en la eliminación del smear layer en comparación con otras soluciones irrigantes, confirmando su papel central en la desinfección endodóntica. Sin embargo, estudios como el de Xu et al. (2012) evidenciaron que esta concentración de NaOCl puede reducir significativamente la microdureza de la dentina, lo que podría incrementar el riesgo de fractura radicular durante o después del tratamiento endodóntico.

De igual manera, Zhang (2010) demostró que la irrigación con NaOCl al 5.25% seguida de EDTA al 17% puede producir cambios estructurales en la dentina, observándose formaciones porosas tipo túnel bajo microscopía electrónica, además de un efecto erosivo significativo sobre las paredes del conducto radicular en comparación con el uso de agua destilada. Estos hallazgos resaltan la importancia de aplicar estos irrigantes bajo protocolos controlados.

Relevancia teórica y clínica

Desde el punto de vista teórico, la evidencia científica coincide en que el NaOCl y el EDTA actúan como irrigantes complementarios. Mientras el NaOCl actúa principalmente sobre el biofilm bacteriano y la materia orgánica, el EDTA facilita el acceso de los irrigantes al remover los residuos inorgánicos presentes en el smear layer.

Revisiones clínicas recientes señalan que el uso de NaOCl en concentraciones entre 2.5% y 5.25% durante la instrumentación, seguido de EDTA al 17%, y finalizando con una breve

irrigación con NaOCl, ofrece resultados favorables en la limpieza y desinfección del sistema de conductos radiculares.

No obstante, estas recomendaciones se basan mayoritariamente en estudios realizados en contextos internacionales, lo que resalta la necesidad de generar evidencia científica en contextos clínicos locales, particularmente en instituciones universitarias donde se desarrollan procesos formativos y asistenciales.

Estudios regionales y nacionales

En el ámbito nacional, destaca el estudio realizado por Haslam Galo y Blandón Paz (2015), titulado “Propuesta de protocolo de irrigación para la desinfección de conductos radiculares”, desarrollado en la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León. Este trabajo representa uno de los primeros aportes sistematizados en Nicaragua orientados a fundamentar científicamente el uso de soluciones irrigantes en endodoncia dentro del contexto académico y clínico.

La investigación surgió ante la necesidad de regularizar el manejo del hipoclorito de Sodio en el entorno universitario, donde se evidenció que su preparación se realizaba de forma empírica, sin verificación rigurosa de la concentración ni evaluación de su estabilidad química. Esta práctica generaba variabilidad en la potencia antimicrobiana de la solución y, por consiguiente, posibles inconsistencias en los resultados clínicos.

Como respuesta a esta problemática, los autores propusieron un protocolo estandarizado que incluía el uso de NaOCl al 5.25% y EDTA al 17%, sustentado en procedimientos de control de calidad como la titulometría yodimétrica para verificar la concentración de cloro activo, además de análisis microbiológicos destinados a evaluar la reducción bacteriana.

Los hallazgos demostraron que la aplicación sistemática del protocolo mejoraba la remoción del smear layer y favorecía la desinfección del sistema de conductos radiculares en comparación con prácticas no estandarizadas. Además, este estudio tuvo relevancia metodológica al introducir criterios de validación química y microbiológica en la evaluación de irrigantes en el país.

De esta manera, sentó bases para investigaciones posteriores orientadas a fortalecer la evidencia científica local y promover el uso racional de irrigantes en concentraciones verificadas y clínicamente efectivas.

En este sentido, la presente investigación busca contribuir a esta línea de estudio mediante la documentación y análisis microbiológico de la reducción de la carga bacteriana en conductos radiculares tratados con hipoclorito de Sodio al 4.7% utilizado de forma aislada y en alternancia con EDTA al 17%, en pacientes atendidos en la Clínica de Endodoncia de la Universidad Cardenal Miguel Obando Bravo (UNICA).

3. Contexto del problema

La presente investigación se desarrolla en la Clínica de Endodoncia de la Universidad Cardenal Miguel Obando Bravo (UNICA), ubicada en la ciudad de Managua, Nicaragua, donde la irrigación de los conductos radiculares constituye una fase fundamental dentro del tratamiento endodóntico. Este entorno clínico-académico atiende a una población predominantemente de ingresos medios y bajos, funcionando simultáneamente como espacio asistencial y formativo para los estudiantes de la especialidad.

En la práctica clínica habitual, se emplea de manera rutinaria el hipoclorito de sodio (NaOCl) al 4.7% como principal solución irrigante debido a su acción antimicrobiana y capacidad de disolver tejido orgánico. Asimismo, el EDTA al 17% es utilizado como irrigante complementario en determinados casos. Sin embargo, en este contexto no se dispone de una evaluación sistemática que permita comparar la efectividad de estos protocolos de irrigación en la reducción de la carga bacteriana intracanal.

Esta situación representa un problema clínico relevante, ya que la ausencia de evidencia local dificulta la toma de decisiones fundamentadas y puede generar variabilidad en los resultados terapéuticos. La desinfección inadecuada del sistema de conductos radiculares favorece la persistencia de microorganismos, así como la presencia del smear layer, que actúa como barrera e impide la adecuada penetración de los irrigantes.

Cuando la eliminación bacteriana no es efectiva, pueden presentarse complicaciones como dolor postoperatorio, inflamación persistente y retraso en la reparación de los tejidos periapicales. A largo plazo, esto incrementa el riesgo de reinfección, lesiones periapicales

crónicas, abscesos dentoalveolares y pérdida del diente, afectando la calidad de vida del paciente y la percepción de la atención brindada.

Diversos estudios han demostrado que, aunque el hipoclorito de sodio es altamente eficaz, presenta limitaciones en la eliminación del componente inorgánico del smear layer. En este sentido, el EDTA al 17% actúa como agente quelante que facilita la remoción de dicha capa, mejorando la limpieza del sistema de conductos radiculares y potenciando la acción del NaOCl.

No obstante, a pesar de esta evidencia, en la Clínica de Endodoncia de la UNICA no se cuenta con estudios microbiológicos que documenten la reducción de la carga bacteriana obtenida mediante estos protocolos de irrigación. Esta ausencia de información limita la generación de evidencia científica contextualizada y el fortalecimiento de la práctica clínica basada en evidencia.

En este contexto, surge la necesidad de evaluar la efectividad comparativa de dos protocolos de irrigación endodóntica —hipoclorito de sodio al 4.7% utilizado de forma aislada y en alternancia con EDTA al 17%— mediante el análisis microbiológico de la carga bacteriana antes y después del tratamiento. Los resultados de esta investigación permitirán aportar evidencia científica aplicable al contexto local, optimizar los procedimientos clínicos y fortalecer la formación académica en la especialidad de Endodoncia.

4. Pregunta de Investigación

¿Cuál es la efectividad comparativa de los protocolos de irrigación con hipoclorito de sodio al 4.7% con y sin EDTA al 17% en la reducción de la carga bacteriana intracanal, medida mediante unidades formadoras de colonias por mililitro (UFC/mL), en pacientes atendidos en la Clínica de Endodoncia de la UNICA durante el año 2026?

5. Objetivos

Tema Delimitado.

Reducción de la carga bacteriana en conductos radiculares mediante dos protocolos de irrigación endodóntica: hipoclorito de sodio al 4.7% utilizado de forma aislada y en alternancia con EDTA al 17%, en pacientes con necrosis pulpar atendidos en la Clínica de Endodoncia de la UNICA, 2026.

5.1. Objetivo General

Evaluar la efectividad de dos protocolos de irrigación endodóntica en la reducción de la carga bacteriana en conductos radiculares tratados con hipoclorito de sodio al 4.7% utilizado de forma aislada y en alternancia con EDTA al 17%, mediante el análisis microbiológico del recuento de unidades formadoras de colonias (UFC/mL), en pacientes con diagnóstico de necrosis pulpar atendidos en la Clínica de Endodoncia de la UNICA durante el año 2026.

5.2. Objetivos Específicos

Cuantificar la reducción de la carga bacteriana obtenida mediante el uso del hipoclorito de Sodio al 4.7%, a través del análisis microbiológico de muestras recolectadas antes y después de la instrumentación endodóntica mediante el recuento de unidades formadoras de colonias (UFC/mL).

Medir la reducción de la carga bacteriana obtenida mediante el uso del hipoclorito de Sodio al 4.7% y en alternancia con EDTA al 17%, mediante el análisis microbiológico de muestras recolectadas antes y después de la instrumentación endodóntica utilizando el recuento de unidades formadoras de colonias (UFC/mL).

Comparar la reducción de la carga bacteriana obtenida con ambos protocolos de irrigación endodóntica mediante la evaluación del recuento de unidades formadoras de colonias por mililitro (UFC/mL) antes y después de la instrumentación del conducto radicular.

6. Justificación

La desinfección eficaz del sistema de conductos radiculares constituye un factor determinante para el éxito del tratamiento endodóntico, especialmente en dientes con diagnóstico de necrosis pulpar, donde la carga microbiana es elevada y representa una de las principales causas de fracaso terapéutico. Debido a la compleja anatomía del sistema radicular, la instrumentación mecánica por sí sola no garantiza la eliminación completa de los microorganismos, por lo que la irrigación endodóntica desempeña un papel fundamental en la desinfección intracanal.

En la práctica clínica, el hipoclorito de sodio (NaOCl) es el irrigante de elección por su acción antimicrobiana y capacidad de disolver tejido orgánico. No obstante, su uso de forma aislada presenta limitaciones, particularmente en la eliminación del componente inorgánico del smear layer. Por ello, se ha propuesto su alternancia con EDTA al 17%, con el fin de mejorar la limpieza del sistema de conductos radiculares y potenciar la acción del irrigante. En este contexto, resulta pertinente evaluar la efectividad comparativa de estos protocolos de irrigación en condiciones clínicas reales.

Conveniencia

La presente investigación es conveniente, ya que permitirá generar evidencia microbiológica sobre la efectividad de los protocolos de irrigación utilizados en la Clínica de Endodoncia de la UNICA. Los resultados contribuirán a sustentar la toma de decisiones clínicas y académicas, fortaleciendo la implementación de prácticas basadas en evidencia dentro de la especialidad.

Relevancia social

Desde el punto de vista social, este estudio beneficiará a los pacientes al favorecer tratamientos más eficaces, orientados a un mejor control de la infección intrarradicular y a un pronóstico clínico más favorable. Asimismo, aportará información relevante para estudiantes y docentes, fortaleciendo la formación académica y la práctica clínica responsable en el ámbito de la endodoncia.

Implicaciones prácticas

Las implicaciones prácticas de esta investigación radican en la posibilidad de optimizar los protocolos de irrigación endodóntica mediante la evaluación de su efectividad en la reducción de la carga bacteriana intracanal. Esto permitirá describir de manera objetiva el comportamiento de los protocolos empleados en la clínica universitaria y mejorar los procedimientos clínicos.

Valor teórico

Desde el punto de vista teórico, el estudio aportará información sobre la eficacia del hipoclorito de sodio al 4.7% utilizado de forma aislada y en alternancia con EDTA al 17%, contribuyendo a la comprensión de su acción en la desinfección del sistema de conductos radiculares y ampliando la base de conocimiento en el área de la endodoncia.

Utilidad metodológica

En cuanto a su utilidad metodológica, la investigación permitirá aplicar el recuento de unidades formadoras de colonias (UFC/mL) como método cuantitativo para evaluar la reducción de la carga bacteriana, facilitando la medición objetiva de esta variable y su posible replicabilidad en futuros estudios clínicos.

7. Limitantes de la investigación

La presente investigación se desarrolló bajo determinadas restricciones inherentes al diseño metodológico, al contexto clínico y a los procedimientos microbiológicos empleados para analizar la reducción de la carga bacteriana en conductos radiculares tratados con hipoclorito de sodio al 4.7% utilizado de forma aislada y en alternancia con EDTA al 17% en dientes con diagnóstico de necrosis pulpar. Estas limitaciones deben considerarse al momento de interpretar los resultados, ya que delimitan el alcance del estudio sin invalidar los hallazgos obtenidos.

Limitaciones técnicas

Una de las principales limitaciones técnicas está relacionada con el método de análisis microbiológico utilizado, basado en el recuento de unidades formadoras de colonias (UFC/mL), el cual permite cuantificar la carga bacteriana viable presente en los conductos radiculares. No obstante, este método depende de condiciones específicas de cultivo, lo que puede influir en la cantidad de microorganismos detectados.

Asimismo, la compleja anatomía del sistema de conductos radiculares constituye una limitación relevante, ya que la toma de muestras microbiológicas puede no reflejar la totalidad de la carga microbiana presente en zonas de difícil acceso, como conductos laterales, istmos o túbulos dentinarios profundos.

De igual manera, la imposibilidad de alcanzar en todos los casos la longitud de trabajo, principalmente durante la primera toma de muestra debido a que los conductos aún no habían sido instrumentados, representa una limitación técnica importante. Esta condición, asociada a variaciones anatómicas y características propias de cada conducto, puede influir tanto en la eficacia de la irrigación como en la representatividad de las muestras microbiológicas obtenidas.

Limitaciones metodológicas

Desde el punto de vista metodológico, el estudio se circunscribe a pacientes con diagnóstico de necrosis pulpar atendidos en la Clínica de Endodoncia de la UNICA, lo que limita la generalización de los resultados a otros contextos clínicos.

Además, existen variables clínicas difíciles de controlar completamente, como el grado de infección inicial, la complejidad de la anatomía radicular y las condiciones propias de cada conducto, las cuales pueden influir en la carga bacteriana inicial y en la magnitud de la reducción observada.

Limitaciones relacionadas con la recopilación de información

La recolección de muestras microbiológicas antes y después de la irrigación depende de la adecuada estandarización del procedimiento clínico y del cumplimiento riguroso del protocolo establecido. Variaciones mínimas en la técnica de instrumentación, irrigación o muestreo pueden influir en los resultados obtenidos.

Asimismo, la obtención de muestras mediante puntas de papel requiere condiciones estrictas de asepsia. Cualquier variación en este proceso podría introducir factores externos que influyan en la representatividad de las muestras y en el recuento bacteriano final.

El transporte y procesamiento de las muestras en el laboratorio microbiológico también pueden afectar la viabilidad de los microorganismos recolectados, lo que podría incidir en los resultados obtenidos.

Viabilidad del estudio

La investigación es factible de realizar debido a la disponibilidad de pacientes con diagnóstico de necrosis pulpar atendidos en la Clínica de Endodoncia de la UNICA, así como al acceso a los recursos humanos, materiales y tecnológicos necesarios para su ejecución.

No obstante, la viabilidad del estudio puede verse condicionada por el número de casos disponibles durante el período de recolección de datos, así como por la disponibilidad del laboratorio microbiológico y de los insumos necesarios para el procesamiento de las muestras.

Del mismo modo, los procesos clínicos y microbiológicos involucrados, como la toma de muestras, su transporte y el procesamiento en laboratorio, requieren una adecuada coordinación y cumplimiento de tiempos específicos. Cualquier retraso o variación en estos procedimientos podría influir en el desarrollo continuo del estudio.

Deficiencias del estudio

Entre las principales deficiencias del estudio se reconoce la ausencia de seguimiento clínico y radiográfico a largo plazo, lo que limita la posibilidad de establecer una relación directa entre la reducción de la carga bacteriana y el éxito clínico del tratamiento endodóntico.

Asimismo, el tamaño reducido de la muestra constituye una limitación importante, ya que restringe la capacidad de generalizar los resultados obtenidos a poblaciones más amplias y puede influir en la representatividad y solidez de los hallazgos.

8. Marco teórico

La presente investigación se sustenta en la integración de teorías y evidencias científicas relacionadas con la irrigación endodóntica y su papel en la desinfección del sistema de conductos radiculares. A partir de la revisión de estudios previos nacionales e internacionales, se fundamenta el uso del hipoclorito de sodio, tanto de forma aislada como en alternancia con EDTA, resaltando su eficacia en la reducción de la carga bacteriana intracanal y su contribución al éxito del tratamiento endodóntico. Esta base teórica permite contextualizar el problema de estudio y respaldar la aplicación de protocolos de irrigación sustentados en evidencia microbiológica y clínica.

8.1. Marco referencial

La irrigación endodóntica ha sido ampliamente estudiada debido a su papel fundamental en la desinfección del sistema de conductos radiculares. Diversos estudios nacionales e internacionales han aportado evidencia microbiológica y clínica que respalda la importancia de los protocolos de irrigación en la reducción de la carga bacteriana, permitiendo contextualizar la presente investigación dentro del conocimiento científico actual.

Byström y Sundqvist realizaron un estudio clínico con el objetivo de evaluar la acción antibacteriana del hipoclorito de sodio y del EDTA durante el tratamiento endodóntico. La investigación tuvo un enfoque cuantitativo y experimental, en el que se tomaron muestras microbiológicas de conductos radiculares antes y después de la instrumentación e irrigación, utilizando el recuento de unidades formadoras de colonias (UFC). Los resultados demostraron una reducción significativa de la carga bacteriana cuando se empleó hipoclorito de sodio durante

la instrumentación, evidenciando además que el uso complementario de EDTA mejoró la limpieza de las paredes dentinarias.

Desde la perspectiva de la presente investigación, este estudio es relevante porque sustenta el uso de la cuantificación de UFC/mL como método confiable para evaluar la reducción de la carga bacteriana, así como la importancia del uso complementario de soluciones irrigantes para favorecer la desinfección del sistema de conductos radiculares.

Mientras que Zehnder desarrolló una revisión narrativa con el propósito de analizar las propiedades químicas, los mecanismos de acción y las aplicaciones clínicas de los principales irrigantes endodónticos. El estudio se basó en la revisión de literatura científica indexada y concluyó que el hipoclorito de sodio es el irrigante más utilizado en endodoncia debido a su potente acción antimicrobiana y a su capacidad para disolver tejido orgánico. No obstante, el autor señala que el NaOCl carece de acción sobre el componente inorgánico del smear layer, lo que limita su efectividad cuando se utiliza de forma aislada.

Este antecedente aporta un fundamento teórico importante para la presente investigación, ya que explica la necesidad de utilizar agentes complementarios como el EDTA, capaces de remover la porción inorgánica del smear layer y favorecer una mejor limpieza del sistema de conductos radiculares.

Haapasalo y colaboradores realizaron una revisión exhaustiva sobre la irrigación en endodoncia, enfocándose en la efectividad antimicrobiana de las soluciones irrigantes y en las limitaciones de la instrumentación mecánica. El enfoque metodológico fue descriptivo-analítico, basado en evidencia científica previa. Los autores concluyeron que la instrumentación por sí sola no es suficiente para eliminar completamente los microorganismos intracanales y que la

irrigación desempeña un papel fundamental en la desinfección del sistema de conductos radiculares.

Además, destacaron que la alternancia de hipoclorito de sodio y EDTA permite una mejor eliminación de residuos orgánicos e inorgánicos presentes en el conducto radicular.

Este estudio respalda la importancia de aplicar protocolos de irrigación adecuados y fundamenta la necesidad de documentar la reducción de la carga bacteriana durante el tratamiento endodóntico.

Asimismo, Siqueira y Rôças investigaron la persistencia bacteriana después del tratamiento endodóntico y su relación con el fracaso terapéutico. El estudio tuvo un enfoque microbiológico y clínico, utilizando técnicas de cultivo y análisis molecular para identificar microorganismos resistentes, especialmente *Enterococcus faecalis*.

Los resultados indicaron que la supervivencia bacteriana intracanal se asocia con una desinfección inadecuada del sistema de conductos radiculares y con la persistencia de microorganismos resistentes al tratamiento.

Este antecedente resulta especialmente relevante para la presente investigación, ya que refuerza la relación entre carga bacteriana residual y fracaso endodóntico, justificando el uso de métodos microbiológicos como el recuento de UFC/mL para evaluar la reducción de microorganismos durante el tratamiento.

Marending y colaboradores realizaron un estudio experimental con el objetivo de evaluar los efectos del hipoclorito de sodio sobre la estructura y microdureza de la dentina. Mediante pruebas mecánicas y análisis estructural, los autores demostraron que el NaOCl puede alterar las

propiedades físicas de la dentina, especialmente cuando se utiliza en altas concentraciones o durante períodos prolongados de irrigación.

Este estudio aporta una visión crítica sobre las limitaciones del NaOCl, destacando la importancia de considerar no solo su efectividad antimicrobiana, sino también sus posibles efectos sobre la estructura dentinaria. Estos hallazgos resaltan la necesidad de aplicar protocolos de irrigación adecuados y controlados durante el tratamiento endodóntico.

8.2. Marco conceptual

Conceptos Fundamentales de la Endodoncia

El tratamiento endodóntico tiene como propósito principal la eliminación o reducción significativa de los microorganismos presentes en el sistema de conductos radiculares, así como la prevención de la reinfección mediante una adecuada conformación, desinfección y obturación tridimensional del conducto. La evidencia actual confirma que el éxito clínico depende de la integración adecuada de cada una de las fases del tratamiento, ya que la deficiencia en cualquiera de ellas puede comprometer el pronóstico a largo plazo (European Society of Endodontology, 2023).

