

Eficacia de la pasta triantibiótica en endodoncia: actividad antibacteriana frente a cepas resistentes de *Enterococcus faecalis*. Una revisión exhaustiva

Efficacy of triantibiotic paste in endodontics: antibacterial activity against resistant strains of Enterococcus faecalis. An exhaustive review

- ¹ Elena Patricia Cevallos Fernández  <https://orcid.org/0009-0005-2408-3976>
Universidad Católica de Cuenca (UCACUE), Cuenca, Ecuador.
Unidad Académica de Salud y Bienestar. Carrera de Odontología.
patt_cev89@utlook.com
- ² Katherine de los Ángeles Cuenca León  <https://orcid.org/0000-0002-7816-0114>
Universidad Católica de Cuenca (UCACUE), Cuenca, Ecuador.
kcuenca@ucacue.edu.ec



Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 16/05/2024

Revisado: 13/06/2025

Aceptado: 09/07/2025

Publicado: 28/07/2025

DOI: <https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v8i3.1.3454>

Cítese:

Cevallos Fernández, E. P., & Cuenca León, K. de los Ángeles. (2025). Eficacia de la pasta triantibiótica en endodoncia: actividad antibacteriana frente a cepas resistentes de *Enterococcus faecalis*. Una revisión exhaustiva. *Anatomía Digital*, 8(3.1), 88-104.
<https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v8i3.1.3454>



ANATOMÍA DIGITAL, es una Revista Electrónica, Trimestral, que se publicará en soporte electrónico tiene como misión contribuir a la formación de profesionales competentes con visión humanística y crítica que sean capaces de exponer sus resultados investigativos y científicos en la misma medida que se promueva mediante su intervención cambios positivos en la sociedad. <https://anatomiadigital.org>
La revista es editada por la Editorial Ciencia Digital (Editorial de prestigio registrada en la Cámara Ecuatoriana de Libro con No de Afiliación 663) www.celibro.org.ec

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 International. Copia de la licencia: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es>



Palabras claves:

Enterococcus faecalis, pasta triantibiótica, resistencia, cepas, endodoncia, tratamiento de conducto.

Resumen

Introducción: *Enterococcus faecalis* es una de las principales bacterias implicadas en fracasos del tratamiento endodóntico, debido a su capacidad de formar biopelículas, resistir condiciones adversas y presentar resistencia antimicrobiana, especialmente a la vancomicina. Frente a este desafío clínico, la Pasta Triantibiótica (TAP), compuesta por ciprofloxacino, metronidazol y minociclina, ha mostrado resultados promisorios por su acción sinérgica en la eliminación de bacterias persistentes en el sistema de conductos radiculares.

Objetivo: Evaluar la eficacia de la pasta triantibiótica frente a cepas resistentes de *Enterococcus faecalis* mediante una revisión exhaustiva. **Metodología:** Se realizó una revisión exhaustiva siguiendo los lineamientos del protocolo PRISMA.

Se identificaron y analizaron 138 artículos científicos en bases de datos indexadas (PubMed, Scopus y ScienceDirect), utilizando descriptores MeSH y DeCS, combinados mediante operadores booleanos AND/OR. **Resultados:** La mayoría de los estudios incluidos muestran que la TAP presenta una alta efectividad antimicrobiana frente a *E. faecalis*, incluyendo cepas resistentes a antibióticos de uso convencional. Su uso in vitro/in vivo alcanza a reducir significativamente la carga bacteriana y dañar biopelículas radiculares, destacando en eficacia a otros medicamentos como el hidróxido de calcio y la clorhexidina.

Conclusiones: La pasta triantibiótica representa una opción terapéutica efectiva en endodoncia regenerativa y tratamientos de retratamiento, especialmente frente a infecciones persistentes causadas por *Enterococcus faecalis*. Su uso racional y estandarizado puede mejorar el pronóstico clínico en casos complejos, siendo una herramienta importante en el manejo de la resistencia antimicrobiana intraconducto. **Área de estudio general:** Ciencias de la Salud.

Área específica: Odontología. **Tipo de estudio:** Revisión bibliográfica.

