

Universidad Católica Redemptoris Mater

Facultad de Odontología



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

Línea de investigación: Salud y bienestar

Sublínea de investigación: Endodoncia

*Comparación de la eficacia clínica y antimicrobiana de hidróxido de calcio en
órganos dentales no vitales tratados en la especialidad de endodoncia, UNICA
agosto 2025*

AUTOR

Gadea, Diego Fernando

<https://orcid.org/0009-0001-2806-866X>

Managua, Nicaragua

Noviembre del 2025

Universidad Católica Redemptoris Mater

Facultad de Odontología



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

Línea de investigación: Salud y bienestar

Sublínea de investigación: Endodoncia

*Comparación de la eficacia clínica y antimicrobiana de hidróxido de calcio en
órganos dentales no vitales tratados en la especialidad de endodoncia, UNICA
agosto 2025*

AUTOR

Gadea, Diego Fernando

<https://orcid.org/0009-0001-2806-866X>

TUTOR CIENTÍFICO

Dr. Rodolfo Marcial Sánchez Sánchez

Especialista en Endodoncia

<https://orcid.org/0009-0002-9223-2468>

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>

ASESOR REDACCIÓN/ESTILO

MSc. Marvin Antonio González Ortega

Profesor de Tiempo Completo/UNICA

<https://orcid.org/0009-0006-7545-4172>

Managua, Nicaragua

Noviembre del 2025

CARTA AVAL TUTOR CIENTÍFICO

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

Comparación de la eficacia clínica y antimicrobiana de hidróxido de calcio en órganos dentales no vitales tratados en la especialidad de endodoncia, UNICA agosto 2025

Realizado por Diego Fernando Gadea, 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 al Dr. Diego Fernando Gadea, 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 octubre de 2025.

Atentamente,

Dr. Rodolfo Marcial Sánchez
Especialista en Endodoncia
rsanchez7@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 eficacia clínica y antimicrobiana de hidróxido de calcio en órganos dentales no vitales tratados en la especialidad de endodoncia, UNICA agosto 2025

Realizado por Diego Fernando Gadea, 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 (3ª. Edición).

Y para que así conste, en cumplimiento con la normativa vigente, autorizo al Dr. Diego Fernando Gadea, 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 octubre de 2025.

Atentamente,

PhD. José Jesús Mendoza Casanova
Profesor Investigador/UNICA
jmendoza8@unica.edu.ni

Dedicatoria

A mi madre, por su amor incondicional, su apoyo constante y por enseñarme el valor del esfuerzo y la perseverancia.

A mi novia, por su amor, comprensión y por estar a mi lado en cada etapa de este proceso. Gracias por animarme en los momentos difíciles, por tu paciencia, y por ser una fuente constante de motivación y alegría. Este logro también es tuyo.

A mi familia, por estar presente en cada paso de este camino, con palabras de aliento y confianza en mí.

A mis amigos, por compartir alegrías, desafíos y largas jornadas de estudio. Y a cada persona que, de una u otra forma, formó parte de este proceso. Este logro también es de ustedes.

Agradecimiento

A los docentes de la especialidad de Endodoncia de la UNICA, por su compromiso, orientación y valiosas enseñanzas que contribuyeron de manera decisiva a mi formación profesional. Su guía y exigencia académica me motivaron a desarrollar una visión crítica, científica y humana de la odontología.

A los investigadores y profesionales que aportaron con sus conocimientos, tiempo y experiencia al desarrollo de este estudio, agradezco profundamente su colaboración y disposición. Sus aportes enriquecieron la investigación y fueron fundamentales para lograr resultados significativos.

A mi madre, por su amor incondicional, su apoyo constante y por enseñarme el valor del esfuerzo y la perseverancia. Tu ejemplo y dedicación han sido la guía que me ha impulsado a superar cada obstáculo y alcanzar cada meta.

A mi abuela, cuya sabiduría, cariño y apoyo inquebrantable han sido una inspiración a lo largo de mi vida. Gracias por tus oraciones, tus palabras de aliento y por ser un pilar fundamental en cada etapa de mi formación personal y profesional.

A mi novia, por su amor, comprensión y por acompañarme con paciencia y ternura en cada momento de este proceso. Gracias por animarme en los días difíciles, celebrar mis logros como tuyos y recordarme siempre la importancia de creer en mí mismo. Este logro también te pertenece.

Agradezco profundamente al Dr. Rodolfo Sánchez, mi tutor de tesis, por su invaluable orientación, dedicación y paciencia a lo largo de todo este proceso. Su guía académica y su compromiso con la excelencia científica fueron fundamentales para el desarrollo de esta investigación. Su apoyo constante ha sido una fuente de inspiración y aprendizaje profesional.

Resumen

La presente investigación tuvo como objetivo general comparar la eficacia clínica y antimicrobiana de tres marcas comerciales de hidróxido de calcio utilizadas como medicación intracanal en órganos dentales no vitales, tratados en la especialidad de Endodoncia de la Universidad Católica (UNICA) durante el mes de agosto de 2025. El estudio buscó establecer cuál de las formulaciones evaluadas presenta mejor desempeño en la reducción de la carga bacteriana y en la resolución clínica de los signos y síntomas asociados a la necrosis pulpar.

La investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, de tipo aplicado, correlacional, transversal y de campo, con recolección directa de datos en la clínica universitaria. La muestra estuvo conformada por pacientes con diagnóstico pulpar no vital que cumplían criterios clínicos homogéneos. Los conductos radiculares fueron instrumentados hasta la lima 35/04, irrigados con hipoclorito de sodio al 3.25% y sometidos a activación ultrasónica. Posteriormente, los conductos fueron secados cuidadosamente con conos de papel estériles antes de la toma de la muestra microbiológica inicial, garantizando condiciones asépticas para el análisis. El hidróxido de calcio se mantuvo dentro del conducto radicular durante un periodo controlado de 7 a 15 días, tiempo considerado clínicamente adecuado para evaluar su efecto antimicrobiano y la evolución clínica de los pacientes tratados.

Los resultados mostraron una reducción significativa de la carga bacteriana intracanal en las tres marcas comerciales, con diferencias en la magnitud de la respuesta antimicrobiana y en la evolución clínica postratamiento.

Se concluye que, aunque las tres marcas comerciales de hidróxido de calcio demostraron eficacia antimicrobiana y clínica, una de ellas presentó resultados superiores en la reducción bacteriana y en la resolución sintomática, evidenciando variabilidad en el desempeño según la formulación y el vehículo utilizado. Estos hallazgos refuerzan la importancia de comparar presentaciones comerciales bajo condiciones clínicas controladas para optimizar la selección del material más efectivo en la práctica endodóntica.

Palabras claves

Hidróxido de calcio, eficacia microbiana, eficacia clínica, medicación intracanal.

Abstract

The present research aimed to compare the clinical and antimicrobial efficacy of three commercial brands of calcium hydroxide used as intracanal medication in non-vital teeth treated in the Endodontics specialty clinic at Universidad Católica (UNICA) during August 2025. The study sought to determine which of the evaluated formulations demonstrated superior performance in reducing bacterial load and achieving clinical resolution of signs and symptoms associated with pulpal necrosis.

This quantitative, applied, correlational, cross-sectional, and field-based study was conducted through direct data collection in the university clinic. The sample included patients diagnosed with non-vital pulp who met rigorous inclusion criteria to ensure homogeneous clinical conditions. Root canals were mechanically prepared up to file 35/04, irrigated with 3.25% sodium hypochlorite, activated ultrasonically, and dried with sterile paper points prior to sample collection. Calcium hydroxide remained inside the canal for 7 to 15 days before the final evaluation. Data were obtained through direct clinical observation and microbiological analysis in a certified laboratory, using a technical data sheet designed to record clinical evolution and bacterial colony counts before and after intracanal medication.

The results showed a significant reduction in intracanal bacterial load across all three commercial brands, with observable differences in the magnitude of antimicrobial response and post-treatment clinical evolution. It was concluded that while all evaluated formulations of calcium hydroxide demonstrated antimicrobial efficacy, one brand exhibited superior clinical performance, underscoring the importance of comparative evaluation for evidence-based material selection in endodontic therapy.

Keywords

Calcium hydroxide, clinical efficacy, antimicrobial efficacy, intracanal medication.

Índice de contenido

1.	Introducción.....	1
2.	Antecedentes.....	4
3.	Contexto del problema.....	9
4.	Pregunta de investigación	12
5.	Objetivos	13
5.1	Objetivo general	13
5.2	Objetivos específicos	13
6.	Justificación	14
7.	Limitantes de la investigación.....	17
8.	Marco teórico	19
9.	Marco metodológico	45
9.1	Tipo de investigación	45
9.2	Hipótesis de investigación	47
9.3	Definición operativa de las variables.....	48
9.4	Población y muestra	50
9.5	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	50
	Criterios de inclusión y exclusión	53
9.6	Validez y confiabilidad de los instrumentos.....	54
9.7	Procedimientos para el procesamiento y análisis de información	55
9.8	Consideraciones éticas	56
10.	Resultados y discusión	58
11.	Conclusiones	71
12.	Recomendaciones	72
13.	Referencias	74
14.	Apéndices / Anexos	77

14.1	Apéndices	77
14.2	Anexos	88

Índice de tablas

Tabla 1	48
Tabla 2	49
Tabla 3	49
Tabla 4	58
Tabla 5	59
Tabla 6	60
Tabla 7	63
Tabla 8	64
Tabla 9	64

Índice de figuras

Figura 1	32
Figura 2	33
Figura 3	34
Figura 4	42
Figura 5	43
Figura 6	44
Figura 7	51
Figura 8	52
Figura 9	53
Figura 10	58
Figura 11	59
Figura 12	60
Figura 13	61
Figura 14	62
Figura 15	63

1. Introducción

El tratamiento endodóntico constituye uno de los procedimientos más relevantes dentro de la odontología conservadora, ya que su principal objetivo es mantener la integridad funcional y estructural de los órganos dentales afectados por procesos infecciosos o inflamatorios pulpares. En el contexto actual de la endodoncia, la desinfección completa del sistema de conductos radiculares continúa siendo un reto clínico, especialmente en los casos de necrosis pulpar, donde la colonización bacteriana y la formación de biopelículas intraconducto dificultan la erradicación total de los microorganismos. Esta problemática ha impulsado el desarrollo y la evaluación de agentes antimicrobianos intracanal que, como el hidróxido de calcio, desempeñan un papel crucial en la fase intermedia del tratamiento en dientes no vitales.

El hidróxido de calcio $[\text{Ca}(\text{OH})_2]$ se ha consolidado durante décadas como el material de elección para la medicación intracanal, gracias a su capacidad antimicrobiana, su efecto neutralizante sobre endotoxinas bacterianas y su influencia positiva en la reparación periapical. Su mecanismo de acción se basa en la liberación de iones hidroxilo que elevan el pH del medio, creando condiciones desfavorables para la supervivencia bacteriana. Sin embargo, estudios recientes han demostrado que su efectividad puede variar dependiendo del vehículo utilizado, la concentración del compuesto, la presentación comercial y el tiempo de permanencia en el conducto radicular, lo que justifica la necesidad de comparar su desempeño clínico y microbiológico bajo diferentes formulaciones.

En el ámbito clínico, las infecciones persistentes continúan representando una de las principales causas de fracaso del tratamiento endodóntico. Diversos autores han señalado que microorganismos como *Enterococcus faecalis* o *Candida albicans* pueden sobrevivir a los procedimientos de instrumentación y limpieza, manteniéndose activos incluso después de la irrigación con soluciones de hipoclorito de sodio. En este escenario, el uso de medicaciones intracanal basadas en hidróxido de calcio entre citas se vuelve fundamental para eliminar los microorganismos remanentes y reducir la inflamación periapical, promoviendo condiciones favorables para la cicatrización de los tejidos.

El presente estudio surge como respuesta a la necesidad de generar evidencia comparativa sobre la eficacia clínica y antimicrobiana de diferentes marcas comerciales de hidróxido de calcio empleadas en la especialidad de endodoncia de la Universidad Católica (UNICA). Esta comparación permite no solo identificar diferencias en su comportamiento biológico, sino también establecer criterios clínicos de selección más objetivos, basados en resultados empíricos obtenidos bajo condiciones controladas. La investigación busca, por tanto, aportar información científica que contribuya a optimizar los protocolos terapéuticos en casos de necrosis pulpar.

Desde una perspectiva metodológica, la investigación adopta un enfoque cuantitativo, con un diseño de campo, transversal y de tipo aplicado. El estudio fue desarrollado con pacientes atendidos en la clínica de endodoncia de la UNICA durante el periodo agosto de 2025, cumpliendo criterios estrictos de inclusión y exclusión. Se emplearon procedimientos de observación clínica directa y análisis microbiológico para determinar la reducción de la carga bacteriana intracanal y la evolución sintomatológica posterior a la aplicación de tres diferentes presentaciones comerciales de hidróxido de calcio.

El propósito central de esta investigación es comparar la eficacia clínica y antimicrobiana del hidróxido de calcio en órganos dentales no vitales, evaluando de manera integral su capacidad para disminuir la carga bacteriana y controlar los signos y síntomas clínicos asociados al proceso infeccioso. Asimismo, pretende establecer cuál de las tres marcas comerciales analizadas demuestra un desempeño superior en términos de desinfección y respuesta clínica, proporcionando así un referente para futuras investigaciones en el campo de la endodoncia.

En cuanto a su estructura, el presente informe de investigación se encuentra organizado en diversos acápites que permiten una comprensión progresiva del estudio. En primer lugar, se presenta el planteamiento del problema, donde se describe la justificación, la formulación del problema y los objetivos general y específicos. Posteriormente, se desarrolla el marco teórico y referencial, que recopila antecedentes y fundamentos conceptuales relacionados con la biocompatibilidad y la eficacia antimicrobiana del

hidróxido de calcio. A continuación, el marco metodológico detalla el tipo de estudio, la población y muestra, los instrumentos utilizados y el procedimiento de recolección y análisis de datos.

Finalmente, el informe incluye los resultados obtenidos del análisis clínico y microbiológico, seguidos de la discusión, donde se contrastan los hallazgos con investigaciones previas y se interpretan las implicaciones clínicas de los mismos. El documento culmina con las conclusiones y recomendaciones, que sintetizan los aportes del estudio y orientan futuras líneas de investigación en el área de la endodoncia. En conjunto, esta estructura proporciona una secuencia lógica y científica que guía al lector desde la problemática inicial hasta los aportes finales del trabajo.

2. Antecedentes

A nivel internacional

En una revisión bibliográfica efectuada en la Universidad Mayor de San Andrés, en Bolivia, Gutiérrez et. al, (2022) publicaron un artículo sobre “Efectividad del hidróxido de calcio combinado con diferentes vehículos en periodontitis apical”, el objetivo fue determinar en base a la revisión bibliográfica la efectividad, sustentividad de la acción antimicrobiana y pH del hidróxido de calcio con diferentes vehículos para medicación intraconducto.

Los vehículos que mostraron mejores resultados manteniendo un pH más alcalino del hidróxido de calcio fueron propilenglicol, agua destilada y clorhexidina al 2%. El vehículo que mostró mejores propiedades para potencializar el efecto antimicrobiano del hidróxido de calcio es el propilenglicol puesto que es un vehículo viscoso que evidenció mejores características potenciadoras. Ellos concluyeron que el propilenglicol es el predilecto para ser utilizado, manteniendo un pH estable y alcalino, con una gran acción antimicrobiana aportando así una desinfección eficaz del sistema de conductos radiculares.

En Bucharest, Rumania, Gheorghiu et al. (2018) publicaron un artículo “Estudio in vivo del tratamiento endodóntico con hidróxido de calcio en la periodontitis apical crónica” el objetivo de este estudio fue evaluar in vivo la eficacia del tratamiento endodóntico con hidróxido de calcio en la periodontitis apical crónica mediante la determinación de la carga microbiana del espacio endodóntico en diferentes etapas del tratamiento. Las determinaciones microbiológicas realizadas permitieron concluir que el hidróxido de calcio posee una actividad antimicrobiana considerable, pero solo con un contacto prolongado con los conductos radiculares. Otro resultado importante es el papel esencial del riguroso tratamiento biomecánico de los conductos radiculares: la medicación intraconducto con hidróxido de calcio se dirige principalmente a los microorganismos presentes en las ramificaciones del conducto radicular.

Ellos concluyeron que, en cuanto al efecto bactericida del hidróxido de calcio utilizado como apósito entre citas endodóntico, podemos concluir que posee una baja capacidad de desinfección endodóntica a las 48 horas de su colocación, pero a los 10 días,

su eficacia aumenta considerablemente. Por lo tanto, se ha demostrado que el hidróxido de calcio posee una formidable actividad antimicrobiana, pero solo con un contacto prolongado con los conductos radiculares.

A nivel regional

Siqueira et al. (1999) realizaron una revisión crítica en Rio de Janeiro, Brasil en la revisión de la literatura, la función principal del hidróxido de calcio como medicamento intraconducto de rutina es proporcionar actividad antimicrobiana. Sin embargo, los mecanismos de esta actividad antimicrobiana no se conocen bien. Las propiedades fisicoquímicas de esta sustancia pueden limitar su eficacia en la desinfección de todo el sistema de conductos radiculares. Además, el hidróxido de calcio no es eficaz contra todas las especies bacterianas presentes en las infecciones del conducto radicular. Su asociación con otros medicamentos puede aumentar la eficacia del medicamento intraconducto en la eliminación de bacterias residuales en el sistema de conductos radiculares.

Concluyeron que el hidróxido de calcio tiene un gran valor en endodoncia, estando indicado para diversas afecciones clínicas. Sin embargo, no es una panacea (Foreman y Barnes, 1990). El hidróxido de calcio tiene un espectro antibacteriano limitado que no afecta a todos los miembros del microbiota endodóntica. Además, las propiedades fisicoquímicas de esta sustancia pueden limitar su eficacia para desinfectar todo el sistema de conductos radiculares tras un uso a corto plazo. Se requiere mayor investigación científica para dilucidar su eficacia antimicrobiana y sus mecanismos dentro del sistema de conductos radiculares, así como la necesidad de combinarlo con otros medicamentos.

Un artículo publicado en el año 2021, en la Universidad Javeriana de Colombia de Caviedes et. al sobre “El paradigma del hidróxido de calcio en endodoncia” se describe el uso amplio del hidróxido de calcio en endodoncia y se analiza el mecanismo de acción desde la ciencia básica. Señala que, a pesar de sus múltiples usos clínicos, su mecanismo no está bien entendido. Explica que actúa por disociación iónica en iones de calcio e hidróxido, pero que debido a la alta reactividad de los iones hidróxido y a los sistemas amortiguadores en la dentina, no puede difundirse ni alterar significativamente el pH.

Fernandes Zancan, et al. (2016) realizaron un estudio titulado “Actividad antimicrobiana y propiedades fisicoquímicas de las pastas de hidróxido de calcio utilizadas como medicación intracanal”, con el objetivo de evaluar el pH, liberación de calcio, solubilidad y acción antimicrobiana contra biopelículas de hidróxido de calcio + solución salina, paramonoclorofenol alcanforado y pastas de hidróxido de calcio + clorhexidina. Para el análisis antimicrobiano, utilizaron biopelículas monoespecies y biespecies in vitro inducido sobre bloques de dentina (n =20).

Posteriormente, fueron tratados con las pastas durante 7 días. Se utilizaron tintes vivos/muertos y un microscopio con focal para medir el porcentaje de células vivas. Los datos se compararon estadísticamente (P.05) y obtuvieron como resultado que los valores más altos de liberación de iones OH se encontraron en los días 3 y 30. Las emisiones fueron mayores en (CH/S): CH (Merck & Co, Kenilworth, NJ)/solución salina (1 g/0,8 mL); (CH/P): CH/polietilenglicol (Calen; SS White Artigos Dentarios Ltd, Río de Janeiro, Brasil); (CH/CMCP): CH/polietilenglicol/CMCP (Calen PMCC, SS White Artigos Dentarios Ltd) mostraron un mayor porcentaje de valores de pérdida de volumen. Finalmente, el CH ((Merck & col) /2% gluconato de CHX/propilenglicol (1 g/0,5 mL/0,3 mL) presentó la mayor acción antimicrobiana.

En otro estudio realizado por Rocas et al. (2022) publicado en el Journal of Endodontics (JOE) llevaron a cabo una investigación sobre “Efectos de la pasta de hidróxido de calcio en diferentes vehículos sobre la reducción bacteriana durante el tratamiento de dientes con periodontitis apical”. En el cual evaluaron 90 conductos radiculares necróticos de dientes con periodontitis apical antes, muestra #1 (S1) y después de la preparación con un sistema de instrumentos rotatorio de níquel-titanio e irrigación con hipoclorito de sodio al 2,5% muestra #2 (S2). Los dientes se distribuyeron en 3 grupos según la medicación intracanal utilizada, que consistió en una pasta de hidróxido de calcio en glicerina, paramonoclorofenol/glicerina alcanforada (CHPG) o clorhexidina al 2% durante 1 semana, y luego se tomó otra muestra, siendo la #3 (S3).