La preparación biomecánica constituye una etapa esencial, ya que permite disminuir la carga microbiana mediante la acción combinada de instrumentación mecánica e irrigación química. Sin embargo, se ha demostrado que la anatomía compleja del sistema de conductos radiculares —incluyendo istmos, conductos accesorios y túbulos dentinarios— limita la acción exclusiva de los instrumentos, haciendo imprescindible el uso de soluciones irrigantes con capacidad antimicrobiana y disolvente de tejidos (Cohen & Hargreaves, 2015).

Diversos estudios contemporáneos indican que, aun utilizando sistemas mecanizados avanzados, la eliminación bacteriana no es absoluta, debido a la persistencia de microorganismos organizados en biofilm dentro de áreas anatómicas inaccesibles (Pereira et al., 2021).

Anatomía y complejidad del sistema de conductos radiculares. El sistema de conductos radiculares es una red altamente compleja y tridimensional, y su morfología es un factor determinante en la dificultad y el éxito del tratamiento endodóntico (Torabinejad & Walton, 2009, citado en UNAN-León, 2024).

La incapacidad para localizar, preparar u obturar uno o más de los conductos es una causa común de enfermedad posterior al tratamiento o fracaso (Ahmad & Alenezi, 2016, citado en UANL, 2020). La complejidad anatómica incluye:

Conductos Accesorios y Laterales: Pequeñas ramificaciones que comunican el conducto principal con el ligamento periodontal.

Istmos: Conexiones estrechas entre dos o más conductos dentro de una misma raíz.

Delta Apical: La terminación del conducto principal en múltiples conductillos en el ápice, lo que dificulta la desinfección total.

Curvaturas y Bifurcaciones: Las variaciones en la dirección y el número de conductos radiculares (por ejemplo, el alto porcentaje de molares que poseen un conducto mesiobucal accesorio o MB2) son un desafío técnico (Bürklein et al., 2017, citado en UANL, 2020).

Debido a esta complejidad, la desinfección por irrigación es la única técnica capaz de alcanzar la totalidad del espacio (Torabinejad et al., 2022).

Factores que influyen en el éxito del tratamiento endodóntico. El éxito endodóntico se evalúa a largo plazo por la ausencia de sintomatología clínica y la evidencia radiográfica de

curación de la lesión periapical. Diversos factores influyen en el resultado, siendo los más relevantes:

Estado Preoperatorio (Condición de la Pulpa): Los dientes con pulpa vital e inflamación reversible o asintomática suelen tener una tasa de éxito más alta que aquellos con necrosis pulpar e infección periapical preexistente (Sigurdsson et al., 2018).

Calidad de la Limpieza y Conformación: La eliminación de la pulpa infectada y los microorganismos es fundamental (Canalda-Sahli & Brau Aguadé, 2006). Un adecuado control de la longitud de trabajo y el uso correcto de irrigantes son vitales.

Calidad del Sellado Apical y Coronal: Un sellado tridimensional óptimo con material de obturación evita la microfiltración de bacterias desde el tejido periapical. No obstante, el factor más importante para la prevención de la reinfección es el sellado coronal (la restauración final). Una restauración deficiente o tardía permite la contaminación del conducto radicular por la saliva, llevando al fracaso del tratamiento (Shu et al., 2017, citado en Revista Odontológica Basadrina, 2022).

Diagnóstico en Endodoncia

El diagnóstico en endodoncia constituye una etapa fundamental para la planificación del tratamiento y la determinación del pronóstico del diente afectado. Este proceso se basa en la integración de la historia clínica, el examen clínico, las pruebas de sensibilidad pulpar y los hallazgos radiográficos, con el objetivo de establecer con precisión el estado de la pulpa dental y de los tejidos periapicales. Un diagnóstico adecuado permite seleccionar el tratamiento más apropiado y evitar intervenciones innecesarias o incorrectas (American Association of Endodontists, 2021; Torabinejad et al., 2022).

En la práctica clínica, los diagnósticos pulpares se establecen principalmente en función del estado fisiopatológico de la pulpa dental. De acuerdo con la clasificación clínica utilizada en endodoncia, los diagnósticos pulpares más frecuentes incluyen: pulpa normal, pulpitis reversible, pulpitis irreversible (síntomática o asintomática) y necrosis pulpar (AAE, 2021).

Pulpa normal. La pulpa normal corresponde a un tejido pulpar sano que no presenta signos de inflamación ni infección. Clínicamente, el diente responde de manera transitoria y no dolorosa a las pruebas de sensibilidad pulpar, como las pruebas térmicas o eléctricas. Además, no existe dolor espontáneo ni alteraciones radiográficas en los tejidos periapicales (Torabinejad et al., 2022).

Figura 1

Representación de una pulpa normal.



Nota. Representación de pulpitis irreversible vs. pulpa sana. Imagen generada por IA (Gemini), 2026.

En esta condición, la pulpa mantiene su capacidad de defensa y reparación frente a estímulos externos, por lo que generalmente no requiere tratamiento endodóntico, sino medidas restauradoras o preventivas destinadas a preservar su vitalidad.

Pulpitis reversible. La pulpitis reversible se caracteriza por una inflamación leve del tejido pulpar que puede resolverse una vez eliminado el estímulo irritante. Este tipo de inflamación suele ser consecuencia de caries incipientes, restauraciones defectuosas o estímulos térmicos y químicos (Sigurdsson et al., 2018).

Clínicamente, los pacientes suelen presentar dolor breve provocado por estímulos fríos o dulces, el cual desaparece inmediatamente después de retirar el estímulo. Las pruebas de sensibilidad pulpar muestran una respuesta positiva, pero no prolongada, y generalmente no se observan cambios radiográficos en los tejidos periapicales (AAE, 2021).

El tratamiento consiste en eliminar el agente irritante y realizar la restauración adecuada del diente, permitiendo la recuperación del tejido pulpar.

Pulpitis irreversible. La pulpitis irreversible representa un estado inflamatorio severo del tejido pulpar en el cual la pulpa ha perdido su capacidad de recuperación, incluso después de eliminar el estímulo causal. Esta condición puede clasificarse en pulpitis irreversible sintomática y pulpitis irreversible asintomática (AAE, 2021).

En la pulpitis irreversible sintomática, el paciente suele experimentar dolor intenso, espontáneo o prolongado, particularmente ante estímulos térmicos. Este dolor puede persistir incluso después de retirar el estímulo y, en ocasiones, puede irradiarse hacia otras áreas. Por su parte, la pulpitis irreversible asintomática puede no presentar dolor evidente, aunque el tejido pulpar se encuentra inflamado de forma irreversible (Torabinejad et al., 2022).

En ambos casos, el tratamiento indicado suele ser el tratamiento endodóntico o, dependiendo del estado estructural del diente, la extracción.

Necrosis pulpar. La necrosis pulpar se define como la muerte del tejido pulpar como resultado de procesos inflamatorios severos, infecciones bacterianas o traumatismos que comprometen la vascularización del tejido pulpar (Sigurdsson et al., 2018). Esta condición representa una de las principales indicaciones para la realización del tratamiento endodóntico, debido a que el tejido necrótico favorece la colonización bacteriana dentro del sistema de conductos radiculares.

En muchos casos, la necrosis pulpar es consecuencia de la progresión de una pulpitis irreversible no tratada. No obstante, también puede originarse por traumatismos dentales, fracturas coronarias profundas o procedimientos restauradores extensos que afectan la vitalidad pulpar (Torabinejad et al., 2022).

Figura 2

Representación de necrosis pulpar.



Nota. Modelo de necrosis pulpar: muestra caries total, muerte del nervio (pulpa gangrenosa) y presencia de pus en el ápice. Fuente: Generada por Gemini, 2026.

Desde el punto de vista clínico, los dientes con necrosis pulpar suelen presentar ausencia de respuesta a las pruebas de sensibilidad pulpar, ya que el tejido nervioso ha perdido su funcionalidad. Sin embargo, es importante señalar que muchos dientes con necrosis pulpar pueden permanecer asintomáticos durante largos períodos, siendo detectados únicamente mediante evaluación clínica o radiográfica (AAE, 2021).

Entre los signos clínicos más frecuentes asociados con la necrosis pulpar se encuentran:

- Ausencia de respuesta a pruebas térmicas (frío o calor)
- Resultado negativo en la prueba eléctrica pulpar
- Cambio de coloración del diente, especialmente en casos asociados a traumatismos
- Dolor a la percusión o palpación cuando existe afectación de los tejidos periapicales
- Presencia de lesiones radiolúcidas periapicales observadas en radiografías

Radiográficamente, es común observar alteraciones en los tejidos periapicales, como el ensanchamiento del espacio del ligamento periodontal o la presencia de radiolucideces apicales, indicativas de inflamación o infección del hueso alveolar circundante (Torabinejad et al., 2022).

Una característica relevante de la necrosis pulpar es que el tejido pulpar necrótico genera un ambiente favorable para la proliferación de microorganismos dentro del sistema de conductos radiculares. Estos microorganismos pueden organizarse en comunidades estructuradas conocidas como biofilms, que se adhieren a las paredes dentinarias y contribuyen al desarrollo de infecciones endodónticas persistentes (Siqueira & Rôças, 2019).

Debido a esta colonización bacteriana, la necrosis pulpar se encuentra estrechamente relacionada con el desarrollo de enfermedades periapicales, como granulomas, abscesos o

quistes radiculares. Por esta razón, la comprensión de los microorganismos involucrados en las infecciones endodónticas resulta fundamental para el manejo adecuado de estas patologías.

En este sentido, el estudio de la microbiología endodóntica permite comprender los mecanismos mediante los cuales los microorganismos colonizan el sistema de conductos radiculares, así como su papel en la iniciación y progresión de las infecciones pulpares y periapicales.

Microbiología Endodóntica

En condiciones fisiológicas, la pulpa dental y la dentina son tejidos estériles protegidos por el esmalte y el cemento radicular. Sin embargo, cuando se compromete esta barrera —ya sea por caries, fracturas coronarias, microfisuras o procedimientos restauradores defectuosos— el complejo dentino pulpar queda expuesto al medio oral, facilitando la invasión microbiana (European Society of Endodontology, 2023).

La caries dental constituye la vía más frecuente de penetración bacteriana hacia la pulpa, permitiendo el ingreso de microorganismos a través de los túbulos dentinarios permeables. Asimismo, la enfermedad periodontal puede favorecer la contaminación del sistema de conductos radiculares mediante conductos laterales, el foramen apical o la permeabilidad dentinaria aumentada (Pereira et al., 2021).

La persistencia de microorganismos dentro del sistema radicular representa el principal factor asociado al fracaso del tratamiento endodóntico. Una obturación deficiente puede permitir la filtración de fluidos tisulares y exudados inflamatorios periapicales, creando un entorno propicio para la proliferación bacteriana y la perpetuación de la lesión periapical (European Society of Endodontology, 2023).

Microbiota en infecciones endodónticas. Las infecciones primarias de origen endodóntico son predominantemente polimicrobianas y están compuestas principalmente por bacterias anaerobias estrictas Gram negativas, productoras de endotoxinas que desempeñan un papel clave en la patogénesis de la periodontitis apical (Siqueira & Rôças, 2022).

Entre los géneros bacterianos más frecuentemente aislados en conductos infectados se encuentran: *Prevotella*, *Porphyromonas*, *Fusobacterium*, *Peptostreptococcus*, *Actinomyces*.

En infecciones secundarias o casos de retratamiento, el perfil microbiológico suele diferir. Es común la presencia de microorganismos Gram positivos facultativos capaces de sobrevivir en condiciones de escasos nutrientes, destacándose *Enterococcus faecalis* como uno de los patógenos más asociados a fracasos endodónticos (Pereira et al., 2021).

La virulencia de *E. faecalis* se atribuye a su capacidad para penetrar en los túbulos dentinarios, adherirse al colágeno y resistir ambientes adversos, incluyendo altos niveles de pH. Esta capacidad le permite persistir incluso después de la instrumentación e irrigación del conducto radicular (Siqueira & Rôças, 2022).

En menor proporción, también se han identificado hongos —principalmente *Candida albicans*— en infecciones persistentes. En contraste, los virus no pueden sobrevivir en pulpas necróticas debido a su dependencia de células huésped viables para replicarse.

Condiciones del entorno radicular. Una pulpa necrótica genera un microambiente húmedo, cálido y anaerobio que favorece el crecimiento bacteriano. La ausencia de microcirculación en el tejido necrótico impide la acción eficaz del sistema inmunitario, facilitando la colonización microbiana y la producción de toxinas (European Society of Endodontology, 2023).

En el tercio apical del conducto radicular, donde la tensión de oxígeno es reducida, predominan bacterias anaerobias estrictas que obtienen nutrientes de los fluidos tisulares y del exudado inflamatorio periapical. La respuesta inflamatoria aguda o crónica dependerá de factores como la carga bacteriana, la virulencia microbiana, la presencia de endotoxinas y la capacidad defensiva del huésped (Siqueira & Rôças, 2022).

Irrigación en Endodoncia

La infección bacteriana es reconocida como el principal factor etiológico en la patogénesis de la pulpitis irreversible y la periodontitis apical. En consecuencia, el éxito del tratamiento depende del desbridamiento químico-mecánico efectivo del sistema de conductos (European Society of Endodontology, 2023).

Figura 3

Irrigación endodóntica



Nota. Irrigación en endodoncia con puntas NaviTip. Se muestra la aplicación precisa de soluciones irrigantes en zonas de difícil acceso del conducto. Fuente: Blog de Ultradent (2016).

La irrigación endodóntica consiste en la introducción controlada de soluciones químicas dentro del conducto radicular con el objetivo de:

- Eliminar detritos orgánicos e inorgánicos
- Reducir la carga bacteriana
- Disolver tejido pulpar necrótico
- Remover la capa de desecho dentinario (smear layer)
- Facilitar la acción de medicamentos intracanal

Actualmente se considera que la irrigación es tan determinante como la instrumentación, ya que los irrigantes alcanzan zonas donde los instrumentos no pueden actuar directamente (Cohen & Hargreaves, 2015).

Momentos de la irrigación.

- Previo a la instrumentación: contribuye a disminuir la toxicidad bacteriana inicial
- Durante la instrumentación: mantiene lubricadas las paredes del conducto y favorece la remoción continua de detritos
- Posterior a la instrumentación: permite eliminar residuos acumulados y optimizar las condiciones para la obturación (Hargreaves & Berman, 2021)

Objetivos de la irrigación

La irrigación endodóntica tiene como finalidad optimizar la limpieza y desinfección del sistema de conductos radiculares, complementando la acción mecánica de los instrumentos. Entre sus principales objetivos se encuentran:

- Remover eficazmente los restos pulpares, detritos dentinarios y tejido necrótico, los cuales pueden constituir reservorios bacterianos y, al ser desplazados hacia la región periapical,

favorecer la aparición de exacerbaciones clínicas (European Society of Endodontology, 2023)

- Reducir de manera significativa la carga microbiana presente en el sistema de conductos, incluyendo bacterias organizadas en biofilm que no pueden ser eliminadas únicamente mediante instrumentación (Pereira et al., 2021)
- Lubricar e hidratar las paredes dentinarias, facilitando el avance de los instrumentos endodónticos y disminuyendo el riesgo de errores procedimentales como bloqueos o transportaciones (Cohen & Hargreaves, 2015)
- Eliminar la capa de desecho dentinario (smear layer) generada durante la instrumentación, permitiendo la apertura de los túbulos dentinarios y mejorando la penetración de agentes antimicrobianos (Zehnder & Belibasakis, 2022)
- Incrementar la energía superficial de las paredes del conducto, favoreciendo el contacto efectivo de los medicamentos intracanal y mejorando la adhesión y retención mecánica de los materiales de obturación, lo que contribuye al sellado hermético del sistema radicular (European Society of Endodontology, 2023)

Flujo, volumen y tiempo de contacto de los irrigantes. La eficacia del irrigante depende de su concentración, temperatura, y de los factores volumétricos y de tiempo:

- Volumen de Irrigación: Se requiere un volumen abundante para asegurar el arrastre de detritus. Se recomienda un mínimo de 5 a 10 mL por conducto durante la instrumentación (UNAM, 2017; Universidad de Sevilla, 2021). Para la irrigación final, se sugiere un mínimo de 15 a 20 mL por canal (OHI-S, 2025)

- **Tiempo de Contacto:** El tiempo de exposición es crucial, ya que el hipoclorito de Sodio pierde su acción después de aproximadamente dos minutos dentro del conducto, por lo que se requiere recambio constante (OHI-S, 2025)
- **Protocolo de hipoclorito de Sodio (NaOCl):** En la fase final de irrigación, el NaOCl debe mantenerse dentro del conducto durante al menos dos minutos, con recambio constante, con el objetivo de maximizar su acción antimicrobiana y su capacidad de disolución de tejido orgánico residual (OHI-S, 2025)
- **Protocolo de EDTA (17%):** Se recomienda aplicar EDTA al 17% durante un minuto para la remoción del barrillo dentinario. Posteriormente, debe realizarse una irrigación con NaOCl, de manera secuencial y no simultánea, con el fin de eliminar el componente orgánico expuesto y los residuos del agente quelante, evitando su mezcla directa debido a la reducción del cloro activo. (OHI-S, 2025; Universidad de Sevilla, 2021)
- **Flujo y Velocidad:** El irrigante debe administrarse lentamente y con suave presión para evitar la extrusión a los tejidos perirradiculares, un riesgo biológicamente inseguro (OHI-S, 2025). Una velocidad superior a 4 mL/min aumenta el riesgo de extrusión, por lo que incrementos de 1 mL en más de 15 segundos se consideran óptimos

Irrigante Ideal: Características. Según revisiones sistemáticas recientes, un irrigante ideal debería presentar las siguientes propiedades (Zehnder & Belibasakis, 2022):

- Amplio espectro antimicrobiano
- Capacidad de disolver tejido orgánico
- Baja toxicidad para tejidos periapicales
- Estabilidad química

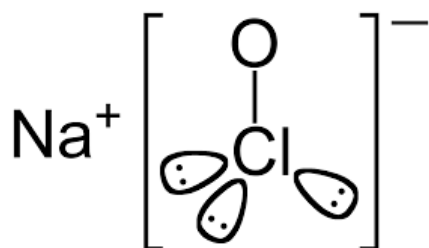
- Sustantividad antimicrobiana
- Capacidad para remover smear layer
- Compatibilidad con materiales de obturación
- Hasta la fecha, ninguna solución cumple totalmente con todos estos criterios, razón por la cual se recomienda el uso combinado de diferentes agentes

Hipoclorito de sodio

La Asociación Americana de Endodoncia ha definido el hipoclorito de sodio como una solución transparente de tonalidad verdosa-amarillenta, altamente alcalina y con olor característico a cloro, que posee capacidad de disolver tejido orgánico y necrótico además de presentar una potente acción antimicrobiana. Esta sustancia continúa siendo considerada el irrigante principal en endodoncia debido a su eficacia en la eliminación de microorganismos y restos tisulares dentro del sistema de conductos radiculares, lo que ha sido respaldado por guías clínicas recientes que mantienen su uso como estándar terapéutico (American Association of Endodontists, 2023; Peters et al., 2025).

Figura 4

Estructura química del hipoclorito de sodio (NaOCl)



Nota. Representación de la molécula del irrigante estándar de oro en endodoncia. Se destaca el ion hipoclorito (ClO⁻), responsable de la oxidación de proteínas y la desinfección de los conductos radiculares.

Desde el punto de vista químico, el hipoclorito de sodio es una base fuerte con pH superior a 11, característica que explica su acción antimicrobiana. Su elevada alcalinidad interfiere con la integridad de la membrana citoplasmática bacteriana, provoca inhibición irreversible de enzimas esenciales y genera alteraciones en el metabolismo celular; adicionalmente, se han observado procesos de degradación lipídica que comprometen la viabilidad microbiana. Estudios contemporáneos continúan confirmando que estos efectos se relacionan con su acción sobre biopelículas y componentes orgánicos, consolidando su papel en la desinfección endodóntica (Zehnder, 2006; Marending et al., 2022).

Históricamente, el hipoclorito de sodio fue introducido durante la Primera Guerra Mundial por Dakin como solución antiséptica para el tratamiento de heridas, y posteriormente incorporado a la práctica endodóntica durante el siglo XX. Desde entonces, múltiples investigaciones han demostrado su capacidad para disolver tejido pulpar y su superioridad antibacteriana frente a otros desinfectantes del sistema radicular. En la actualidad sigue siendo el irrigante más empleado durante el tratamiento endodóntico, con evidencia reciente que reafirma su capacidad para eliminar detritos y microorganismos responsables de patologías periapicales (Peters et al., 2025).

Características.

- Irrigante de elección en endodoncia por su eficacia clínica comprobada
- Agente antimicrobiano efectivo contra una amplia gama de microorganismos
- Excelente solvente de tejido orgánico vital y necrótico
- Presenta propiedades lubricantes durante la instrumentación
- Limitaciones: potencial toxicidad tisular en caso de extrusión accidental

- No posee sustentividad antimicrobiana prolongada
- Es corrosivo y presenta olor desagradable
- Actúa principalmente sobre la fracción orgánica del barrillo dentinario

Estas características continúan siendo descritas en literatura reciente, donde se señala que concentraciones elevadas aumentan el riesgo de citotoxicidad y accidentes clínicos, lo cual exige su manipulación cuidadosa en la práctica endodóntica (Habal, 2024).