Keywords:

Enterococcus faecalis, triantibiotic paste, resistance,

Abstract

Introduction: *Enterococcus faecalis* is one of the main microorganisms associated with endodontic treatment failures due to its ability to form biofilms, survive in harsh conditions, and exhibit antimicrobial resistance, particularly to

strains, endodontics, root canal treatment.

vancomycin. In response to this clinical challenge, the Triple Antibiotic Paste (TAP), composed of ciprofloxacin, metronidazole, and minocycline, has shown promising results due to its synergistic antibacterial activity against persistent bacteria in root canal systems. **Objective:** To evaluate the antibacterial efficacy of triple antibiotic, paste against resistant strains of *Enterococcus faecalis* through an exhaustive review. **Methodology:** An exhaustive review was conducted following the PRISMA guidelines. A total of 138 scientific articles were identified and analyzed from indexed databases (PubMed, Scopus, and ScienceDirect), using MeSH and DeCS descriptors combined with Boolean operators AND/OR. **Results:** Most included studies demonstrated that TAP exhibits high antimicrobial effectiveness against *E. faecalis*, including strains resistant to conventional antibiotics. Both in vitro and vivo investigations revealed a significant reduction in bacterial load and disruption of radicular biofilms, outperforming other intracanal medications such as calcium hydroxide and chlorhexidine. **Conclusions:** Triple antibiotic paste is an effective therapeutic option in regenerative endodontics and retreatment procedures, particularly in persistent infections caused by *Enterococcus faecalis*. Its rational and standardized use can improve clinical outcomes in complex cases, making it a relevant tool in managing antimicrobial resistance within the root canal system. **General area of study:** Health Sciences. **Specific area:** Dentistry. **Study type:** Literature review.

1. Introducción

La terapia endodóntica ha evolucionado significativamente en las últimas décadas, especialmente en lo que respecta al manejo de infecciones intrarradiculares persistentes y lesiones periapicales extensas. Uno de los principales retos del tratamiento endodóntico es la erradicación total de los microorganismos del sistema de conductos radiculares, cuya complejidad anatómica muchas veces impide una limpieza y desinfección completa mediante los métodos mecánicos y químicos convencionales. En este contexto la Pasta Triantibiótica (PTA) ha emergido como una herramienta eficaz dentro del enfoque de

revascularización y tratamientos regenerativos, especialmente en dientes inmaduros con necrosis pulpar (1) (2) (3).

La pasta triantibiótica es una combinación de tres antibióticos: ciprofloxacino, metronidazol y minociclina, desarrollada originalmente por Hoshino et al. (4) a fines de los años 90. Esta mezcla fue propuesta con el objetivo de actuar contra una amplia gama de bacterias anaerobias y aerobias que colonizan los conductos radiculares. Su aplicación se popularizó en procedimientos de endodoncia regenerativa, donde la PTA actúa como agente intracanal para desinfectar el entorno biológico y permitir la posterior regeneración de tejidos (4) (5).

No obstante, a pesar de su eficacia antimicrobiana comprobada, la pasta triantibiótica no está exenta de controversias. Entre sus principales desventajas se encuentra la posibilidad de provocar decoloración dental, atribuida especialmente a la minociclina, así como el potencial desarrollo de resistencia bacteriana y reacciones de hipersensibilidad. Estas limitaciones han impulsado la búsqueda de alternativas o modificaciones de la formulación, como la sustitución de minociclina por otros antibióticos menos pigmentantes o el uso de geles portadores que reduzcan la concentración efectiva del medicamento (6) (7) (8).

Enterococcus faecalis es una bacteria grampositiva facultativa anaerobia que forma parte del microbiota normal del tracto gastrointestinal humano, pero que también se comporta como un patógeno oportunista en diversas infecciones nosocomiales y odontológicas (9). Endodónticamente, *E. faecalis* ha sido identificado como uno de los principales microorganismos asociados a fracasos en tratamientos de conductos, debido a su capacidad para sobrevivir en ambientes hostiles, formar biopelículas resistentes y persistir en conductos radiculares incluso después de una desinfección rigurosa. Esta bacteria puede penetrar profundamente en los túbulos dentinarios, tolerar condiciones de escasez de nutrientes y resistir altas concentraciones de agentes antimicrobianos intracanal, como el hidróxido de calcio, lo que la convierte en un desafío clínico significativo (10) (11).