La frecuencia de casos positivos de bacterias y la reducción de los recuentos bacterianos se evaluaron mediante reacción en cadena de la polimerasa cuantitativa en

tiempo real. Concluyendo que la comparación entre las 3 pastas de hidróxido de calcio no mostró diferencias significativas en la eficacia antibacteriana en el conducto radicular principal. Sin embargo, sólo la pasta CHPG mostró una reducción significativa en los recuentos bacterianos cuando se compararon las muestras posteriores a la preparación y la medicación.

A nivel nacional

Castellón y Arauz (2015) realizaron una tesis titulada “Eficacia del hidróxido de calcio en dos presentaciones disponibles en la desinfección de conductos únicos anterosuperiores con necrosis pulpar”. El objetivo fundamental de esta investigación fue evaluar la eficacia del hidróxido de calcio en dos presentaciones comerciales, UltraCal XS e Ca (OH)_2 químicamente puro con solución salina en la desinfección de dientes anterosuperiores con conductos únicos y diagnóstico de necrosis pulpar. El método para la investigación fue a partir de quince dientes unirradiculares con diagnóstico de necrosis pulpar con o sin periodontitis periapical. Dividieron la muestra en 3 grupos (A, B, C); cinco conductos como grupo control (Grupo A), cinco conductos con hidróxido de calcio químicamente puro mezclado con solución salina (Grupo B), 5 conductos con UltraCal XS (Grupo C).

En la comparación de los grupos se utilizó ANOVA con Duncan y un nivel de significancia del 5%. Concluyendo que ambas presentaciones (UltraCal XS e Hidróxido de calcio mezclado con solución salina) mostraron un alto efecto antimicrobiano, sin embargo, no existe diferencia significativa entre los dos grupos, pero existe diferencia significativa entre los grupos medicados y grupo control.

Gutierrez, et al. (2024) realizaron una tesis titulada “Actividad antibacteriana en el uso del hidróxido de calcio con clorhexidina al 2% y uso de hidróxido de calcio con lidocaína al 2%, en dientes con requerimiento endodóntico con diagnósticos no vitales, en la clínica odontológica multidisciplinaria de la UNAN-Managua en agosto-octubre 2024” con el objetivo de determinar la efectividad del hidróxido de calcio con clorhexidina al 2% y del hidróxido de calcio con lidocaína al 2% en la reducción de la carga bacteriana intraconducto, en los pacientes que acudieron a la clínica odontológica de la UNAN-Managua en agosto-octubre 2024.

En esta investigación se recolectaron muestras de 20 conductos infectados y se cultivaron las bacterias presentes. Posteriormente, estas bacterias fueron expuestas a las diferentes medicaciones para evaluar su actividad antibacteriana. Los resultados mostraron que la combinación del hidróxido de calcio con lidocaína al 2% fue más efectiva en comparación al hidróxido de calcio con clorhexidina al 2% en la eliminación de las bacterias. Esto se atribuye a las propiedades de la lidocaína, que, al disminuir la tensión superficial de la solución, permite una mejor penetración del medicamento en la membrana bacteriana. Los resultados de este estudio sugieren que la combinación de hidróxido de calcio con lidocaína es una opción más efectiva para el tratamiento de infecciones en el conducto radicular.

3. Contexto del problema

Uno de los principales retos clínicos que enfrenta la endodoncia contemporánea es el tratamiento de órganos dentales no vitales, ya que la necrosis pulpar y la infección bacteriana en los conductos radiculares constituyen factores determinantes en el pronóstico del tratamiento. Cuando la pulpa pierde su vitalidad, el sistema de conductos radiculares se convierte en un entorno susceptible a la colonización y proliferación de microorganismos, los cuales son responsables de la persistencia de la infección y, en consecuencia, de la inflamación de los tejidos periapicales. En este contexto, el éxito del tratamiento endodóntico depende de la adecuada eliminación de la carga bacteriana intracanal, tarea que resulta particularmente compleja debido a la morfología irregular de los conductos, la presencia de istmos, ramificaciones y zonas de difícil acceso.

A pesar de los avances alcanzados en técnicas de instrumentación mecánica, en la utilización de sistemas rotatorios más eficientes y en la implementación de soluciones irrigadoras con reconocidas propiedades antimicrobianas, la literatura científica confirma que en muchos casos la desinfección total del sistema de conductos no puede lograrse en una sola cita. Existen microorganismos resistentes y estructuras anatómicas que dificultan la completa erradicación bacteriana. En estos escenarios, la colocación de una medicación intraconducto se vuelve indispensable para asegurar la reducción progresiva de la infección y permitir condiciones favorables para la reparación tisular.

En este sentido, el hidróxido de calcio ha sido considerado durante décadas como el medicamento intracanal de elección debido a su elevada capacidad antimicrobiana, su acción desnaturalizante sobre endotoxinas bacterianas, su biocompatibilidad con los tejidos periapicales y su capacidad para estimular la formación de tejido duro. Tal como lo señala Gheorgiu et al. (2018), este compuesto ha demostrado ser especialmente útil en tratamientos realizados en dos citas, en casos de necrosis pulpar y en dientes que presentan lesiones periapicales activas.

Sin embargo, debe reconocerse que el hidróxido de calcio no es un material homogéneo en el mercado, sino que se encuentra disponible en distintas presentaciones comerciales que varían en relación con su concentración, el tipo de vehículo que las

acompaña, la viscosidad de la pasta, el modo de aplicación y la presencia de aditivos que pueden modificar su comportamiento clínico. Estas variaciones generan interrogantes importantes en torno a cuál de estas presentaciones resulta más eficaz para lograr la reducción de la carga bacteriana intracanal y, en consecuencia, favorecer la resolución de los signos clínicos. Dado que la práctica odontológica universitaria constituye un espacio de formación y atención a pacientes con diversas características clínicas, la comparación de diferentes formulaciones de hidróxido de calcio en condiciones reales de atención se convierte en una necesidad prioritaria para orientar la toma de decisiones en la práctica endodóntica.

Asimismo, la relevancia de esta investigación no se limita al ámbito académico, sino que impacta directamente en la conservación del órgano dental. El éxito de la terapia endodóntica tiene como objetivo final preservar la función del diente dentro de la cavidad oral, mantener su aporte a la masticación y conservar la estética y la armonía oclusal. Cuando un tratamiento endodóntico fracasa, la consecuencia inmediata puede ser la pérdida del diente y, con ello, la necesidad de procedimientos rehabilitadores más invasivos. De esta manera, identificar con claridad cuál de las presentaciones de hidróxido de calcio ofrece mejores resultados antimicrobianos en órganos dentales no vitales representa un paso fundamental en la búsqueda de terapias más seguras, predecibles y duraderas.

Por otra parte, el análisis de la eficacia de estos productos bajo condiciones clínicas reales otorga un valor agregado al estudio. No se trata únicamente de evaluar la reducción bacteriana desde un punto de vista microbiológico, sino también de considerar la evolución clínica de los pacientes atendidos, la presencia o ausencia de dolor, la persistencia de síntomas como sensibilidad o inflamación, y la detección de manifestaciones como exudado o fístulas. Estos signos clínicos, estrechamente vinculados con el control de la infección intracanal, aportan información valiosa sobre el desempeño del material en el entorno clínico. En la clínica de la UNICA, los pacientes que acuden a la especialidad de endodoncia presentan cuadros variados, desde casos asintomáticos hasta infecciones agudas con dolor

intenso y manifestaciones periapicales, lo cual permite que la investigación contemple un espectro amplio de escenarios clínicos y aumente la validez externa de los resultados.

En este contexto, la comparación de tres presentaciones comerciales de hidróxido de calcio bajo un diseño clínico y microbiológico adquiere especial relevancia, ya que permite valorar no solo la reducción cuantitativa de la carga bacteriana intracanal, sino también la respuesta clínica de los pacientes a lo largo del tratamiento. De esta manera, se genera evidencia sólida que contribuye a mejorar los protocolos de atención, ofreciendo herramientas prácticas para los estudiantes en formación y para los profesionales que enfrentan día a día el desafío de lograr tratamientos exitosos en condiciones variables.

El propósito fundamental de esta investigación es, por tanto, aportar información científica que respalde la elección de la presentación de hidróxido de calcio con mejor desempeño clínico y antimicrobiano en dientes no vitales. Al hacerlo, se busca reducir el riesgo de complicaciones posteriores, minimizar la probabilidad de persistencia bacteriana, prevenir la necesidad de retratamientos y, en última instancia, optimizar los resultados clínicos obtenidos en la clínica universitaria. Esto no solo repercute en la seguridad y confianza de los procedimientos realizados, sino que también contribuye a consolidar la enseñanza de la endodoncia sobre bases fundamentadas en la evidencia.

En síntesis, el presente estudio se justifica en la necesidad de evaluar comparativamente la eficacia de distintas formulaciones de hidróxido de calcio bajo condiciones clínicas reales, considerando tanto parámetros microbiológicos como indicadores clínicos de evolución. La ciudad de Managua, y en particular la clínica odontológica de la UNICA, constituyen un escenario idóneo para llevar a cabo esta investigación aplicada, ya que permiten trabajar con pacientes de características diversas, bajo protocolos estandarizados y en un entorno académico comprometido con la excelencia clínica y científica.

La generación de resultados confiables contribuirá no solo al fortalecimiento de la práctica universitaria, sino también a la formación de futuros profesionales que enfrenten el reto de preservar órganos dentales no vitales mediante tratamientos endodónticos efectivos y sustentados en la mejor evidencia disponible.

4. Pregunta de investigación

En el tratamiento endodóntico de dientes no vitales, el control de la infección es clave para el éxito clínico. El hidróxido de calcio es ampliamente usado por su acción antimicrobiana, pero existen diversas marcas con composiciones distintas. La evidencia comparativa sobre su eficacia aún es limitada, especialmente en contextos como la UNICA. Esta carencia de estudios genera dudas al seleccionar la marca más efectiva. Por ello, es necesario investigar si existen diferencias significativas entre tres presentaciones comerciales. A partir de esto, surge la siguiente pregunta de investigación:

¿Cuál es la eficacia clínica y antimicrobiana de cada una de las tres marcas comerciales de hidróxido de calcio en dientes no vitales tratados en la especialidad de endodoncia de la UNICA, durante agosto 2025?

5. Objetivos

5.1 Objetivo general

Comparar la eficacia clínica y antimicrobiana de tres marcas de hidróxido de calcio (Calplus™, Apexpaste™, Ultracal™ XS) en dientes no vitales tratados endodónticamente en la especialidad de endodoncia en UNICA en agosto del año 2025.

5.2 Objetivos específicos

Determinar la cantidad de carga bacteriana intracanal posterior a la aplicación de cada una de las tres marcas de hidróxido de calcio.

Evaluar el desempeño clínico de cada presentación comercial de hidróxido de calcio, considerando la presencia o ausencia de signos y síntomas en órganos dentales no vitales.

Establecer cuál de las tres marcas muestra mayor eficacia antimicrobiana en dientes con necrosis pulpar.

6. Justificación

Conveniencia del estudio

La presente investigación es conveniente porque permite generar información actualizada sobre el desempeño clínico de tres marcas comerciales de hidróxido de calcio utilizadas como medicación intraconducto en la especialidad de endodoncia. El control de la infección en dientes no vitales es un aspecto crítico para el éxito del tratamiento, por lo que contar con evidencia local que evalúe la eficacia antimicrobiana de diferentes productos disponibles en el mercado resulta altamente útil para la práctica profesional.

Además, el estudio se llevó a cabo en la UNICA, en un entorno académico y clínico real, lo cual aporta pertinencia y aplicabilidad inmediata de los resultados. Esta investigación puede beneficiar a docentes, estudiantes y profesionales de la odontología al ofrecer datos específicos que apoyen decisiones clínicas más seguras y basadas en evidencia, mejorando así la calidad de la atención endodóntica que se brinda a los pacientes.

Relevancia social

La endodoncia es una especialidad fundamental para la conservación de órganos dentales que, sin un tratamiento adecuado, podrían perderse. Este estudio cobra relevancia social al buscar mejorar la efectividad del tratamiento en dientes no vitales, que son comunes en la población y cuya atención oportuna influye directamente en la salud oral y la calidad de vida de los pacientes.

Al optimizar el uso de materiales con mayor eficacia antimicrobiana, se puede contribuir a la reducción de complicaciones clínicas, retratamientos y costos adicionales para los pacientes. Por tanto, la investigación no solo se centra en aspectos técnicos, sino que tiene un impacto positivo directo en la salud pública y el bienestar de quienes reciben atención odontológica en instituciones de formación como la UNICA.

Valor teórico

Este estudio tiene valor teórico porque contribuye a la comprensión de las diferencias clínicas entre varias formulaciones comerciales de un mismo principio activo: el

hidróxido de calcio. Aunque se reconoce ampliamente su efectividad general como agente antimicrobiano, no existe suficiente literatura que compare directamente su rendimiento clínico en contextos reales, considerando marcas específicas disponibles localmente.

Al determinar cuál de estas marcas presenta mayor eficacia en la reducción de carga bacteriana y en la resolución de signos y síntomas clínicos, se amplía el conocimiento científico sobre las variables que afectan el desempeño de estos productos. Esto puede abrir nuevas líneas de investigación sobre formulación, dosificación y protocolos clínicos más eficientes en endodoncia.

Utilidad metodológica

Desde el punto de vista metodológico, la investigación ofrece un diseño comparativo y cuantificable que puede servir como modelo para estudios similares en otros centros de formación o clínicas odontológicas. Al establecer parámetros objetivos —como la reducción de carga bacteriana y la evaluación clínica de síntomas—, se propone una metodología clara, reproducible y útil para futuras investigaciones.

Además, el uso de indicadores clínicos en pacientes reales tratados en la UNICA otorga validez ecológica al estudio, lo cual permite que sus resultados se extrapolen a escenarios clínicos cotidianos. Esto fortalece la base metodológica para investigaciones clínicas en endodoncia, incentivando a estudiantes y docentes a continuar desarrollando proyectos con rigor científico y aplicabilidad directa.

Implicaciones prácticas

Las implicaciones prácticas del estudio son claras y relevantes: permitirá identificar cuál de las tres marcas comerciales de hidróxido de calcio ofrece mejores resultados clínicos en el tratamiento de dientes no vitales. Esta información puede guiar la selección de materiales dentro de la clínica de endodoncia de la UNICA, mejorando los protocolos de tratamiento y optimizando los recursos disponibles. Asimismo, los resultados pueden ser útiles para otras instituciones educativas y clínicas odontológicas que busquen mejorar su práctica endodóntica con base en evidencia científica. A largo plazo, esto podría traducirse en tratamientos más predecibles, una mayor tasa de éxito clínico y una mejor experiencia para los pacientes, lo que refuerza la relevancia práctica de esta investigación.

De igual forma, la introducción en el mercado nacional de nuevas marcas comerciales de hidróxido de calcio, muchas de ellas con formulaciones poco estudiadas, representa un desafío para la comunidad odontológica. La falta de evidencia científica local que respalde su eficacia antimicrobiana y su comportamiento clínico genera incertidumbre en la práctica diaria, especialmente en entornos universitarios y clínicos donde la calidad y seguridad del tratamiento son prioritarias. En este sentido, el presente estudio contribuye a evaluar comparativamente estas nuevas presentaciones, proporcionando información objetiva que puede orientar su uso responsable y fundamentado. Así, los resultados obtenidos servirán como referencia para la selección de materiales confiables y la actualización continua de los protocolos terapéuticos en el contexto nacional.

7. Limitantes de la investigación

Recolección de la muestra

Una de las principales limitaciones se relacionó con la recolección de la muestra y el procesamiento clínico y microbiológico de los casos seleccionados. Dado que la investigación se desarrolló en un período específico (agosto 2025) y en un entorno clínico controlado como la especialidad de endodoncia de la UNICA, la disponibilidad de pacientes que cumplieron con los criterios de inclusión fue reducida. A esto se sumó la dificultad para realizar seguimientos clínicos estandarizados o recolectar muestras microbiológicas en condiciones óptimas.

Transporte de la muestra

Otra limitación del presente estudio se relaciona con el transporte de las muestras microbiológicas desde la clínica hacia el laboratorio. Durante este proceso pueden presentarse variaciones en las condiciones de conservación que impacten en la estabilidad de la muestra. Factores como el tiempo de traslado, la temperatura ambiental y la manipulación representan variables críticas. Dichos elementos podrían influir directamente en la viabilidad bacteriana, afectando la recuperación y el análisis posterior. Aunque se implementaron protocolos estandarizados de bioseguridad y transporte, el riesgo no se elimina por completo. Estas posibles alteraciones deben considerarse al interpretar los hallazgos microbiológicos. Por lo tanto, este aspecto constituye una limitación inherente al diseño del estudio.

Recursos económicos

Finalmente, los recursos económicos disponibles para el desarrollo del estudio constituyeron una de las principales limitaciones. La investigación clínica implicó costos asociados tanto a la adquisición de materiales endodónticos como al procesamiento microbiológico de las muestras, además de requerimientos logísticos relacionados con el registro de datos, almacenamiento adecuado y seguimiento clínico de los pacientes. Al tratarse de una tesis desarrollada dentro de una institución educativa y sin financiamiento externo, las posibilidades económicas para ampliar el tamaño muestral, incorporar pruebas complementarias o utilizar equipos especializados se vieron restringidas.

Asimismo, debido al alto costo del procesamiento microbiológico de las muestras y a la necesidad de mantener un número mínimo de 30 casos para ser considerado un estudio con validez cuantitativa, no fue posible realizar el análisis microbiológico previo a la aplicación del hidróxido de calcio, limitándose la evaluación a los resultados obtenidos posterior a su uso. Esta decisión metodológica, si bien garantizó la viabilidad económica y estadística del estudio, impidió comparar directamente la reducción bacteriana pre y post tratamiento, lo cual habría proporcionado una perspectiva más completa sobre la eficacia antimicrobiana del material. Sin embargo, se mantuvo la rigurosidad científica mediante la estandarización clínica y el control de variables que pudieran afectar los resultados obtenidos.

8. Marco teórico

En este apartado se presenta una revisión detallada de los hallazgos históricos y científicos más relevantes en torno al uso del hidróxido de calcio en endodoncia, abordando aspectos metodológicos, clínicos y microbiológicos que sustentan su eficacia. Se examinan los mecanismos biológicos implicados en su acción antimicrobiana, los factores que influyen en su rendimiento clínico y los estudios comparativos entre distintas marcas comerciales. Asimismo, se incluyen definiciones conceptuales y terminológicas indispensables para la comprensión integral del tema, con el fin de establecer una base teórica sólida que respalde la investigación.

8.1 Marco referencial

El marco referencial del presente estudio constituye un pilar fundamental que sustenta teórica y conceptualmente la investigación sobre la eficacia clínica y antimicrobiana del hidróxido de calcio en órganos dentales no vitales tratados en la especialidad de Endodoncia de la UNICA. En este apartado se integran los principales antecedentes científicos, hallazgos experimentales y fundamentos biológicos que explican el comportamiento de este material como medicación intracanal.

Asimismo, se analizan investigaciones previas que han evaluado su desempeño en distintos contextos clínicos, permitiendo identificar coincidencias, discrepancias y vacíos en la literatura odontológica actual. Este marco no solo contextualiza la problemática dentro del ámbito académico y asistencial, sino que también establece la base comparativa necesaria para interpretar los resultados del presente estudio, fortaleciendo la relación entre la evidencia teórica y la práctica endodóntica moderna.

En una revisión crítica, Siqueira y Lopes (1999) analizaron los mecanismos de acción antimicrobiana del hidróxido de calcio utilizado como medicación intraconducto en endodoncia. Los autores concluyeron que, aunque su función principal es la desinfección del sistema de conductos radiculares, sus mecanismos de acción no se comprenden completamente. Destacaron que el elevado pH del hidróxido de calcio (alrededor de 12,5) genera un ambiente altamente alcalino que inactiva a muchas bacterias endodónticas sensibles.

Señalaron que esta sustancia presenta limitaciones fisicoquímicas que reducen su capacidad para alcanzar todos los microorganismos presentes, especialmente en zonas anatómicamente complejas. Además, enfatizaron que su espectro antimicrobiano es limitado y no afecta a todas las especies bacterianas, sugiriendo que su asociación con otros agentes podría aumentar su efectividad clínica.

Este análisis pone en evidencia que el uso del hidróxido de calcio, si bien es fundamental en el protocolo endodóntico, no garantiza por sí solo la completa eliminación de la microbiota intrarradicular. Algunas bacterias, como *Enterococcus faecalis*, han mostrado capacidad de resistencia al ambiente alcalino, lo que permite su supervivencia en zonas del sistema de conductos donde el medicamento no logra difusión adecuada. Las limitaciones estructurales del conducto radicular, como la presencia de istmos, ramificaciones o túbulos dentinarios profundos, comprometen la acción directa del hidróxido de calcio, reduciendo su eficacia clínica cuando se utiliza como única medicación.