Mecanismo de acción. El contacto del hipoclorito de sodio con tejido orgánico genera diversas reacciones químicas responsables de su acción desinfectante y solvente. Entre ellas destacan:

Reacción de saponificación. El hipoclorito actúa como solvente de grasas y materia orgánica, transformando ácidos grasos en sales solubles y glicerol, lo que disminuye la tensión superficial y facilita la penetración del irrigante en el sistema radicular. Este proceso contribuye al desbridamiento químico y eliminación de residuos orgánicos inaccesibles a la instrumentación mecánica (Zehnder, 2006).

Reacción de neutralización de aminoácidos. La interacción con aminoácidos produce agua y sal, con liberación de iones hidroxilo que disminuyen progresivamente el pH residual de la solución. Este fenómeno contribuye a la destrucción de componentes proteicos celulares y refuerza la actividad antimicrobiana del irrigante (Zehnder, 2006).

Reacción de cloraminación. El ácido hipocloroso reacciona con proteínas formando cloraminas, compuestos que interfieren con el metabolismo celular microbiano. La liberación de cloro activo provoca oxidación irreversible de grupos sulfhidrilo en enzimas bacterianas esenciales, inhibiendo su función metabólica y causando muerte celular. Este mecanismo

continúa siendo reconocido como uno de los principales responsables de su actividad antibacteriana frente a biopelículas (Marending et al., 2022).

Concentraciones. El hipoclorito de sodio se utiliza en diferentes concentraciones en endodoncia, generalmente entre 0.5% y 5.25%, dependiendo del equilibrio entre eficacia antimicrobiana y biocompatibilidad. En la literatura científica, la concentración 5.25% es una de las más reportadas en los protocolos de irrigación endodóntica. No obstante, concentraciones cercanas dentro de este rango mantienen propiedades antimicrobianas y capacidad de disolución tisular adecuadas. En la presente investigación se emplea hipoclorito de sodio al 4.7% con el propósito de evaluar su efectividad en la desinfección de conductos radiculares.

Como irrigante endodóntico, el hipoclorito de sodio se utiliza generalmente en concentraciones entre 0.5% y 6%, existiendo debate en la literatura sobre cuál ofrece el mejor balance entre eficacia antimicrobiana y seguridad biológica. Investigaciones recientes indican que concentraciones elevadas presentan mayor capacidad disolvente y antibacteriana, mientras que concentraciones menores pueden reducir efectos adversos sin comprometer significativamente la desinfección cuando se emplean volúmenes adecuados del irrigante (Alrahabi et al., 2024).

Desde el punto de vista químico, el hipoclorito de sodio posee un pH alcalino superior a 11 y, en solución acuosa, se disocia en iones hipoclorito (OCl^-) y ácido hipocloroso (HOCl). Este último es considerado el principal responsable de la actividad antimicrobiana, ya que tiene mayor capacidad de penetrar la pared celular bacteriana y provocar la oxidación de componentes esenciales de los microorganismos. La proporción entre estas especies químicas influye directamente en la eficacia antimicrobiana del irrigante (Zehnder, 2006).

Diversos estudios experimentales han demostrado que las concentraciones elevadas presentan mayor efectividad antimicrobiana frente a microorganismos resistentes presentes en el sistema de conductos radiculares. Sin embargo, investigaciones clínicas también han evidenciado que concentraciones más bajas pueden asociarse con menor dolor postoperatorio tras el tratamiento endodóntico, lo que sugiere que la selección de la concentración debe adaptarse al contexto clínico y a las características del caso tratado (Alrahabi et al., 2024).

Asimismo, se ha documentado que el uso de concentraciones altas de hipoclorito de sodio puede afectar las propiedades mecánicas de la dentina, reduciendo su microdureza y resistencia estructural. Este efecto representa un factor importante a considerar durante la planificación del tratamiento endodóntico, ya que podría influir en la integridad del diente tratado (Mareending et al., 2022).

Ventajas y desventajas del hipoclorito de sodio. El hipoclorito de sodio es el irrigante más utilizado en el tratamiento endodóntico debido a sus propiedades químicas y biológicas; sin embargo, como todo agente terapéutico, presenta beneficios clínicos importantes y limitaciones que deben considerarse durante su uso (American Association of Endodontists, 2023; Peters et al., 2025).

Ventajas. El hipoclorito de sodio destaca por su amplia actividad antimicrobiana, siendo capaz de eliminar bacterias, hongos y virus presentes en el sistema de conductos radiculares. Esta acción contribuye significativamente al control de la infección endodóntica y al éxito del tratamiento al reducir la carga microbiana intracanalicular (Zehnder, 2006; Peters et al., 2025).

Otra ventaja relevante es su capacidad para disolver tejido orgánico, tanto vital como necrótico, propiedad que no presentan la mayoría de los irrigantes disponibles. Esta

característica permite eliminar restos pulpares y material orgánico inaccesible a la instrumentación mecánica, facilitando el desbridamiento del conducto radicular (Marending et al., 2022).

Además, posee baja tensión superficial, lo que favorece su penetración en irregularidades del sistema de conductos, incluyendo túbulos dentinarios y conductos accesorios. Su acción lubricante durante la instrumentación también contribuye a mejorar la eficiencia del procedimiento clínico (Zehnder, 2006).

Desde el punto de vista práctico, se considera un irrigante económico, de fácil disponibilidad y manejo sencillo, lo que lo convierte en una opción accesible y ampliamente empleada en la práctica odontológica (American Association of Endodontists, 2023).

Finalmente, su efectividad comprobada y respaldo científico extenso han consolidado su posición como irrigante estándar en protocolos endodónticos (Peters et al., 2025).

Desventajas. A pesar de sus múltiples beneficios, el hipoclorito de sodio presenta limitaciones importantes. Una de las principales es su toxicidad tisular, especialmente en caso de extrusión accidental hacia tejidos periapicales, lo que puede provocar dolor intenso, inflamación, necrosis y complicaciones clínicas (Habal, 2024).

Otra desventaja es que no posee sustantividad antimicrobiana, es decir, su efecto antibacteriano no se mantiene en el tiempo tras su eliminación del conducto, a diferencia de otros irrigantes que ofrecen actividad residual prolongada (Zehnder, 2006).

Asimismo, su incapacidad para eliminar la porción inorgánica del barrillo dentinario limita su acción cuando se utiliza como único irrigante, siendo necesario complementarlo con agentes quelantes para lograr una limpieza completa (Marending et al., 2022).

Desde el punto de vista clínico y del paciente, su olor y sabor desagradables, junto con su carácter corrosivo y potencialmente irritante, representan inconvenientes durante su manipulación (American Association of Endodontists, 2023). También puede deteriorar instrumentos metálicos o materiales si no se maneja adecuadamente.

Finalmente, su inestabilidad química ante luz, aire y temperatura, así como la variabilidad en eficacia según concentración y condiciones de almacenamiento, constituyen factores que pueden afectar su desempeño clínico (Peters et al., 2025).

Indicaciones y contraindicaciones del hipoclorito de sodio en el tratamiento endodóntico. El hipoclorito de sodio en su uso clínico requiere criterios precisos que contemplen tanto sus indicaciones terapéuticas como sus contraindicaciones biológicas para prevenir complicaciones (American Association of Endodontists, 2023; Peters et al., 2025).

Indicaciones. El empleo del hipoclorito de sodio está indicado principalmente durante la fase de preparación biomecánica del sistema de conductos radiculares, donde actúa como agente irrigante capaz de remover detritos, restos de tejido pulpar y microorganismos generados durante la instrumentación. Su aplicación facilita la limpieza química del conducto y favorece la penetración de los instrumentos, contribuyendo a una desinfección más efectiva del sistema radicular (Zehnder, 2006).

Asimismo, está indicado en la disolución de tejido pulpar vital o necrótico, particularmente en dientes con procesos inflamatorios o necrosis pulpar, ya que su acción proteolítica permite eliminar restos orgánicos inaccesibles a la instrumentación mecánica. Esta propiedad solvente continúa siendo considerada una de las principales ventajas clínicas del irrigante (Marending et al., 2022).

Otra indicación relevante corresponde al control de infecciones endodónticas, especialmente en casos de periodontitis apical, infecciones persistentes o retratamientos. Su acción antimicrobiana sobre bacterias y biopelículas lo convierte en una herramienta fundamental para la reducción de la carga microbiana intracanalicular (Peters et al., 2025).

Además, el hipoclorito de sodio se utiliza como complemento del desbridamiento químico, favoreciendo la eliminación del componente orgánico del barrillo dentinario y facilitando la acción posterior de agentes quelantes, lo cual mejora la adaptación de los materiales de obturación (Zehnder, 2006).

En protocolos clínicos contemporáneos, su uso también está indicado en técnicas de activación térmica o ultrasónica del irrigante, las cuales incrementan su penetración en túbulos dentinarios y conductos accesorios, optimizando su eficacia desinfectante. Igualmente, resulta indispensable en retratamientos endodónticos para la descontaminación del sistema radicular previamente intervenido (American Association of Endodontists, 2023).

Contraindicaciones. A pesar de sus beneficios terapéuticos, el hipoclorito de sodio presenta limitaciones que deben considerarse en la práctica clínica. Su uso está contraindicado en pacientes con antecedentes de hipersensibilidad a compuestos clorados, debido al riesgo de reacciones adversas inflamatorias (Habal, 2024).

Asimismo, debe evitarse su aplicación agresiva en conductos con ápices abiertos, perforaciones radicales o reabsorciones extensas, donde existe mayor riesgo de extrusión hacia tejidos periapicales. La exposición de tejidos vivos al irrigante puede generar necrosis, dolor intenso, edema y complicaciones postoperatorias, por lo que su manejo debe realizarse bajo estrictos controles de longitud de trabajo y presión de irrigación (Peters et al., 2025).

El uso de concentraciones elevadas sin un adecuado control clínico también constituye una contraindicación relativa, ya que incrementa la citotoxicidad y el riesgo de accidentes químicos, especialmente en ausencia de aislamiento absoluto o técnicas seguras de irrigación (Alrahabi et al., 2024).

Igualmente, debe evitarse el contacto del hipoclorito con tejidos blandos de la cavidad oral, piel o ropa del paciente, debido a su naturaleza cáustica y corrosiva, así como su mezcla directa con otros agentes irrigantes incompatibles que puedan generar subproductos tóxicos o precipitados perjudiciales (Zehnder, 2006).

No se recomienda su uso cuando la solución ha sido almacenada en condiciones inadecuadas o ha perdido estabilidad química, ya que la degradación reduce su eficacia antimicrobiana y puede aumentar su potencial irritante tisular (American Association of Endodontists, 2023).

Factores que afectan las propiedades del hipoclorito de sodio. Diversos factores influyen en la eficacia del irrigante, los cuales se describen a continuación:

Efectos de la temperatura. El aumento de temperatura incrementa la energía cinética molecular, favoreciendo la interacción con tejidos orgánicos y aumentando su capacidad solvente y antibacteriana. Investigaciones recientes confirman que el calentamiento controlado puede mejorar la eficacia del NaOCl en la eliminación de biofilm, aunque requiere precaución por posibles efectos en tejidos periapicales (Peters et al., 2025).

Dilución. La dilución disminuye la actividad antimicrobiana y solvente, incrementando el tiempo requerido para eliminar microorganismos. La evidencia actual señala que la reducción de

concentración debe compensarse con mayor volumen o activación para mantener la eficacia clínica (Alrahabi et al., 2024).

Fenómeno “Vapor Lock”. Otro factor que puede afectar la eficacia del hipoclorito de sodio es el fenómeno conocido como Vapor Lock, el cual ocurre cuando se forma una burbuja de aire o gas en la región apical del conducto radicular, creando una barrera física que dificulta la penetración del irrigante hacia el tercio apical. Esta situación limita el contacto del NaOCl con restos orgánicos, tejido necrótico y microorganismos presentes en áreas anatómicas complejas, reduciendo su capacidad antimicrobiana y de disolución tisular. Como consecuencia, la eficacia de la irrigación puede verse comprometida, especialmente en conductos estrechos o con configuraciones anatómicas complejas (Tay et al., 2010).

Grado de pureza. Esta influye en la estabilidad y seguridad de la solución. Formulaciones de grado farmacéutico presentan menor presencia de contaminantes y mayor predictibilidad clínica en comparación con soluciones domésticas o industriales (Peters et al., 2025).

Aire, luz, tiempo y almacenamiento. El hipoclorito se degrada por exposición a factores ambientales, disminuyendo su contenido de cloro activo y su eficacia antimicrobiana. Por ello se recomienda el uso de soluciones frescas almacenadas en condiciones controladas para preservar sus propiedades (American Association of Endodontists, 2023).

Consideraciones de almacenaje y manipulación.

- Para asegurar estabilidad y seguridad clínica se recomienda:
- Evitar exposición a luz, calor o contaminantes metálicos
- Almacenar en recipientes herméticos y protegidos de la luz
- Realizar diluciones inmediatamente tras su adquisición

- Verificar integridad del envase y fecha de caducidad antes del uso
- Minimizar aperturas repetidas del recipiente
- Desechar residuos mediante dilución abundante en agua considerando su carácter corrosivo

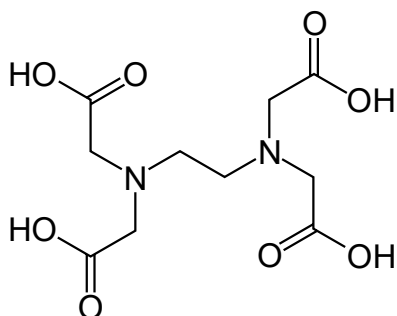
Estas recomendaciones siguen siendo vigentes en la literatura actual debido al potencial de toxicidad y a la necesidad de preservar la actividad química del irrigante durante su uso clínico (Habal, 2024; American Association of Endodontists, 2023).

Sal disódica del Ácido Etilendiaminotetraacético (EDTA)

La utilización del ácido etilendiaminotetraacético en endodoncia tiene antecedentes históricos que se remontan a mediados del siglo XX, cuando Ostby introdujo por primera vez, en 1957, el uso del EDTA en su forma de sal disódica para la preparación de conductos radiculares. Desde entonces, este compuesto ha sido ampliamente estudiado por sus propiedades quelantes y su capacidad para modificar la estructura mineralizada de la dentina, consolidándose como un auxiliar químico de relevancia en la terapia endodóntica contemporánea.

Figura 5

Estructura química del Ácido Etilendiaminotetraacético (EDTA).



Nota. Molécula utilizada en endodoncia como agente quelante para la eliminación del barro dentinario.

La sal disódica de EDTA se presenta como una sustancia fluida con pH cercano a la neutralidad (aproximadamente 7.3) y se emplea comúnmente en concentraciones que oscilan entre el 10% y el 17%. Investigaciones experimentales orientadas a evaluar la influencia de la concentración y del pH sobre la desmineralización dentinaria han demostrado que el aumento de la concentración y del tiempo de exposición incrementa la liberación de fósforo desde la dentina, indicando una mayor capacidad descalcificante, además de evidenciar mayor eficacia a pH neutro que en condiciones alcalinas (Khan & Ahmed, 2023). Dichos hallazgos coinciden con observaciones actuales que respaldan la utilización del EDTA dentro de ese rango de concentración como estándar clínico para lograr un equilibrio entre eficacia y seguridad tisular.

En la práctica clínica, la sal disódica del EDTA es generalmente aceptada como uno de los agentes quelantes más eficaces disponibles, siendo probablemente el más utilizado en la terapia endodóntica para la eliminación de componentes inorgánicos del barro dentinario. La acción de este agente sobre la dentina ha sido confirmada mediante técnicas de microscopía óptica y electrónica, demostrando que la magnitud de la desmineralización depende directamente del tiempo de aplicación. Estudios clásicos observaron que la exposición durante cinco minutos produce una desmineralización de aproximadamente 20–30 μm , mientras que exposiciones prolongadas pueden alcanzar profundidades cercanas a los 50 μm , mostrando además una zona bien delimitada que evidencia su comportamiento autolimitante, característica de considerable importancia clínica por reducir el riesgo de daño estructural excesivo.

Investigaciones contemporáneas continúan respaldando su papel en la eliminación del barro dentinario (smear layer), el cual está compuesto por restos orgánicos e inorgánicos generados durante la instrumentación del conducto radicular. La eliminación de esta capa se

considera necesaria para optimizar el contacto de los medicamentos intracanal y mejorar la penetración de los selladores endodónticos en los túbulos dentinarios (Khan & Ahmed, 2023). Sin embargo, también se ha demostrado que ningún irrigante logra remover completamente dicha capa en todas las regiones del conducto, especialmente en el tercio apical, lo que resalta la necesidad de protocolos combinados de irrigación química.

Asimismo, estudios más recientes han evaluado la eficacia del EDTA como irrigante final en comparación con otras soluciones, observándose que su aplicación al 17% produce una eliminación significativa del smear layer, aunque puede inducir distintos grados de erosión dentinaria dependiendo del tiempo de exposición, fenómeno confirmado mediante análisis microscópicos de alta resolución (AlBatati & AbuMostafa, 2024).

Características. La sal disódica del ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) es un agente quelante ampliamente utilizado en la terapia endodóntica debido a su capacidad para unirse a iones metálicos, particularmente calcio, presentes en la hidroxiapatita dentinaria. Se presenta como una solución fluida, generalmente con pH cercano a la neutralidad, que permite su interacción controlada con tejidos mineralizados del conducto radicular. Su acción principal consiste en la desmineralización superficial de la dentina mediante la formación de complejos solubles con el calcio, facilitando la remoción del componente inorgánico del barro dentinario y la apertura de los túbulos dentinarios (Torabinejad et al., 2020; Khan & Ahmed, 2023).

Este agente no posee actividad proteolítica significativa, por lo que su acción antimicrobiana es limitada y depende principalmente de la alteración de la permeabilidad bacteriana mediante la quelación de iones esenciales. Por ello, se utiliza generalmente en

alternancia con hipoclorito de sodio para lograr una limpieza química integral del sistema de conductos radiculares (Zehnder, 2018).

Mecanismo de acción. El mecanismo de acción del EDTA se fundamenta en su capacidad quelante, es decir, en su habilidad para unirse a iones metálicos divalentes como el calcio presente en la hidroxiapatita dentinaria. Cuando el agente entra en contacto prolongado con los tejidos dentales o con bacterias, extrae estos iones mediante reacciones químicas complejas que generan la desmineralización de la superficie y facilitan la remoción de estructuras inorgánicas adheridas.

Además de su efecto sobre la dentina, el EDTA puede alterar la integridad bacteriana mediante la extracción de iones metálicos esenciales de la envoltura celular, lo que produce modificaciones en proteínas superficiales y eventualmente contribuye a la muerte bacteriana.

Estudios experimentales sobre la dureza dentinaria demostraron que la acción del EDTA reduce significativamente los valores de microdureza, evidenciando su capacidad de modificar la estructura mineral. Se ha descrito también que el grado de acción depende de la concentración utilizada y del tiempo de contacto, siendo más pronunciado en concentraciones altas. Paralelamente, se ha observado que el EDTA posee cierta capacidad de inhibición bacteriana frente a microorganismos comunes en infecciones endodónticas y que su efecto irritativo tisular varía según la concentración empleada, siendo menor en diluciones bajas y más notable en concentraciones elevadas.

Desde la perspectiva clínica actual, la irrigación con EDTA durante aproximadamente un minuto puede eliminar eficazmente el smear layer permitiendo penetración cercana a 50 μm en los túbulos dentinarios; no obstante, exposiciones prolongadas, superiores a diez minutos,

pueden generar erosión dentinaria excesiva y disminución de la microdureza radicular, lo que respalda el control estricto del tiempo de aplicación como criterio clínico fundamental.

Alternancia del EDTA con hipoclorito de sodio. Constituye actualmente uno de los protocolos más aceptados para la irrigación del sistema de conductos radiculares. Mientras el hipoclorito actúa sobre el componente orgánico, el EDTA elimina el componente inorgánico, logrando una limpieza más completa y la apertura de los túbulos dentinarios que favorece la acción antimicrobiana y la adaptación de los materiales de obturación. Estudios experimentales han demostrado que el uso alternado de ambos irrigantes mejora la eliminación del smear layer y contribuye a una adecuada desinfección del conducto radicular (Khan & Ahmed, 2023).

Se ha documentado también que el EDTA por sí solo no logra remover completamente la capa de desecho dentinario, por lo que requiere la acción complementaria de un agente proteolítico como el hipoclorito de sodio, preferentemente utilizado antes o después de su aplicación dentro del protocolo de irrigación.

Concentración. El EDTA se emplea comúnmente en concentraciones entre el 10% y el 17%, siendo la solución al 17% la más utilizada en la práctica clínica endodóntica contemporánea. La irrigación durante aproximadamente un minuto suele ser suficiente para remover el smear layer con penetración cercana a 50 μm ; sin embargo, tiempos prolongados pueden generar desmineralización excesiva y erosión dentinaria (Torabinejad et al., 2020).

Las concentraciones más bajas pueden conservar cierta eficacia quelante con menor potencial irritativo, aunque su capacidad descalcificante disminuye proporcionalmente.