Las cepas resistentes de *E. faecalis* representan una preocupación creciente debido al aumento de su resistencia adquirida a múltiples clases de antibióticos, entre ellos los β -lactámicos, aminoglucósidos y glicopéptidos como la vancomicina. La resistencia a vancomicina, en particular, ha generado la aparición de cepas denominadas VRE (*Vancomycin-Resistant Enterococci*), lo que limita gravemente las opciones terapéuticas. Esta resistencia se debe, en gran medida, a la adquisición de genes como vanA o vanB, que modifican el sitio de acción de la vancomicina en la pared celular bacteriana. Además, la capacidad de *E. faecalis* para intercambiar material genético mediante plásmidos y transposones facilita la diseminación de resistencia entre diferentes bacterias, tanto en el ambiente hospitalario como en el ecosistema oral, complicando aún más su control (12) (13).

Desde el punto de vista clínico y terapéutico, la presencia de cepas multirresistentes de *E. faecalis* ha impulsado la búsqueda de tratamientos alternativos en endodoncia, como el uso de combinaciones antibióticas potentes (como la pasta triantibiótica), bacteriófagos, péptidos antimicrobianos, o técnicas físicas como la fotodinámica. Sin embargo, la eficacia de estas terapias aún se encuentra en fase de investigación, y muchas cepas han demostrado adaptarse también a estos métodos. La formación de biopelículas, otro mecanismo clave de resistencia, protege a *E. faecalis* del efecto de agentes químicos y del sistema inmunológico, y favorece la recidiva de infecciones crónicas. Por lo tanto, el control de *E. faecalis* resistente requiere no solo estrategias terapéuticas efectivas, sino también un enfoque preventivo integral y racional en el uso de antibióticos para evitar la selección de cepas más virulentas y resistentes (14) (15) (16) (17) (18).

El propósito de esta revisión exhaustiva fue analizar la eficacia antibacteriana de la pasta triantibiótica frente a cepas resistentes de *Enterococcus faecalis* en tratamientos endodónticos, a partir de la evidencia científica disponible en los últimos años, con el fin de determinar la efectividad de esta combinación farmacológica frente a cepas resistentes de *E. faecalis* y su aplicabilidad clínica en endodoncia (23).

2. Metodología

Se llevó a cabo una revisión exhaustiva, cuyo objeto fue identificar, evaluar y sintetizar la evidencia disponible sobre la efectividad de la pasta triantibiótica en endodoncia, así como la presencia de cepas resistentes de *Enterococcus faecalis* implicadas en fracasos del tratamiento endodóntico. La revisión fue desarrollada conforme a los lineamientos metodológicos del protocolo PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses), con el propósito de garantizar la transparencia, reproducibilidad y rigor científico del proceso de revisión (Ver **Figura 1**).