Por tanto, es fundamental comprender que el hidróxido de calcio, aunque valioso, no es una solución universal para todos los casos clínicos. Su uso debe ser evaluado en función de las características del diente, el tipo de infección presente y la respuesta clínica del paciente. Además, estos hallazgos sustentan la necesidad de investigaciones aplicadas que comparen la eficacia clínica y microbiológica del hidróxido de calcio en distintos contextos, incluyendo su combinación con otros agentes o vehículos que potencien su acción, y que permitan establecer protocolos terapéuticos basados en evidencia local y actualizada.

Martinho et al. (2017) llevaron a cabo un estudio clínico con el objetivo de comparar la eficacia antimicrobiana y antiinflamatoria de medicaciones intracanal aplicadas durante 7 y 14 días en conductos radiculares infectados. Los resultados demostraron que ambas duraciones del tratamiento con hidróxido de calcio lograron una reducción significativa en la carga bacteriana intracanal, evidenciada por la disminución en la detección de *Enterococcus faecalis* y otros microorganismos anaerobios facultativos.

Es importante destacar que no observaron diferencias estadísticamente significativas entre los periodos de medicación en cuanto a la reducción de bacterias o de citocinas

inflamatorias como la interleucina-6 (IL-6) y el factor de necrosis tumoral alfa (TNF- α). A pesar de ello, los autores señalaron una tendencia a una mayor estabilidad en los niveles de citocinas proinflamatorias cuando el medicamento permanecía por 14 días, lo cual podría reflejar un efecto antiinflamatorio más sostenido del hidróxido de calcio con una exposición prolongada. Los hallazgos de Martinho et al. (2017) respaldan la evidencia de que el tiempo de permanencia del hidróxido de calcio en el conducto radicular puede influir en la respuesta biológica y en la dinámica de desinfección, aunque los beneficios clínicos adicionales después de los 7 días no sean estadísticamente relevantes.

Tanomaru et al. (2003) evaluaron el efecto de distintas soluciones irrigantes y del hidróxido de calcio sobre el lipopolisacárido (LPS) bacteriano, una potente endotoxina asociada a la inflamación periapical y al fracaso del tratamiento endodóntico. En su estudio in vitro, los autores determinaron que tanto el hidróxido de calcio como el hipoclorito de sodio lograron reducir significativamente los niveles de LPS en los conductos radiculares infectados, aunque ninguno de los tratamientos logró su completa neutralización.

El hidróxido de calcio mostró la capacidad de inactivar parcialmente el LPS mediante la disociación de sus componentes moleculares, atribuida a la liberación de iones hidroxilo que alteran la estructura de lípido A, responsable de su actividad biológica. Sin embargo, la eficacia del material dependió del tiempo de exposición y de la penetración iónica en la dentina, lo que sugiere limitaciones en su acción desintoxicante cuando el medicamento permanece por períodos cortos o en áreas de difícil acceso.

Gomes et al. (2002) realizaron un estudio in vitro para evaluar la actividad antimicrobiana de distintas pastas de hidróxido de calcio combinadas con diferentes vehículos frente a microorganismos comúnmente asociados a infecciones endodónticas persistentes, incluyendo *Enterococcus faecalis*, *Candida albicans* y *Escherichia coli*. Los resultados demostraron que la eficacia antimicrobiana del hidróxido de calcio dependía significativamente del tipo de vehículo empleado, siendo los vehículos acuosos y alcohólicos los que mostraron una mayor liberación de iones hidroxilo y, por ende, una mayor capacidad para elevar el pH y ejercer acción bactericida.

En contraste, los vehículos oleosos presentaron una liberación más lenta y una menor actividad antimicrobiana, lo que sugiere que la composición del vehículo influye directamente en la difusión del medicamento dentro del sistema de conductos radiculares. El estudio concluyó que, aunque el hidróxido de calcio posee reconocidas propiedades antimicrobianas, su efectividad puede variar ampliamente dependiendo de la formulación y del microorganismo objetivo.

Gheorghiu et al. (2018), en su estudio in vivo realizado en Bucarest, Rumania, evaluaron la eficacia del tratamiento endodóntico con hidróxido de calcio en casos de periodontitis apical crónica, midiendo la carga microbiana en diferentes etapas del tratamiento. Los autores reportaron que el hidróxido de calcio presenta una actividad antimicrobiana considerable, pero su eficacia se incrementa únicamente con un tiempo de contacto prolongado dentro de los conductos radiculares.

A las 48 horas de colocación, su capacidad de desinfección fue baja; sin embargo, al cabo de 10 días, esta aumentó significativamente, lo que confirma su papel como medicación intraconducto, especialmente dirigida a microorganismos presentes en las ramificaciones del sistema de conductos radiculares.

Estos resultados destacan la importancia de considerar el tiempo de permanencia del hidróxido de calcio en el sistema de conductos radiculares como un factor determinante para su acción antimicrobiana. La baja eficacia observada a las 48 horas sugiere que, en protocolos clínicos, su uso no debe limitarse a periodos cortos si se busca una desinfección profunda. Además, el estudio subraya que la actividad del hidróxido de calcio no actúa de manera inmediata, sino que requiere un periodo de difusión y contacto para neutralizar de forma efectiva a las bacterias, especialmente aquellas localizadas en áreas anatómicas de difícil acceso como istmos, conductos accesorios y ramificaciones apicales.

Por otra parte, el hallazgo sobre la relevancia del tratamiento biomecánico riguroso refuerza la noción de que la eficacia antimicrobiana del hidróxido de calcio no depende únicamente de su composición química, sino también de las condiciones preparatorias del conducto radicular. Un desbridamiento adecuado favorece la penetración de la medicación y optimiza su interacción con los microorganismos residuales. En este sentido, la

combinación de una instrumentación exhaustiva, irrigación efectiva y una medicación intraconducto prolongada constituye una estrategia integral para el manejo de la periodontitis apical crónica.

Siqueira y Rocas (2022) señalan que la periodontitis apical es una enfermedad inflamatoria de etiología predominantemente microbiana, considerada una de las más frecuentes en el ser humano. Aunque hongos, arqueas y virus pueden estar presentes, las bacterias constituyen los microorganismos más prevalentes y dominantes en las infecciones endodónticas. La colonización bacteriana del sistema de conductos radiculares ocurre únicamente en condiciones de necrosis pulpar o tras la extirpación pulpar por tratamiento previo, pudiendo en algunos casos llegar a los tejidos perirradiculares.

Las bacterias intraconducto se organizan en biopelículas multiespecie adheridas a las paredes dentinarias, con una capacidad de propagación hacia otras zonas del sistema de conductos. Se han identificado más de 500 especies bacterianas en infecciones endodónticas, aunque un núcleo de 20 a 30 especies es el más frecuente. La composición microbiana varía entre individuos, predominando anaerobios estrictos en periodontitis apical primaria, mientras que en casos postratamiento coexisten anaerobios y facultativos.

Estos hallazgos subrayan que la patogénesis de la periodontitis apical no depende de un único patógeno, sino de la interacción de comunidades bacterianas organizadas en biopelículas complejas. Esta estructura les confiere resistencia frente a la respuesta inmune y a los agentes antimicrobianos, lo que explica la dificultad para erradicar completamente la infección. Además, la existencia de un microbioma central relativamente estable, pero con alta variabilidad interindividual, indica que los factores del huésped y el entorno endodóntico influyen significativamente en la composición y virulencia bacteriana.

En el contexto clínico, la diferenciación entre microbiota de periodontitis apical primaria y postratamiento resulta relevante, ya que implica enfoques terapéuticos distintos. Mientras que en casos primarios el objetivo es eliminar mayoritariamente bacterias anaerobias obligadas, en casos postratamiento se debe considerar la presencia de bacterias facultativas más resistentes.

Asimismo, la comprensión de que la unidad de patogenicidad es la comunidad microbiana completa —y no especies aisladas— enfatiza la necesidad de protocolos de desinfección integrales que combinen técnicas mecánicas y químicas capaces de desorganizar las biopelículas y reducir de manera efectiva la carga bacteriana residual.

Andolfatto et al. (2012) evaluaron la reacción del tejido subcutáneo en ratas frente a tres medicamentos intraconducto basados en hidróxido de calcio: UltraCal™ XS, Hydropast y Calen. Los resultados mostraron que, a los 7 días, todos los materiales provocaron una respuesta inflamatoria en los tejidos adyacentes, la cual disminuyó significativamente a los 30 días, evidenciando una reducción notable en el número de células inflamatorias y gigantes. Los autores concluyeron que las tres formulaciones presentaron una biocompatibilidad semejante, comparable al control (Calen), lo que respalda su seguridad biológica para uso clínico en endodoncia.

Estos hallazgos son relevantes porque confirman que, a pesar de las diferencias en la composición y en los vehículos utilizados por cada producto, la biocompatibilidad del hidróxido de calcio se mantiene estable, lo que lo posiciona como un material confiable para la desinfección intracanal. Sin embargo, el estudio también resalta que la incorporación de sustancias adicionales, como agentes radiopacificantes o vehículos, puede influir en las propiedades biológicas y antimicrobianas, lo que abre la necesidad de estudios comparativos más específicos entre marcas comerciales para determinar cuál ofrece un mayor balance entre biocompatibilidad y eficacia antimicrobiana.

También, el hecho de que UltraCal™XS y Hydropast —dos productos de distinta procedencia— hayan mostrado resultados similares al tradicional Calen sugiere que la innovación en formulaciones no compromete necesariamente la respuesta tisular. No obstante, la verdadera diferencia entre estas presentaciones podría radicar en su actividad antimicrobiana y en su desempeño clínico frente a microorganismos resistentes en dientes no vitales.

En este sentido, el estudio de Andolfatto et al. (2012) aporta un sustento importante para investigaciones que busquen comparar la eficacia clínica de distintas

marcas comerciales, ya que la biocompatibilidad es un requisito indispensable, pero no suficiente, para garantizar el éxito endodóntico.

Lima et. al (2011) evaluaron la eficacia de diferentes medicamentos intraconducto a base de hidróxido de calcio frente a *Enterococcus faecalis*, bacteria resistente frecuentemente aislada en conductos radiculares tras fracasos endodónticos. Los autores concluyeron que todas las pastas a base de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ lograron reducir significativamente la presencia bacteriana; sin embargo, las combinaciones de Calen/CMCP (14 días) y Calen/CHX (7 y 14 días) mostraron mayor efectividad en la eliminación de *E. faecalis*, en comparación con $\text{Ca}(\text{OH})_2$ usado solo o con vehículos inertes.

Estos resultados confirman que, aunque el hidróxido de calcio presenta propiedades antimicrobianas ampliamente reconocidas, su acción aislada es limitada frente a microorganismos altamente resistentes como *E. faecalis*. La incorporación de agentes como la clorhexidina o el paramonoclorofenol alcanforado potencia significativamente su efecto, ampliando su espectro antimicrobiano y reduciendo el tiempo necesario para lograr una actividad bactericida más efectiva. Esto implica que, en un contexto clínico, la elección del vehículo o del agente asociado al $\text{Ca}(\text{OH})_2$ no solo complementa su eficacia, sino que puede ser determinante para evitar la persistencia bacteriana y los fracasos en el tratamiento endodóntico.

Asimismo, la diferencia observada entre los tiempos de acción de las combinaciones sugiere que la efectividad antimicrobiana depende tanto de la naturaleza del agente asociado como de la duración del contacto con el sistema de conductos. Mientras que la asociación con CHX mostró una acción rápida y sostenida, el CMCP alcanzó su mayor efectividad a los 14 días, lo cual refleja mecanismos distintos de acción y persistencia. Este hallazgo subraya la importancia de considerar no solo la potencia antimicrobiana, sino también el comportamiento temporal de cada medicamento intraconducto al momento de establecer protocolos clínicos.

En un estudio clínico realizado por Rôças et al. (2022), se evaluó el efecto antibacteriano del hidróxido de calcio mezclado con distintos vehículos (glicerina, propilenglicol y clorhexidina) en dientes con periodontitis apical. Todos los grupos

presentaron una reducción significativa de bacterias tras la preparación química del conducto ($p < 0,001$).

No obstante, al evaluar el efecto específico de la medicación, solo la pasta con propilenglicol (CHPG) logró una reducción bacteriana estadísticamente significativa del 71% entre las fases postinstrumentación muestra #2 (S2) y posmedicación muestra #3(S3) ($p < 0,05$). En contraste, las pastas con glicerina y clorhexidina mostraron reducciones del 8,4% y 55%, respectivamente, pero sin significancia estadística. Las comparaciones entre los grupos no revelaron diferencias significativas en cuanto al número de casos positivos para bacterias ($p > 0,05$).

Este estudio sugiere que, si bien todas las combinaciones de hidróxido de calcio contribuyen a disminuir la carga bacteriana, el tipo de vehículo puede influir directamente en la eficacia del tratamiento. La pasta con propilenglicol fue la única que demostró una reducción significativa del recuento bacteriano, lo cual podría estar relacionado con su capacidad para mantener un pH alcalino estable y prolongar la liberación de iones activos.

Sin embargo, la ausencia de diferencias estadísticas entre los grupos en el número total de casos positivos indica que los beneficios clínicos podrían ser limitados o dependientes de otras variables, como la anatomía del conducto o la técnica de aplicación. Esto refuerza la necesidad de más estudios clínicos que examinen no solo la acción antimicrobiana, sino también los resultados clínicos a largo plazo de estas formulaciones.

En un estudio experimental, Champa Yanac (2017) evaluó la actividad antimicrobiana del hidróxido de calcio combinado con distintos vehículos frente a bacterias aisladas de dientes diagnosticados con periodontitis apical asintomática. Los resultados demostraron que las asociaciones del hidróxido de calcio con paramonoclorofenol alcanforado y con clorhexidina al 2% mostraron una inhibición significativa del crecimiento bacteriano en función del tiempo de exposición ($p < 0.05$).

Sin embargo, al comparar entre sí ambas combinaciones, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p > 0.05$). En contraste, la mezcla de hidróxido de calcio con yodoformo evidenció la menor actividad antimicrobiana, sin mostrar diferencias significativas en comparación con el control positivo.

Estos hallazgos destacan que el efecto antimicrobiano del hidróxido de calcio puede potenciarse significativamente dependiendo del vehículo utilizado, siendo más efectiva la combinación con compuestos como el paramonoclorofenol alcanforado o la clorhexidina al 2%. Ambos vehículos parecen favorecer una mayor liberación de los iones activos o una acción sinérgica contra las bacterias anaerobias presentes en infecciones endodónticas. El hecho de que estas formulaciones mantuvieran su efectividad a las 48 horas sugiere una sustentividad adecuada para su uso clínico en medicación intraconducto, especialmente en dientes con necrosis pulpar o periodontitis apical asintomática.

En una revisión bibliográfica realizada por Gutiérrez et al. (2022), se evaluó la eficacia del hidróxido de calcio en combinación con diferentes vehículos para uso como medicación intraconducto en casos de periodontitis apical. A partir del análisis de 20 artículos seleccionados de bases de datos científicas, los autores concluyeron que los vehículos que mantuvieron un pH más alcalino y estable —condición necesaria para una acción antimicrobiana efectiva— fueron el propilenglicol, el agua destilada y la clorhexidina al 2%. Dentro de estos, el propilenglicol demostró ser el más eficaz, ya que su viscosidad contribuyó a una mayor liberación sostenida de los iones hidroxilo, potenciando significativamente la actividad antimicrobiana del hidróxido de calcio en el sistema de conductos radiculares.

Estos resultados reflejan la importancia del vehículo utilizado en la formulación del hidróxido de calcio, ya que este no solo influye en la manipulación clínica del material, sino también en su desempeño terapéutico. El propilenglicol, al ser un vehículo más viscoso, favorece una liberación prolongada de los iones activos, lo cual mejora la estabilidad del pH y, por tanto, la efectividad en la desinfección. Este hallazgo subraya la necesidad de considerar tanto la sustancia activa como su combinación vehicular en la elección de medicación intraconducto, ya que variaciones en la formulación pueden impactar directamente en los resultados clínicos, especialmente en tratamientos de dientes no vitales con infecciones persistentes.

Microbiología de los conductos radiculares

Etiología microbiana de las infecciones pulpares y periapicales. Es una de las enfermedades inflamatorias orales más comunes. Observaciones de estudios en ratas, monos y humanos han demostrado claramente su etiología infecciosa (Kakehashi et al., 1965; Möller et al., 1981; Ricucci y Siqueira, 2010a; Sundqvist, 1976).

Las bacterias son los principales agentes infecciosos implicados en la causa de la periodontitis apical (Siqueira y Rôças, 2009c) y se encuentran generalmente organizadas en comunidades de biopelículas adheridas a las paredes del conducto. La infección se establece en el conducto radicular solo después de que la pulpa sufre necrosis, como resultado de caries, traumatismo, enfermedad periodontal o iatrogenia, o cuando la pulpa está ausente debido a un tratamiento de conducto previo (Langeland, 1987; Ricucci y Siqueira, 2013).

Una vez que la infección se establece en la raíz El conducto radicular avanza gradualmente en dirección apical hasta que, finalmente, las bacterias o sus factores de virulencia alcanzan los tejidos perirradiculares a través de los agujeros apicales y laterales, así como las perforaciones radiculares iatrogénicas, y causan inflamación. Se establece entonces la periodontitis apical, que, dependiendo de numerosos factores bacterianos y relacionados con el huésped, puede ser sintomática (aguda) o asintomática (crónica). Puede producirse un daño tisular perirradicular significativo en forma de formación de pus (absceso) o resorción ósea.

Principales especies bacterianas en dientes no vitales. La investigación en microbiología endodóntica siempre ha tenido como objetivo identificar al principal responsable de la periodontitis apical. Con el paso de los años, gracias a los avances en la precisión y sensibilidad analíticas, la lista de patógenos endodónticos candidatos se ha ampliado.

Un censo de las especies microbianas detectadas en los diferentes tipos de infección endodóntica (primaria, secundaria, persistente y extrarradicular) reveló aproximadamente 500 especies diferentes, la gran mayoría de ellas bacterias, pero también hongos y arqueas. Las especies/filotipos bacterianos detectados en infecciones endodónticas pertenecen a 9

filos: Bacteroidetes, Firmicutes, Spirochaetes, Fusobacteria, Actinobacteria, Proteobacteria, Synergistetes, “Candidatus Saccharibacteria” (anteriormente TM7) y SR1.

La microbiota endodóntica en periodontitis apical primaria

Estudios que utilizan técnicas de cultivo anaeróbico y microbiología molecular han demostrado que las infecciones intrarradiculares primarias se caracterizan por una comunidad bacteriana mixta con alta prevalencia y predominio de bacterias anaeróbicas obligadas. Aunque se ha encontrado un gran número de especies en conductos infectados, muchas de ellas se detectaron en unos pocos dientes y en solo uno o pocos estudios.

Las especies detectadas con mayor frecuencia han variado de un estudio a otro. Sin embargo, se identifica un grupo de 20 a 30 especies como miembros de comunidades mixtas en prácticamente todos los estudios de infecciones primarias, lo que indica que son los principales patógenos endodónticos candidatos y podrían constituir el microbioma central. Incluyen varias bacterias gramnegativas (*Fusobacterium nucleatum*, especies de *Dialister spp*, *Porphyromonas endodontalis*, *Porphyromonas gingivalis*, especies de *Prevotella spp*, *Tannerella forsythia* y especies de *Treponema spp*) y grampositivas (*Parvimonas micra*, *Filifactor alocis*, *Pseudoramibacter alactolyticus*, *Olsenella uli*, especies de *Actinomyces spp*, especies de *Streptococcus*, especies de *Propionibacterium* y *Cutibacterium acnes*).

La microbiota endodóntica en el absceso apical agudo

Las manifestaciones sintomáticas (agudas) típicas de la periodontitis apical incluyen la periodontitis apical sintomática y el absceso apical agudo. En algunas circunstancias, la primera puede evolucionar a este último, que es una forma más grave y avanzada de la enfermedad. En las infecciones sintomáticas, las bacterias se localizan no solo en el conducto radicular, sino que también pueden haber invadido los tejidos perirradiculares.

Cuando se establece un absceso agudo, la infección puede extenderse a otros espacios anatómicos de la cabeza y el cuello y causar complicaciones (Siqueira y Rôças, 2013). Las muestras de pus tomadas del conducto radicular con puntas de papel o por aspiración a través de la mucosa inflamada han demostrado una microbiota mixta dominada por bacterias anaerobias obligadas. Los estudios de HTS han confirmado y

ampliado la alta diversidad bacteriana en los abscesos apicales agudos (Hsiao et al., 2012; Santos et al., 2011).