Ventajas y Desventajas del EDTA

Ventajas. El empleo de EDTA en endodoncia presenta múltiples beneficios clínicos que justifican su uso rutinario dentro de los protocolos de irrigación:

- Permite la eliminación eficaz del componente inorgánico del smear layer, favoreciendo la penetración de selladores y medicamentos intracanal (Khan & Ahmed, 2023)
- Facilita la instrumentación de conductos estrechos o calcificados al disminuir la microdureza dentinaria
- Mejora la adaptación del material obturador al promover la exposición de los túbulos dentinarios
- Contribuye a la limpieza química cuando se combina con hipoclorito de sodio, generando un efecto sinérgico en la remoción de restos orgánicos e inorgánicos (Torabinejad et al., 2020)
- Presenta relativa biocompatibilidad cuando se emplea en concentraciones y tiempos controlados

Desventajas. A pesar de sus ventajas, el EDTA presenta limitaciones que deben considerarse clínicamente:

- Carece de acción antibacteriana potente en comparación con otros irrigantes endodónticos
- Su uso prolongado puede provocar erosión dentinaria y reducción de la resistencia estructural del conducto radicular
- Puede inducir irritación tisular si se extruye hacia tejidos periapicales, especialmente en concentraciones elevadas

- No elimina el componente orgánico del smear layer, por lo que su eficacia depende de la alternancia con agentes proteolíticos (Zehnder, 2018)

Indicaciones y contraindicaciones del EDTA en el tratamiento endodóntico.

Indicaciones. El EDTA está indicado como auxiliar en diversas fases del tratamiento endodóntico:

- Preparación biomecánica de conductos calcificados o estrechos
- Facilitar la instrumentación durante biopulpectomías y necropulpectomías
- Eliminación del smear layer tras la instrumentación como irrigante final
- Optimización de la penetración de selladores y medicamentos intracanal mediante la apertura de túbulos dentinarios
- Su uso se recomienda principalmente como complemento químico y no como irrigante único dentro del protocolo clínico

Contraindicaciones. El uso del EDTA debe evitarse o realizarse con precaución en determinadas situaciones clínicas:

- Exposición prolongada dentro del conducto radicular que pueda producir erosión excesiva de la dentina
- Extrusión hacia tejidos periapicales debido a su potencial irritativo
- Uso como irrigante principal sin la alternancia con agentes antimicrobianos más efectivos
- Aplicación en dientes con paredes radiculares extremadamente delgadas donde la desmineralización pueda comprometer la resistencia estructural

Comparación entre NaOCl al 5.25% y EDTA al 17%

En endodoncia, el hipoclorito de sodio (NaOCl) al 5.25% y el EDTA al 17% cumplen funciones complementarias, pero presentan diferencias claras en su mecanismo de acción y en el tipo de tejido sobre el que actúan.

El NaOCl al 5.25% actúa principalmente sobre componentes orgánicos. Su acción se dirige al tejido pulpar necrótico, restos orgánicos, bacterias y biofilm presentes en el sistema de conductos radiculares. Desde el punto de vista químico, su mecanismo se basa en procesos de oxidación, saponificación y cloraminación. El cloro disponible en la solución reacciona con proteínas y lípidos, provocando su degradación y disolución. Gracias a este mecanismo, su función principal es la disolución de tejido orgánico y la desinfección del conducto radicular. Además, presenta un pH alto y alcalino (igual o mayor a 11), lo que favorece su potente acción antimicrobiana.

Por otro lado, el EDTA al 17% actúa principalmente sobre componentes inorgánicos. Es un agente quelante que tiene afinidad por los iones de calcio presentes en la dentina. Su mecanismo químico consiste en la quelación, es decir, secuestra los iones de calcio y forma complejos solubles, lo que produce la desmineralización superficial de la dentina. Su función principal es la remoción de la capa de barro dentinario (smear layer) generada durante la instrumentación y el reblandecimiento de la dentina, facilitando la limpieza de los túbulos dentinarios. A diferencia del hipoclorito de sodio, el EDTA presenta un pH casi neutro, aproximadamente 7.3.

Eficacia antimicrobiana comparativa. El hipoclorito de sodio (NaOCl) al 5.25% es el principal agente microbicida en endodoncia debido a su amplia actividad bactericida, fungicida y

esporicida. Diversos estudios coinciden en que esta concentración presenta alta eficacia frente a microorganismos persistentes como *Enterococcus faecalis*, además de su capacidad para disolver tejido orgánico y biofilm intracanal (Rochenszwalb Muñoz & Figueroa Naranjo, 2023; UNAN-León, 2020; Cruz Torres et al., 2018). Su efectividad depende directamente de la concentración y del tiempo de contacto, demostrando mejores resultados con tiempos mayores a 60 segundos en comparación con exposiciones más cortas.

En contraste, el EDTA al 17% posee una actividad antibacteriana limitada. La evidencia señala que su contribución a la desinfección es indirecta, ya que su acción principal es físico-química: quelar iones calcio y favorecer la apertura de los túbulos dentinarios, lo que permite una mejor penetración del NaOCl en áreas profundas del sistema de conductos (Redalyc, 2014; Repositorio Institucional BUAP, 2022; SDPT, s.f.).

Eliminación del smear layer y residuos inorgánicos. La remoción eficaz del smear layer requiere el uso complementario y secuencial de NaOCl y EDTA, ya que ninguno de los irrigantes por sí solo logra una limpieza completa.

El NaOCl actúa exclusivamente sobre el componente orgánico del barro dentinario, por lo que resulta insuficiente para eliminar la fracción inorgánica (Redalyc, 2014). Por su parte, el EDTA al 17% elimina la porción mineralizada mediante quelación del calcio, facilitando la exposición de los túbulos dentinarios (Bóveda, 2023; Zúñiga & Arias, 2017).

La evidencia coincide en que la aplicación secuencial —NaOCl durante la instrumentación seguido de EDTA como irrigación final— permite una limpieza más completa del conducto radicular, mejora la permeabilidad dentinaria y optimiza la penetración del sellador endodóntico (Redalyc, 2014; Arévalo, 2022).

Secuencia ideal de aplicación clínica. La secuencia de irrigación es crítica debido a la incompatibilidad química entre los agentes.

Instrumentación con NaOCl: Irrigación abundante y constante con NaOCl al 5.25% durante la conformación del conducto (Arévalo, 2022).

EDTA al 17%: Al finalizar la instrumentación, se aplica EDTA por 60 segundos, tiempo suficiente para remover el smear layer sin causar erosión excesiva (Calt, 2012).

Enjuague final con NaOCl o agua destilada: Este paso elimina los quelatos solubles y neutraliza el efecto ácido del EDTA (Redalyc, 2014; Arévalo, 2022).

Efectos combinados y posibles incompatibilidades. Existe una incompatibilidad química entre el EDTA y el NaOCl, ya que el primero neutraliza el pH alcalino del segundo, inactivando su cloro disponible y reduciendo su poder disolvente y antimicrobiano (Repositorio Institucional BUAP, 2022).

Aun así, el uso secuencial y no simultáneo de ambos genera un efecto sinérgico: el NaOCl elimina la materia orgánica, y el EDTA remueve los residuos inorgánicos, dejando el conducto completamente limpio y preparado para la obturación (Zúñiga & Arias, 2017).

9. Marco Metodológico

El presente marco metodológico describe de manera sistemática los procedimientos y métodos utilizados para evaluar la efectividad comparativa de dos protocolos de irrigación endodóntica: hipoclorito de sodio al 4.7% utilizado de forma aislada y en alternancia con EDTA al 17%, en la desinfección del sistema de conductos radiculares. Este apartado permite explicar cómo se desarrolló el proceso investigativo, garantizando la coherencia entre el problema de investigación, los objetivos planteados y las técnicas empleadas para la recolección y análisis de los datos.

En este apartado se presentan el tipo y diseño de investigación, las variables de estudio, la población y muestra, así como las técnicas e instrumentos utilizados. La adecuada descripción metodológica garantiza la rigurosidad científica del estudio y su posible replicabilidad.

9.1. Tipo de investigación

De acuerdo con los objetivos planteados y el método científico utilizado, el estudio se clasificó según diversos criterios metodológicos que permiten definir su naturaleza y alcance.

Según el enfoque

El estudio presenta un enfoque cuantitativo, ya que se basa en la medición objetiva de la carga bacteriana mediante el recuento de unidades formadoras de colonias por mililitro (UFC/mL), lo que permite comparar la efectividad de dos protocolos de irrigación endodóntica.

Según la aplicabilidad de sus resultados

La investigación es de tipo aplicada, debido a que busca generar conocimientos útiles para la optimización de los protocolos de irrigación en la práctica clínica endodóntica.

Según el nivel de profundidad del conocimiento

El estudio es de tipo comparativo, ya que permite establecer diferencias en la efectividad de dos protocolos de irrigación en la reducción de la carga bacteriana intracanal.

Según su orientación en el tiempo

La investigación es prospectiva, debido a que la recolección de datos se realizó durante el desarrollo del estudio.

Según el tipo de diseño

El estudio presenta un diseño cuasi-experimental de tipo pretest–posttest, ya que se realizó una medición de la carga bacteriana antes y después de la irrigación en cada protocolo, permitiendo evaluar la reducción obtenida.

Asimismo, es una investigación de campo, ya que los datos fueron recolectados directamente en el entorno clínico real.

9.2. Hipótesis de investigación

Hipótesis alternativa (H_1):

El protocolo de irrigación con hipoclorito de sodio al 4.7% combinado con EDTA al 17% produce una mayor reducción de la carga bacteriana intracanal, medida en unidades formadoras de colonias por mililitro (UFC/mL), en comparación con el uso del hipoclorito de sodio al 4.7% utilizado de forma aislada.

Hipótesis nula (H_0):

No existen diferencias significativas en la reducción de la carga bacteriana intracanal, medida en unidades formadoras de colonias por mililitro (UFC/mL), entre el uso del hipoclorito de sodio al 4.7% de forma aislada y su alternancia con EDTA al 17%.

9.3. Criterios de selección del caso o los casos

Para garantizar la validez y la homogeneidad de la muestra estudiada, se establecieron criterios de inclusión y exclusión que permitieron seleccionar adecuadamente los casos clínicos analizados en la investigación. Estos criterios fueron definidos con el propósito de asegurar que los pacientes incluidos presentaran condiciones clínicas comparables y adecuadas para la aplicación de los protocolos de irrigación evaluados.

Los criterios de inclusión corresponden a las características que debían cumplir los pacientes y los Dientes para formar parte del estudio, tales como el diagnóstico clínico y radiográfico de necrosis pulpar, la ausencia de tratamiento endodóntico previo y las condiciones anatómicas adecuadas para la realización del procedimiento endodóntico.

Por otra parte, los criterios de exclusión establecieron las condiciones que impedían la participación en el estudio, incluyendo la presencia de alteraciones anatómicas complejas, enfermedades sistémicas que pudieran interferir en la respuesta biológica del tratamiento o el uso reciente de medicamentos que pudieran modificar la carga bacteriana presente en los conductos radiculares.

La aplicación de estos criterios permitió seleccionar una muestra clínica adecuada para evaluar de manera objetiva la eficacia antimicrobiana de los protocolos de irrigación estudiados, contribuyendo a la consistencia metodológica y a la validez de los resultados obtenidos.

Tabla 1*Criterios de inclusión y exclusión.*

Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
Pacientes mayores de 16 años atendidos en la Clínica de Endodoncia de la Universidad Cardenal Miguel Obando Bravo (UNICA).	Dientes con conductos calcificados, reabsorciones internas o externas.
Dientes con diagnóstico clínico y radiográfico de necrosis pulpar.	Dientes con fracturas radiculares, perforaciones o lesiones periodontales severas.
Dientes multirradiculares con ápice completamente formado.	Pacientes con enfermedades sistémicas que puedan alterar la respuesta inmunológica o el proceso de cicatrización.
Dientes sin tratamiento endodóntico previo.	Pacientes que hayan recibido tratamiento antibiótico o antiinflamatorio en las semanas previas al procedimiento.
Pacientes que acepten participar en el estudio mediante la firma del consentimiento informado.	Pacientes que no acepten participar o que retiren su consentimiento durante el desarrollo del estudio.

Nota. Elaboración Propia

9.4. Descripción de los casos

La muestra del presente estudio estuvo conformada por 10 pacientes atendidos en la Clínica de Endodoncia de la Universidad Cardenal Miguel Obando Bravo (UNICA), quienes requirieron tratamiento endodóntico en órganos dentales con diagnóstico clínico y radiográfico de necrosis pulpar.

Del total de participantes, 7 correspondieron al sexo femenino y 3 al sexo masculino, con edades comprendidas entre 16 y 64 años, con un promedio de edad de 44.7 años. Esta distribución permitió contar con una muestra heterogénea en términos de edad y sexo, representativa de la población atendida en la clínica universitaria.

Los casos fueron distribuidos en dos grupos de estudio de cinco pacientes cada uno, con el objetivo de comparar la efectividad de los protocolos de irrigación evaluados:

Grupo A: conformado por 5 casos tratados mediante irrigación con hipoclorito de sodio (NaOCl) al 4.7% utilizado de forma aislada durante la instrumentación endodóntica.

Grupo B: conformado por 5 casos tratados mediante un protocolo combinado de irrigación, en el cual se utilizó hipoclorito de sodio (NaOCl) al 4.7% durante la instrumentación endodóntica, empleando 5 mL en cada lavado. Posteriormente, se realizó un lavado con 5 mL de solución salina estéril para evitar la interacción química entre irrigantes, seguido de la aplicación de 5 mL de EDTA al 17% durante 1 minuto como irrigación final para favorecer la eliminación del smear layer.

Esta distribución permitió evaluar y comparar la reducción de la carga bacteriana intracanal en función del protocolo de irrigación aplicado, mediante el análisis microbiológico de muestras recolectadas antes y después de la irrigación.

9.5. Definición operativa de las variables

En la presente investigación se identifican dos variables principales. La variable independiente corresponde al protocolo de irrigación endodóntica, el cual se aplica en dos modalidades: irrigación con hipoclorito de sodio (NaOCl) al 4.7% de forma aislada e irrigación con NaOCl al 4.7% combinada con EDTA al 17%.

La variable dependiente está representada por la reducción de la carga bacteriana en los conductos radiculares, la cual será evaluada mediante el recuento de unidades formadoras de colonias por mililitro (UFC/mL) obtenidas antes y después de la instrumentación endodóntica.

Las mediciones microbiológicas permitirán operacionalizar la variable dependiente de manera objetiva y cuantificable, lo que facilita la comparación de la eficacia antimicrobiana entre ambos protocolos de irrigación evaluados.

Tabla 2

Objetivo específico 1: Cuantificar la eficacia antimicrobiana del NaOCl al 4.7%

Variable conceptual	Dimensión	Indicador	Técnica	Tipo de variable
Protocolo de irrigación con NaOCl al 4.7%	Desinfección del conducto	UFC/mL antes del protocolo de irrigación	Análisis microbiológico	Cuantitativa continua
		UFC/mL después del protocolo de irrigación	Análisis microbiológico	Cuantitativa continua
		Diferencia de UFC/mL	Cálculo comparativo	Cuantitativa continua

Nota. Elaboración Propia

Tabla 3*Objetivo específico 2: Medir la eficacia antimicrobiana del NaOCl + EDTA*

Variable conceptual	Dimensión	Indicador	Técnica	Tipo de variable
Protocolo combinado NaOCl + EDTA	Desinfección del conducto	UFC/mL antes del protocolo de irrigación	Análisis microbiológico	Cuantitativa continua
		UFC/mL después del protocolo de irrigación	Análisis microbiológico	Cuantitativa continua
		Diferencia de UFC/mL	Cálculo comparativo	Cuantitativa continua

Nota. Elaboración Propia.**Tabla 4***Objetivo específico 3: Analizar la reducción de carga bacteriana*

Variable conceptual	Dimensión	Indicador	Técnica	Tipo de variable
Tipo de protocolo de irrigación	Reducción bacteriana	Diferencia promedio de UFC/mL	Análisis estadístico	Cuantitativa continua
		Porcentaje de reducción	Cálculo estadístico	Cuantitativa continua

Nota. Elaboración Propia.

9.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

En la presente investigación se emplearon técnicas cuantitativas basadas en la observación clínica controlada y en el análisis microbiológico, con el propósito de obtener datos objetivos y comparables sobre la efectividad de dos protocolos de irrigación endodóntica: hipoclorito de sodio al 4.7% utilizado de forma aislada y en alternancia con EDTA al 17%.

Estas técnicas permitieron evaluar la reducción de la carga bacteriana intracanal antes y después de la aplicación de los protocolos de irrigación, mediante la estandarización de los procedimientos clínicos y microbiológicos.

Técnicas de recolección de datos

Observación clínica directa. La observación clínica directa se llevará a cabo durante la realización de los tratamientos endodónticos en la Clínica de Endodoncia de la UNICA. Esta técnica permitirá verificar y registrar el cumplimiento del protocolo de irrigación establecido para cada grupo de estudio, incluyendo el tipo de irrigante utilizado, el volumen aplicado, el tiempo de contacto y las condiciones operatorias.

Se realizará el acceso o apertura cameral bajo aislamiento absoluto para acceder al sistema de conductos radiculares. Para estandarizar el procedimiento de irrigación se utilizará un kit estandarizado de irrigación compuesto por jeringas de 5 mL y agujas endodónticas FANTA calibre 30G (0.3 mm de diámetro), de 26 mm de longitud, con punta cerrada y doble salida lateral.

La muestra estará conformada por 10 casos clínicos, distribuidos en dos grupos de estudio de cinco casos cada uno.

En el Grupo A se empleará hipoclorito de sodio (NaOCl) al 4.7% durante todo el procedimiento de instrumentación, utilizando un volumen aproximado de 5 mL por conducto y un tiempo mínimo de contacto de 60 segundos por cada ciclo de irrigación.

En el Grupo B se utilizará igualmente hipoclorito de sodio al 4.7% durante la instrumentación endodóntica, empleando 5 mL en cada irrigación. Posteriormente, antes de la aplicación del EDTA al 17%, se realizará un lavado con 5 mL de solución salina estéril con el fin de eliminar los restos de hipoclorito y evitar el contacto directo entre ambas soluciones. Luego se aplicarán 5 mL de EDTA al 17% durante 1 minuto.

La irrigación se realizará introduciendo la aguja a 1–2 mm por debajo de la longitud de trabajo, utilizando presión controlada y movimientos de vaivén que permitan la renovación constante del irrigante dentro del conducto radicular.

Toma de muestras microbiológicas

La recolección de muestras se realizó en conductos radiculares de Dientes con diagnóstico de necrosis pulpar.

En cada caso se obtuvieron dos muestras:

Muestra inicial (S1): tomada después del acceso cameral y antes de la irrigación, para determinar la carga bacteriana inicial.

Muestra final (S2): recolectada posterior a la aplicación del protocolo de irrigación, para evaluar la reducción bacteriana.

Las muestras fueron obtenidas mediante la introducción de puntas de papel calibre 15 para la muestra inicial y calibre 30 para la muestra final en el conducto radicular durante 60 segundos. En la toma inicial, realizada antes de la irrigación, la punta de papel calibre 15 fue

introducida hasta la longitud determinada por la resistencia encontrada dentro del conducto, correspondiente al límite alcanzado por el cono en ese momento. En la toma final, realizada después del protocolo de irrigación e instrumentación, la punta de papel calibre 30 fue introducida hasta la longitud de trabajo establecida, alcanzando el ápice radicular, debido a que el conducto ya había sido preparado biomecánicamente.

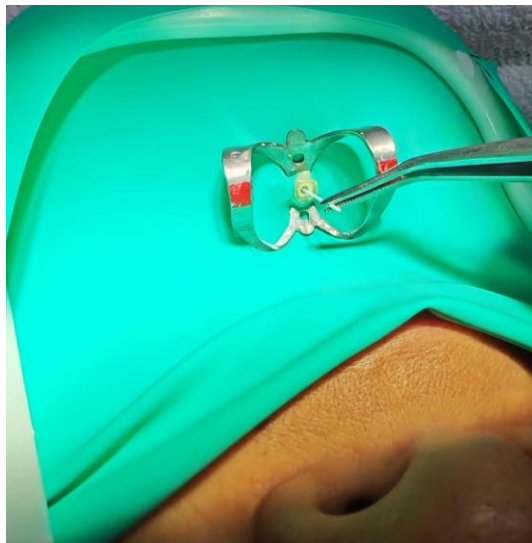
Es importante señalar que las puntas de papel (Ramo Medical) utilizadas no contaban con esterilización certificada, lo cual representa una posible fuente de contaminación y constituye una limitación del estudio.

Posteriormente, las muestras microbiológicas fueron colocadas en medio de transporte Amies con carbón, el cual permite preservar la viabilidad de los microorganismos durante su traslado al laboratorio sin favorecer su proliferación. La presencia de carbón activado contribuye a neutralizar sustancias potencialmente tóxicas, favoreciendo la recuperación bacteriana para su posterior procesamiento microbiológico. Los tubos fueron debidamente rotulados, y transportadas en un contenedor térmico con hielo para conservar su viabilidad microbiológica durante el traslado.

A continuación, se presentan imágenes de carácter ilustrativo que simulan el procedimiento de recolección de muestras microbiológicas, con fines didácticos para facilitar la comprensión del proceso descrito

Figura 6

Introducción de punta de papel en el conducto radicular.



Nota. Elaboración propia (imagen de carácter ilustrativo).