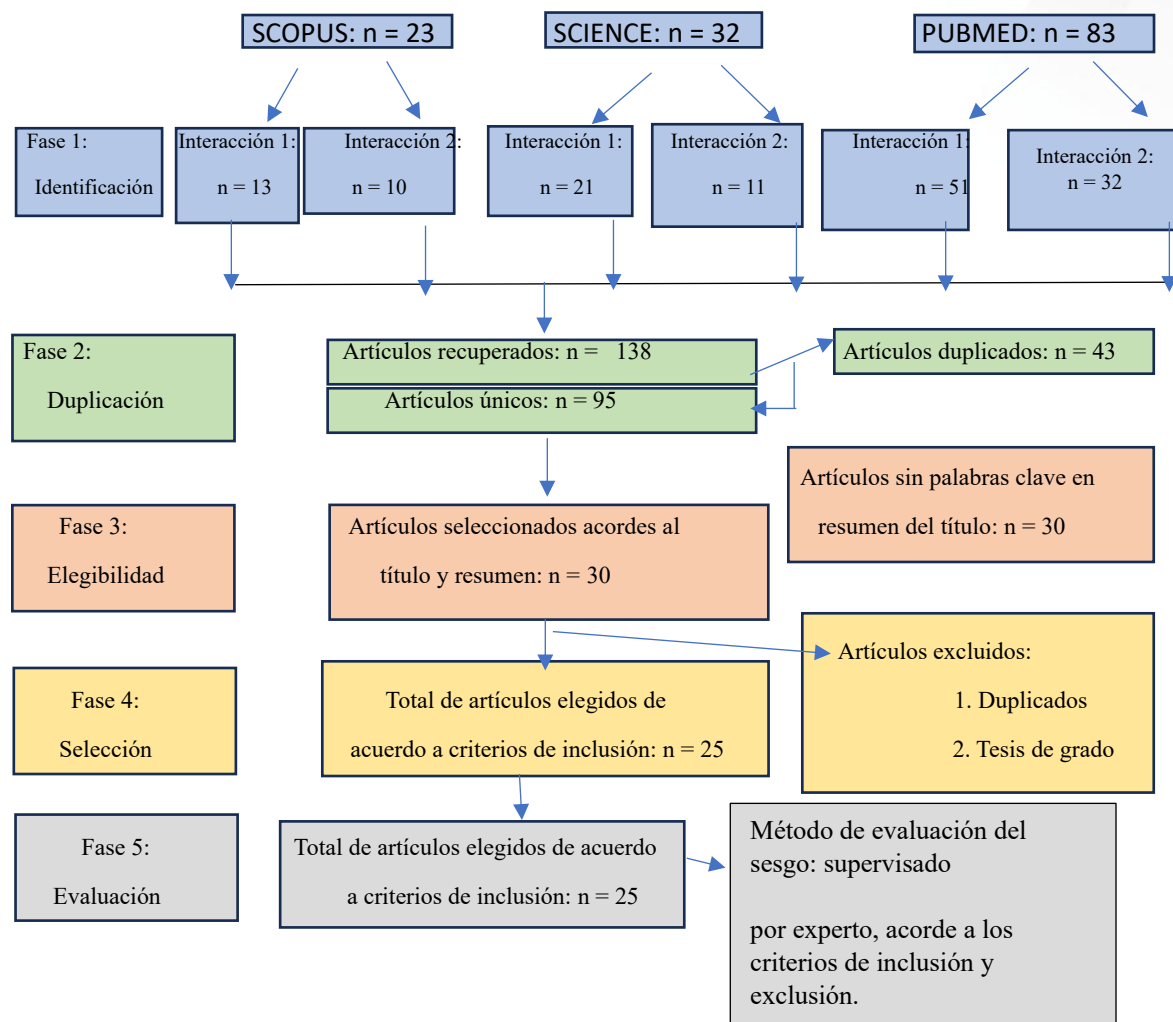


Figura 1. Método PRISMA

La investigación alcanza un nivel exploratorio y se estructuró en tres fases: planificación de la búsqueda, selección de estudios relevantes y análisis de la información. La búsqueda bibliográfica se efectuó en tres bases de datos científicas reconocidas internacionalmente por su cobertura en ciencias de la salud: PubMed/MEDLINE, Scopus y ScienceDirect. Para ello, se emplearon descriptores normalizados según los Descriptores en Ciencias de la Salud (DeCS) y los Medical Subject Headings (MeSH), combinados mediante operadores booleanos (“AND”, “OR”) con el fin de optimizar la precisión y exhaustividad de los resultados.

Los términos clave utilizados incluyeron: “pasta triantibiótica”, “endodoncia regenerativa”, “*Enterococcus faecalis*”, “resistencia bacteriana”, y “fallo del tratamiento endodóntico”, tanto en español como en inglés.

Inicialmente se identificaron 138 artículos publicados entre 2018 y 2025, los cuales fueron sometidos a un proceso de evaluación bajo criterios de inclusión y exclusión.

Los criterios de inclusión comprendieron: estudios originales, ensayos clínicos, estudios in vitro e investigaciones relevantes que evaluaran la actividad antimicrobiana de la pasta triantibiótica frente a *E. faecalis*, publicados en revistas indexadas y revisadas por pares, disponibles en texto completo y en los idiomas inglés o español. Se excluyeron cartas al editor, resúmenes de congresos y publicaciones duplicadas. En la **Tabla 1**, se muestran las estrategias de búsqueda utilizadas para el desarrollo de la revisión exhaustiva.

Tabla 1. Estrategias de búsquedas

Nro.	(DeCS) (MeSH)
1	("Triple antibiotic paste" OR "TAP") AND ("endodontics" OR "resistance")
2	("Enterococcus faecalis") AND ("antibiotic resistance" OR "endodontics" OR "strains")
3	("root canal treatment") AND ("triantibiotic paste")

La evaluación de la calidad metodológica de los estudios seleccionados se realizó de manera independiente por dos revisores, siguiendo herramientas estandarizadas según el tipo de estudio, STROBE para estudios observacionales, CONSORT para ensayos clínicos. Las diferencias fueron resueltas por consenso o mediante la intervención de un tercer revisor.