Las especies implicadas son básicamente las mismas que las reportadas para infecciones primarias. Sin embargo, la prevalencia y los recuentos de ciertas especies, así como las asociaciones formadas en las comunidades mixtas, difieren entre infecciones asintomáticas y sintomáticas (incluidos los abscesos), lo que podría explicar en parte la progresión a este tipo de infección más grave.

Los filotipos aún no cultivados ni caracterizados representan entre el 24 % y el 46 % de los taxones en abscesos agudos y representan entre el 6 % y más del 30 % de la comunidad en abundancia relativa. El filotipo de la bacteria HMT 272 de Bacteroidaceae [G-1] también ha sido uno de los más prevalentes en abscesos agudos, detectándose en entre el 14 % y el 36 % de las muestras de pus.

Los recuentos bacterianos en abscesos apicales agudos oscilan entre 10^{-1} y 10^{-1} células por muestra de pus. La riqueza bacteriana es más pronunciada en los abscesos en comparación con los conductos de dientes con periodontitis apical asintomática (Sakamoto et al., 2006; Santos et al., 2011; Siqueira et al., 2004b), lo que sugiere que este es otro posible factor que influye en el desarrollo de los síntomas.

Mecanismos de patogenicidad microbiana y factores de virulencia

La patogenicidad es un término que se refiere a la capacidad de un microorganismo para causar enfermedades. El grado de patogenicidad de un microorganismo se denomina virulencia. Los productos microbianos secretados, los componentes celulares estructurales y las estrategias que contribuyen a la patogenicidad se consideran factores de virulencia.

Un ejemplo de estrategia bacteriana que contribuye a la patogenicidad es la capacidad de formar biopelículas, lo que les confiere protección contra las defensas del huésped, competidores microbianos y agentes antimicrobianos. Algunos microorganismos causan enfermedades de forma habitual en un huésped determinado y se denominan patógenos primarios. (Berman & Hargreaves, 2022)

Las infecciones endodónticas se originan principalmente a partir de bacterias del microbiota oral que, en condiciones normales, actúan como comensales inofensivos. Sin embargo, cuando se altera el equilibrio huésped-microorganismo, estas especies se comportan como patógenos oportunistas, colonizando el tejido pulpar necrótico y favoreciendo el desarrollo de la periodontitis apical. Durante este proceso, las bacterias presentes en lesiones cariosas actúan como colonizadores iniciales al formar biopelículas adheridas a la dentina y difundir sus productos tóxicos a través de los túbulos dentinarios, induciendo inflamación pulpar progresiva hasta la necrosis. Una vez expuesta la pulpa, estas bacterias se establecen en el tejido y, tras superar las defensas del huésped, colonizan el conducto radicular. (Berman & Hargreaves, 2022)

Las especies pioneras no solo participan en la necrosis pulpar, sino que además modifican el microambiente intraconducto, facilitando el ingreso de colonizadores tardíos. Esta sucesión microbiana conduce a un microbiota endodóntico organizada estructural y espacialmente, donde tanto colonizadores tempranos como tardíos coexisten en un ecosistema dinámico. Los colonizadores tardíos, aunque no enfrentan resistencia inmunitaria activa en el conducto necrótico, dependen de factores ambientales como la tensión de oxígeno, la disponibilidad de nutrientes y la interacción con especies preexistentes para consolidar su establecimiento. (Berman & Hargreaves, 2022)

La patogenicidad bacteriana en la periodontitis apical se ejerce a través de mecanismos directos e indirectos. Los efectos directos incluyen la acción de enzimas, exotoxinas, proteínas de choque térmico y otros productos metabólicos capaces de dañar las células y la matriz intercelular del huésped. Por otra parte, componentes estructurales como lipopolisacáridos, ácido lipoteicoico, peptidoglicanos y vesículas de membrana estimulan respuestas inmunitarias exacerbadas, que provocan destrucción tisular significativa. Entre los efectos indirectos más relevantes se encuentran la liberación de citocinas proinflamatorias asociadas a la resorción ósea y la formación de abscesos apicales agudos mediante la acción de radicales libres y enzimas lisosomales. En conjunto, estos mecanismos explican la progresión de la periodontitis apical y la persistencia de la infección intraconducto. (Berman & Hargreaves, 2022)

Tipos de medicamentos intraconducto

Pasta triple antibiótica. Es una combinación de tres antibióticos los cuales son:

- Metronidazol
- Ciprofloxacina
- Minociclina

Figura 1
Pasta triantibiótica



Nota. Pasta a base de metronidazol, ciprofloxacina, minociclina

Pasta CTZ

- Cloranfenicol 500mg
- Tetraciclina 500mg
- Oxido de zinc 1000mg y eugenol

Propiedades:

- Antimicrobiano: *S. aureus*, *E. fecalis*, *P. aeruginosa*, *B. subtilis* y *C. albicans*.
- Biocompatibilidad
- Reacción inflamatoria de baja intensidad

Indicaciones:

- En piezas deciduas con necrosis pulpar.
- Medicación intraconducto en casos de retratamiento.
- Lesiones periapicales crónicas producto de perforaciones radiculares.

- Lesiones endoperiodontales de difícil manejo.

Figura 2
Clorexidina en Gel



Nota. Clorexidina al 2%

Las principales propiedades de la aplicación en el tratamiento endodóntico son las siguientes:

- Efecto bacteriostático y bactericida.
- Actividad antimicrobiana de alto espectro contra bacterias Gram positivas y Gram negativas,
- Sustantividad (capacidad antimicrobiana a largo plazo).

Mecanismo de acción. Se produce cuando la CHX es absorbida, generando así que esta llegue dentro de la pared celular de los microorganismos llegando a producir una filtración de los componentes intracelulares, de igual manera afecta a la barrera de permeabilidad de la pared celular. La CHX se absorbe gradualmente y es liberada durante 24 horas, por ello es que reduce la formación bacteriana de la superficie dental.

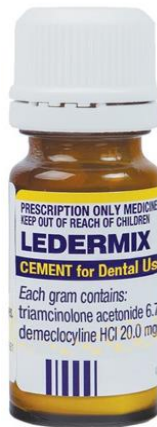
Ledermix

Acetónido de triancinolona al 1% (corticoide antiinflamatorio) Demeclociclina (demeclociclina cálcica, es un derivado de la tetraciclina). Es un producto comercial que fue desarrollado por el profesor André Schroeder en 1960. Es una pasta hidrosoluble que no fragua. El mecanismo de acción se basa en la inhibición de la síntesis de proteínas ribosómicas en las bacterias. Canalda et al. (2014)

Indicado:

- Pulpitis aguda irreversible sintomática
- Periodontitis apical aguda.
- Reabsorción radicular inflamatoria, tanto interna como externa.
- Para prevenir el desarrollo de reabsorción inflamatoria después de la avulsión de dientes completamente desarrollados.
- Para reducir el dolor posoperatorio al reducir la inflamación periapical.
- Para inhibir y reducir el número de bacterias dentro de los conductos radiculares infectados.
- Ledermix™ Paste también se puede utilizar como agente de pulpotomía en el tratamiento de emergencia de la pulpitis aguda irreversible.

Figura 3
Pasta Ledermix



Nota. Pasta para medicación intraconducto

Septomicie

Composición:

- Septomixine forte (100 g)
- Dexametasona 0,05 g
- Sulfato de Neomicina
- Tirotricina 1,5
- Sulfato de Polimixina 2,50 g
- Excipiente radio-opaco c.s.p. 100 g

Propiedades:

- Antibacteriana y antifúngica en un rango muy amplio, evitar los fenómenos de resistencia, ya que cada forma de tejido cariado es sensible al menos a dos de estos componentes.
- No causan sensibilización.
- La dexametasona en la dosis aplicada reduce los fenómenos inflamatorios y alérgicos.
- El excipiente radiopaco, bien tolerado por el tejido apical, se elimina lentamente del cuerpo. Es inocuo para los tejidos periapicales.

Hidróxido de calcio [Ca (OH)₂]. Polvo blanco, inodoro y fuertemente básico, frecuentemente utilizado como medicamento intraconducto en procedimientos endodónticos no quirúrgicos y también como consecuencia de lesiones traumáticas. Sus preparaciones parecen favorecer la calcificación. Se pueden utilizar diferentes preparaciones en procedimientos de recubrimiento pulpar, pulpotomía, apexogénesis y apexificación en la dentición secundaria. Parece inhibir la reabsorción inflamatoria y presenta actividad antimicrobiana.

Composición. Este es un compuesto inestable, susceptible de combinarse con el anhídrido carbónico del aire, transformándose de nuevo en carbonato cálcico. (Canalda 2014)

Otro aspecto a destacar es que los resultados de este estudio confirman el papel esencial del tratamiento biomecánico riguroso de los conductos radiculares en la eliminación de la infección endodóntica. Prácticamente la mayoría de los microorganismos se eliminan mediante la preparación del conducto radicular. La mayoría de las bacterias que persisten en el espacio endodóntico después de un tratamiento biomecánico correctamente realizado se localizan en las ramificaciones del sistema radicular y son inaccesibles para su eliminación mecánica directa. El tratamiento antiséptico endodóntico en la periodontitis apical crónica aborda precisamente estos microorganismos. (Gheorghiu, y otros, 2018)

El hidróxido de calcio, además de su efecto antibacteriano en las membranas celulares debido a su pH de 12,5, también tiene la capacidad de desnaturalizar las proteínas

del espacio endodónico, haciéndolas menos tóxicas para el organismo huésped. Sin embargo, su acción sobre los gérmenes residuales presentes en los túbulos dentinarios de las paredes del conducto radicular requiere un tiempo que varía de una semana a un mes. (Gheorghiu, y otros, 2018)

Asimismo, el hidróxido de calcio es el único tratamiento endodónico que puede iniciar y estimular la remineralización de las zonas periapicales afectadas por periodontitis apical crónica. Sin duda, desde este punto de vista, el hidróxido de calcio es el medicamento endodónico más valioso. (Gheorghiu, y otros, 2018)

Composición física y químicas

Características físicas y químicas del hidróxido de calcio. El hidróxido de calcio se presenta como un polvo blanco, alcalino (pH 12.5-12.8) poco soluble en agua (solubilidad de 1.2g/litro de agua a 25° e insoluble en alcohol). Es una base fuerte obtenida a partir de la combustión del carbonato de calcio hasta su formación en óxido de calcio, el cual al ser hidratado se transforma en hidróxido de calcio.

Es un compuesto altamente inestable, puesto que al entrar en contacto con el dióxido de carbono regresa a su estado de carbonato de calcio. Por ello, se recomienda que sea almacenado en un frasco bien cerrado.

El hidróxido de calcio actúa por disociación iónica en iones calcio (Ca^{++}) e iones hidróxido (OH^-). Para determinar el porcentaje de iones liberados, debe tenerse en cuenta su peso molecular que es de 74.08, calculando así

$$\begin{array}{r} 1 \text{ Ca}^{++} = 40.08 \\ 1 \text{ OH}^- = 17 \\ 1 \text{ OH}^- = \underline{17} \\ \text{.....} 74.08 \end{array}$$

Con este dato, se deduce que su disociación iónica será en 54.11% de iones Ca^{++} y 45.89% de iones OH^- , calculados por regla de tres simple. (Caviedes Bucheli, Muñoz, & Meneses, 2021)

$$\begin{array}{r} 74.08 \text{ ----- } 100\% \\ 40.08 \text{ ----- } X? \\ \\ X = \text{Ca}^{++} = 54.11\% \\ \text{OH}^- = 45.89\% \end{array}$$

Mecanismo de acción $\text{Ca}(\text{OH})_2$

Actividad antimicrobiana. Está relacionado con la liberación de iones hidroxilo en un ambiente acuoso. Los iones hidroxilo son radicales libres altamente oxidantes que muestran una reactividad extrema con varias biomoléculas. Esta reactividad es alta e indiscriminada, por lo que esta radical libre rara vez se difunde fuera de los sitios de generación (Mohammadi & Dummer, 2011).

Los efectos letales de los iones hidroxilo sobre las células bacterianas probablemente se deban a los siguientes mecanismos:

- Daño a la membrana citoplasmática bacteriana: El alto pH del $\text{Ca}(\text{OH})_2$ altera la integridad de la membrana citoplasmática mediante lesión química de los componentes orgánicos y transporte de nutrientes o mediante la destrucción de fosfolípidos o ácidos grasos insaturados de la membrana citoplasmática.
- Desnaturalización de proteínas: Muchas funciones celulares pueden verse afectadas por el pH, incluidas las enzimas que son esenciales para el metabolismo celular, la inactivación enzimática bacteriana bajo condiciones extremas de pH durante un largo período de tiempo es irreversible. También desnaturaliza y desintoxica productos bacterianos como el lipopolisacárido.
- Daño al ADN: Los iones de hidroxilo reaccionan con el ADN bacteriano e inducen la división de las hebras. Los genes entonces se pierden (Imlay & Linn 1988). En consecuencia, se inhibe la replicación del ADN y se altera la actividad celular. Los radicales libres también pueden inducir mutaciones letales. (Mohammadi & Dummer, 2011)

Aunque científicamente, los 3 mecanismos pueden ocurrir, es difícil establecer cuál de ellos es el principal mecanismo de acción involucrado en la muerte celular y bacteriana. (Caviedes Bucheli, Muñoz, & Meneses, 2021)

También se ha sugerido que el hidróxido de calcio tiene la capacidad de absorber el dióxido de carbono, lo que puede contribuir a su actividad antibacteriana. Sin embargo, se ha demostrado que el dióxido de carbono puede difundirse a través del cemento y desde los tejidos periapicales, por lo que el suministro de CO_2 , siempre se mantiene. En

consecuencia, no hay razón para considerar que el $\text{Ca}(\text{OH})_2$ impida la utilización del CO_2 por las bacterias.

También se ha postulado que el $\text{Ca}(\text{OH})_2$ es capaz de alterar el pH del medio donde es colocado e incluso hasta en sitios distantes, lo cual aumenta su efecto bactericida. Para hablar de cambios de pH desde el punto de vista de la ciencia básica, es importante definirlo primero. El pH o potencial hidrógeno es una medida logarítmica utilizada para catalogar el grado de acidez o alcalinidad de una sustancia química determinada por la presencia de iones hidrógeno (H^+). Técnicamente, el pH de una solución se calcula como el logaritmo negativo de la concentración de iones H^+ medida en moles por litro (Caviedes Bucheli, Muñoz, & Meneses, 2021)

Actividad de mineralización

El pH alcalino inducido no sólo neutraliza el ácido láctico de los osteoclastos, evitando así la disolución de los componentes minerales de la dentina, sino que también podría activar las fosfatasas alcalinas que desempeñan un papel importante en la formación de tejido duro. La fosfatasa alcalina es una enzima hidrolítica que actúa mediante la liberación de fosfatasa inorgánica a partir de los ésteres de fosfato. Puede separar ésteres fosfóricos, liberando iones fosfato, que luego reaccionan con iones de calcio del torrente sanguíneo para formar un precipitado, fosfato de calcio, en la matriz orgánica.

8.2 Marco conceptual

El marco teórico del presente estudio tiene como propósito fundamentar científicamente el uso del hidróxido de calcio como medicación intraconducto en el tratamiento de órganos dentales no vitales, destacando su relevancia en la terapéutica endodóntica contemporánea. A través de la revisión de investigaciones previas, se analizan los mecanismos de acción, propiedades antimicrobianas, biocompatibilidad y factores que pueden influir en su eficacia clínica, tales como el tipo de vehículo, la formulación comercial y las condiciones del medio radicular. Este apartado proporciona el sustento conceptual necesario para comprender la importancia de comparar distintas presentaciones de hidróxido de calcio y valorar su desempeño en la desinfección intracanal, contribuyendo así

al fortalecimiento del conocimiento científico y a la mejora de la práctica clínica en endodoncia.

Endodoncia. Rama de la odontología que estudia la morfología, fisiología y patología de la pulpa dental y los tejidos perirradiculares humanos. Su estudio y práctica abarcan las ciencias básicas y clínicas, incluyendo la biología de la pulpa normal y la etiología, el diagnóstico, la prevención y el tratamiento de enfermedades y lesiones de la pulpa, así como las afecciones perirradiculares asociadas.

Diagnóstico de los dientes no vitales

Diagnóstico pulpar

Necrosis pulpar. Es una categoría diagnóstica clínica que indica la muerte de la pulpa dental, lo que requiere un tratamiento de conducto. La pulpa no responde a las pruebas pulpares y es asintomática. La necrosis pulpar por sí sola no causa periodontitis apical (dolor a la percusión o evidencia radiográfica de deterioro óseo) a menos que el conducto esté infectado. Algunos dientes pueden no responder a las pruebas pulpares debido a calcificación, antecedentes recientes de traumatismo o simplemente a la falta de respuesta del diente. Como se mencionó anteriormente, por esta razón, todas las pruebas deben ser comparativas (por ejemplo, es posible que el paciente no responda a las pruebas térmicas en ningún diente).

Tratamiento previamente iniciado. Es una categoría diagnóstica clínica que indica que el diente ha sido tratado previamente con terapia endodóntica parcial, como pulpotomía o pulpectomía. Dependiendo del nivel de terapia, el diente puede o no responder a las pruebas pulpares.

Diente previamente tratado. Es una categoría diagnóstica clínica que indica que el diente ha sido tratado endodónticamente y que los conductos están obturados con diversos materiales de relleno, distintos de los medicamentos intraconducto. El diente generalmente no responde a las pruebas pulpares térmicas ni eléctricas.

Diagnóstico apical

Periodontitis apical sintomática. Representa una inflamación, generalmente del periodonto apical, que produce síntomas clínicos que incluyen dolor al morder, percusión o palpación. Esto puede ir acompañado de cambios radiográficos (es decir, dependiendo del estadio de la enfermedad, puede haber un ligamento periodontal con un ancho normal o radiolucidez periapical). El dolor intenso a la percusión o palpación es altamente indicativo de una pulpa degenerativa, por lo que se requiere un tratamiento de conducto.

Periodontitis apical asintomática. Es una inflamación y destrucción del periodonto apical de origen pulpar. Se presenta como una radiolucidez apical y no presenta síntomas clínicos (no hay dolor a la percusión ni a la palpación).

Absceso apical crónico. Es una reacción inflamatoria a la infección y necrosis pulpar, que se caracteriza por un inicio gradual, escasa o nula molestia y secreción intermitente de pus a través de un trayecto sinusal asociado. Radiográficamente, se observan típicamente signos de destrucción ósea, como radiolucidez. Para identificar el origen del trayecto sinusal, si está presente, se coloca cuidadosamente un cono de gutapercha a través del estoma o abertura hasta que se detenga y se toma una radiografía.

Absceso apical agudo. Es una reacción inflamatoria a la infección y necrosis pulpar, que se caracteriza por un inicio rápido, dolor espontáneo, sensibilidad extrema del diente a la presión, formación de pus e inflamación de los tejidos asociados. Puede no haber signos radiográficos de destrucción y el paciente suele presentar malestar general, fiebre y linfadenopatía.

Reabsorción. Una condición asociada con un proceso fisiológico o patológico que resulta en la pérdida de dentina, cemento o hueso.

Reabsorción interna. Un proceso inflamatorio que se inicia dentro del espacio pulpar con pérdida de dentina y posible invasión del cemento. Reabsorción por reemplazo (anquilosis): pérdida patológica de cemento, dentina y ligamento periodontal, con el consiguiente reemplazo de dichas estructuras por hueso, lo que resulta en la fusión del hueso y el diente.

Medicamento (medicación). Un agente utilizado con valor medicinal; comúnmente se refiere a agentes intraconducto, entre citas, utilizados con fines paliativos o antimicrobianos. (American Association of Endodontics (AAE), 2020)

Retratamiento. Procedimiento para retirar los materiales de relleno del conducto radicular del diente, seguido de la limpieza, el modelado y la obturación de los conductos.

Exudado. Líquido, células y proteínas plasmáticas que escapan del sistema vascular y se acumulan en uno o más tejidos; generalmente como resultado de una inflamación.

Exudado purulento. Exudado caracterizado por una abundancia de leucocitos polimorfonucleares que provoca la formación de pus en el lugar de la lesión.

Bacterias. Miembros de un grupo de microorganismos procariotas unicelulares; muchos de ellos son etiológicos en enfermedades que afectan a todas las formas de vida, incluidos los humanos y otros animales.

Biopelícula. Agregado de bacterias unidas por una matriz de carbohidratos que se adhiere a una superficie y a una interfaz entre una solución.