Figura 7

Transferencia de la muestra a tubos Eppendorf medio de Amies con carbón.



Nota. Elaboración propia (imagen de carácter ilustrativo).

Figura 8

Tubo de ensayo con muestra microbiológica recolectada, conservada para su transporte al laboratorio bajo condiciones controladas.



Nota. Elaboración propia (imagen de carácter ilustrativo).

Transporte y procesamiento de muestras

Las muestras fueron trasladadas al laboratorio del Hospital Amistad Japón-Nicaragua, ubicado en la ciudad de Granada, donde se realizó el procesamiento microbiológico.

En el laboratorio, las muestras fueron sembradas en medio de cultivo agar sangre e incubadas a 37 °C durante un período de 24 a 48 horas.

Análisis microbiológico cuantitativo

Las muestras fueron procesadas en el laboratorio del Hospital Amistad Japón-Nicaragua, donde se sembraron en medios de cultivo de agar sangre e incubaron a 37 °C durante 24 a 48 horas. Posteriormente, se realizó el recuento de unidades formadoras de colonias (UFC/mL) para determinar la carga bacteriana.

Este análisis permitirá determinar la eficacia antimicrobiana de cada protocolo y calcular la reducción porcentual de la carga bacteriana en cada grupo de estudio.

Registro y tabulación de datos

Los resultados obtenidos del conteo microbiológico serán registrados en una base de datos electrónica, asignando códigos de identificación a cada muestra para garantizar la confidencialidad de la información. Posteriormente, los datos serán organizados y tabulados para su análisis estadístico, calculando media, desviación estándar y porcentaje de reducción bacteriana, lo que permitirá comparar la eficacia de los protocolos de irrigación evaluados.

9.7. Validez y confiabilidad de los instrumentos

La validez de los instrumentos empleados en la presente investigación se garantizó mediante la utilización de procedimientos clínicos y microbiológicos fundamentados en técnicas ampliamente aceptadas en el área de la endodoncia y la microbiología.

La validez de contenido se aseguró al emplear métodos que permiten medir directamente la variable de estudio, correspondiente a la reducción de la carga bacteriana intracanal. Entre estos métodos se incluyen la toma de muestras mediante puntas de papel, el cultivo microbiológico en medio de agar sangre y el recuento de unidades formadoras de colonias por mililitro (UFC/mL), los cuales constituyen procedimientos estándar para la cuantificación de microorganismos viables.

En cuanto a la confiabilidad, esta se respaldó mediante la estandarización de los procedimientos clínicos y microbiológicos aplicados durante el desarrollo del estudio. Se procuró mantener uniformidad en aspectos como el protocolo de irrigación, el tiempo de toma de

muestras, el uso de calibres específicos de puntas de papel (15 y 30) y las condiciones de transporte y procesamiento de las muestras.

No obstante, es importante señalar que existen factores que pueden influir en la confiabilidad de los resultados. Entre ellos, el hecho de que los procedimientos clínicos fueron realizados por diferentes residentes de la especialidad, lo cual podría introducir variaciones mínimas en la ejecución de las técnicas. Asimismo, las puntas de papel utilizadas para la recolección de muestras no contaban con esterilización certificada, lo que representa una posible fuente de contaminación externa.

De igual manera, el proceso de transporte de las muestras hacia el laboratorio, aunque se realizó en condiciones controladas mediante el uso de un contenedor térmico con hielo, podría influir en la viabilidad de los microorganismos si no se mantiene una cadena adecuada de conservación.

Cabe destacar que el procesamiento microbiológico fue realizado por personal especializado en el laboratorio del Hospital Amistad Japón-Nicaragua, bajo condiciones estandarizadas de siembra en agar sangre e incubación a 37 °C durante 24 a 48 horas, lo cual contribuye a la consistencia de los resultados obtenidos.

Debido a que el instrumento principal corresponde a mediciones microbiológicas objetivas, no se aplicaron pruebas de consistencia interna como el coeficiente alfa de Cronbach, ya que este tipo de análisis se utiliza principalmente en instrumentos psicométricos. En su lugar, la confiabilidad del estudio se sustenta en la reproducibilidad del procedimiento experimental y en la estandarización de las técnicas empleadas.

Registro sistemático y ordenado de los datos obtenidos.

Debido a que el instrumento principal corresponde a mediciones microbiológicas objetivas y no a escalas de percepción o cuestionarios, no se aplicó el coeficiente alfa de Cronbach, ya que este se utiliza principalmente para evaluar la consistencia interna de instrumentos psicométricos. En su lugar, la confiabilidad del estudio se sustenta en la reproducibilidad del procedimiento y en la estandarización de las técnicas empleadas.

9.8. Procedimientos para el procesamiento y análisis de información

En el contexto de la presente investigación cuantitativa, el procesamiento y análisis de la información constituye una etapa fundamental para transformar los datos obtenidos en resultados interpretables y científicamente válidos. De acuerdo con Hernández Sampieri y Mendoza Torres (2018), este proceso comprende la organización, codificación, tabulación y análisis estadístico de los datos recolectados, lo cual permite identificar patrones, relaciones y diferencias entre las variables estudiadas.

Organización y codificación de la información

Una vez obtenidos los resultados microbiológicos derivados del recuento de unidades formadoras de colonias por mililitro (UFC/mL), los datos serán organizados en una matriz estructurada de registro.

A cada caso clínico se le asignará un código numérico único, con el fin de garantizar la confidencialidad de la información y evitar la identificación directa de los participantes.

Se registrarán las siguientes variables:

- Tipo de protocolo de irrigación aplicado
- Recuento de UFC/mL previo a la irrigación

- Recuento de UFC/mL posterior a la irrigación
- Diferencia absoluta de reducción bacteriana
- Porcentaje de reducción bacteriana

La codificación permitirá estandarizar la información para su posterior ingreso y procesamiento en el sistema de análisis estadístico.

El resultado será el valor obtenido a partir de la siguiente relación porcentual entre valores:

$$\%RB = \frac{\text{UFC pre} - \text{UFC post}}{\text{UFC pre}} \times 100$$

UFC pre

%RB= Efectividad porcentual

Tabulación y procesamiento estadístico

Los datos serán introducidos y procesados mediante el programa Statistical Package for the Social Sciences (SPSS), herramienta ampliamente utilizada en investigación biomédica para el manejo y análisis de datos cuantitativos.

El uso de este software permitirá:

- Depuración y validación de la base de datos
- Identificación de valores atípicos
- Generación de tablas estadísticas
- Elaboración de gráficos descriptivos
- Aplicación de pruebas estadísticas inferenciales

Previo al análisis, la base de datos será revisada cuidadosamente para detectar posibles inconsistencias o errores de digitación que puedan afectar la validez de los resultados.

Análisis estadístico descriptivo

Inicialmente se realizará un análisis descriptivo con el propósito de caracterizar el comportamiento de las variables estudiadas.

Para ello se calcularán las siguientes medidas estadísticas:

- Media aritmética
- Desviación estándar
- Valores mínimos y máximos
- Distribuciones de frecuencia
- Porcentaje de reducción bacteriana

Estas medidas permitirán describir la eficacia antimicrobiana observada en cada uno de los protocolos de irrigación evaluados.

Análisis estadístico inferencial

Para contrastar la hipótesis de investigación se aplicará la prueba t de Student, utilizando el software estadístico SPSS.

Esta prueba es adecuada para el presente estudio debido a que:

- Se comparan las medias de dos grupos independientes
- La variable dependiente corresponde a un dato cuantitativo continuo (UFC/mL)
- Se busca determinar si existen diferencias estadísticamente significativas entre ambos protocolos de irrigación

Se establecerá un nivel de significancia estadística de $\alpha = 0.05$.

Criterio de interpretación

Si $p < 0.05$, se rechazará la hipótesis nula (H_0), indicando que existen diferencias significativas entre los protocolos de irrigación.

Si $p \geq 0.05$, no se rechazará la hipótesis nula, lo que indicará que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos evaluados.

Este análisis permitirá determinar si el protocolo de irrigación que combina hipoclorito de sodio al 4.7% con EDTA al 17% presenta una mayor eficacia antimicrobiana en comparación con el uso de hipoclorito de sodio al 4.7% de forma aislada.

9.9. Consideraciones éticas

Dado que la presente investigación involucra la participación de seres humanos en un entorno clínico, se incorporan principios éticos fundamentales que garantizan el respeto, la seguridad y el bienestar de los participantes. De acuerdo con Hernández Sampieri y Mendoza Torres (2018), toda investigación que implique interacción directa con personas debe cumplir normas éticas orientadas a proteger su integridad física, psicológica y social.

Consentimiento informado

Antes de su inclusión en el estudio, cada participante recibirá información clara, suficiente y comprensible acerca de los siguientes aspectos:

- Objetivos de la investigación
- Procedimientos clínicos a realizar
- Toma de muestras microbiológicas
- Riesgos y beneficios potenciales del estudio

- Derecho a retirarse del estudio en cualquier momento sin repercusiones en su atención clínica

La participación será completamente voluntaria y se formalizará mediante la firma del consentimiento informado, garantizando que los participantes comprendan plenamente el propósito del estudio y acepten participar de manera libre y consciente.

Principio de beneficencia y no maleficencia

El estudio se desarrollará respetando los principios de beneficencia y no maleficencia, procurando maximizar los beneficios y minimizar cualquier posible riesgo para los participantes. Los procedimientos realizados corresponden al tratamiento endodóntico convencional, por lo que no se introducirán intervenciones experimentales que incrementen el riesgo clínico para los pacientes.

Confidencialidad y manejo de la información

La información recolectada será tratada con estricta confidencialidad. Para garantizar la protección de los datos personales se implementarán las siguientes medidas:

- Codificación numérica de los participantes para evitar su identificación directa
- Resguardo seguro de la base de datos utilizada en el estudio
- Uso exclusivo de la información con fines académicos y científicos

En ningún caso se divulgarán datos personales que permitan la identificación de los pacientes participantes.

Aprobación institucional y cumplimiento normativo

La investigación se desarrollará con la autorización de la Clínica de Endodoncia de la Universidad Cardenal Miguel Obando Bravo (UNICA), cumpliendo con las normas académicas,

clínicas y éticas vigentes. Asimismo, el estudio respetará los principios de integridad científica, transparencia y responsabilidad durante todas las fases del proceso investigativo.

Integridad académica

Durante el desarrollo de la investigación se garantizará el respeto por la propiedad intelectual, la correcta citación de las fuentes consultadas y la presentación veraz de los resultados obtenidos. De esta manera, se evitará cualquier forma de manipulación de datos o plagio, fortaleciendo la credibilidad y el rigor científico del trabajo.

10. Resultados y discusiones

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos del análisis de la reducción de la carga bacteriana en los pacientes incluidos en el estudio, con el fin de comparar la efectividad de los dos protocolos de irrigación evaluados.

Los datos fueron analizados mediante estadística descriptiva, considerando los valores iniciales (S1) y finales (S2) del recuento de unidades formadoras de colonias por mililitro (UFC/mL), así como la diferencia y el porcentaje de reducción bacteriana en cada caso.

Asimismo, se realizó la comparación entre los dos protocolos de irrigación evaluados, permitiendo determinar su efectividad relativa.

10.1 Descripción y evolución detallada de los casos

La presente investigación se desarrolló a partir del análisis de 10 casos clínicos correspondientes a pacientes atendidos en la Clínica de Endodoncia, todos con diagnóstico clínico y radiográfico de necrosis pulpar. Desde el punto de vista biológico, esta condición se caracteriza por la colonización bacteriana del sistema de conductos radiculares, conformando un ecosistema microbiano complejo dominado principalmente por bacterias anaerobias, lo cual representa el principal objetivo terapéutico del tratamiento endodóntico.

Los casos fueron distribuidos en dos grupos de estudio, cada uno conformado por cinco pacientes, según el protocolo de irrigación aplicado. El grupo A fue tratado exclusivamente con hipoclorito de sodio (NaOCl) al 4.7%, mientras que el grupo B recibió un protocolo combinado de hipoclorito de sodio al 4.7% y EDTA al 17%, siguiendo un esquema clínico estandarizado. Esta distribución permitió comparar la evolución microbiológica de los casos en función del tipo de irrigación utilizada.

Tabla 5*Distribución de los casos por grupo de estudio*

Paciente	Grupo	Protocolo
Px-1	B	NaOCl 4.7% + EDTA 17%
Px-2	A	NaOCl 4.7%
Px-3	A	NaOCl 4.7%
Px-4	A	NaOCl 4.7%
Px-5	B	NaOCl 4.7% + EDTA 17%
Px-6	B	NaOCl 4.7% + EDTA 17%
Px-7	A	NaOCl 4.7%
Px-8	A	NaOCl 4.7%
Px-9	B	NaOCl 4.7% + EDTA 17%
Px-10	B	NaOCl 4.7% + EDTA 17%

Nota. Elaboración Propia.

Desde el punto de vista clínico, los pacientes presentaron una amplia variabilidad en edad, oscilando entre los 16 y 64 años, lo que sugiere una muestra heterogénea representativa de diferentes etapas de la vida. Esta variabilidad es relevante, ya que las condiciones pulpares y periapicales pueden estar influenciadas por factores como la edad, el historial restaurador y la exposición acumulativa a procesos infecciosos.

En cuanto a los dientes tratados, se observó predominio de dientes posteriores, especialmente premolares y molares, los cuales presentan una anatomía radicular más compleja,

con múltiples conductos, istmos y ramificaciones. Esta complejidad anatómica constituye un factor determinante en la persistencia bacteriana, ya que dificulta tanto la instrumentación mecánica como la penetración efectiva de los irrigantes, lo que resalta la importancia de protocolos de desinfección adecuados.

Tabla 6

Estadísticos descriptivos

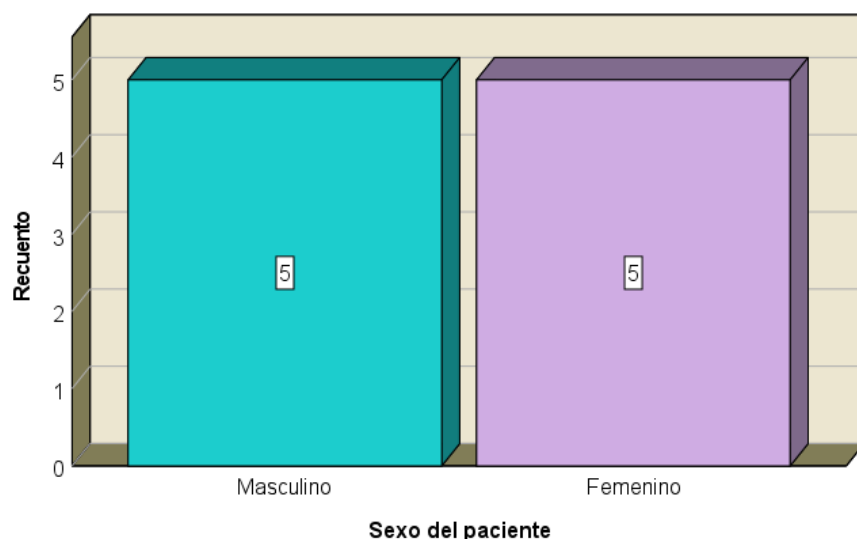
Estadísticos descriptivos

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. estándar
Edad del paciente	10	16	64	44.70	17.24
N válido (por lista)	10				

Nota. Distribución de la edad en la muestra estudiada (n=10), indicando valores mínimos, máximos y el promedio general.

Los datos muestran que la edad de los pacientes incluidos en el estudio oscila entre los 16 y 64 años, con una media de 44.7 años y una desviación estándar de 17.24 años, lo que indica una variabilidad considerable entre las edades de los participantes. Esto sugiere que la muestra incluye tanto pacientes jóvenes como adultos de mayor edad, lo cual es consistente con la diversidad de casos clínicos que pueden requerir tratamiento endodóntico.

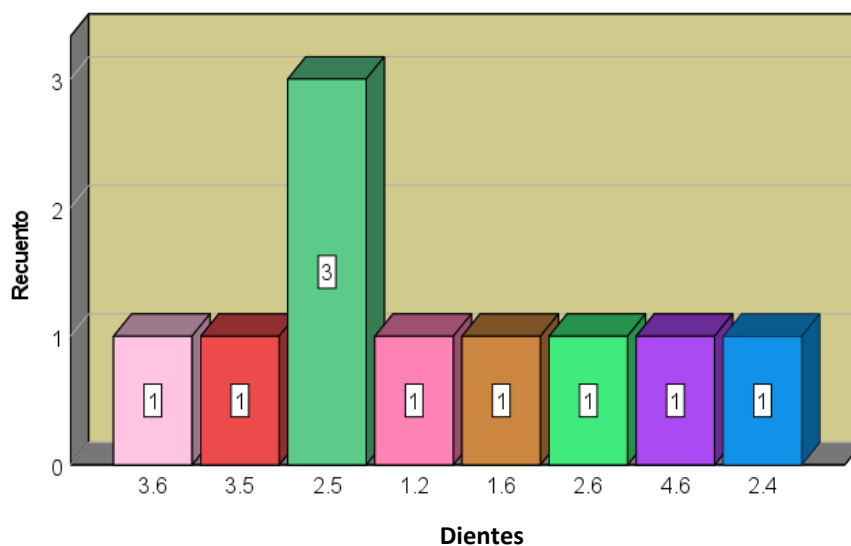
Esta distribución etaria permite una representación más amplia de la población atendida, considerando que las patologías pulpares pueden presentarse en diferentes etapas de la vida, asociadas a factores como caries, restauraciones previas o procesos degenerativos. Asimismo, el hecho de contar con 10 pacientes válidos permite una caracterización inicial del grupo estudiado y aporta un contexto clínico relevante para la adecuada interpretación de los resultados microbiológicos obtenidos.

Figura 9*Recuento de Sexo del paciente*

Nota. La muestra presenta una distribución equitativa (50% masculino y 50% femenino), con un total de 10 pacientes analizados.

El gráfico de barras muestra la distribución del sexo de los pacientes incluidos en el estudio, observándose una distribución equilibrada, ya que 5 pacientes corresponden al sexo masculino y 5 al sexo femenino, para un total de 10 participantes. En términos porcentuales, esto representa un 50 % para cada sexo, lo cual indica que la muestra no presenta sesgo en función del sexo y permite un análisis más objetivo de los resultados clínicos y microbiológicos.

Esta distribución homogénea fortalece la validez descriptiva del estudio, al reducir la influencia de esta variable en la interpretación de los resultados, lo que resulta metodológicamente favorable para el análisis comparativo entre los protocolos evaluados.

Figura 10*Recuento de Dientes*

Nota. Distribución de los dientes intervenidos. La numeración sigue el sistema FDI, destacando la pieza 2.5 como la de mayor incidencia en el estudio.

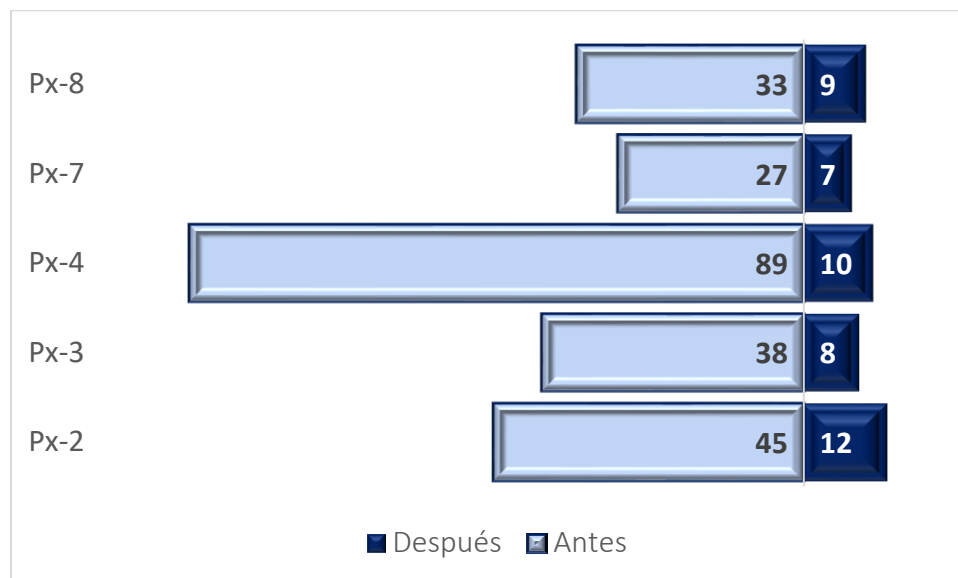
El gráfico de frecuencias de los Dientes estudiados, según la notación FDI, muestra que el diente 2.5 fue el más tratado, presentándose en tres pacientes, lo que representa el 30 % de la muestra. Los demás dientes (3.6, 3.5, 1.2, 1.6, 2.6, 4.6 y 2.4) se registraron en un solo paciente cada uno, representando individualmente el 10 %.

Estos resultados evidencian que la mayor proporción de los tratamientos se concentró en dientes posteriores, particularmente premolares y molares, lo cual resulta clínicamente coherente. Esto se debe a que dichos dientes presentan una anatomía más compleja y una mayor carga funcional durante la masticación, factores que los hacen más susceptibles a la aparición de caries profundas y, en consecuencia, a la necesidad de tratamiento endodóntico.