3. Resultados

Los datos extraídos fueron sistematizados en una matriz de análisis que permitió sintetizar las principales características metodológicas, resultados y conclusiones de cada estudio, facilitando una interpretación crítica de la evidencia disponible sobre la eficacia de la pasta triantibiótica en el contexto endodóntico.

Tabla 2. Artículos seleccionados para revisión de antibióticos

Título	Autores	Año	Revista	Idioma
Global status of antimicrobial resistance in clinical <i>Enterococcus faecalis</i> isolates: systematic review and meta-analysis	Lingbo Guan et al. (9)	2024	Ann Clin Microbiol Antimicrob	Inglés

Tabla 2. Artículos seleccionados para revisión de antibióticos (continuación)

	Autores	Año	Revista	Idioma
Novel strategies for vancomycin-resistant <i>Enterococcus faecalis</i> biofilm control: bacteriophage (vB_EfaS_ZC1), propolis, and their combined effects in an ex vivo endodontic model	Hakim et al. (12)	2025	Ann Clin Microbiol Antimicrob	Inglés
Profiling Antibiotic Susceptibility among Distinct <i>Enterococcus faecalis</i> Isolates from Dental Root Canals	Manoil et al. (13)	2023	Antibiotics	Inglés
Staphylococcal biofilm: penetration and bioavailability of vancomycin with or without rifampin	Daffinee et al. (18)	2023	Diagnostic Microbiology and Infectious Disease	Inglés
Efficacy of Triple Antibiotic Paste and Bromelain Paste as Intracanal Medicament Against <i>Enterococcus faecalis</i> : An In-Vivo Study	Nikhade et al. (19)	2023	Cureus de Ciencias Médicas	Inglés
A Comparative Evaluation of the Influence of Three Different Vehicles on the Antimicrobial Efficacy of Triple Antibiotic Paste against <i>Enterococcus faecalis</i> : An In vitro Study	Mandal et al. (20)	2020	Contemporary Clinical Dentistry	Inglés
Isolation of <i>vanA</i> -Mediated Vancomycin-Resistant <i>Enterococcus faecalis</i> (ST1912/CC116) and <i>Enterococcus faecium</i> (ST80/CC17), <i>opt rA</i> -Positive Linezolid-Resistant <i>E. faecalis</i> (ST32, ST1902) from Human Clinical Specimens in Bangladesh	Roy et al. (21)	2025	Antibiotics	Inglés

De acuerdo con la **Tabla 2** se identificó que siete artículos seleccionados abarcan una cantidad considerable de antibióticos, lo que permite realizar una revisión amplia sobre el tema. Esto resulta especialmente relevante debido a la creciente aparición de resistencia

a los antibióticos en *Enterococcus faecalis* (*E. faecalis*), un patógeno considerado potencialmente oportunista y responsable de diversas enfermedades asociadas a la atención médica, algunas de las cuales pueden ser potencialmente mortales a nivel mundial. Además, se detalla que se encuentran en idioma inglés.

Tabla 3. Antibióticos resistentes a *Enterococcus Faecalis*

Medicación	Autores	Año	Título	Porcentaje
Ampicilina	Lingbo Guan et al. (9)	2024	Global status of antimicrobial resistance in clinical <i>Enterococcus faecalis</i> isolates: systematic review and meta-analysis	Significativa
Cloranfenicol				Significativa
Teicoplanina				Significativa
Tetraciclina				Significativa
Vancomicina				Alta
Eritromicina				Significativa
Gentamicina				Significativa
Penicilina	Lingbo Guan et al. (9)	2024		Significativa
Rifampicina				Significativa
Rifampicina	Daffinee et al. (18)	2023	Staphylococcal biofilm: penetration and bioavailability of vancomycin with or without rifampin	No es significativa
vancomicina + Rifampicina				No mejora
Vancomicina				36%
Eritromicina	Roy et al. (21)	2025	Isolation of <i>vanA</i> -Mediated Vancomycin-Resistant <i>Enterococcus faecalis</i> (ST1912/CC116) and <i>Enterococcus faecium</i> (ST80/CC17), <i>optrA</i> -Positive Linezolid-Resistant <i>E. faecalis</i> (ST32, ST1902) from Human Clinical Specimens in Bangladesh	86%
Levofloxacin				62%
Gentamicina				30%
Vancomicina				87%

En la **Tabla 3** se presentan los antibióticos más estudiados con sus respectivos porcentajes, se evidencia que ciertos antibióticos se repiten de manera persistente en los artículos analizados, lo cual sugiere que son significativamente efectivos contra *Enterococcus faecalis*. Cabe destacar que los estudios considerados corresponden a investigaciones publicadas en los últimos años, lo que aporta actualidad y relevancia a los datos recopilados.