Formación de biofilm y su resistencia en el sistema de conductos

Biofilm. Agregado de bacterias unidas por una matriz de carbohidratos que se adhiere a una superficie y a una interfaz entre una solución. (American Association of Endodontics (AAE), 2020)

Consisten en comunidades microbianas sésiles adheridas a una superficie y compuestas por células enredadas en una matriz extracelular polimérica autoproducida, que exhibe un fenotipo alterado en cuanto a la tasa de crecimiento y la expresión génica. La matriz desempeña un papel esencial en la morfología, la supervivencia ecológica y la resistencia de la comunidad de biopelículas microbianas. Las biopelículas representan la principal forma en que se encuentran los microorganismos celulares en la naturaleza y son ampliamente reconocidas por su mayor resistencia al tratamiento antimicrobiano. (Rôças, y otros, 2022)

Estudios morfológicos han revelado organizaciones bacterianas en conductos infectados similares a lo que actualmente se denomina biopelícula (Molven et al., 1991; Sen

et al., 1995; Siqueira et al., 2002a). Sin embargo, Ricucci y Siqueira (2010a) fueron los primeros en informar sobre la prevalencia y la asociación de las biopelículas bacterianas con la periodontitis apical primaria y postratamiento. Evaluaron la presencia de biopelículas en el conducto apical e informaron una prevalencia general de biopelículas intrarradiculares en el 80% de los conductos no tratados y en el 74% de los tratados, con mayor frecuencia en dientes con lesiones grandes y quísticas.

Dicho estudio informó que la periodontitis apical cumplía todos los requisitos disponibles en la literatura para ser incluida en la lista de enfermedades mediadas por biopelículas. Se desconoce si la organización bacteriana en la biopelícula precede y es un prerrequisito para el desarrollo de la periodontitis apical, o si es un evento posterior.

UltraCal XS: La pasta de hidróxido de calcio UltraCal XS es una pasta premezclada acuosa, radiopaca, de aplicación directa, con un pH de 12.0 a 12.5.

Indicaciones: Aposito temporal para conductos radiculares, apexificación, perforación, pulpotomía vital, recubrimiento pulpar directo, recubrimiento pulpar indirecto, reabsorción de raíces, relleno del conducto radicular para dientes primarios. (Ultradent Products, Inc)

Figura 4
Hidróxido de calcio de Ultradent



Nota. Imagen tomada de Ultradent Lat.

Calplus: Es un aceite premezclado a base de pasta de hidróxido de calcio que contiene yodoformo. La adición del yodoformo al hidróxido de calcio mejora la radioopacidad y así mismo, mejora las propiedades de desinfección de la pasta. Pasta que no endurece, el hidróxido de calcio solubilizado permanece activo en el canal radicular por un tiempo mayor.

Composición: Hidróxido de calcio, yodoformo, aceite de silicona.

Indicaciones: Desinfectar canales, inhibir el crecimiento bacteriano, promueve la cicatrización periapical, estimula la apexificación y la apexogenesis, material de obturación

temporal en conductos radiculares infectados, tratamiento de la reabsorción radicular. (Prevest DenPro., 2021)

Figura 5

Hidróxido de calcio con yodoformo de Prevest



Nota. Imagen tomada de Prevest Direct

ApexPaste: Es una pasta de hidróxido de calcio y yodoformo para procedimientos endodónticos. El material es una pasta amarilla, suave y premezclada que puede ser colocada directamente en el conducto radicular por una jeringa plástica y puntas de dispensión.

Indicaciones: Tratamiento de conductos, apexificación, apexogenesis, tratamiento de la reabsorción radicular y trauma dentoalveolar. Adicionalmente está indicada para su uso en pulpectomía o material de obturación temporal en dientes deciduos. (DSI Endodontics, (s.f))

Figura 6
Hidróxido de calcio con yodoformo de DSI



Nota. Imagen tomada de DSI Solutions

9. Marco metodológico

El marco metodológico de la presente investigación se estructuró con el propósito de garantizar rigor científico, validez y confiabilidad en la evaluación de la eficacia clínica y antimicrobiana del hidróxido de calcio en órganos dentales no vitales. Se trata de un estudio de enfoque cuantitativo, aplicado, correlacional, transversal y de campo, desarrollado en la clínica de la especialidad de Endodoncia de la UNICA durante los meses de agosto de 2025.

La metodología adoptada integró procedimientos clínicos estandarizados y análisis microbiológicos controlados, permitiendo comparar tres marcas comerciales de hidróxido de calcio bajo condiciones homogéneas y reproducibles. Asimismo, se aplicaron criterios éticos y técnicos rigurosos en la selección de la muestra, recolección y procesamiento de datos, de modo que los resultados obtenidos reflejaran de manera objetiva la efectividad de las diferentes formulaciones en la desinfección intracanal y su impacto en la evolución clínica del tratamiento endodóntico.

9.1 Tipo de investigación

Según el enfoque

La presente investigación se enmarca dentro del enfoque cuantitativo, dado que se fundamenta en la recolección y análisis de datos numéricos, producto de mediciones objetivas relacionadas con la eficacia clínica y antimicrobiana del hidróxido de calcio en dientes no vitales. Este enfoque permite utilizar procedimientos estadísticos que facilitan la identificación de diferencias y asociaciones significativas entre las variables estudiadas, garantizando así un análisis riguroso y objetivo de los resultados obtenidos.

Asimismo, el enfoque cuantitativo asegura la posibilidad de replicar los hallazgos en contextos similares, incrementando la confiabilidad y validez de la investigación. Al basarse en datos medibles y verificables, se contribuye a la generación de conclusiones precisas que pueden ser contrastadas empíricamente, lo cual resulta fundamental en un estudio clínico y microbiológico como el que se llevó a cabo en la especialidad de endodoncia de la UNICA.

Según la aplicabilidad de sus resultados

La investigación corresponde al tipo aplicada, puesto que su propósito principal es ofrecer soluciones prácticas y directas en el ámbito clínico endodóntico. Más allá de generar conocimiento teórico, busca brindar evidencia que contribuya a optimizar los protocolos de desinfección intracanal mediante el uso de hidróxido de calcio, lo cual resulta de gran relevancia para la práctica odontológica.

De este modo, los resultados no solo enriquecen el campo académico, sino que tienen un impacto inmediato en la mejora de la atención al paciente. Al proponer un análisis comparativo de la eficacia antimicrobiana y clínica de distintas aplicaciones de hidróxido de calcio, se generan aportes útiles para la toma de decisiones terapéuticas, fortaleciendo el carácter práctico y resolutorio de este estudio aplicado.

Según el nivel de profundidad del conocimiento

El estudio se clasifica como correlacional, dado que su propósito metodológico fue identificar el grado de asociación entre variables clínicas y microbiológicas relacionadas con la eficacia del hidróxido de calcio en órganos dentales no vitales. No se buscó establecer una relación de causa-efecto, sino más bien comprobar si existen vínculos significativos que permitan inferir comportamientos entre las variables evaluadas.

En este sentido, el carácter correlacional aporta a la comprensión de cómo las condiciones clínicas y microbiológicas pueden relacionarse con la efectividad de un agente desinfectante ampliamente utilizado en endodoncia. Este tipo de diseño, por tanto, facilita el análisis de patrones de asociación que, aunque no determinan causalidad, generan evidencia relevante para orientar futuras investigaciones experimentales o explicativas.

Según su orientación en el tiempo

La investigación es de carácter transversal, ya que se desarrolló en un único momento temporal, específicamente durante el mes de agosto del año 2025. Esto implica que la recolección de datos se llevó a cabo en un periodo delimitado y concreto, lo cual permitió obtener una visión puntual del comportamiento clínico y antimicrobiano del hidróxido de calcio en los casos atendidos.

El diseño transversal se justifica en la medida en que facilita la evaluación simultánea de las variables, permitiendo establecer asociaciones inmediatas entre ellas en el contexto de la práctica endodóntica. Además, este enfoque temporal aporta una fotografía representativa de la población estudiada, constituyendo una base sólida para futuros estudios de carácter longitudinal o experimental.

Según el tipo de diseño

El estudio adoptó un diseño de campo, ya que los datos fueron recolectados de manera directa en el lugar donde se manifestó el fenómeno objeto de investigación: la clínica de la especialidad de endodoncia en la UNICA. Este tipo de diseño es pertinente porque permite observar y analizar la aplicación real del hidróxido de calcio en un entorno clínico, garantizando que los resultados reflejen las condiciones prácticas y habituales del tratamiento endodóntico.

La elección de un diseño de campo, además, asegura que la información obtenida esté fundamentada en la experiencia directa con los pacientes atendidos, lo que aumenta la validez externa de los resultados. Al desarrollarse en un contexto natural y clínicamente relevante, los hallazgos se convierten en evidencia aplicable a la práctica profesional cotidiana, reforzando el carácter práctico y contextualizado de la investigación.

9.2 Hipótesis de investigación

Hipótesis de investigación (H1)

La eficacia clínica y antimicrobiana del hidróxido de calcio en órganos dentales no vitales tratados endodónticamente presenta diferencias significativas al comparar tres marcas comerciales, en función de su tiempo de aplicación y de las características clínicas de los casos atendidos en la especialidad de endodoncia de la UNICA, durante el periodo agosto 2025.

Hipótesis nula (H0)

No existen diferencias significativas en la eficacia clínica ni antimicrobiana entre las tres marcas comerciales de hidróxido de calcio, independientemente del tiempo de

aplicación o las características clínicas de los casos en dientes no vitales tratados en la UNICA, en el periodo agosto 2025.

Hipótesis alternativa (Ha):

Al menos una de las tres marcas comerciales de hidróxido de calcio demuestra mayor eficacia clínica y antimicrobiana en dientes no vitales tratados endodónticamente en la UNICA, en el periodo agosto 2025, en comparación con las otras dos.

9.3 Definición operativa de las variables

En este subapartado se establece el tránsito de las variables de investigación hacia los ítems o preguntas concretas del instrumento de recolección de datos. Para ello, se presentan las matrices de operacionalización de las variables, las cuales permiten precisar la forma en que cada variable será medida y evaluada. Dichas matrices se construyen en función de los objetivos específicos del estudio, de modo que cada objetivo se vincula directamente con los indicadores, dimensiones y preguntas que lo sustentan metodológicamente. De esta manera, se garantiza coherencia entre el planteamiento teórico y la aplicación práctica del instrumento, facilitando la obtención de información válida y confiable para responder a la problemática de investigación.

Objetivo específico 1

Determinar la cantidad de carga bacteriana intracanal posterior a la aplicación de cada una de las tres marcas de hidróxido de calcio.

Tabla 1

Variable del objetivo específico 1

Variable conceptual	Dimensión o subvariable	Indicador/ Variable operativa	Ítems	Tipo de variable
Reducción bacteriana	Tiempo posterior a la aplicación	Carga bacteriana pre y post tratamiento	Conteo de UFC	Cuantitativa – Continua
	Marca de hidróxido de calcio	Nombre comercial	Identificación de marca utilizada	Cualitativa – Nominal
	Técnica de muestreo microbiológico	Método de recolección y análisis	Hisopado/ Cultivo/ Análisis	Cualitativa – Ordinal

Objetivo específico 2

Evaluar el desempeño clínico de cada presentación comercial de hidróxido de calcio, considerando la presencia o ausencia de signos y síntomas en órganos dentales no vitales.

Tabla 2

Variable del objetivo específico 2

Variable conceptual	Dimensión o subvariable	Indicador/ Variable operativa	Ítems	Tipo de variable
Desempeño clínico	Síntomas clínicos	Dolor / inflamación / supuración	Registro clínico del paciente	Cualitativa – Nominal
	Marca comercial	Nombre de la presentación	Identificación de marca aplicada	Cualitativa– Nominal
	Evolución clínica	Presencia/ausencia de síntomas post-tratamiento	Síntomas a los 7 y 14 días	Cuantitativa – Discreta

Objetivo específico 3

Establecer cuál de las tres marcas muestra mayor eficacia antimicrobiana en dientes con necrosis pulpar.

Tabla 3

Variable del objetivo específico 3

Variable conceptual	Dimensión o subvariable	Indicador / Variable operativa	Ítems	Tipo de variable
Eficacia antimicrobiana comparada	Marca del hidróxido de calcio	Nombre comercial de la marca	Clasificación por marca utilizada	Cualitativa – Nominal
	Respuesta microbiológica	Reducción de bacterias específica por marca	Resultados microbiológicos agrupados	Cuantitativa – Discreta
	Comparación intermarca	Marca con mayor eficacia promedio	Comparación estadística entre marcas	Cuantitativa – Continua

9.4 Población y muestra

En el presente estudio, de enfoque cuantitativo, se seleccionó una muestra representativa de la población objetivo, compuesta por pacientes atendidos en la clínica odontológica durante el mes de agosto, que cumplieran con criterios de inclusión rigurosamente establecidos. La muestra estuvo integrada por órganos dentales no vitales que, como parte del protocolo terapéutico, recibieron medicación intracanal con hidróxido de calcio entre citas.

Asimismo, se garantizó que todos los conductos radiculares fueran instrumentados hasta alcanzar un diámetro final de preparación de 35/04, lo cual estandariza el espacio de trabajo y permite una adecuada penetración de irrigantes y medicación. El hipoclorito de sodio empleado para la irrigación tuvo una concentración uniforme del 3.25% y fue activado según los parámetros clínicos establecidos, con el fin de optimizar su acción antimicrobiana.

En cuanto a los criterios de exclusión, se descartaron casos que correspondieran a retratamientos endodónticos, lesiones endo-periodontales combinadas, reabsorciones radiculares de cualquier etiología y perforaciones en la raíz o en la cámara pulpar, dado que estas condiciones podrían alterar la respuesta clínica y microbiológica al tratamiento, generando sesgos en la interpretación de resultados.

El cumplimiento estricto de estos criterios permitió que la muestra seleccionada reflejara con fidelidad las características de la población en estudio, garantizando así su representatividad. Esta selección meticulosa de casos contribuye a la validez interna del estudio, al reducir la influencia de variables externas y homogeneizar las condiciones clínicas y microbiológicas en las que se evaluará la eficacia antimicrobiana del hidróxido de calcio como medicación intracanal.

9.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

El procedimiento de recolección de las muestras microbiológicas se desarrolló siguiendo un protocolo clínico estandarizado y secuencial para garantizar la validez y confiabilidad de los resultados. En primer lugar, se realizó el tratamiento endodóntico en dos citas clínicas en la especialidad de endodoncia y microcirugía de la UNICA, por residentes de la IV edición de dicha especialidad. Durante la primera cita, se efectuó la

instrumentación mecánica del conducto radicular hasta alcanzar la lima 35/04 como diámetro final de preparación, asegurando una adecuada conformación del sistema de conductos. Posteriormente, se procedió a la irrigación con hipoclorito de sodio al 3.25%, la cual fue activada mediante un dispositivo ultrasónico, optimizando así la eliminación de residuos orgánicos y la desinfección intracanal. A continuación, se colocó la medicación intracanal correspondiente a la marca de hidróxido de calcio asignada, la cual permaneció dentro del conducto durante un periodo de 7 a 15 días, dependiendo de la evolución clínica del caso.

Figura 7

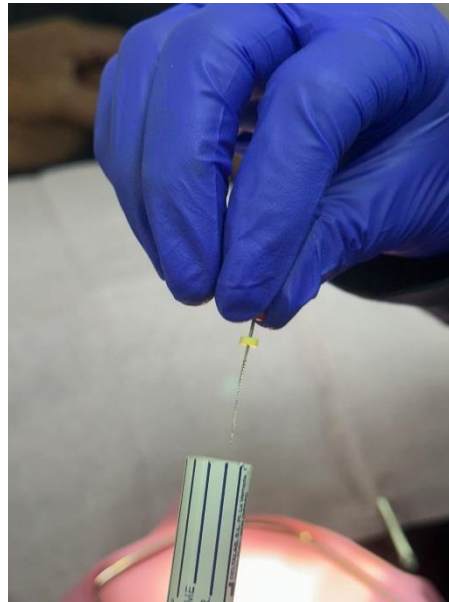
Colocación de hidróxido de calcio



Nota. Medicación intraconducto con la marca comercial de hidróxido de calcio, se utilizó una lima para mayor uniformidad intracanal. Foto del autor.

En la segunda cita, y transcurrido el tiempo de medicación, se procedió a la recolección de la muestra bacteriológica. Para ello, se retiró previamente la medicación con limas rotatorias, irrigación con hipoclorito de sodio y activación ultrasónico, luego se secó cuidadosamente con conos de papel estériles y se utilizó una lima estéril número 25, la cual se introdujo cuidadosamente en el conducto radicular, realizando movimientos de raspado sobre las paredes internas con el fin de recolectar restos bacterianos adheridos. Inmediatamente después, la lima utilizada fue depositada en un tubo de ensayo estéril que contenía medio de cultivo agar sangre, garantizando el contacto directo del instrumento con el medio de transporte estéril de tubo de carbón activado proporcionado por el laboratorio clínico San Martín.

Figura 8
Recolección de la muestra

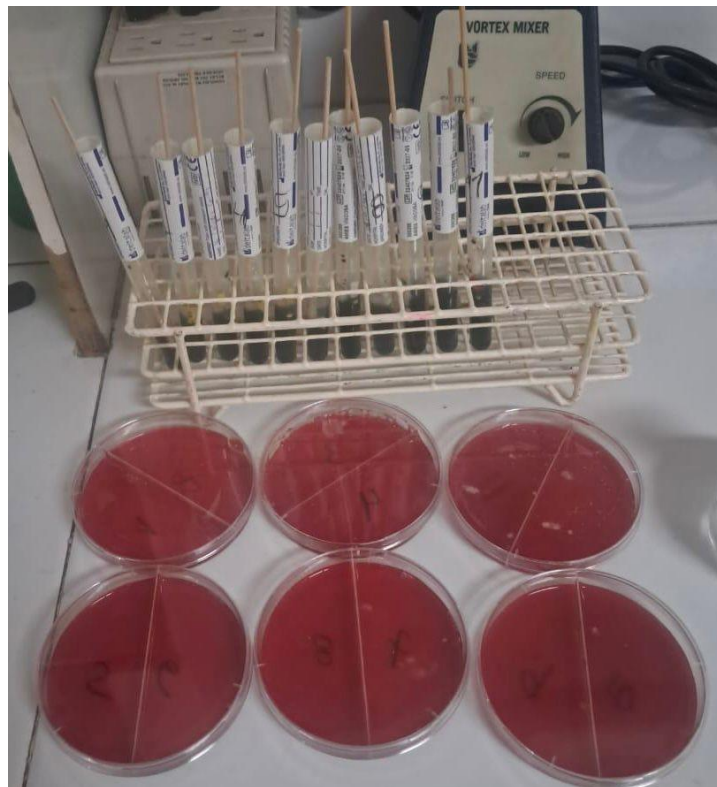


Nota. Lima 25 utilizada para la recolección de la muestra y almacenada en un tubo conteniendo agar-sangre. Foto del autor.

Las muestras obtenidas fueron colocadas en una hielera Igloo modelo laguna con capacidad de 8.51 l con recambios de 5 libras de hielo cada 12 horas , manteniendo una temperatura controlada durante todo el proceso de transporte. Estas fueron trasladadas al laboratorio clínico de la ciudad de Chinandega en un tiempo no mayor a 48 horas, esto por indicaciones brindadas por el laboratorio de ser un tiempo menor a 72 horas, asegurando la viabilidad bacteriana y la integridad de las muestras. En el laboratorio, se realizaron cultivos bacteriológicos para aislar bacterias en platos Petri con agar-sangre, con el propósito de determinar la presencia o ausencia de crecimiento bacteriano e identificar las especies microbianas predominantes. Las placas fueron incubadas por un periodo de hasta 72 horas a temperatura ambiente, permitiendo el crecimiento óptimo de los microorganismos y la posterior observación morfológica de las colonias bacterianas bajo condiciones controladas.

Se tomaron fotografías con un celular Iphone 14 pro con cámara de 48 MP en la clínica 5 de especialidad de la universidad UNICA durante la recolección de la muestra, y en el laboratorio clínico San Martín se tomaron fotografías con un celular iPhone 12 con cámara trasera de 12 MP.

Figura 9
Cultivo microbiológico



Nota. Platos Petri 24 horas después de 72 horas de incubación, sin crecimiento bacteriano. Foto del autor.

Criterios de inclusión y exclusión

Criterios de inclusión

- Pacientes atendidos en la especialidad de Endodoncia de la UNICA durante el mes de agosto 2025, con diagnóstico pulpar no vital.
- Conductos radiculares instrumentados mecánicamente hasta alcanzar la lima 35/04 como diámetro final de preparación.
- Irrigación intracanal realizada con hipoclorito de sodio a una concentración de 3.25% durante el tratamiento.

- Activación del hipoclorito de sodio con dispositivo de ultrasonido Ultra X en la fase de irrigación final.
- Secado con conos de papel estériles previo a la recolección de la muestra-
- Medicación intraconducto con hidróxido de calcio de 7 a 15 días.

Criterios de exclusión

- Órganos dentales con lesiones endo-perio reabsorciones radiculares severas, fracturas verticales o perforaciones que impidan el sellado adecuado durante el tratamiento.
- Pacientes con condiciones sistémicas graves o inmunosupresoras que puedan alterar la respuesta microbiológica o clínica.