Resultados del Objetivo específico 1: Medir la reducción bacteriana con NaOCl 4.7%

Figura 11

Reducción bacteriana con NaOCl 4.7%



Nota. Comparativa de los niveles de contaminación en conductos radiculares antes y después de la irrigación. Se observa una disminución significativa en todos los pacientes (Px), destacando el caso del Px-4 con la mayor reducción absoluta.

El gráfico de tornado permite observar de forma clara la diferencia entre la carga bacteriana inicial y final tras la irrigación con hipoclorito de sodio al 4.7%, evidenciándose una reducción significativa en todos los pacientes analizados con este protocolo.

En el paciente 2, la carga bacteriana disminuyó de 45 a 12 UFC/mL, lo que representa una reducción de 33 unidades, equivalente a un 73.3%. En el paciente 3, se observó una reducción de 38 a 8 UFC/mL, con una diferencia de 30 unidades y una reducción del 78.9%. En el paciente 4, la carga bacteriana se redujo de 89 a 10 UFC/mL, lo que corresponde a una disminución de 79 unidades y un 88.8%.

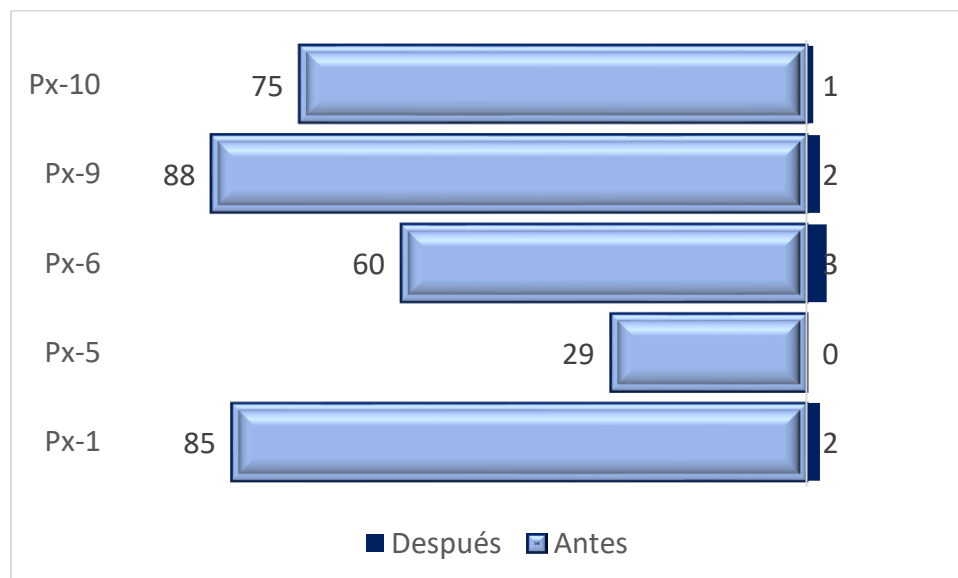
De igual manera, en el paciente 7 se evidenció una reducción de 27 a 7 UFC/mL, equivalente a una diferencia de 20 unidades y una disminución del 74.1 %, mientras que en el paciente 8 la carga bacteriana pasó de 33 a 9 UFC/mL, con una reducción de 24 unidades y un 72.7%.

En conjunto, estos resultados evidencian que el uso del hipoclorito de sodio al 4.7% logró reducciones bacterianas superiores al 70% en todos los casos analizados, lo que sugiere una alta efectividad como agente irrigante en la desinfección del sistema de conductos radiculares. No obstante, no se alcanzó la eliminación total de los microorganismos en ninguno de los casos, lo cual puede atribuirse a la complejidad anatómica del sistema de conductos radiculares y a la presencia del barrillo dentinario, factores ampliamente descritos en la literatura endodóntica.

Resultados del Objetivo específico 2: Medir la reducción bacteriana con NaOCl + EDTA

Figura 12

Reducción con NaOCl 4.7% + EDTA 17%



Nota. Efecto sinérgico del hipoclorito de sodio y el EDTA. Las barras muestran el éxito del protocolo de irrigación final en la eliminación de detritos y microorganismos.

El gráfico de tornado muestra la reducción de la carga bacteriana inicial en comparación con la carga bacteriana final tras el uso combinado de hipoclorito de sodio al 4.7% y EDTA al 17%, evidenciándose una disminución significativa en todos los casos analizados.

En el paciente 1, la carga bacteriana disminuyó de 85 a 2 UFC/mL, lo que representa una reducción de 83 unidades, equivalente a un 97.6 %. En el paciente 5, la carga bacteriana se redujo de 29 a 0 UFC/mL, lo que corresponde a una reducción total del 100%, siendo el único caso en el que se logró la eliminación completa de las bacterias detectables. En el paciente 6, la carga bacteriana pasó de 60 a 3 UFC/mL, con una diferencia de 57 unidades y una reducción del 95%.

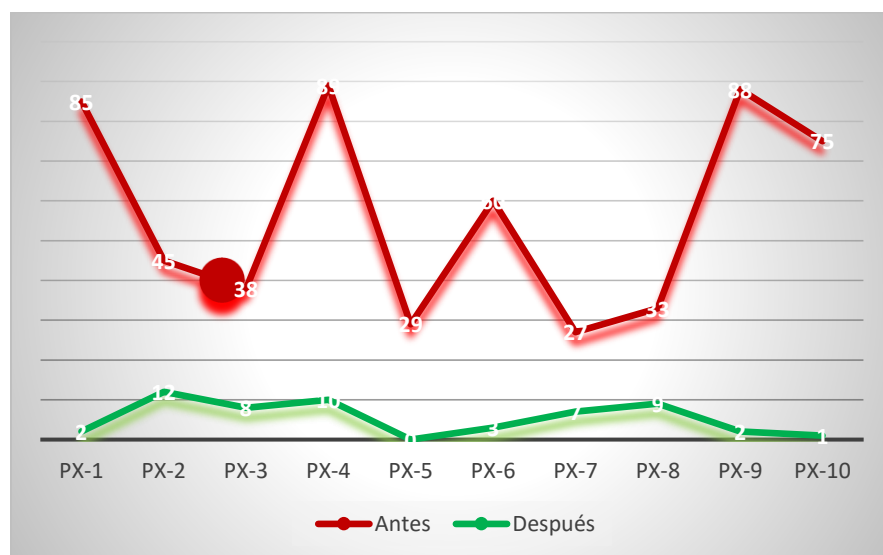
De igual forma, en el paciente 9 se observó una disminución de 88 a 2 UFC/mL, equivalente a una reducción de 86 unidades (97.7%), mientras que en el paciente 10 la carga bacteriana se redujo de 75 a 1 UFC/mL, con una diferencia de 74 unidades y una reducción del 98.7%.

En conjunto, estos resultados evidencian reducciones superiores al 95% en la mayoría de los casos, lo que sugiere una alta efectividad del protocolo combinado en la disminución de la carga bacteriana intracanal. Este comportamiento puede explicarse por el efecto complementario del EDTA, el cual facilita la remoción del barrillo dentinario y permite una mayor penetración del hipoclorito de sodio, potenciando su acción antimicrobiana.

Resultados del Objetivo específico 3: Analizar la reducción bacteriana entre protocolos

Figura 13

Curva comparativa de la reducción de la carga bacteriana total.



Nota. El gráfico de líneas muestra la tendencia de desinfección en la muestra completa (N=10).

La línea roja representa el estado inicial de infección y la línea verde el estado post-irrigación.

Se evidencia una reducción generalizada y constante, con nivel

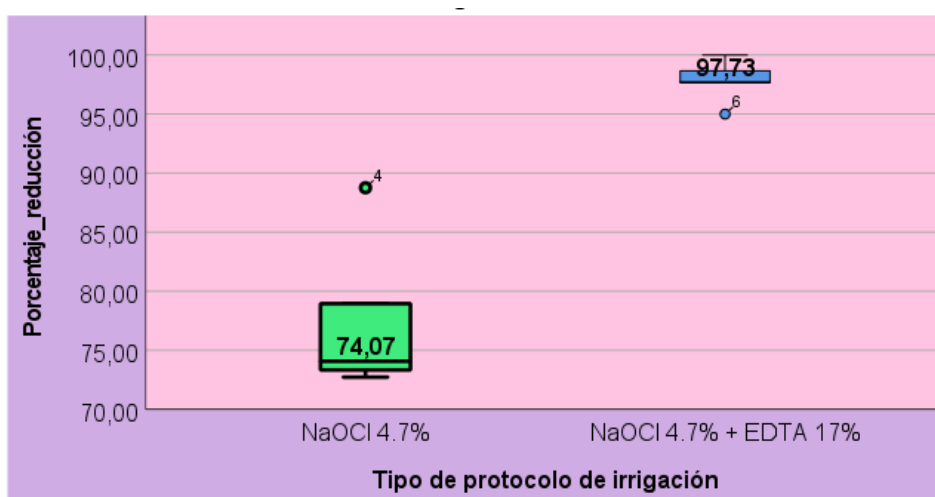
El gráfico muestra que todos los pacientes presentaron una disminución significativa de la carga bacteriana después de la instrumentación e irrigación endodóntica, pasando de valores iniciales relativamente altos a valores finales considerablemente bajos. Por ejemplo, pacientes como Px-1, Px-9 y Px-10, que iniciaron con cargas bacterianas de 85, 88 y 75 UFC/mL, respectivamente, alcanzaron valores finales entre 1 y 2 UFC/mL, lo que evidencia un alto grado de desinfección.

Incluso en los casos donde la carga bacteriana inicial era menor, como en Px-5 y Px-7, también se observaron reducciones consistentes, lo que sugiere que el tratamiento fue efectivo independientemente del nivel inicial de contaminación bacteriana.

Al analizar el comportamiento global de los datos, se observa que los pacientes que alcanzaron valores finales más cercanos a cero corresponden principalmente a aquellos en los que se aplicó el protocolo combinado, lo que sugiere una mayor capacidad de este método para potenciar la eliminación bacteriana.

Figura 14

Diagrama de cajas Simple de Porcentaje de reducción por tipo de protocolo de irrigación



Nota. El diagrama de cajas permite observar la eficiencia superior del protocolo combinado (NaOCl 4.7% + EDTA 17%) con una mediana de reducción del 97.73%, frente al 74.07% obtenido con el protocolo simple

Aunque ambos protocolos muestran resultados favorables, el patrón observado permite inferir que la alternancia de hipoclorito de sodio, solución salina y EDTA podría favorecer una limpieza más profunda del sistema de conductos radiculares. Este efecto puede explicarse por la eliminación del barrillo dentinario, lo que facilita la penetración del irrigante y potencia su

acción antimicrobiana. En este sentido, los resultados sugieren que los protocolos combinados pueden ofrecer ventajas clínicas en la desinfección endodóntica en comparación con el uso de un solo irrigante.

El gráfico de caja y bigotes muestra que el porcentaje promedio de reducción de la carga bacteriana fue de 74.07 % en los casos donde se utilizó únicamente hipoclorito de sodio al 4.7%, mientras que el protocolo combinado de hipoclorito de sodio al 4.7% más EDTA al 17% alcanzó una reducción promedio de 97.73%.

Esta diferencia permite observar una mayor concentración de valores elevados de reducción bacteriana en el segundo protocolo, lo que indica una mayor consistencia en la desinfección cuando se empleó la alternancia de las soluciones. Asimismo, la distribución de los datos sugiere que el protocolo combinado logró reducciones más cercanas a la eliminación total de la carga bacteriana en varios casos.

A partir de estos resultados, se puede inferir que el protocolo de irrigación con hipoclorito de sodio al 4.7% combinado con EDTA al 17% presenta una mayor eficacia en la reducción de la carga bacteriana en comparación con el uso exclusivo de hipoclorito de sodio.

No obstante, estos resultados deben interpretarse con cautela debido al tamaño reducido de la muestra ($n=10$), lo que limita la generalización de los hallazgos. Aun así, los datos permiten identificar una tendencia favorable hacia el uso del protocolo combinado como una alternativa potencialmente más eficaz dentro del contexto del estudio.

10.2 Comparación con otros estudios

Los resultados obtenidos en el presente estudio muestran que ambos protocolos de irrigación lograron reducciones significativas de la carga bacteriana intracanal, lo cual coincide

con lo reportado en la literatura endodóntica respecto a la efectividad del hipoclorito de sodio como irrigante principal, debido a su capacidad antimicrobiana y su acción disolvente sobre el tejido orgánico. En este sentido, los hallazgos observados respaldan lo señalado por Siqueira y Rôças (2019), quienes destacan que el hipoclorito de sodio continúa siendo el estándar de oro en la irrigación endodóntica, aunque rara vez logra una esterilización completa del sistema de conductos radiculares.

En relación con los resultados obtenidos mediante el uso exclusivo de hipoclorito de sodio al 4.7%, se observó una reducción promedio cercana al 74 %, lo cual se encuentra dentro de los rangos reportados en estudios previos. Diversos autores han señalado que, si bien este irrigante posee una elevada capacidad antimicrobiana, su efectividad puede verse limitada por la presencia del barrillo dentinario y la complejidad anatómica del sistema de conductos. Esto coincide con lo descrito por Zehnder (2006), quien indica que la acción del hipoclorito puede verse restringida cuando no se complementa con agentes quelantes que favorezcan su penetración.

Por otra parte, los resultados obtenidos con el protocolo combinado de hipoclorito de sodio al 4.7% y EDTA al 17% mostraron una reducción promedio de aproximadamente 97.73%, evidenciando una mayor eficacia en comparación con el uso de un solo irrigante. Estos hallazgos son coherentes con lo planteado por Torabinejad y Walton (2020), quienes señalan que la irrigación combinada permite actuar tanto sobre el componente orgánico como inorgánico del sistema de conductos, favoreciendo una desinfección más profunda.

Asimismo, los resultados del presente estudio coinciden con lo descrito por Violich y Chandler (2010), quienes explican que el uso de EDTA favorece la eliminación del barrillo

dentinario, facilitando la penetración del hipoclorito de sodio en los túbulos dentinarios e incrementando su eficacia antimicrobiana. Este fundamento teórico permite comprender por qué los pacientes tratados con el protocolo combinado presentaron reducciones bacterianas más cercanas a la eliminación total de los microorganismos.

Al analizar los resultados individuales por paciente, se observa que la reducción bacteriana fue consistente en todos los casos, independientemente del protocolo aplicado, lo cual coincide con lo descrito por Ng et al. (2011), quienes señalan que la instrumentación biomecánica contribuye significativamente a la disminución de la carga bacteriana, actuando la irrigación como un complemento esencial para potenciar este efecto. Esto sugiere que parte de los resultados obtenidos también puede atribuirse a la adecuada preparación mecánica de los conductos radiculares.

En cuanto a la comparación global entre los protocolos, los resultados del estudio sugieren una ventaja del protocolo combinado, lo cual es consistente con estudios comparativos previos que indican que los sistemas de irrigación multimodales, que combinan soluciones con diferentes mecanismos de acción, tienden a mostrar mejores resultados microbiológicos. En este sentido, Haapasalo et al. (2014) sostienen que la irrigación combinada representa una estrategia más eficaz debido a su acción complementaria sobre distintos tipos de tejidos y microorganismos.

No obstante, a pesar de que los resultados muestran una tendencia favorable hacia el protocolo combinado, es importante considerar que el tamaño de la muestra fue reducido ($n = 10$), por lo que los hallazgos deben interpretarse como evidencia preliminar y no como conclusiones definitivas. Esta limitación metodológica coincide con lo planteado por Hulley et al.

(2013), quienes señalan que los estudios con muestras pequeñas permiten identificar tendencias clínicas, pero requieren investigaciones posteriores con un mayor número de casos para confirmar los resultados.

En síntesis, los resultados del presente estudio muestran una adecuada coherencia con la evidencia científica disponible, reforzando la importancia del uso de protocolos de irrigación combinados para mejorar la desinfección endodóntica. Los hallazgos no solo respaldan lo planteado en la literatura, sino que también aportan evidencia clínica contextualizada que sugiere que la alternancia de hipoclorito de sodio, solución salina y EDTA puede constituir una alternativa más eficaz dentro de los protocolos de desinfección del sistema de conductos radiculares.

10.3 Implicaciones clínicas, educativas o investigativas

Los resultados obtenidos presentan implicaciones relevantes en el ámbito clínico, ya que evidencian que el uso de protocolos de irrigación combinados favorece una mayor reducción de la carga bacteriana en los conductos radiculares. En este sentido, la incorporación del EDTA al 17% como complemento del hipoclorito de sodio al 4.7% contribuye a mejorar la desinfección intracanal y, por ende, el pronóstico del tratamiento endodóntico, especialmente en casos con mayor complejidad infecciosa.

Desde la práctica clínica, estos hallazgos refuerzan la necesidad de implementar protocolos de irrigación basados en evidencia, más allá de la instrumentación mecánica, con el objetivo de lograr una eliminación más eficaz de los microorganismos presentes en el sistema de conductos radiculares.

En el ámbito educativo, los resultados aportan fundamentos para fortalecer la enseñanza de la irrigación endodóntica desde un enfoque microbiológico y basado en protocolos actualizados. Esto implica promover en los estudiantes el conocimiento sobre la selección adecuada de irrigantes, sus mecanismos de acción y la importancia de su uso combinado en la práctica clínica.

Desde el punto de vista investigativo, los hallazgos abren la posibilidad de desarrollar estudios con muestras más amplias que permitan confirmar los resultados y mejorar su validez externa. Asimismo, se sugiere la incorporación de variables adicionales, como la complejidad anatómica del conducto radicular, el tiempo de irrigación y los métodos de activación de los irrigantes.

De igual manera, estos resultados pueden servir como base para futuras investigaciones orientadas a comparar diferentes concentraciones de hipoclorito de sodio, nuevas soluciones irrigantes o sistemas de activación, contribuyendo al fortalecimiento de la evidencia científica en endodoncia.

11. Conclusiones

El uso de hipoclorito de sodio al 4.7% como protocolo de irrigación endodóntica permitió una reducción significativa de la carga bacteriana intracanal, evidenciando su efectividad como agente antimicrobiano durante el tratamiento de conductos radiculares.

El protocolo combinado de hipoclorito de sodio al 4.7% y EDTA al 17% demostró una mayor eficacia en la reducción de la carga bacteriana, alcanzando valores cercanos al 100 % en varios casos, lo que indica una mejor capacidad de desinfección del sistema de conductos radiculares.

La comparación entre ambos protocolos evidenció que el uso combinado de hipoclorito de sodio y EDTA presenta una mayor efectividad antimicrobiana en relación con el uso del hipoclorito de sodio de forma aislada.

Los resultados obtenidos permitieron rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alternativa, confirmando que existen diferencias significativas en la reducción de la carga bacteriana entre los protocolos evaluados.

Debido al tamaño limitado de la muestra, los resultados deben interpretarse con cautela; sin embargo, evidencian una tendencia favorable hacia el uso de protocolos de irrigación combinados en la práctica endodóntica.

12. Recomendaciones

Se recomienda la implementación de protocolos de irrigación combinados en la práctica clínica endodóntica, particularmente el uso de hipoclorito de sodio al 4.7% en alternancia con EDTA al 17%, debido a su mayor efectividad en la reducción de la carga bacteriana intracanal, especialmente en casos de necrosis pulpar. Asimismo, se sugiere que los profesionales de la odontología mantengan una actualización constante sobre protocolos de irrigación basados en evidencia científica, considerando la adecuada selección de irrigantes, su secuencia de aplicación y el tiempo de contacto, con el fin de optimizar la desinfección del sistema de conductos radiculares.

De igual manera, se recomienda garantizar el uso de materiales estériles durante la toma de muestras microbiológicas, especialmente las puntas de papel, con el propósito de evitar posibles contaminaciones que puedan alterar los resultados obtenidos. También se sugiere optimizar las técnicas de irrigación y muestreo para favorecer una adecuada penetración hasta la longitud de trabajo, permitiendo obtener muestras más representativas de la carga bacteriana intracanal.

En el ámbito académico, se recomienda fortalecer la enseñanza de la irrigación endodóntica en programas de grado y posgrado, promoviendo la comprensión de los fundamentos microbiológicos y la aplicación de protocolos clínicos actualizados que contribuyan a la formación de profesionales con criterios clínicos sólidos.

Finalmente, se recomienda el desarrollo de futuras investigaciones con muestras más amplias que permitan confirmar los resultados obtenidos y mejorar su validez externa. Asimismo, se sugiere incluir variables adicionales, como la complejidad anatómica del conducto radicular,

el tiempo de irrigación y los métodos de activación de los irrigantes, así como evaluar diferentes concentraciones de hipoclorito de sodio y nuevas soluciones irrigantes, con el fin de contribuir al desarrollo de protocolos más eficaces en el tratamiento endodóntico.