Tabla 4. Factores que influyen en la eficacia de la pasta triantibiótica

Categoría	Factor de Riesgo	Descripción
Microbiológicos	-Presencia de cepas resistentes	Alta capacidad para sobrevivir (12) (21)
	-Capacidad de invasión de túbulos dentinarios	Penetrar en dentina, dificultando su eliminación (13) (18)
	-Formación de biopelículas	Aumenta resistencia antimicrobiana y reduce eficacia de pasta (9) (19)
Relacionados al tratamiento	-Uso inadecuado de TAP	Mala concentración, elección incorrecta de antibióticos (12) (13)
	-Resistencia a algún antibiótico de la pasta	Generalmente ciprofloxacina, metronidazol y minociclina (19) (21)
	-Técnica endodóntica deficiente	Limpieza y desinfección incompleta (19) (21)
	-Falta de sellado adecuado	Reinfección o supervivencia bacteriana (19) (21)
Huésped	-Inmunodepresión	Enfermedades sistémicas (9) (19) (21)
	-Historia de tratamientos endodónticos fallidos	Reinfección o supervivencia bacteriana (19) (21)
	-Mala higiene oral	Facilitar colonización de patógenos resistentes (12) (13) (21)
Antibiótico-específico	-Uso indiscriminado de antibióticos	Se pueden seleccionar cepas resistentes (21) (22)
	-Interacciones entre los antibióticos de la pasta	Reciprocidad entre componentes (13) (18)
	-Falta de estudios clínicos sólidos	Que no respalde su eficacia con cepas multiresistentes (21) (22)

La **Tabla 4** muestra los principales factores que pueden influir en la eficacia de la pasta triantibiótica utilizada en tratamientos endodónticos frente a cepas resistentes de *Enterococcus faecalis*. Estos factores se agrupan en cuatro categorías: microbiológicos, relacionados con el tratamiento, del huésped y específicos de los antibióticos empleados. Su identificación resulta fundamental para comprender las posibles limitaciones clínicas de este abordaje terapéutico, así como para orientar futuras investigaciones y mejorar los protocolos endodónticos frente a infecciones persistentes o recurrentes.

Los hallazgos revisados muestran que la eficacia clínica de la pasta triantibiótica frente a cepas resistentes de *Enterococcus faecalis* no depende de su composición antimicrobiana, sino que está determinada por una interacción compleja de factores microbiológicos, técnicos, del huésped y farmacológicos. La capacidad del microorganismo para formar biopelículas, junto con mecanismos de resistencia adquirida, representa una barrera significativa para la eliminación bacteriana, incluso cuando se aplican concentraciones terapéuticas adecuadas. Asimismo, factores como el tiempo de exposición, el vehículo de aplicación y la calidad del sellado intracanal pueden comprometer los resultados si no se controlan adecuadamente durante el tratamiento.

Por tal motivo, la identificación temprana de estos factores de riesgo permite anticipar posibles fallos terapéuticos y ajustar los protocolos clínicos de manera más precisa. Además, resalta la necesidad de racionalizar el uso de la TAP en función del contexto clínico, evitando su aplicación indiscriminada que podría inducir resistencia cruzada o citotoxicidad tisular. Por lo tanto, más allá de confirmar su eficacia como agente antimicrobiano, estos resultados confirman que la optimización del entorno clínico y del manejo antibiótico concreto son determinantes para el éxito endodóntico frente a infecciones persistentes causadas por cepas resistentes de *E. faecalis*.