9.6 Validez y confiabilidad de los instrumentos

La validez del instrumento de recolección de datos en esta investigación, constituido por una ficha técnica diseñada específicamente para el registro clínico y microbiológico de dientes no vitales tratados en la clínica, se fundamenta en su capacidad para medir con precisión y pertinencia las variables objeto de estudio.

En la fase inicial, la técnica de observación clínica directa contempla la identificación de signos y síntomas relevantes como dolor postoperatorio, inflamación intraoral o extraoral, presencia de exudado y cambios en el tejido periapical. Estos parámetros fueron seleccionados conforme a criterios clínicos establecidos en la literatura endodóntica contemporánea, que reconocen la importancia de la evaluación clínica como indicador indirecto de la eficacia antimicrobiana (Siqueira & Rocas, 2022).

La estructura del instrumento permite la captura sistemática de datos durante y después del tratamiento, evitando omisiones que podrían comprometer la interpretación de resultados. En la fase microbiológica, el análisis se desarrolla en un laboratorio clínico certificado, siguiendo metodologías estandarizadas para el cultivo, aislamiento e identificación de microorganismos, lo que asegura la validez de criterio al utilizar procedimientos reconocidos y reproducibles (Peciuliene, Reynaud, Balciuniene, & Haapasalo, 2001)

En cuanto a la validez de constructo, la ficha técnica fue elaborada considerando la relación lógica entre las dimensiones clínicas y microbiológicas del tratamiento endodóntico. La evaluación clínica permite medir, de forma indirecta, la eficacia antimicrobiana a través de la evolución sintomatológica, mientras que la evaluación microbiológica lo hace de forma directa mediante la cuantificación de la carga bacteriana intracanal antes y después de la intervención.

La inclusión de datos como fecha de recolección, inicio y finalización de la incubación, identificación taxonómica de bacterias y hongos aislados, así como el conteo de colonias, fortalece la capacidad del instrumento para reflejar objetivamente los cambios microbianos asociados a la medicación intraconducto con hidróxido de calcio (Haapasalo, Qian, Portenier, & Waltimo, 2007). Este diseño integral favorece la triangulación de resultados clínicos y de laboratorio, reforzando la solidez de las conclusiones y reduciendo el sesgo en la interpretación de los hallazgos.

Respecto a la confiabilidad, el instrumento fue sometido a un proceso de estandarización en la aplicación y registro de datos, minimizando la variabilidad interobservador e intraobservador. En la fase clínica, se establecieron criterios operativos claros para la identificación y categorización de cada signo o síntoma, reduciendo la subjetividad diagnóstica.

En la fase microbiológica, la manipulación de las muestras y su procesamiento en laboratorio siguen protocolos estrictos, desde la recolección aséptica hasta la lectura final de los resultados, garantizando que los datos puedan ser replicados bajo condiciones similares.

El uso de un laboratorio certificado añade un control externo de calidad que incrementa la consistencia de las mediciones. Además, la ficha técnica, al integrar campos específicos y estandarizados, disminuye el riesgo de errores de transcripción y facilita la comparación longitudinal y transversal de los casos analizados.

9.7 Procedimientos para el procesamiento y análisis de información

Para el procesamiento de los datos recolectados, inicialmente se procedió a la depuración de la información obtenida mediante la ficha técnica, verificando que todos los

campos se encuentren completos y sin inconsistencias. Aquellos registros que presentaron datos incompletos o erróneos fueron revisados y, de ser necesario, descartados para garantizar la integridad y calidad de la base de datos. Este proceso permitió eliminar errores de digitación, duplicidades y valores atípicos que pudieron afectar los resultados del análisis estadístico.

Posteriormente, se realizó la codificación de las variables tanto clínicas como microbiológicas, asignando valores numéricos a cada categoría con el fin de facilitar su tratamiento estadístico. Esta codificación se llevó a cabo de forma sistemática para asegurar uniformidad y coherencia en todos los registros. Una vez codificados, los datos fueron ingresados en una base estructurada, que se elaboró en el software IBM SPSS Statistics, donde cada ítem de la ficha técnica corresponde a una variable independiente.

Finalmente, en el SPSS se efectuaron análisis estadísticos descriptivos para obtener medidas de frecuencia, porcentajes y tendencias de las variables clínicas y microbiológicas. Asimismo, se aplicaron pruebas estadísticas comparativas para establecer diferencias significativas entre las distintas marcas de hidróxido de calcio evaluadas. Los resultados obtenidos fueron presentados en tablas y gráficos que facilitaron su interpretación y permitieron dar respuesta a los objetivos específicos planteados en la investigación.

9.8 Consideraciones éticas

En el presente estudio se han seguido rigurosamente los principios éticos establecidos para investigaciones clínicas en seres humanos, en concordancia con la Declaración de Helsinki y las normativas vigentes en el ámbito odontológico. Todos los pacientes incluidos recibieron una explicación clara y detallada de los objetivos, procedimientos, beneficios y posibles riesgos asociados al estudio, a través de un consentimiento informado previamente elaborado. Este documento fue firmado de manera voluntaria, asegurando que la participación de los sujetos fuera libre de coacción y basada en el pleno entendimiento del proceso, respetando en todo momento la autonomía del paciente.

Para garantizar la confidencialidad y la protección de los datos personales, cada muestra clínica obtenida fue codificada mediante un sistema alfanumérico que impide la

identificación directa de los participantes. Esta codificación fue utilizada en todos los registros clínicos y microbiológicos, de manera que la información obtenida pudiera ser procesada y analizada sin comprometer la privacidad de los pacientes. El manejo de los datos se realizó exclusivamente por el equipo investigador autorizado, almacenando la información en medios protegidos y con acceso restringido, conforme a las normas de bioseguridad y protección de datos en investigación biomédica.

Desde un enfoque metodológico, se procuró que todas las fases de la investigación cumplieran con los estándares científicos y éticos de la especialidad en endodoncia, garantizando que las intervenciones realizadas formaran parte del tratamiento odontológico indicado para cada caso. Asimismo, se veló por minimizar cualquier riesgo adicional al paciente, utilizando técnicas y materiales ampliamente aceptados en la práctica clínica. Con ello, se asegura que el estudio no solo tiene validez científica, sino que también respeta de manera estricta los derechos, la integridad y el bienestar de los participantes.

10. Resultados y discusión

Objetivo 1: Determinar la cantidad de carga bacteriana intracanal posterior a la aplicación de cada una de las tres marcas de hidróxido de calcio.

Tabla 4

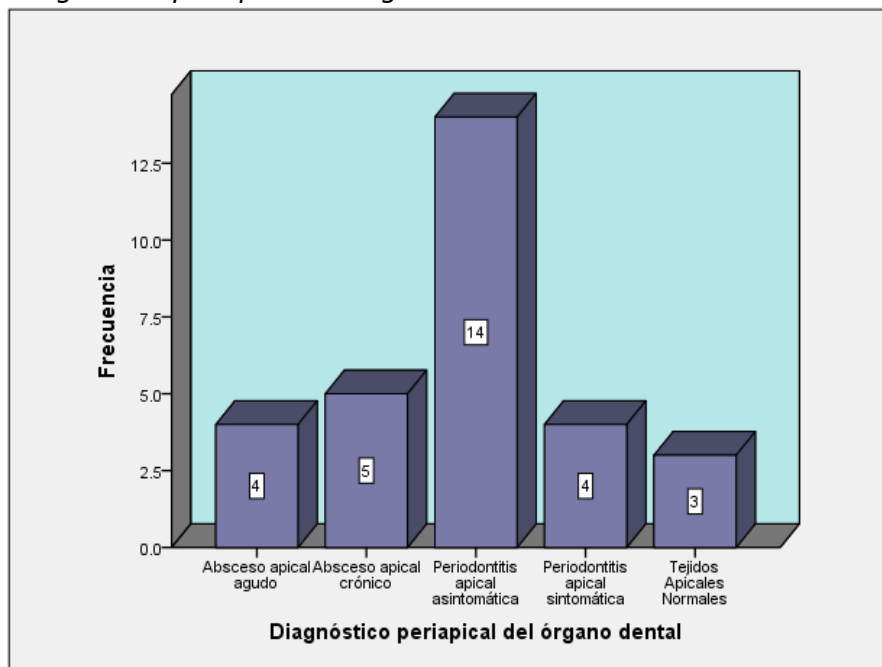
Diagnóstico periapical del órgano dental

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Absceso apical agudo	4	13.3	13.3	13.3
Absceso apical crónico	5	16.7	16.7	30.0
Periodontitis apical asintomática	14	46.7	46.7	76.7
Periodontitis apical sintomática	4	13.3	13.3	90.0
Tejidos Apicales Normales	3	10.0	10.0	100.0
Total	30	100.0	100.0	

Nota. Distribución de los diagnósticos periapicales observados en los órganos dentales no vitales tratados con hidróxido de calcio. Los datos reflejan la frecuencia y porcentaje correspondiente a cada categoría clínica.

Figura 10

Diagnóstico periapical del órgano dental



Nota. Predomina periodontitis apical asintomática (46.7%); le siguen absceso apical crónico (16.7%), absceso apical agudo (13.3%), periodontitis apical sintomática (13.3%) y tejidos apicales normales (10.0%).

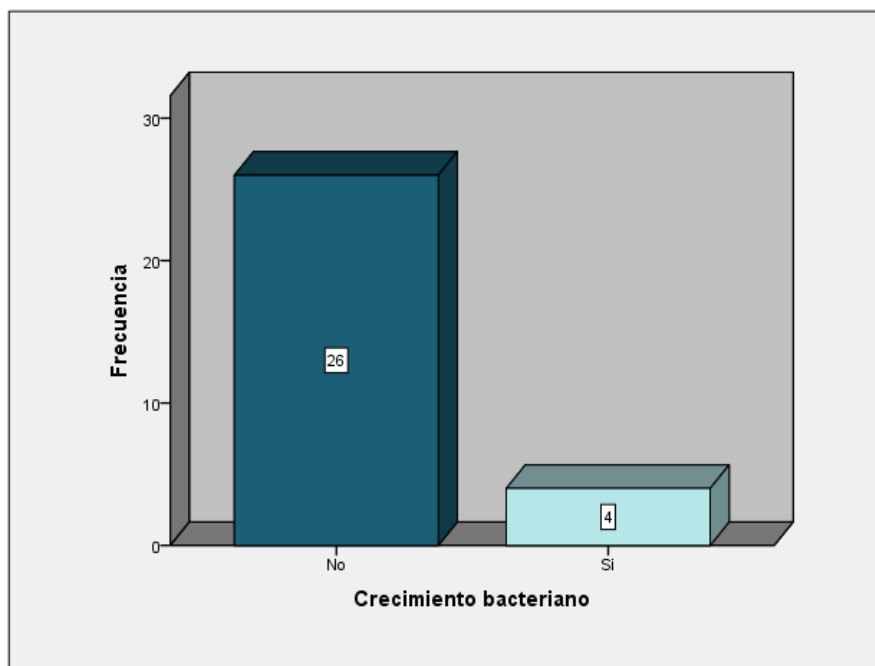
Tabla 5
Crecimiento bacteriano

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
No	26	86.7	86.7	86.7
Válidos Si	4	13.3	13.3	100.0
Total	30	100.0	100.0	

Nota. Frecuencia y porcentaje de casos con y sin crecimiento bacteriano tras la aplicación del hidróxido de calcio en los conductos radiculares.

Uno de los resultados que mostró crecimiento bacteriano tras la aplicación del hidróxido de calcio Calplus se atribuyó a contaminación cruzada durante la toma o transporte de la muestra. Dado que las demás evidencias de esta marca demostraron una adecuada reducción bacteriana, este caso fue descartado del análisis final por no representar el comportamiento real del material.

Figura 11
Crecimiento bacteriano vs Frecuencia



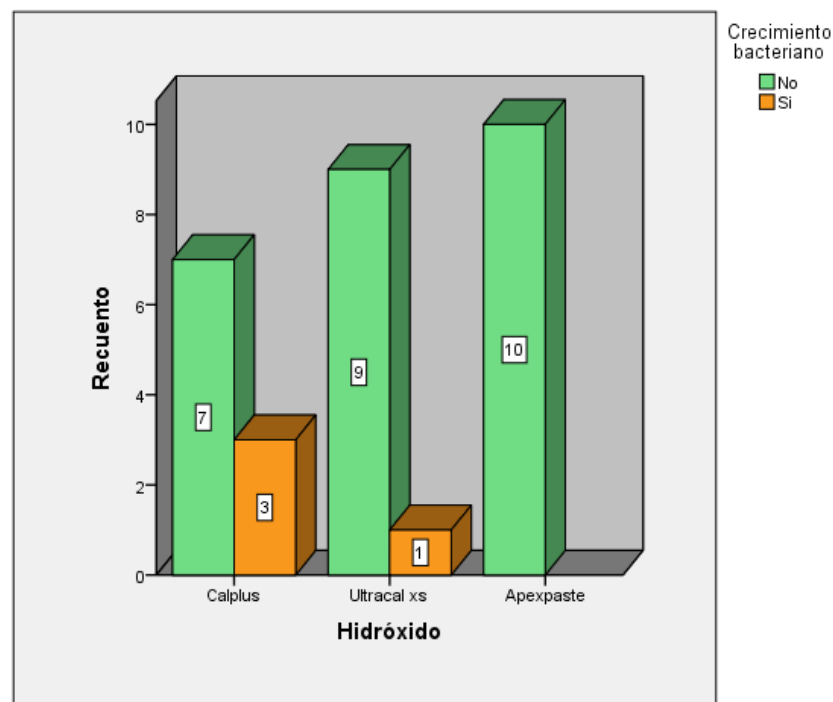
Nota. No se observó crecimiento bacteriano en 26/30 (86.7%) y crecimiento en 4/30 (13.3%) tras la medicación (existió contaminación en 1 de los 4 crecimientos bacteriano por lo tanto se descartó).

Tabla 6*Hidróxido por crecimiento bacteriano*

Recuento		Crecimiento bacteriano		Total
		No	Si	
Hidróxido	Calplus	7	3	10
	Ultracal xs	9	1	10
	Apexpaste	10	0	10
Total		26	4	30

Nota. Distribución de casos según la presencia o ausencia de crecimiento bacteriano en relación con la marca de hidróxido de calcio utilizada.

Uno de los tres casos con crecimiento bacteriano observado en la marca Calplus se consideró producto de contaminación cruzada durante el manejo de la muestra, por lo que fue excluido del análisis al no reflejar el verdadero desempeño antimicrobiano del material.

Figura 12*Hidróxido vs recuento*

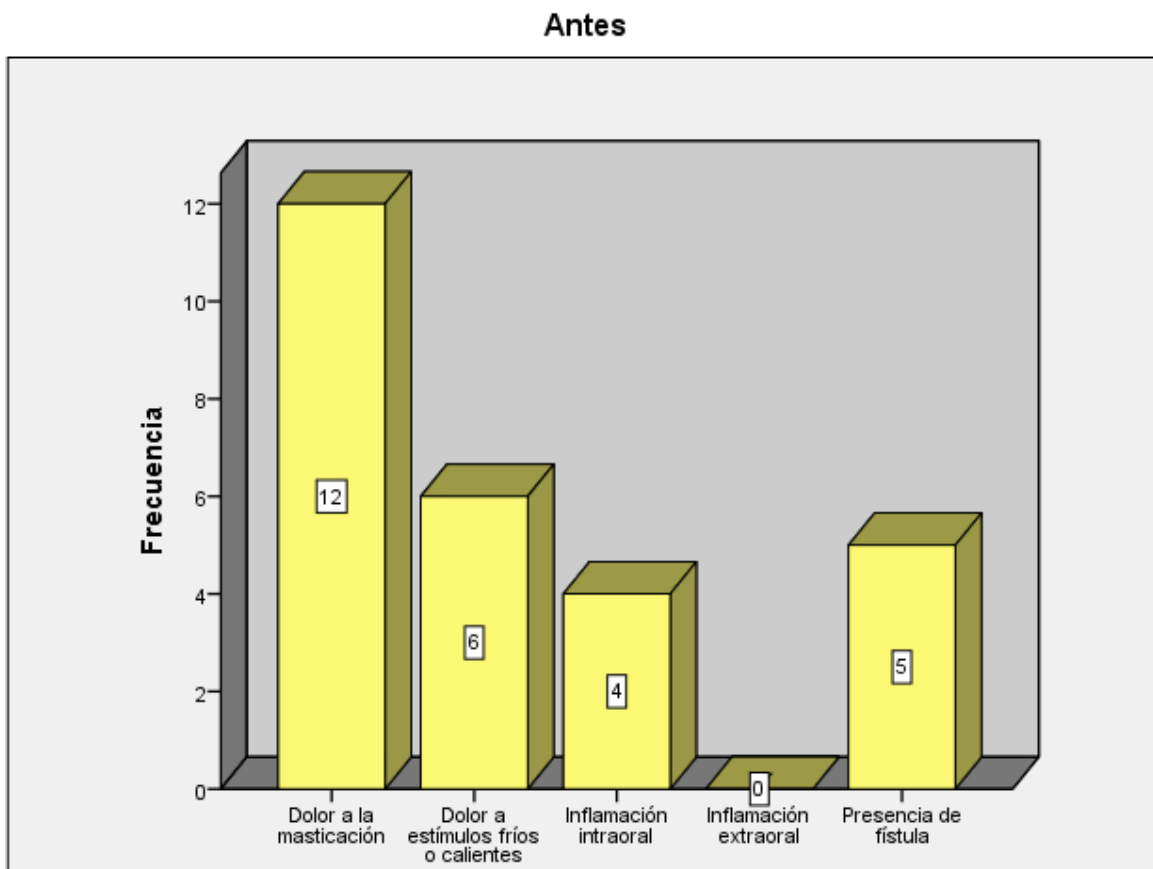
Nota. Cantidad de muestras con crecimiento bacteriano en base a las marcas comerciales. Se descarta 1 resultado positivo de Calplus por contaminación cruzada.

En la tabla de contingencia se observa que, tras la medicación intracanal, Calplus presentó **3/10** casos con crecimiento bacteriano (30%) (1 descartado por contaminación), Ultracal XS 1/10 (10%) y Apexpaste 0/10 (0%). Esto sugiere, de forma descriptiva, un mejor control microbiológico con Apexpaste y Ultracal XS respecto de Calplus (orden aproximado de eficacia: Apexpaste $\geq$ Ultracal XS > Calplus).

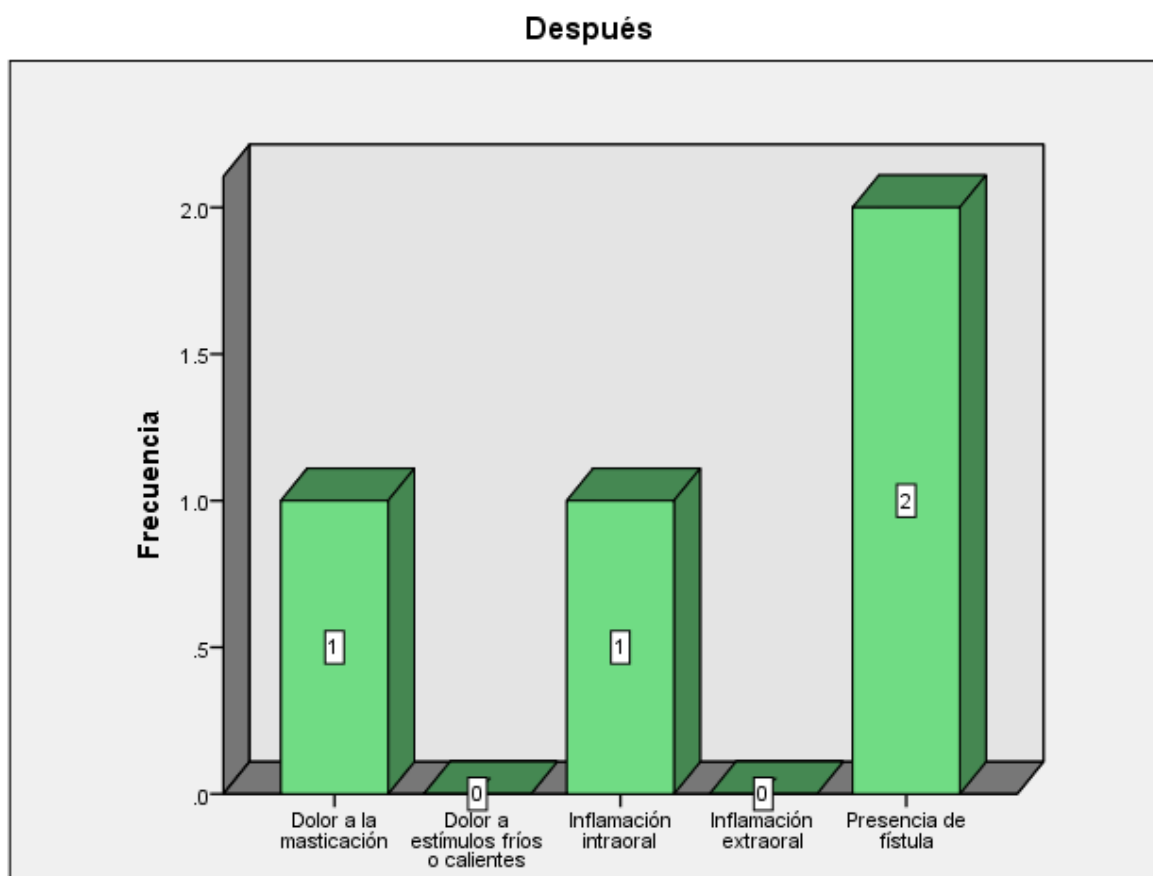
Objetivo 2: Evaluar el desempeño clínico de cada presentación comercial de hidróxido de calcio, considerando la presencia o ausencia de signos y síntomas en órganos dentales no vitales.