13. Referencias

- AlBatati, M. & AbuMostafa, A. (2024). The effect of final irrigation with different solutions on smear layer removal and dentin erosion: A scanning electron microscope study. *PLoS ONE*, 19(8), e0308606. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0308606>
- Atav, A., Zanza, A., Gunes, A., Testarelli, L., Galli, M., Erda, Q., Relucenti, M., Donfrancesco, O., & Gambarini, G. (2025). Recent innovations in endodontic irrigation and effects on smear layer removal: An ex-vivo study. *Clinical Oral Investigations*, 29(6), 309. <https://doi.org/10.1007/s00784-025-06387-1>
- American Association of Endodontists (2017, Junio 13). *Glossary of endodontic terms* <https://www.aae.org/specialty/clinical-resources/glossary-endodontic-terms/>
- Brito, P. R. S., Souza, L. C. A., Machado, A. G., Alves, F. R. F., De-Deus, G., Lopes, H. P., & Siqueira, J. F. (2020). Effects of different irrigation protocols on dentin surfaces: A scanning electron microscopy study. *Scientific Reports*, 10, 79003. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-79003-9>
- Byström, A., & Sundqvist, G. (1985). The antibacterial action of sodium hypochlorite and EDTA in 60 cases of endodontic therapy. *International Endodontic Journal*, 18(1), 35–40. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.1985.tb00416.x>
- Calt, S., & Serper, A. (2002). Time-dependent effects of EDTA on dentin structures. *Journal of Endodontics*, 28(1), 17–19. <https://doi.org/10.1097/00004770-200201000-00004>
- Hargreaves, Kenneth M., K. M., & Cohen, Stephen, S. (Eds.). (2015). *Pathways of the pulp* (11th ed.). [Elsevier](#).
- Hargreaves, Kenneth M., K. M., & Berman, Louis H., L. H. (Eds.). (2021). *Cohen's pathways of the pulp* (12th ed.). [Elsevier](#).

- Costerton, J. W., Stewart, P. S., & Greenberg, E. P. (1999). Bacterial biofilms: A common cause of persistent infections. *Science*, 284(5418), 1318–1322. <https://doi.org/10.1126/science.284.5418.1318>
- European Society of Endodontology. (2023). Clinical guidelines for endodontic treatment. International Endodontic Journal.
- Estrela, C., Estrela, C. R. A., Barbin, E. L., Spanó, J. C. E., Marchesan, M. A., & Pécora, J. D. (2002). Mechanism of action of sodium hypochlorite. *Brazilian Dental Journal*, 13(2), 113–117.
- Galo Haslam, G. A., & Blandón Paz, B. (2015). *Propuesta de protocolo de irrigación para la desinfección de conductos radiculares* [Tesis de especialidad, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, UNAN-León].
- Gomes, B. P. F. A., Aveiro, E., & Kishen, A. (2023). Irrigants and irrigation activation systems in endodontics. *Brazilian Oral Research*, 37, e05577. <https://doi.org/10.1590/0103-6440202305577>
- Gomes, B. P. F. A., Ferraz, C. C. R., Vianna, M. E., Berber, V. B., Teixeira, F. B., & Souza-Filho, F. J. (2001). In vitro antimicrobial activity of several concentrations of sodium hypochlorite and chlorhexidine gluconate in the elimination of *Enterococcus faecalis*. *International Endodontic Journal*, 34(6), 424–428. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2591.2001.00410.x>
- Gulabivala, K., Patel, B., Evans, G., & Ng, Y. L. (2005). Effects of mechanical and chemical procedures on root canal surfaces. *Endodontic Topics*, 10(1), 103–122.
- Haapasalo, M., Shen, Y., Qian, W., & Gao, Y. (2010). Irrigation in endodontics. *Dental Clinics of North America*, 54(2), 291–312. <https://doi.org/10.1016/j.cden.2009.12.001>

- Haapasalo, M., Shen, Y., Wang, Z., & Gao, Y. (2014). Irrigation in endodontics. *British Dental Journal*, 216(6), 299–303. <https://doi.org/10.1038/sj.bdj.2014.204>
- Hernández Sampieri, R., & Mendoza Torres, C. P. (2018). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill Education.
- Ingle, J. I., Bakland, L. K., & Baumgartner, J. C. (2019). *Ingle's endodontics* (7th ed.). BC Decker.
- Khabadze, Z., Generalova, Y., Kulikova, A., Podoprighora, I., Abdulkerimova, S., Bakaev, Y., Makeeva, M., Dashtieva, M., Balashova, M., Gadzhiev, F., Mordanov, O., Umarov, A., Tarik, H., Zoryan, A., Karnaeva, A., & Rakhmanov, Y. (2023). Irrigation in endodontics: Polyhexanide is a promising antibacterial polymer in root canal treatment. *Dentistry Journal*, 11(3), 65. <https://doi.org/10.3390/dj11030065>
- Kokate, S. R., Pawar, A. M., Hegde, V., & Lakhani, A. A. (2024). Comparative study of different irrigation protocols on smear layer removal. *Journal of Pharmacy and Bioallied Sciences*, 16(4), 105–112.
- Lottanti, S., Gautschi, H., Sener, B., & Zehnder, M. (2022). Evaluation of different irrigation regimens with sodium hypochlorite and EDTA in removing the smear layer during root canal preparation. *International Endodontic Journal*.
- Love, R. M. (2001). *Enterococcus faecalis*: A mechanism for its role in endodontic failure. *International Endodontic Journal*, 34(5), 399–405. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2591.2001.00437.x>
- Mareending, M., Luder, H. U., Brunner, T. J., Knecht, S., Stark, W. J., & Zehnder, M. (2007). Effect of sodium hypochlorite on human root dentine—Mechanical, chemical and structural

- evaluation. *International Endodontic Journal*, 40(10), 786–793.
<https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2007.01289.x>
- Mohammadi, Z. (2008). Sodium hypochlorite in endodontics: An update review. *International Dental Journal*, 58(6), 329–341.
- Nair, P. N. R. (2004). Pathogenesis of apical periodontitis and the causes of endodontic failures. *Critical Reviews in Oral Biology & Medicine*, 15(6), 348–381.
<https://doi.org/10.1177/154411130401500604>
- Orozco-Gallego, M. J., Pineda-Vélez, E. L., Rojas-Gutiérrez, W. J., Rincón-Rodríguez, M. L., & Agudelo-Suárez, A. A. (2025). Effectiveness of irrigation protocols in endodontic therapy: An umbrella review. *Dentistry Journal*, 13(6), 273. <https://doi.org/10.3390/dj13060273>
- Paul, S., Mukherjee, R., & Basu, S. (2024). Efficacy of sodium hypochlorite vs. EDTA: An in-vitro comparison of microbial load reduction. *Journal of Pharmacy and Bioallied Sciences*, 16(4), 115–120.
- Peters, O. A., Schönenberger, K., & Laib, A. (2001). Effects of four Ni-Ti preparation techniques on root canal geometry assessed by micro-computed tomography. *International Endodontic Journal*, 34(3), 221–230.
- Pereira, T. C., Dijkstra, R. J. B., Petridis, X., Sharma, P., van de Meer, W. J., van der Sluis, L. W. M., & de Andrade, F. B. (2021). Chemical and mechanical influence of root canal irrigation on biofilm removal from lateral morphological features of simulated root canals, dentine discs and dentinal tubules. *International Endodontic Journal*, 54(1), 112–129.
<https://doi.org/10.1111/iej.13399>

- Ricucci, D., Loghin, S., & Siqueira, J. F. (2022). Effects of sodium hypochlorite concentration on dentin microhardness: A systematic review. *International Endodontic Journal*, 55(2), 183–195.
- Sathorn, C., Parashos, P., & Messer, H. (2007). How useful is root canal culturing in predicting treatment outcome? *Journal of Endodontics*, 33(3), 220–225. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2006.11.006>
- Satria, E., Yanti, N., & Prasetya, W. (2025). Based endodontic irrigation materials: A literature review.
- Siqueira, J. F. (2002). Endodontic infections: Concepts, paradigms, and perspectives. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontics*, 94(3), 281–293.
- Siqueira, J. F. (2011). *Treatment of endodontic infections*. Quintessence Publishing.
- Siqueira, J. F., & Rôças, I. N. (2008). Clinical implications and microbiology of bacterial persistence after treatment procedures. *Journal of Endodontics*, 34(11), 1291–1301. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2008.07.028>
- Siqueira, J. F., & Rôças, I. N. (2009). Diversity of endodontic microbiota revisited. *Journal of Endodontics*, 35(6), 821–827. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2009.03.008>
- Siqueira, J. F., & Rôças, I. N. (2019). Present status and future directions in endodontic microbiology. *Endodontic Topics*, 41(1), 3–22. <https://doi.org/10.1111/iej.13677>
- Sjögren, U., Figdor, D., Persson, S., & Sundqvist, G. (1997). Influence of infection at the time of root filling on the outcome of endodontic treatment of teeth with apical periodontitis. *International Endodontic Journal*, 30(5), 297–306. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2591.1997.00092.x>

- Stuart, C. H., Schwartz, S. A., Beeson, T. J., & Owatz, C. B. (2006). *Enterococcus faecalis*: Its role in root canal treatment failure and current concepts in retreatment. *Journal of Endodontics*, 32(2), 93–98. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2005.10.049>
- Sigurdsson A, Garland RW, Le KT, Woo SM. 12-month Healing Rates after Endodontic Therapy Using the Novel Gentle Wave System: A Prospective Multicenter Clinical Study. *J Endod*. 2016 Jul;42(7):1040-8. doi: <https://doi.org/10.1016/j.joen.2016.04.017> PMID: 27325455
- Tay, F. R., Gu, L. S., Schoeffel, G. J., Wimmer, C., Susin, L., Zhang, K., Arun, S. N., Kim, J., Looney, S. W., & Pashley, D. H. (2010). Effect of vapor lock on root canal debridement by using a side-vented needle for positive-pressure irrigant delivery. *Journal of Endodontics*, 36(4), 745–750.
- Torabinejad, M., Handysides, R., Khademi, A. A., & Bakland, L. K. (2003). Clinical implications of the smear layer in endodontics: A review. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 94(6), 658–666.
- Torabinejad, M., & Walton, R. E. (2020). *Endodontics: Principles and practice* (6th ed.). Elsevier.
- Udoeye, C. I., & Jafarzadeh, H. (2021). A review on root canal irrigation solutions in endodontics.
- Vertucci, F. J. (2005). Root canal morphology and its relationship to endodontic procedures. *Endodontic Topics*, 10(1), 3–29.
- Violich, D. R., & Chandler, N. P. (2010). The smear layer in endodontics—A review. *International Endodontic Journal*, 43(1), 2–15. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2009.01627.x>
- Xu, J., Chen, X., Zhou, Y., & Wang, Z. (2022). Effects of sodium hypochlorite on dentin mechanical properties. *Journal of Dental Research*, 101(4), 367–374.

Zehnder, M. (2006). Root canal irrigants. *Journal of Endodontics*, 32(5), 389–398.

<https://doi.org/10.1016/j.joen.2005.09.014>

Zou, X., Zheng, X., Liang, Y., et al. (2024). Expert consensus on irrigation and intracanal medication in root canal therapy. *International Journal of Oral Science*, 16, 23.

<https://doi.org/10.1038/s41368-024-00280-5>

14. Apéndices / Anexos

14.1 Apéndices

Apéndice A

FICHA TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Instrucciones: Marque con (X) la opción correspondiente o complete en los espacios indicados.

Variable	Categoría / Respuesta 1	Categoría / Respuesta 2
Código del paciente	_____	
Edad	_____	
Sexo	☐ Masculino	☐ Femenino
Fecha	_____	
Operador clínico	_____	
Diente	_____	
Tipo de protocolo de irrigación	☐ NaOCl 4.7%	☐ NaOCl 4.7% + EDTA 17%
Volumen irrigante (ml)	_____	
Tiempo de contacto (min)	_____	
UFC/mL antes de irrigación	_____	
UFC/mL después de irrigación	_____	
Diferencia UFC/mL	_____	
Porcentaje de reducción	_____	

Apéndice B

Consentimiento Informado

Título del estudio:

Comparación de la efectividad de protocolos de irrigación con hipoclorito de sodio al 4.7% con y sin EDTA al 17% en la reducción de la carga bacteriana en conductos radiculares, en pacientes atendidos en la Clínica de endodoncia de la UNICA, 2026.

Investigador responsable: Dra. Heidy Jessenia Montes Espinoza

Institución: Clínica de Endodoncia — Universidad Cardenal Miguel Obando Bravo (UNICA)

Introducción:

Usted está siendo invitado(a) a participar en un estudio académico que tiene como finalidad evaluar la eficacia antimicrobiana de dos protocolos de irrigación utilizados durante el tratamiento endodóntico. Antes de decidir su participación, es importante que lea cuidadosamente la siguiente información.

Propósito del estudio:

El objetivo de esta investigación es comparar la reducción de bacterias en conductos radiculares utilizando hipoclorito de sodio al 4.7% solo y en alternancia con EDTA al 17%, con el fin de aportar evidencia científica para mejorar los tratamientos endodónticos.

Procedimiento:

Si acepta participar:

- Se realizará el tratamiento endodóntico indicado como parte de su atención odontológica habitual.
- Se tomarán muestras microbiológicas del conducto radicular antes y después de la irrigación.
- La toma de muestras se realizará con puntas de papel y no implica procedimientos adicionales invasivos.

Riesgos:

No se anticipan riesgos adicionales a los propios del tratamiento endodóntico convencional.

Beneficios:

Su participación contribuirá al avance del conocimiento científico en el área de endodoncia. No se garantiza un beneficio directo adicional.

Confidencialidad:

Toda la información obtenida será confidencial. Los datos serán codificados y utilizados únicamente con fines académicos, sin revelar su identidad.

Participación voluntaria:

Su participación es completamente voluntaria. Puede retirarse del estudio en cualquier momento sin afectar su atención odontológica.

Consentimiento:

He leído la información anterior, comprendí el propósito del estudio y acepto participar voluntariamente.

Nombre del participante: _____

Firma: _____

Fecha: _____

Nombre del investigador: _____

Firma: _____

14.2 Anexos

ANEXO A

Validación del instrumento por juicio de expertos

FICHA TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Instrucciones: Marque con (X) la opción correspondiente o complete en los espacios indicados.

Variable	Categoría / Respuesta 1	Categoría / Respuesta 2
Código del paciente	_____	
Edad	_____	
Sexo	☐ Masculino	☐ Femenino
Fecha	_____	
Operador clínico	_____	
Pieza dental	_____	
Tipo de protocolo de irrigación	☐ NaOCl 4.7%	☐ NaOCl 4.7% + EDTA 17%
Volumen irrigante (ml)	_____	
Tiempo de contacto (min)	_____	
UFC/ml antes de irrigación	_____	
UFC/ml después de irrigación	_____	
Diferencia UFC/ml	_____	
Porcentaje de reducción	_____	

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

Nombre del experto evaluador: Janilda Torrez T.Especialidad: EndodoncistaInstitución: U. Cardenal Miguel Obando Braro.Fecha de validación: 19-02-20

Valoración global del instrumento:

☒ Adecuado ☐ Requiere modificaciones ☐ No adecuado

Observaciones y sugerencias:

Firma: _____



FICHA TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Instrucciones: Marque con (X) la opción correspondiente o complete en los espacios indicados.

Variable	Categoría / Respuesta 1	Categoría / Respuesta 2
Código del paciente	_____	
Edad	_____	
Sexo	☐ Masculino	☐ Femenino
Fecha	_____	
Operador clínico	_____	
Pieza dental	_____	
Tipo de protocolo de irrigación	☐ NaOCl 4.7%	☐ NaOCl 4.7% + EDTA 17%
Volumen irrigante (ml)	_____	
Tiempo de contacto (min)	_____	
UFC/ml antes de irrigación	_____	
UFC/ml después de irrigación	_____	
Diferencia UFC/ml	_____	
Porcentaje de reducción	_____	

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

Nombre del experto evaluador: Ana Cecilia Baldizon.

Especialidad: Endodoncista

Institución: U. Cardenal Miguel Obando Bravo.

Fecha de validación: 19-02-20

Valoración global del instrumento:

☒ Adecuado ☐ Requiere modificaciones ☐ No adecuado

Observaciones y sugerencias:

Firma:

Ana Cecilia Baldizon

ANEXO B

Consentimientos Informados. Firmados

Consentimiento Informado

Título del estudio:

Efectividad del Hipoclorito de Sodio al 4.725% versus el Hipoclorito de Sodio al 4.725% combinado con EDTA al 17% en la desinfección de conductos radiculares de órganos dentales con diagnóstico de necrosis pulpar, en pacientes atendidos en la Clínica de Endodoncia de la UNICA, 2026

Investigador responsable:

Dra. Heidy Jessenia Montes Espinoza

Institución:

Clínica de Endodoncia — Universidad Cardenal Miguel Obando Bravo (UNICA)

Introducción:

Usted está siendo invitado(a) a participar en un estudio académico que tiene como finalidad evaluar la eficacia antimicrobiana de dos protocolos de irrigación utilizados durante el tratamiento endodóntico. Antes de decidir su participación, es importante que lea cuidadosamente la siguiente información.

Propósito del estudio:

El objetivo de esta investigación es comparar la reducción de bacterias en conductos radiculares utilizando hipoclorito de sodio al 4.7 % solo y en combinación con EDTA al 17 %, con el fin de aportar evidencia científica para mejorar los tratamientos endodónticos.

Procedimiento:

Si acepta participar:

- Se realizará el tratamiento endodóntico indicado como parte de su atención odontológica habitual.
- Se tomarán muestras microbiológicas del conducto radicular antes y después de la irrigación.
- La toma de muestras se realizará con puntas de papel estériles y no implica procedimientos adicionales invasivos.

Riesgos:

No se anticipan riesgos adicionales a los propios del tratamiento endodóntico convencional.

Beneficios:

Su participación contribuirá al avance del conocimiento científico en el área de endodoncia. No se garantiza un beneficio directo adicional.

Confidencialidad:

Toda la información obtenida será confidencial. Los datos serán codificados y utilizados únicamente con fines académicos, sin revelar su identidad.

Participación voluntaria:

Su participación es completamente voluntaria. Puede retirarse del estudio en cualquier momento sin afectar su atención odontológica.

Consentimiento:

He leído la información anterior, comprendí el propósito del estudio y acepto participar voluntariamente.

Nombre del participante: Martha Sarate

Firma: Martha Sarate

Fecha: 26-02-26

Nombre del investigador: Heidy Montoso

Firma: Heidy Montoso

Participación voluntaria:

Su participación es completamente voluntaria. Puede retirarse del estudio en cualquier momento sin afectar su atención odontológica.

Consentimiento:

He leído la información anterior, comprendí el propósito del estudio y acepto participar voluntariamente.

Nombre del participante: Ms. Asunción Cruz,

Firma: M. Asunción Cruz,

Fecha: 5-3-20

Nombre del investigador: Heidy Montes E.

Firma: Heidy Montes E.

Participación voluntaria:

Su participación es completamente voluntaria. Puede retirarse del estudio en cualquier momento sin afectar su atención odontológica.

Consentimiento:

He leído la información anterior, comprendí el propósito del estudio y acepto participar voluntariamente.

Nombre del participante: Luis Carrion Gutierrez

Firma: Luis Carrion

Fecha: 12-3-20

Nombre del investigador: Heidy Montes E.

Firma: Heidy Montes E.

Participación voluntaria:

Su participación es completamente voluntaria. Puede retirarse del estudio en cualquier momento sin afectar su atención odontológica.

Consentimiento:

He leído la información anterior, comprendí el propósito del estudio y acepto participar voluntariamente.

Nombre del participante: Landina Figueroa

Firma: Landina Figueroa.

Fecha: 05 - 3 - 26

Nombre del investigador: Heidy Montes E.

Firma: Heidy Montes E.

Participación voluntaria:

Su participación es completamente voluntaria. Puede retirarse del estudio en cualquier momento sin afectar su atención odontológica.

Consentimiento:

He leído la información anterior, comprendí el propósito del estudio y acepto participar voluntariamente.

Nombre del participante: Fco Mendez

Firma: Fco Mendez

Fecha: 12 - 03 - 20

Nombre del investigador: Heidy Montes E.

Firma: Heidy Montes E.

Participación voluntaria:

Su participación es completamente voluntaria. Puede retirarse del estudio en cualquier momento sin afectar su atención odontológica.

Consentimiento:

He leído la información anterior, comprendí el propósito del estudio y acepto participar voluntariamente.

Nombre del participante: Angelo

Firma: _____

Fecha: 05-03-26

Nombre del investigador: Heidy Montes E.

Firma: Heidy Montes E.

Participación voluntaria:

Su participación es completamente voluntaria. Puede retirarse del estudio en cualquier momento sin afectar su atención odontológica.

Consentimiento:

He leído la información anterior, comprendí el propósito del estudio y acepto participar voluntariamente.

Nombre del participante: ADA Nayelis Busto Marenco

Firma: Ada Busto

Fecha: 26-02-26

Nombre del investigador: Heidy Montes E.

Firma: Heidy Montes E.

Participación voluntaria:

Su participación es completamente voluntaria. Puede retirarse del estudio en cualquier momento sin afectar su atención odontológica.

Consentimiento:

He leído la información anterior, comprendí el propósito del estudio y acepto participar voluntariamente.

Nombre del participante: ^{López}
Adrian B. Rizo

Firma: _____

Fecha: 05-03-26

Nombre del investigador: Heidy Montes

Firma: Heidy Montes

Participación voluntaria:

Su participación es completamente voluntaria. Puede retirarse del estudio en cualquier momento sin afectar su atención odontológica.

Consentimiento:

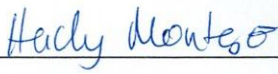
He leído la información anterior, comprendí el propósito del estudio y acepto participar voluntariamente.