4. Discusión

La presencia de *Enterococcus faecalis* como patógeno persistente en fracasos endodónticos continúa siendo un desafío terapéutico significativo debido a su capacidad para resistir condiciones adversas, formar biofilms y penetrar profundamente en los túbulos dentinarios. Diversos estudios han evidenciado que, aunque *E. faecalis* es menos frecuentemente resistente a vancomicina en comparación con *E. faecium*, su implicación en infecciones crónicas y su elevada resistencia a tratamientos convencionales la posicionan como una bacteria de especial interés clínico. De hecho, un estudio multicéntrico mostró que la resistencia a la vancomicina en *E. faecium* y *E. faecalis* se encuentra en tasas del 46,1 % y 31,7 % respectivamente, con intervalos de confianza que se superponen, lo que sugiere la necesidad de una correcta identificación a nivel de especie para aplicar estrategias terapéuticas específicas y efectivas (19).

La Pasta Triantibiótica (TAP) compuesta tradicionalmente por ciprofloxacina, metronidazol y minociclina, ha demostrado una eficacia notable en estudios in vitro e in vivo contra cepas resistentes de *E. faecalis*, superando en muchos casos a desinfectantes intracanal convencionales como el hidróxido de calcio y la clorhexidina. En estudios ex vivo, se ha observado que la TAP puede reducir significativamente la viabilidad bacteriana en túbulos dentinarios, incluso a concentraciones bajas, aunque se ha determinado que una concentración mínima de 10 mg/mL es necesaria para lograr la erradicación completa de los microorganismos viables tras tres semanas de contacto (22).

El mecanismo de acción de la TAP se ha asociado a la sinergia antibacteriana de sus componentes: el metronidazol actúa sobre bacterias anaerobias, la ciprofloxacina interfiere en la síntesis de ADN bacteriano, y la minociclina inhibe la síntesis proteica, lo que permite atacar distintas estructuras bacterianas simultáneamente. Esta combinación se ha mostrado eficaz incluso en cepas con resistencia fenotípica a antibióticos sistémicos, dada su aplicación tópica y concentrada en el conducto radicular.

En el presente contexto clínico, donde la resistencia antibiótica compromete los tratamientos endodónticos convencionales, la TAP representa una alternativa terapéutica efectiva. La capacidad de *E. faecalis* de persistir en biofilms maduros, soportar un pH

elevado y sobrevivir con escasos nutrientes le permite colonizar conductos tratados previamente, favoreciendo la recidiva. Sin embargo, la aplicación de TAP ha demostrado disolver estos biofilms y reducir la carga microbiana en múltiples estudios. Un estudio realizado por Mandal et al. (20) demostró que la TAP, incluso combinada con vehículos como propilenglicol o clorhexidina, mantiene su eficacia antimicrobiana frente a cepas resistentes, con variaciones mínimas en la velocidad de acción, pero no en la eficacia final (20).

Sin embargo, aunque los resultados son alentadores, algunos autores han reportado que la TAP no siempre logra erradicar completamente todas las bacterias cuando se evalúa mediante técnicas sensibles como microscopía de fluorescencia o PCR en tiempo real, lo cual sugiere que podría haber persistencia de bacterias viables en estado latente o bajo biofilm. Además, se ha documentado la potencial citotoxicidad de la minociclina sobre células madre del ligamento periodontal, lo que ha motivado la búsqueda de sustitutos como la doxiciclina o incluso pastas alternativas que incluyan agentes naturales como la bromelina o curcumina fotoactivada, los cuales han mostrado resultados promisorios frente a *E. faecalis* (21).

Por consiguiente, los hallazgos aquí discutidos respaldan el uso clínico de la TAP como una herramienta efectiva para la desinfección intracanal, especialmente en casos de retratamiento, lesiones apicales persistentes y presencia confirmada de *E. faecalis*. A pesar de ello, se recomienda precaución en su uso prolongado y la consideración de alternativas menos citotóxicas cuando se planifica un procedimiento de regeneración pulpar.

Para finalizar, es esencial continuar con estudios clínicos controlados y metaanálisis que validen la eficacia de la TAP en contextos clínicos complejos, incluyendo cepas multirresistentes, así como establecer protocolos estandarizados que consideren concentración óptima, tiempo de exposición y combinación con vehículos biocompatibles que maximicen su acción sin comprometer la viabilidad celular de los tejidos periapicales.