Figura 13

Signos y síntomas preoperatorios



Nota. Se observa los principales signos y síntomas previos a la medicación intraconducto, predominando el dolor a la masticación.

Figura 14*Signos y síntomas postoperatorios*

Nota. Signos y síntomas posteriores a la medicación intraconducto, predominando la presencia de una fístula activa.

Objetivo 3: Establecer cuál de las tres marcas muestra mayor eficacia antimicrobiana en dientes con necrosis pulpar.

Tabla 7

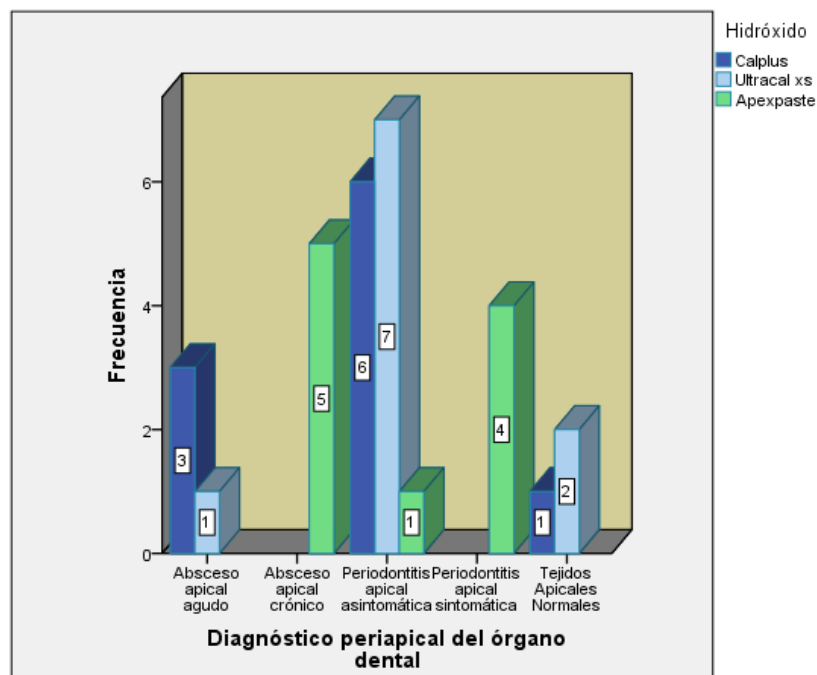
*Tabla de contingencia Diagnóstico periapical del órgano dental * Hidróxido*

Recuento		Hidróxido			Total
		Calplus	Ultracal xs	Apexpaste	
Diagnóstico periapical del órgano dental	Absceso apical agudo	3	1	0	4
	Absceso apical crónico	0	0	5	5
	Periodontitis apical asintomática	6	7	1	14
	Periodontitis apical sintomática	0	0	4	4
	Tejidos Apicales Normales	1	2	0	3
	Total	10	10	10	30

Nota. Distribución de los órganos dentales según el diagnóstico periapical y la marca comercial de hidróxido de calcio utilizada.

Figura 15

Diagnóstico periapical del órgano dental



Nota. Distribución de los órganos dentales según el diagnóstico periapical y la marca comercial de hidróxido de calcio utilizada.

Tabla 8*Contingencia Hidróxido por crecimiento bacteriano*

Recuento		Crecimiento bacteriano		Total
		No	Si	
Hidróxido	Calplus	7	3	10
	Ultracal xs	9	1	10
	Apexpaste	10	0	10
Total		26	4	30

Nota. Distribución de los casos según la presencia o ausencia de crecimiento bacteriano en función de la marca comercial de hidróxido de calcio.

PRUEBA DE HIPOTESIS

H0 (independencia): La presencia de crecimiento bacteriano (Sí/No) es independiente de la marca de hidróxido de calcio (Calplus, Ultracal XS, Apexpaste).

H1 (dependencia): La presencia de crecimiento bacteriano depende de la marca (existen diferencias en las proporciones “Sí/No” entre marcas).

Tabla 9*Pruebas de Chi.cuadrado*

	Pruebas de chi-cuadrado		
	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	4.038 ^a	2	.133
Razón de verosimilitudes	4.842	2	.089
Asociación lineal por lineal	3.764	1	.052
N de casos válidos	30		

Nota. Resultados del análisis de chi-cuadrado para evaluar la relación entre la marca de hidróxido de calcio y el crecimiento bacteriano.

a. 3 casillas (50.0%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es 1.33.

Supuesto χ^2 : esperados ≥ 5 en al menos el 80% de celdas y ninguno < 1 . 3 celdas (50%) tienen esperados < 5 (mínimo 1.33), por lo que el supuesto se viola.

Como $p = 0.133$ (Pearson), no rechazamos H0.

Conclusión: Con estos datos, no hay evidencia estadísticamente significativa de asociación entre la marca de hidróxido y el crecimiento bacteriano.

“La prueba de independencia χ^2 se aplicó sobre una muestra no probabilística, por lo que los resultados no permiten inferencia poblacional estricta; sin embargo, ofrecen indicios útiles para el análisis comparativo entre grupos.”

Su utilidad está en el nivel exploratorio/comparativo.

Discusión de los resultados

Los resultados de esta investigación mostraron que la **periodontitis apical asintomática** fue el diagnóstico más frecuente (46.7%), seguida por absceso apical crónico (16.7%) y absceso apical agudo (13.3%)

Estos hallazgos coinciden con lo reportado por Siqueira y Rôças (2022), quienes señalaron que la periodontitis apical es una de las patologías más comunes en endodoncia y que las bacterias anaerobias estrictas constituyen la microbiota predominante en estos casos. Esto evidencia la relación directa entre necrosis pulpar, proliferación microbiana y la alta prevalencia de lesiones apicales crónicas en los pacientes tratados.

En cuanto al **control bacteriano**, el estudio demostró que Apexpaste presentó un 0% de crecimiento bacteriano tras la medicación, Ultracal XS un 10% y Calplus un 30%.

Estos resultados son congruentes con lo planteado por Gheorghiu et al. (2018), quienes observaron que la eficacia antimicrobiana del hidróxido de calcio aumenta con el tiempo de permanencia en el conducto, especialmente en infecciones crónicas. Sin embargo, la diferencia observada entre marcas resalta que, además del tiempo, la formulación comercial y el vehículo utilizado son determinantes para alcanzar una mayor efectividad clínica.

Con base en los resultados obtenidos en la presente investigación, la comparación con el estudio de Gomes et al. (2002) resulta particularmente relevante para comprender la influencia del vehículo sobre la eficacia antimicrobiana del hidróxido de calcio. En el estudio de Gomes y colaboradores, se observó que las pastas con vehículos oleosos, como el paramonoclorofenol alcanforado (CMCP) y la glicerina, mostraron zonas de inhibición significativamente mayores frente a microorganismos como *Enterococcus faecalis* y *Staphylococcus aureus*, en comparación con las pastas con vehículos acuosos o viscosos.

Estos hallazgos coinciden parcialmente con los resultados del presente estudio, donde también se evidenció una variación en la eficacia antimicrobiana entre las diferentes formulaciones comerciales evaluadas, lo que sugiere que la composición del vehículo y su capacidad para liberar iones hidroxilo de forma sostenida pueden determinar el nivel de acción bactericida intracanal (Gomes et al., 2002).

Asimismo, la resistencia observada de *E. faecalis* frente a las distintas formulaciones respalda la evidencia científica previa que señala la dificultad de eliminar completamente este microorganismo, aun con medicaciones de alto pH. En el presente estudio, aunque todas las marcas de hidróxido de calcio lograron reducir la carga bacteriana intracanal, las diferencias en la magnitud de dicha reducción podrían estar relacionadas con las propiedades físico-químicas del vehículo, tal como lo plantean Gomes et al. (2002).

La correlación entre ambos estudios refuerza la hipótesis de que la eficacia antimicrobiana del hidróxido de calcio no depende únicamente de su composición básica, sino también del medio en el que se vehiculiza, su tiempo de contacto y su capacidad de difusión iónica dentro del sistema de conductos radiculares.

El estudio de Tanomaru et al. (2003) analizó el efecto del hidróxido de calcio sobre el lipopolisacárido (LPS) bacteriano, demostrando que este material puede inactivar parcialmente dicho componente, reduciendo su potencial inflamatorio en los tejidos periapicales. Los resultados de esa investigación evidenciaron que la acción del hidróxido de calcio depende de su capacidad para liberar iones hidroxilo, los cuales alteran la

estructura del LPS y disminuyen su actividad biológica. Esta observación coincide con los hallazgos de la presente investigación, en la cual se observó una disminución significativa de la carga bacteriana intracanal y, por ende, de los productos bacterianos asociados, después del uso de las tres marcas comerciales de hidróxido de calcio evaluadas.

En ambos estudios, se reafirma que el ambiente alcalino inducido por el hidróxido de calcio tiene un efecto directo sobre los componentes patogénicos bacterianos, contribuyendo a la resolución de la inflamación periapical.

Asimismo, Tanomaru et al. (2003) destacaron que la eficacia antimicrobiana del hidróxido de calcio puede variar según el vehículo y la concentración del preparado, lo que influye en la difusión de los iones hidroxilo a través de la dentina. Esta conclusión se relaciona estrechamente con los resultados del presente trabajo, donde se encontraron diferencias en la eficacia antimicrobiana entre las tres formulaciones comerciales. Esto sugiere que, aunque todas mostraron capacidad de reducir los productos bacterianos intracanal, la magnitud del efecto estuvo condicionada por la composición química y la liberación iónica específica de cada marca.

En este sentido, tanto el estudio de Tanomaru et al. (2003) como el presente destacan la relevancia de evaluar comparativamente las formulaciones comerciales, dado que su comportamiento frente a endotoxinas bacterianas como el LPS puede determinar la eficacia clínica y la evolución del proceso inflamatorio endodóntico.

La literatura también ha destacado la relevancia del vehículo en la eficacia antimicrobiana. Gutiérrez et al. (2022) identificaron al propilenglicol como el vehículo más eficaz al mantener un pH estable y una liberación sostenida de iones hidroxilo, lo que potencia la acción antimicrobiana. En contraste, los resultados de este estudio muestran que, pese a la eficacia reportada en algunos vehículos, las marcas comerciales disponibles en Nicaragua presentaron desempeños variables, lo que podría atribuirse a diferencias en su composición y no únicamente al vehículo. Así, los resultados sugieren que factores como

viscosidad y aditivos de cada marca influyen en la capacidad de penetración y acción bactericida.

Otro aspecto relevante es que, estadísticamente, no se encontraron diferencias significativas entre las tres marcas evaluadas en relación con el crecimiento bacteriano ($p = .133$).

Este hallazgo guarda semejanza con lo reportado por Rocas et al. (2022), quienes concluyeron que distintas formulaciones de hidróxido de calcio no mostraron diferencias significativas en la reducción bacteriana. Esto refuerza la noción de que, aunque existen variaciones descriptivas en los porcentajes de control microbiano, la eficacia clínica final puede estar más condicionada por el protocolo de instrumentación y la anatomía radicular que por la marca en sí misma.

En el plano clínico, la persistencia de síntomas en algunos casos tras la medicación intraconducto es consistente con lo descrito por Lima et al. (2011), quienes señalaron que el hidróxido de calcio, de manera aislada, presenta limitaciones frente a microorganismos resistentes como *Enterococcus faecalis*. De allí la recomendación de asociarlo con otros agentes como clorhexidina o paramonoclorofenol alcanforado para potenciar su efecto. El presente estudio refuerza esta perspectiva, al evidenciar que, aunque la mayoría de los casos no presentaron crecimiento bacteriano, sí existieron pacientes con persistencia clínica de infecciones, lo que sugiere la necesidad de estrategias combinadas.

Al comparar los hallazgos del objetivo específico 2 de la tesis —centrado en la evaluación clínica de signos y síntomas como dolor, inflamación y exudado posterior al uso de tres marcas de hidróxido de calcio— con el estudio de Martinho et al. (2017), se evidencian similitudes en la evolución clínica y la respuesta inflamatoria.

En ambos estudios, las medicaciones intracanal demostraron eficacia en la reducción de la respuesta inflamatoria local tras un periodo de 7 a 14 días, lo cual se tradujo clínicamente en una disminución del dolor y de los signos de irritación periapical. Martinho

et al. (2017) encontraron que tanto las formulaciones a base de hidróxido de calcio como aquellas combinadas con clorhexidina redujeron significativamente los niveles de citocinas proinflamatorias como IL-1 β , TNF- α y PGE2 ($p < 0.05$), sin diferencias relevantes entre los tiempos de aplicación.

De manera similar, en la presente investigación se observó una mejoría clínica generalizada, especialmente después de la segunda semana, sin diferencias estadísticamente significativas entre las marcas, lo que sugiere que la respuesta tisular favorable se relaciona más con la acción desinfectante del medicamento que con la formulación específica.

Asimismo, los resultados de Martinho et al. (2017) sustentan la correlación positiva entre la disminución de la carga bacteriana intracanal y la reducción de mediadores inflamatorios, fenómeno coincidente con la disminución de dolor y signos clínicos observada en este estudio. La reducción de IL-1 β y TNF- α en el estudio comparativo refleja un proceso inflamatorio en regresión, semejante al cuadro clínico documentado en los pacientes de la clínica universitaria, donde la resolución de la sintomatología se alcanzó tras el retiro del hidróxido de calcio entre los días 7 y 15.

En conjunto, ambos estudios evidencian que la efectividad clínica del hidróxido de calcio en órganos dentales no vitales se asocia estrechamente a su capacidad antimicrobiana y moduladora de la respuesta inflamatoria, confirmando su papel como pilar terapéutico en el control de la periodontitis apical.

Finalmente, los hallazgos de este estudio contribuyen al conocimiento local al demostrar que, en un contexto clínico real como el de la UNICA, las diferentes presentaciones de hidróxido de calcio muestran un desempeño comparable al descrito en la literatura internacional. Si bien Apexpaste presentó mejores resultados descriptivos, la ausencia de diferencias estadísticas obliga a considerar criterios adicionales como disponibilidad, costo y experiencia clínica en la selección del material. En conjunto, estos resultados respaldan lo señalado por Andolfatto et al. (2012), quienes concluyeron que la

biocompatibilidad entre diferentes formulaciones es semejante, siendo la eficacia antimicrobiana el factor diferenciador en la práctica clínica.

La investigación evidenció que, tras la aplicación de las tres presentaciones comerciales de hidróxido de calcio, la reducción de la carga bacteriana intracanal fue significativa, observándose ausencia de crecimiento microbiano en la mayoría de los casos. Estos resultados confirman la eficacia antimicrobiana general del hidróxido de calcio como medicación intraconducto y respaldan su uso clínico para disminuir de manera sustancial la colonización bacteriana en órganos dentales no vitales.

El desempeño clínico de las tres marcas comerciales de hidróxido de calcio se mostró favorable, con una reducción evidente de signos y síntomas en los pacientes tratados. La mayoría de los órganos dentales no vitales evolucionaron de forma satisfactoria, lo que sugiere que la medicación intracanal no solo contribuye al control microbiológico, sino también a la resolución de la sintomatología clínica asociada, favoreciendo la reparación de los tejidos periapicales.

Al comparar la eficacia antimicrobiana entre las tres marcas, se identificó que Apexpaste y Ultracal XS presentaron un mejor control de crecimiento bacteriano que Calplus, aunque sin diferencias estadísticamente significativas. Esto indica que, si bien algunas formulaciones pueden ofrecer ventajas descriptivas en la eliminación microbiana, todas las presentaciones evaluadas cumplen con los criterios clínicos de efectividad, lo cual permite su utilización de manera confiable en la práctica endodóntica.

11. Conclusiones

El análisis integral de los resultados obtenidos en esta investigación permitió evaluar de manera comparativa la eficacia clínica y antimicrobiana de tres marcas comerciales de hidróxido de calcio empleadas como medicación intracanal en órganos dentales no vitales. A través de la valoración conjunta de los parámetros microbiológicos y clínicos, se evidenció el comportamiento terapéutico de cada formulación bajo condiciones reales de atención en la especialidad de Endodoncia de la UNICA. Los hallazgos obtenidos aportan información relevante para la selección racional de medicamentos intraconducto en la práctica endodóntica. Por lo tanto, se concluye que:

La investigación evidenció que, tras la aplicación de las tres presentaciones comerciales de hidróxido de calcio, la reducción de la carga bacteriana intracanal fue significativa, observándose ausencia de crecimiento microbiano en la mayoría de los casos. Estos resultados confirman la eficacia antimicrobiana general del hidróxido de calcio como medicación intraconducto y respaldan su uso clínico para disminuir de manera sustancial la colonización bacteriana en órganos dentales no vitales.

El desempeño clínico de las tres marcas comerciales de hidróxido de calcio se mostró favorable, con una reducción evidente de signos y síntomas en los pacientes tratados. La mayoría de los órganos dentales no vitales evolucionaron de forma satisfactoria, lo que sugiere que la medicación intracanal no solo contribuye al control microbiológico, sino también a la resolución de la sintomatología clínica asociada, favoreciendo la reparación de los tejidos periapicales.

Al comparar la eficacia antimicrobiana entre las tres marcas, se identificó que Apexpaste y Ultracal XS presentaron un mejor control de crecimiento bacteriano que Calplus, aunque sin diferencias estadísticamente significativas. Esto indica que, si bien algunas formulaciones pueden ofrecer ventajas descriptivas en la eliminación microbiana, todas las presentaciones evaluadas cumplen con los criterios clínicos de efectividad, lo cual permite su utilización de manera confiable en la práctica endodóntica.

12. Recomendaciones

A partir del análisis comparativo de la eficacia clínica y antimicrobiana de las tres marcas comerciales de hidróxido de calcio evaluadas, se formulan las siguientes recomendaciones, dirigidas a distintos actores del ámbito clínico, académico e investigativo, con el propósito de fortalecer la práctica endodóntica y fomentar el desarrollo científico dentro de la UNICA.

A los profesionales de la especialidad de Endodoncia

Se recomienda seleccionar la marca de hidróxido de calcio basándose en la evidencia científica disponible y en la respuesta clínica individual del paciente. La elección del medicamento debe considerar la composición química, el tipo de vehículo, el tiempo de acción y las características clínicas del caso, como la extensión de la lesión periapical o la presencia de exudado.

A la Clínica de Endodoncia de la UNICA

Es fundamental promover la actualización continua de estudiantes y docentes en el uso racional de medicaciones intracanal, fortaleciendo la enseñanza basada en evidencia científica. Se propone además la creación de una base de datos clínica y microbiológica institucional que permita el seguimiento longitudinal de los casos tratados, con el fin de optimizar los protocolos de atención. Paralelamente, se plantea la necesidad de establecer un laboratorio microbiológico institucional con fines prácticos, orientado a procesar muestras clínicas bajo condiciones controladas, apoyar proyectos de investigación aplicada y reforzar la autonomía científica de la Facultad de Odontología.

A los investigadores en endodoncia

Se recomienda ampliar el tamaño muestral en futuras investigaciones para incrementar la validez externa de los resultados y permitir comparaciones entre distintas formulaciones comerciales. Además, se sugiere extender los periodos de observación para evaluar el efecto sostenido del hidróxido de calcio y emplear técnicas moleculares avanzadas, como la PCR o la secuenciación de ADN bacteriano, que faciliten la identificación precisa de microorganismos resistentes. Finalmente, se invita a explorar nuevas combinaciones del hidróxido de calcio con agentes antimicrobianos complementarios,

como la clorhexidina o nanopartículas de plata, para potenciar su efectividad y mantener su biocompatibilidad.

Se recomienda desarrollar un nuevo estudio que evalúe la eficacia antimicrobiana y clínica del hidróxido de calcio aplicando las tres marcas comerciales en dos tiempos de medicación diferenciados: a los 7 y a los 14 días, en lugar de un rango de 7 a 14 días como en el presente trabajo. Esto permitiría analizar con mayor precisión la evolución bacteriana y clínica en cada intervalo, determinando el tiempo óptimo de acción para cada formulación.