Nombre del participante: Mayra Johari Ortiz Montoya

Firma: 

Fecha: 26-2-26

Nombre del investigador: Hady Montoya

Firma: 

ANEXO C

Resultados de cultivos

MINISTERIO DE SALUD
REPUBLICA DE NICARAGUA
HOSPITAL AMISTAD JAPON NICARAGUA
GRANADA

Nombre: _____ Expediente: _____
Sala: _____ N° de informe: _____ Fecha de recibido: 12/3/26 Fecha de entrega: 15/3/26
Tipo de examen: Crecimiento Microbiano Conteo de colonias: _____

Tipo de Muestra: I. <u>Conos de papel estériles (Exudado de arañetas)</u>		
Muestra	Crecimiento (Si/No)	Recuento Final (UFC/muestra o UFC/ml)
*Muestra A (Pre)	☐ Si ☐ No	88 UFC
Muestra B (Post)	☐ Si ☐ No	2 UFC

Observaciones:



RESPONSABLE BACTERIOLOGIA.

MINISTERIO DE SALUD
REPUBLICA DE NICARAGUA
HOSPITAL AMISTAD JAPON NICARAGUA
GRANADA

Nombre: _____ Expediente: _____
Sala: _____ N° de informe: _____ Fecha de recibido: 26/2/20 Fecha de entrega: 28/2/20
Tipo de examen: Crecimiento Microbiano Conteo de colonias: _____

Tipo de Muestra:		
I. <u>Conos de papel estériles (Exudado de conductor)</u>		
Muestra	Crecimiento (Si/No)	Recuento Final (UFC/muestra o UFC/ml)
Muestra A (Pre)	☒ Si ☐ No	33 UFC
Muestra B (Post)	☒ Si ☐ No	9 UFC

Observaciones:



RESPONSABLE BACTERIOLOGIA.

MINISTERIO DE SALUD
REPUBLICA DE NICARAGUA
HOSPITAL AMISTAD JAPON NICARAGUA
GRANADA

Nombre: _____ Expediente: _____

Sala: _____ N° de informe: _____ Fecha de recibido: 5/3/20 Fecha de entrega: 8/3/20

Tipo de examen: Crecimiento Microbiano Conteo de colonias: _____

Tipo de Muestra:		
I. <u>Conos de papel estériles (Exudado de conductos)</u>		
Muestra	Crecimiento (Si/No)	Recuento Final (UFC/muestra o UFC/ml)
Muestra A (Pre)	☐ Si ☐ No	60 UFC
Muestra B (Post)	☒ Si ☐ No	3 UFC

Observaciones:



RESPONSABLE BACTERIOLOGIA.

MINISTERIO DE SALUD
REPUBLICA DE NICARAGUA
HOSPITAL AMISTAD JAPON NICARAGUA
GRANADA

Nombre: _____ Expediente: _____

Sala: _____ N° de informe: _____ Fecha de recibido: 5/3/26 Fecha de entrega: 8/3/26

Tipo de examen: Crecimiento Microbauro Conteo de colonias: _____

Tipo de Muestra:		
I. <u>Conos de papel estériles/Exudado de conductos</u>		
Muestra	Crecimiento (Si/No)	Recuento Final (UFC/muestra o UFC/ml)
Muestra A (Pre)	☒ Si ☐ No	29 UFC
Muestra B (Post)	☐ Si ☒ No	0 UFC

Observaciones:



RESPONSABLE BACTERIOLOGIA.

MINISTERIO DE SALUD
REPUBLICA DE NICARAGUA
HOSPITAL AMISTAD JAPON NICARAGUA
GRANADA

Nombre: _____ Expediente: _____

Sala: _____ N° de informe: _____ Fecha de recibido: 5/3/26 Fecha de entrega: 8/3/26

Tipo de examen: Crecimiento Microbiano Conteo de colonias: _____

Tipo de Muestra:		
I. <u>Conos de papel estériles (Exudado de conducto)</u>		
Muestra	Crecimiento (Si/No)	Recuento Final (UFC/muestra o UFC/ml)
*Muestra A (Pre)	☒ Si ☐ No	80 UFC
Muestra B (Post)	☒ Si ☐ No	10 UFC

Observaciones:



RESPONSABLE BACTERIOLOGIA.

MINISTERIO DE SALUD
REPUBLICA DE NICARAGUA
HOSPITAL AMISTAD JAPON NICARAGUA
GRANADA

Nombre: _____ Expediente: _____

Sala: _____ N° de informe: _____ Fecha de recibido: 12/3/26 Fecha de entrega: 15/3/26

Tipo de examen: Crecimiento Microbiano Conteo de colonias: _____

Tipo de Muestra:		
I. <u>Conos de papel estériles (Exudado de conductos)</u>		
Muestra	Crecimiento (Si/No)	Recuento Final (UFC/muestra o UFC/ml)
Muestra A (Pre)	☒ Si ☐ No	27 UFC
Muestra B (Post)	☒ Si ☐ No	7 UFC

Observaciones:



RESPONSABLE BACTERIOLOGIA.

MINISTERIO DE SALUD
REPUBLICA DE NICARAGUA
HOSPITAL AMISTAD JAPON NICARAGUA
GRANADA

Nombre: _____ Expediente: _____

Sala: _____ N° de informe: _____ Fecha de recibido: 5/3/26 Fecha de entrega: 8/3/26

Tipo de examen: Crecimiento Microbiano Conteo de colonias: _____

Tipo de Muestra:		
I. <u>Conos de papel estériles (Exudado de conductos)</u>		
Muestra	Crecimiento (Si/No)	Recuento Final (UFC/muestra o UFC/ml)
Muestra A (Pre)	☒ Si ☐ No	38 UFC
Muestra B (Post)	☒ Si ☐ No	8 UFC

Observaciones:



RESPONSABLE BACTERIOLOGIA.

MINISTERIO DE SALUD
REPUBLICA DE NICARAGUA
HOSPITAL AMISTAD JAPON NICARAGUA
GRANADA

Nombre: _____ Expediente: _____
Sala: _____ N° de informe: _____ Fecha de recibido: 26/2/26 Fecha de entrega: 28/2/26
Tipo de examen: Crecimiento Microbiano Conteo de colonias: _____

Tipo de Muestra:		
I. <u>Conos de papel estériles (Exudado de conductos)</u>		
Muestra	Crecimiento (Si/No)	Recuento Final (UFC/muestra o UFC/ml)
Muestra A (Pre)	☒ Si ☐ No	45 UFC
Muestra B (Post)	☒ Si ☐ No	12 UFC

Observaciones:



RESPONSABLE BACTERIOLOGIA.

MINISTERIO DE SALUD
REPUBLICA DE NICARAGUA
HOSPITAL AMISTAD JAPON NICARAGUA
GRANADA

Nombre: _____ Expediente: _____
Sala: _____ N° de informe: _____ Fecha de recibido: 26/2/26 Fecha de entrega: 29/2/26
Tipo de examen: Crecimiento y sensibilidad Conteo de colonias: _____

Tipo de Muestra:		
I. <u>Conos de papel estériles (Exudado de conductos)</u>		
Muestra	Crecimiento (Si/No)	Recuento Final (UFC/muestra o UFC/ml)
Muestra A (Pre)	☒ Sí ☐ No	<u>85 UFC</u>
Muestra B (Post)	☒ Sí ☐ No	<u>2 UFC</u>

Observaciones: _____



RESPONSABLE BACTERIOLOGIA.

MINISTERIO DE SALUD
REPUBLICA DE NICARAGUA
HOSPITAL AMISTAD JAPON NICARAGUA
GRANADA

Nombre: _____ Expediente: _____

Sala: _____ N° de informe: _____ Fecha de recibido: 12/3/26 Fecha de entrega: 15/3/26

Tipo de examen: Crecimiento florido Conteo de colonias: _____

Tipo de Muestra:		
I. <u>Conor de papel estéril (Exudado de conductos)</u>		
Muestra	Crecimiento (Si/No)	Recuento Final (UFC/muestra o UFC/ml)
Muestra A (Pre)	☒ Si ☐ No	<u>75 UFC</u>
Muestra B (Post)	☒ Si ☐ No	<u>1 UFC</u>

Observaciones:



RESPONSABLE BACTERIOLOGIA.

ANEXO D

Registros de datos obtenidos

FICHA TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Instrucciones: Marque con (X) la opción correspondiente o complete en los espacios indicados.

Variable	Categoría / Respuesta 1	Categoría / Respuesta 2
Código del paciente	<u>2026-0550ED</u>	
Edad	<u>43 a</u>	
Sexo	☐ Masculino	☒ Femenino
Fecha	<u>26-2-26</u>	
Operador clínico	<u>William Gonzalez</u>	
Pieza dental	<u># 3.6</u>	
Tipo de protocolo de irrigación	☐ NaOCl 4.7%	☒ NaOCl 4.7% + EDTA 17%
Volumen irrigante (ml)	<u>5 mL</u>	
Tiempo de contacto (min)	<u>1 min</u>	
UFC/ml antes de irrigación	<u>830ufc</u>	
UFC/ml después de irrigación	<u>2 ufc</u>	
Diferencia UFC/ml	<u>830ufc</u>	
Porcentaje de reducción	<u>97.64%</u>	

FICHA TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Instrucciones: Marque con (X) la opción correspondiente o complete en los espacios indicados.

Variable	Categoría / Respuesta 1	Categoría / Respuesta 2
Código del paciente	<u>2026-05-29 ED</u>	
Edad	<u>64 a</u>	
Sexo	☐ Masculino	☒ Femenino
Fecha	<u>26-02-26</u>	
Operador clínico	<u>Alex Larios</u>	
Pieza dental	<u># 4.6</u>	
Tipo de protocolo de irrigación	☒ NaOCl 4.7%	☐ NaOCl 4.7% + EDTA 17%
Volumen irrigante (ml)	<u>5 ml</u>	
Tiempo de contacto (min)	<u>1 min</u>	
UFC/ml antes de irrigación	<u>33 ufc</u>	
UFC/ml después de irrigación	<u>9 ufc</u>	
Diferencia UFC/ml	<u>24 ufc</u>	
Porcentaje de reducción	<u>72.72%</u>	

FICHA TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Instrucciones: Marque con (X) la opción correspondiente o complete en los espacios indicados.

Variable	Categoría / Respuesta 1	Categoría / Respuesta 2
Código del paciente	<u>2026-0670ED</u>	
Edad	<u>57a</u>	
Sexo	☐ Masculino	☒ Femenino
Fecha	<u>05-03-26</u>	
Operador clínico	<u>Alison Fonseca</u>	
Pieza dental	<u># 1.2</u>	
Tipo de protocolo de irrigación	☒ NaOCl 4.7%	☐ NaOCl 4.7% + EDTA 17%
Volumen irrigante (ml)	<u>5ml</u>	
Tiempo de contacto (min)	<u>1 min</u>	
UFC/ml antes de irrigación	<u>89 ufc</u>	
UFC/ml después de irrigación	<u>10 ufc</u>	
Diferencia UFC/ml	<u>79 ufc</u>	
Porcentaje de reducción	<u>88.76 %</u>	

FICHA TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Instrucciones: Marque con (X) la opción correspondiente o complete en los espacios indicados.

Variable	Categoría / Respuesta 1	Categoría / Respuesta 2
Código del paciente	<u>2026-0777ED</u>	
Edad	<u>54</u>	
Sexo	☒ Masculino	☐ Femenino
Fecha	<u>12-3-26</u>	
Operador clínico	<u>Diana Hernandez</u>	
Pieza dental	<u>#2.5</u>	
Tipo de protocolo de irrigación	☐ NaOCl 4.7%	☒ NaOCl 4.7% + EDTA 17%
Volumen irrigante (ml)	<u>5 ml</u>	
Tiempo de contacto (min)	<u>1 min</u>	
UFC/ml antes de irrigación	<u>880fc</u>	
UFC/ml después de irrigación	<u>20fc</u>	
Diferencia UFC/ml	<u>860fc</u>	
Porcentaje de reducción	<u>97.72%</u>	

FICHA TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Instrucciones: Marque con (X) la opción correspondiente o complete en los espacios indicados.

Variable	Categoría / Respuesta 1	Categoría / Respuesta 2
Código del paciente	<u>2026-0673ED</u>	
Edad	<u>59 a</u>	
Sexo	☐ Masculino	☒ Femenino
Fecha	<u>5-3-26</u>	
Operador clínico	<u>Janssi Argenti</u>	
Pieza dental	<u># 2.5</u>	
Tipo de protocolo de irrigación	☐ NaOCl 4.7%	☒ NaOCl 4.7% + EDTA 17%
Volumen irrigante (ml)	<u>5 mL</u>	
Tiempo de contacto (min)	<u>1 min</u>	
UFC/ml antes de irrigación	<u>60 ufc</u>	
UFC/ml después de irrigación	<u>3 ufc</u>	
Diferencia UFC/ml	<u>57 ufc</u>	
Porcentaje de reducción	<u>95 %</u>	

FICHA TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Instrucciones: Marque con (X) la opción correspondiente o complete en los espacios indicados.

Variable	Categoría / Respuesta 1	Categoría / Respuesta 2
Código del paciente	<u>2026-0735ED</u>	
Edad	<u>63 a</u>	
Sexo	☒ Masculino	☐ Femenino
Fecha	<u>12-03-26</u>	
Operador clínico	<u>José Martínez</u>	
Pieza dental	<u># 2.4</u>	
Tipo de protocolo de irrigación	☐ NaOCl 4.7%	☒ NaOCl 4.7% + EDTA 17%
Volumen irrigante (ml)	<u>5 ml</u>	
Tiempo de contacto (min)	<u>1 min</u>	
UFC/ml antes de irrigación	<u>75 ufc</u>	
UFC/ml después de irrigación	<u>1 ufc</u>	
Diferencia UFC/ml	<u>74 ufc</u>	
Porcentaje de reducción	<u>98.66%</u>	

FICHA TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Instrucciones: Marque con (X) la opción correspondiente o complete en los espacios indicados.

Variable	Categoría / Respuesta 1	Categoría / Respuesta 2
Código del paciente	<u>2026-0663ED</u>	
Edad	<u>34a</u>	
Sexo	☒ Masculino	☐ Femenino
Fecha	<u>5-3-26</u>	
Operador clínico	<u>Diana Hernandez</u>	
Pieza dental	<u># 25</u>	
Tipo de protocolo de irrigación	☒ NaOCl 4.7%	☐ NaOCl 4.7% + EDTA 17%
Volumen irrigante (ml)	<u>5 mL</u>	
Tiempo de contacto (min)	<u>1 min</u>	
UFC/ml antes de irrigación	<u>38 ufc</u>	
UFC/ml después de irrigación	<u>8 ufc</u>	
Diferencia UFC/ml	<u>30 ufc</u>	
Porcentaje de reducción	<u>78.94%</u>	

FICHA TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Instrucciones: Marque con (X) la opción correspondiente o complete en los espacios indicados.

Variable	Categoría / Respuesta 1	Categoría / Respuesta 2
Código del paciente	<u>2026-0663ED</u>	
Edad	<u>34 a</u>	
Sexo	☒ Masculino	☐ Femenino
Fecha	<u>12-03-26</u>	
Operador clínico	<u>Diana Hernandez</u>	
Pieza dental	<u>#2.6</u>	
Tipo de protocolo de irrigación	☒ NaOCl 4.7%	☐ NaOCl 4.7% + EDTA 17%
Volumen irrigante (ml)	<u>5 ml</u>	
Tiempo de contacto (min)	<u>1 min</u>	
UFC/ml antes de irrigación	<u>27 ufc</u>	
UFC/ml después de irrigación	<u>7 ufc</u>	
Diferencia UFC/ml	<u>20 ufc</u>	
Porcentaje de reducción	<u>74.07%</u>	

FICHA TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Instrucciones: Marque con (X) la opción correspondiente o complete en los espacios indicados.

Variable	Categoría / Respuesta 1	Categoría / Respuesta 2
Código del paciente	<u>2026-0455 ED</u>	
Edad	<u>23 a</u>	
Sexo	☐ Masculino	☒ Femenino
Fecha	<u>26-2-26</u>	
Operador clínico	<u>Alex Larios</u>	
Pieza dental	<u>+ 3.5</u>	
Tipo de protocolo de irrigación	☒ NaOCl 4.7%	☐ NaOCl 4.7% + EDTA 17%
Volumen irrigante (ml)	<u>5 ml</u>	
Tiempo de contacto (min)	<u>1 min</u>	
UFC/ml antes de irrigación	<u>45 ufc</u>	
UFC/ml después de irrigación	<u>12 ufc</u>	
Diferencia UFC/ml	<u>33. ufc</u>	
Porcentaje de reducción	<u>73.33 ufc</u>	

FICHA TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Instrucciones: Marque con (X) la opción correspondiente o complete en los espacios indicados.

Variable	Categoría / Respuesta 1	Categoría / Respuesta 2
Código del paciente	<u>2026-0664ED</u>	
Edad	<u>16 a</u>	
Sexo	☒ Masculino	☐ Femenino
Fecha	<u>05-03-26</u>	
Operador clínico	<u>Alyn Mendoza</u>	
Pieza dental	<u># 1.6</u>	
Tipo de protocolo de irrigación	☐ NaOCl 4.7%	☒ NaOCl 4.7% + EDTA 17%
Volumen irrigante (ml)	<u>5 ml</u>	
Tiempo de contacto (min)	<u>1 min</u>	
UFC/ml antes de irrigación	<u>29 ufc</u>	
UFC/ml después de irrigación	<u>0</u>	
Diferencia UFC/ml	<u>29 ufc</u>	
Porcentaje de reducción	<u>100 %</u>	

ANEXO E

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS DE PUBLICACIÓN

Yo, **Heidy Jessenia Montes Espinoza**, con cédula de identidad No. **201031198003T**, egresada del programa académico de grado, **Especialidad en Endodoncia y Microcirugía**, declaro que:

El contenido del presente documento es resultado de mi trabajo personal. Toda la información presentada respeta los derechos de autor, y en los casos en que se han utilizado fuentes externas, estas han sido debidamente citadas. En consecuencia, ante cualquier notificación de plagio, copia o incumplimiento de las normas de citación, asumo la responsabilidad correspondiente frente a cualquier litigio o reclamación relacionada con derechos de propiedad intelectual, exonerando de toda responsabilidad a la Universidad Cardenal Miguel Obando Bravo (UNICA).

Asimismo, autorizo a la Universidad Cardenal Miguel Obando Bravo (UNICA) a publicar la versión aprobada de mi trabajo de investigación, titulado:

“Comparación de la efectividad de protocolos de irrigación con hipoclorito de sodio al 4.7% con y sin EDTA al 17% en la reducción de la carga bacteriana en conductos radiculares, en pacientes atendidos en la Clínica de endodoncia de la UNICA, 2026.”,

en el campus virtual y en otros espacios de divulgación académica, bajo la licencia Atribución-No Comercial-Sin Derivados, de carácter irrevocable y de alcance universal, que permite la difusión libre e inmediata del contenido.

La presente declaración se realiza de forma libre y voluntaria, con el propósito de contribuir al fortalecimiento de la producción científica.

Para constancia de lo anterior, firmo la presente declaración en la ciudad de Managua, Nicaragua, a los ____ días del mes de _____ del año ____.

Atentamente,

Heidy Jessenia Montes Espinoza

hmontes@unica.edu.ni

Firma

ANEXO F

Método de muestreo y procesamiento

Una vez obtenido el consentimiento informado del paciente, se procedió a la recolección de muestras microbiológicas siguiendo un protocolo estandarizado, conforme a los objetivos de la investigación:

- a. Se realizó la selección del caso clínico de acuerdo con los criterios de inclusión establecidos, incluyendo diagnóstico de necrosis pulpar confirmado clínica y radiográficamente.
- b. La apertura cameral, instrumentación y preparación del conducto radicular fueron realizadas por residentes de la Especialidad de Endodoncia de la Clínica de la UNICA, bajo protocolo clínico establecido.
- c. La participación del investigador se centró en la toma de muestras microbiológicas, realizada posterior a la determinación de la longitud de trabajo.
- d. Para la recolección de las muestras, se introdujeron puntas de papel dentro del conducto radicular durante 60 segundos. Cabe señalar que, aunque las puntas fueron utilizadas bajo condiciones clínicas controladas, no se contaba con verificación de esterilidad individual, lo cual constituye una posible fuente de variabilidad en los resultados.
- e. Posteriormente, las puntas fueron colocadas en tubos Eppendorf previamente identificados, conteniendo medio de agar sangre para su conservación.
- f. Las muestras fueron rotuladas y almacenadas en un termo refrigerado con hielo, con el fin de mantener condiciones de temperatura controlada durante su transporte y preservar la viabilidad bacteriana.

g. Las muestras fueron trasladadas al Hospital Japón–Nicaragua en Granada, donde fueron recibidas y procesadas por el laboratorio microbiológico.

h. En el laboratorio se realizó la siembra de las muestras en medio de cultivo agar sangre, seguida de su incubación a 37 °C durante un período de 24 a 48 horas.

i. Finalmente, se efectuó el recuento de unidades formadoras de colonias (UFC/mL), permitiendo cuantificar la carga bacteriana antes y después de la aplicación de los protocolos de irrigación.