A las instituciones educativas y clínicas odontológicas

Se recomienda continuar fomentando investigaciones orientadas a las necesidades del contexto clínico nacional, generando evidencia local que respalde la selección adecuada de materiales endodónticos. Estos esfuerzos contribuirán a elevar la calidad de los tratamientos, fortalecer la práctica basada en evidencia y asegurar la preservación del órgano dental y el bienestar integral del paciente.

13. Referencias

- Adolfsson, J., & Steineck, G. (2000). Prognostic and treatment-predictive factors-is there a difference? *Prostate cancer and prostatic diseases*, 265-268.
- American Association of Endodontics (AAE). (2020). *Glossary of Endodontic Terms*. Chicago, IL.
- Andolfatto, C., Ferreira da Silva, G., Gomes Cornelio, A. L., Guerreiro-Tanomaru, J. M., Tanomaru-Filho, M., Faria, G., . . . Cerri, P. S. (2012). Biocompatibility of Intracanal Medications Based on Calcium Hydroxide. *ISRN Dentistry*, 904963.
- Berman, L. H., & Hargreaves, K. M. (2022). *Cohen's Pathway of the pulp*. Elsevier.
- Castellon, S., & Arauz Rayo, J. (2015). *Eficacia del hidróxido de calcio en dos presentaciones disponibles en la desinfección de conductos únicos anterosuperiores con necrosis pulpar*. León.
- Caviedes Bucheli, J., Muñoz, H. R., & Meneses, J. P. (2021). EL PARADICMA DEL HIDRÓXIDO DE CALCIO EN ENDODONCIA: ¿SUSTANCIA MILAGROSA? *Pontificia Universidad Javeriana Journal*.
- DSI Endodontics. ((s.f)). *ApexPaste-Iod: instructions for use [Manual]*.
- Fava, L. R., & Saunders, W. P. (1999). Pastas de hidróxido de calcio: clasificación e indicaciones clínicas. *International Endodontic Journal*, 257-282.
- Fernandes Zancan, R., Ricci Vivan, R., Milanda Lopes, M. R., De Andrade, F. B., Burgos Ponce, J., & Hungaro Duarte, M. A. (2016). Antimicrobial Activity and Physicochemical Properties of Calcium Hydroxide Pastes Used as Intracanal Medication. *Journal of Endodontics*, 1822-1828.
- Gheorghiu, M. I., Miltran, L., Miltran, M., Temelcea, A. N., Scarlatesc, S., Calenic, B., & Perlea, P. (2018). IN VIVO STUDY OF CALCIUM HYDROXIDE ENDODONTIC TREATMENT IN CHRONIC APICAL PERIODONTITIS. *Sciendo*, 4(24), 164-167. doi:10.2478/arsm-2018-0034
- Gomes, B. P. F. A., Ferraz, C. C. R., Vianna, M. E., Rosalen, P. L., Zaia, A. A., Teixeira, F. B., & Souza-Filho, F. J. (2002). *In vitro antimicrobial activity of calcium hydroxide pastes and their vehicles against selected microorganisms*. *Brazilian Dental Journal*, 13(3), 155–161.

- Gutierrez Corrales, M. M., Carballo Oporta, A. Y., & Sequeira Campos, J. V. (2024). *ACTIVIDAD ANTIBACTERIANA EN EL USO DEL HIDRÓXIDO DE CALCIO CON CLORHEXIDINA AL 2% Y USO DE HIDRÓXIDO DE CALCIO CON LIDOCAÍNA AL 2%, EN DIENTES CON REQUERIMIENTO ENDODONTICO CON DIAGNÓSTICOS NO VITALES, EN LA CLÍNICA ODONTOLÓGICA MULTIDISCIPLINARIA DE LA U. Managua.*
- Gutierrez Paredes, S. J., Sacoto Figueroa, F., Silva Morales, M. A., & Claire Venegas, D. (2022). Effectiveness of calcium hydroxide combined with different carriers in apical periodontitis. *Odontología Activa Revista Científica*, 65-70.
- Haapasalo, M., Qian, W., Portenier, I., & Waltimo, T. (2007). Effects of dentin on the antimicrobial properties of endodontic medicaments. *International Endodontic Journal*, 17-25.
- Hernandez Sampieri, R., & Mendoza Torres, C. (2018). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. México: McGRAW-HILL Education.
- Hernandez Sampieri, R., Fernandez Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación*. México: McGRAW-HILL.
- Jimenez-Rojas, L. F., Juarez, M. d., & Ferreira-Alves, F. R. (2021). Capacidad de Penetración y Difusión de la Medicación, Intraconducto en Túbulos Dentinales, Conductos Laterales e Istmos. Una Revisión Sistemática. *Internal Journal of Odontostomatology*.
- Lima, R. K., Guerreiro-Tanomaru, J. M., Faria-Junior, N. B., & Tanomaru-Filho, M. (2011). Effectiveness of calcium hydroxide-based intracanal medicaments against *Enterococcus faecalis*. *International Endodontic Journal*, 311-316.
- Martinho, F. C., Gomes, C. C., Nascimento, G. N., Gomes, A. P. M., & Leite, F. R. M. (2017). *Clinical comparison of the effectiveness of 7- and 14-day intracanal medications in root canal disinfection and inflammatory cytokines*. *Clinical Oral Investigations*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Mohammadi, Z., & Dummer, P. H. (2011). Properties and applications of calcium hydroxide in endodontics and dental traumatology. *International Endodontic Journal*(44), 697-730. doi:10.1111/j.1365-2591.2011.01886.x
- Ordinola-Zapata, R., Nobblet, W. C., Perez-Ron, A., Ye, Z., & Vera, J. (2022). Present status and future directions of intracanal medicaments. *International Endodontic Journal*, 613-636.

- Peciuliene, V., Reynaud, A. H., Balciuniene, I., & Haapasalo, M. (2001). Isolation of yeasts and enteric bacteria in root-filled teeth with chronic apical periodontitis. *International Endodontic Journal*, 429-434.
- Prevest DenPro. (2021). *Calplus: Instructions for use [Manual]*. Prevest DenPro.
- Rôças, I. N., Provenzano, J. C., Neves, M. S., Alves, F. R., Gonçalves, L. S., & Siqueira, J. (2022). Effects of Calcium Hydroxide Paste in Different Vehicles on Bacterial Reduction during Treatment of Teeth with Apical Periodontitis. *Journal of Endodontics*, 55-61.
- Siqueira, J. F., & Lopes, H. P. (1999). Mechanisms of antimicrobial activity of calcium hydroxide: a critical review. *International Endodontic Journal*, 361-369.
- Siqueira, J. F., & Rocas, I. N. (2022). Present status and future directions: Microbiology of endodontic infections. *International Endodontic Journal*, 512-530.
- Siqueira, J. F., & Uzeda, M. (1997). Intracanal Medicaments: Evaluation of the Antibacterial Effects of Chlorhexidine, Metronidazole, and Calcium Hydroxide Associated with Three Vehicles. *Journal of Endodontics*, 167-169.
- Tanomaru, J. M. G., Leonardo, M. R., da Silva, L. A. B., & Aníbal, F. F. (2003). *Effect of different irrigation solutions and calcium hydroxide on bacterial LPS*. *International Endodontic Journal*, 36(11), 733–739.
- Ultradent Products, Inc. ((s.f)). *UltraCal™ XS Calcium Hydroxide Paste: Instructions for use*. Ultradent.

14. Apéndices / Anexos

14.1 Apéndices

Apéndice A

Consentimiento informado para participación en investigación

Título del estudio

Comparación de la eficacia clínica y antimicrobiana del hidróxido de calcio en órganos dentales no vitales tratados en la especialidad de endodoncia, UNICA agosto 2025

Investigador responsable

Dr. Diego Fernando Gadea – Especialista en Endodoncia. Universidad Católica Redemptoris Mater (UNICA) – Managua, Nicaragua

Descripción del estudio

Usted ha sido invitado(a) a participar en un estudio de investigación que evaluará la eficacia antimicrobiana del hidróxido de calcio utilizado como medicación intracanal en dientes no vitales. El procedimiento se realizará como parte de su tratamiento endodóntico, siguiendo los criterios clínicos establecidos: preparación del conducto radicular hasta la lima 35/04, irrigación con hipoclorito de sodio al 3.25% activado con Ultra X, y medicación intracanal con hidróxido de calcio entre citas.

Durante el tratamiento, se tomará una muestra microbiológica del interior del conducto radicular en distintas etapas, la cual será enviada a un laboratorio clínico certificado para cuantificar la carga bacteriana intracanal. Esta información se utilizará únicamente con fines científicos y de manera confidencial.

Riesgos y beneficios

No existen riesgos adicionales a los propios del tratamiento endodóntico convencional. Su participación contribuirá al avance del conocimiento científico y a la mejora de los protocolos clínicos en endodoncia.

Confidencialidad

Los datos recolectados serán codificados y no contendrán información personal que permita su identificación.

Declaración de aceptación

He leído y comprendido la información anterior. Se me han explicado los objetivos, procedimientos, beneficios y posibles riesgos. Entiendo que mi participación es voluntaria y que puedo retirarme en cualquier momento sin afectar mi tratamiento.

Firma del paciente: _____ Fecha: ____ / ____ / ____

Firma del investigador: _____ Fecha: ____ / ____ / ____

Managua, Nicaragua
29 de Agosto del 2025

Dr. Michael Abarca
Coordinador de Clínica
Universidad Católica Redemptoris Mater (UNICA)

Presente.-

Estimado Dr. Abarca:

Reciba un cordial saludo. Por este medio me dirijo a usted con el propósito de solicitar su autorización para la recolección de datos clínicos y la toma de muestras microbiológicas en la clínica 5 para el estudio de tesis "*Comparación de la eficacia clínica de hidróxido de calcio en órganos dentales no vitales tratados en la especialidad de endodoncia, UNICA agosto 2025*" en el turno del día viernes de 8 am-12 pm y 1 pm-5pm de la especialidad de endodoncia y microcirugía, durante el periodo de agosto del presente año. Dichas muestras serán posteriormente procesadas en un laboratorio certificado, y los hallazgos clínicos serán registrados en una ficha técnica elaborada específicamente para esta investigación.

Es importante destacar que la totalidad de la información obtenida será manejada con absoluta confidencialidad y únicamente con fines académicos y científicos. Asimismo, cada paciente firmará previamente un consentimiento informado, en el que se explicarán los procedimientos, alcances y objetivos del estudio, garantizando en todo momento el respeto a la autonomía, integridad y privacidad de los participantes.

Agradezco de antemano su atención y el apoyo brindado a esta investigación, la cual busca contribuir al fortalecimiento del conocimiento científico y a la mejora continua en el área de la endodoncia.

Atentamente



Dr. Diego Fernando Gadea

Investigador Especialidad de Endodoncia



Dr. Michael Abarca

Coordinador de Clínica

Dr. Abarca 29/08/25
2:20 pm

Apéndice C

Ficha técnica para la recolección de datos (instrumento)

Título del estudio: Comparación de la eficacia clínica y antimicrobiana del hidróxido de calcio en órganos dentales no vitales tratados en la especialidad de Endodoncia, UNICA agosto 2025.

Hidróxido: _____

Fecha: _____

Código del participante: _____

I. Diagnóstico periapical del órgano dental

Absceso Apical Agudo ☐ Absceso Apical Crónico ☐

Periodontitis Apical Asintomática ☐ Periodontitis Apical Sintomática ☐

II. Datos clínicos preoperatorios

Ítem	Variable	Descripción / Opción de respuesta	Observaciones
1	Dolor a la masticación	[] Presente [] Ausente	
2	Dolor a estímulos fríos o calientes	[] Presente [] Ausente	
3	Inflamación intraoral	[] Presente [] Ausente	
4	Inflamación extraoral	[] Presente [] Ausente	
5	Presencia de fístula	[] Presente [] Ausente	

III. Datos clínicos postoperatorios

Ítem	Variable	Descripción / Opción de respuesta	Observaciones
1	Dolor a la masticación	[] Presente [] Ausente	
2	Dolor a estímulos fríos o calientes	[] Presente [] Ausente	
3	Inflamación intraoral	[] Presente [] Ausente	
4	Inflamación extraoral	[] Presente [] Ausente	
5	Presencia de fístula	[] Presente [] Ausente	

IV. Datos microbiológicos

Ítem	Variable	Descripción / Registro	Observaciones
6	Fecha de recolección de muestra	____ / ____ / ____	

7	Fecha de inicio de incubación	___ / ___ / ____	
8	Fecha final de incubación	___ / ___ / ____	
9	Crecimiento bacteriano	[] Sí [] No	
10	Bacteria aislada	_____	

V. Datos complementarios y observaciones

Observaciones del laboratorio (contaminación, retraso, notas):

Cumplimiento de cadena de custodia / refrigeración: No ☐ Sí ☐ — si no, detallar:

V. Firma y autorización

- Firma del profesional que recolectó la muestra: _____
- Firma del responsable del laboratorio (recepción): _____
- Fecha de recepción en laboratorio: ___ / ___ / ____ Hora: _____

Instrucciones para el llenado:

- Marcar con una “X” la opción correspondiente en las variables clínicas.
- Completar con fechas exactas y descripciones precisas en la sección microbiológica.
- Las observaciones deben incluir detalles relevantes no contemplados en los ítems anteriores.



Dra. Ana Cecilia Baldizón
Sánchez Especialista en Endodoncia



Dr. Rodolfo Marcial
Especialista en Endodoncia

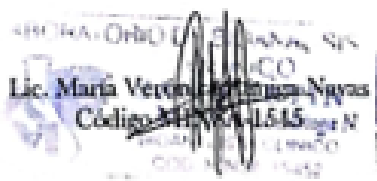
Apéndice D

**Laboratorio de Bioanálisis Clínico****SAN MARTIN***Lic. María Verónica Zúñiga Navas***Bioanálisis Clínico - UNAN-Managua****Dirección Gasolinera Texaco Guadalupe 25 Varas al sur Chinandega****Telf. 2340 - 4059****Celular 8577 - 1272**

FECHA: 20/ 08/ 2025.**RESULTADOS DE CULTIVOS:****MUESTRA 1: SE AISLO STAPHYLOCOCOS SPP****MUESTRA 2: SE AISLO STAPHYLOCOCOS SPP****MUESTRA 3: SE AISLO STAPHYLOCOCOS SPP (CONTAMINACIÓN CRUZADA)**

Lic. María Verónica Zúñiga Navas
Código M.N. 16152
C.E. 11454

Apéndice E

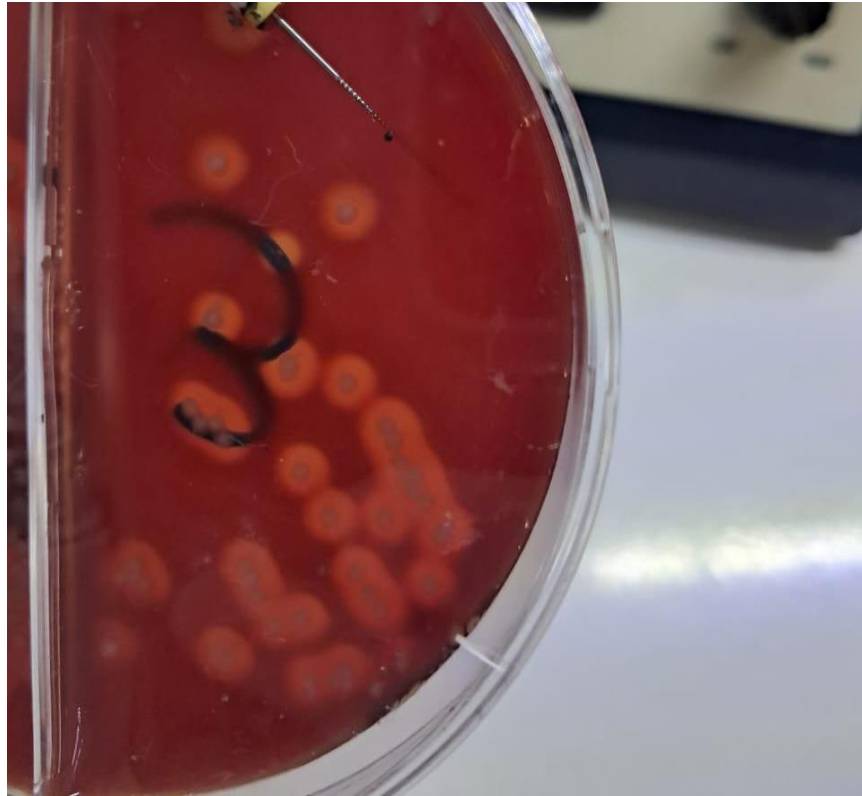
**Laboratorio de Bioanálisis Clínico****SAN MARTIN***Lic. María Verónica Zúñiga Navas***Bioanálisis Clínico - UNAN-Managua****Dirección Gasolinera Texaco Guadalupe 25 Varas al sur Chinandega.****Celular 8577 - 1272****FECHA: 06/ 09/2025.****RESULTADOS DE CULTIVOS:****MUESTRA 25: SE AISLO STREPTOCOCOS ALFA HEMOLITICO DEL GRUPO "A"****MUESTRA 26: NO HUBO CRECIMIENTO BACTERIANO EN 72 HORAS DE INCUBACIÓN****MUESTRA 27: NO HUBO CRECIMIENTO BACTERIANO EN 72 HORAS DE INCUBACIÓN****MUESTRA 28: NO HUBO CRECIMIENTO BACTERIANO EN 72 HORAS DE INCUBACIÓN**

Apéndice F



Nota. Plato Petri conteniendo agar-sangre de las muestras #1 y #2 donde se observa crecimiento bacteriano de *Staphylococcus spp.* Foto del autor.

Apéndice G



Nota. Plato Petri conteniendo agar-sangre de la muestra #3 donde se observa crecimiento bacteriano debido a contaminación cruzada por *Staphylococcus spp.* Se descartó por contaminación cruzada. Foto del autor.

Apéndice H



Nota. Plato Petri conteniendo agar-sangre de la muestra #25 donde se observa crecimiento de *Streptococcus sp* alfa-hemolíticos del grupo A. Foto del autor.

Apéndice I**Carta de Validación de Instrumento de Recolección de Datos**

Yo, **Dra. Ana Cecilia Baldizón**, en mi calidad de docente académico de la Especialidad de Endodoncia y Microcirugía y como especialista en endodoncia, hago constar que he revisado el instrumento de recolección de datos titulado:

“Comparación de la eficacia clínica y antimicrobiana de hidróxido de calcio en órganos dentales no vitales tratados en la especialidad de endodoncia, UNICA agosto 2025”, elaborado por el Dr: Diego Fernando Gadea, estudiante de la especialidad de Endodoncia y Microcirugía de la Universidad Católica Redemptoris Mater.

Después de realizar la revisión correspondiente, certifico que el instrumento presenta claridad, coherencia, pertinencia y validez en relación con los objetivos planteados en la investigación, siendo un recurso adecuado para la recolección de información en el presente estudio.

Por lo tanto, apruebo y valido dicho instrumento como apto para su aplicación en la investigación propuesta.

Se extiende la presente a solicitud de parte interesada y para los fines académicos correspondientes.

Atentamente,

Dr. Ana Cecilia Baldizón

Docente de la Especialidad de Endodoncia y Microcirugía (UNICA) / Especialista en Endodoncia y Microcirugía.

14.2 Anexos

Anexo A

DECLARACIÓN DE AUTORIA Y CESIÓN DE DERECHOS DE PUBLICACIÓN

Yo, Diego Fernando Gadea con cédula de identidad 161-100201-1000R, egresado del programa académico de Especialización en Endodoncia y Microcirugía declaro que:

El contenido del presente documento es un reflejo de un trabajo personal, y toda la información que se presenta está libre de derechos de autor, por lo que, ante cualquier notificación de plagio, copia o falta a la fuente original, me hago responsables de cualquier litigio o reclamación relacionada con derechos de propiedad intelectual, exonerando de toda responsabilidad a la Universidad Católica Redemptoris Mater (UNICA).

Así mismo, autorizo a UNICA por este medio, publicar la versión aprobada de este trabajo de investigación, bajo el título *Comparación de la eficacia clínica de hidróxido de calcio en órganos dentales no vitales tratados en la especialidad de endodoncia, UNICA julio-agosto 2025* en el campus virtual y en otros espacios de divulgación, bajo la licencia Atribución-No Comercial-Sin derivados, irrevocable y universal para autorizar los depósitos y difundir los contenidos de forma libre e inmediata.

Todo esto lo hago desde mi libertad y deseo de contribuir a aumentar la producción científica. Para constancia de lo expuesto anteriormente, se firma la presente declaración en la ciudad de Managua, Nicaragua a los 10 días del mes de octubre de 2025.

Atentamente,

Diego Fernando Gadea

diego21gadea@gmail.com



Firma: _____