5. Conclusiones

- *Enterococcus faecalis* se ha identificado como el patógeno más común en infecciones del sistema de conductos radiculares, destacando especialmente por la presencia de cepas resistentes a la vancomicina y su capacidad para formar biopelículas. Estas características le otorgan una notable persistencia dentro del conducto, incluso tras protocolos de desinfección convencionales. La formación de biopelículas protege a la bacteria de los agentes antimicrobianos y del sistema inmunológico del huésped, lo que favorece la recurrencia de infecciones y compromete el éxito del tratamiento endodóntico. Esta resistencia clínica plantea

la necesidad urgente de enfoques terapéuticos más eficaces y dirigidos específicamente a estos mecanismos de supervivencia.

6. Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses en relación con el artículo presentado.

7. Declaración de contribución de los autores

Todos los autores contribuyeron significativamente en la elaboración del artículo.

8. Costos de financiamiento

La presente investigación fue financiada en su totalidad con fondos propios de los autores.

9. Referencias Bibliográficas

1. Parhizkar A, Nojehdehian H, Asgary S. Triple antibiotic paste: momentous roles and applications in endodontics: a review. *Restorative Dentistry & Endodontics* [Online]. 2018 [cited 2025 May 15];43(3): e28. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30135847/>
2. Sabrah AHA, Yassen GH, Liu WC, Goebel WS, Gregory RL, Platt JA. The effect of diluted triple and double antibiotic pastes on dental pulp stem cells and established *Enterococcus faecalis* biofilm. *Clinical Oral Investigations* [Online]. 2015 [cited 2025 May 15]; 19(8):2059–2066. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25689981/>
3. Frough Reyhani M, Rahimi S, Fathi Z, Shakouie S, Salem Milani A, Soroush Barhaghi MH, et al. Evaluation of antimicrobial effects of different concentrations of triple antibiotic paste on mature biofilm of *enterococcus faecalis*. *Journal of Dental Research, Dental Clinics, Dental Prospects* [Online]. 2015 [cited 2025 May 15]; 9(3):138–143. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26697145/>
4. Hoshino E, Kurihara-Ando N, Sato I, Uematsu H, Sato M, Kota K, et al. In-vitro antibacterial susceptibility of bacteria taken from infected root dentine to a mixture of ciprofloxacin, metronidazole, and minocycline. *International Endodontic Journal* [Online]. 1996 [cited 2025 May 15]; 29(2):125-130. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9206436/>
5. Khan AM, Gangoo IKA, Ali NA, Khan M, Javed MQ, AlAttas MH, et al. The effect of calcium hydroxide, triple antibiotic pastes and chlorhexidine on pain in teeth with symptomatic apical periodontitis: a randomised controlled trial.

- International Journal of Environmental Research and Public Health [Online]. 2023 [cited 2025 May 15];20(4): 3091. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36833788/>
6. Asnaashari M, Eghbal MJ, Yaghmayi AS, Shokri M, Azari-Marhabi S. Comparison of antibacterial effects of photodynamic therapy, modified triple antibiotic paste and calcium hydroxide on root canals infected with enterococcus faecalis: an in vitro study. Journal of Lasers Medical Sciences [Online]. 2019 [cited 2025 May 15];10(suppl 1): S23–S29. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32021669/>
 7. Prasad LK, Tanwar BS, Kumar KN. Comparison of Calcium Hydroxide and triple antibiotic paste as Intracanal medicament in emergency pain reduction: In vivo study. International Journal of Oral Care & Research [Online]. 2016 [cited 2025 May 15]; 4(4):244–246. Available from: http://www.ijocrweb.com/pdf/2016/October-December/10570_ORIGINAL%20ARTICLE.pdf
 8. Mohammadi Z, Jafarzadeh H, Shalavi S, Yaripour S, Sharifi F, Kinoshita JI. A review on triple antibiotic pastes as a suitable material used in regenerative endodontics. Iranian Endodontic Journal [Online]. 2018 [cited 2025 May 15];13(1):1–6. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29692827/>
 9. Guan L, Beig M, Wang L, Navidifar T, Moradi S, Motallebi Tabaei F, et al. Global status of antimicrobial resistance in clinical Enterococcus faecalis isolates: systematic review and meta-analysis. Annals of Clinical Microbiology and Antimicrobials [Online]. 2024 [cited 2025 May 15];23(1):80. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39182092/>
 10. Sultan OS, Jonathan GCM, Lin SL, Davamani F, Sidhu P, Choudhury M. Management of Enterococcus faecalis associated endodontic infection using gold nanogel: An in-vitro study. The Saudi Dental Journal [Online]. 2025 [cited 2025 May 15];37(24):4-6. Available from: <https://link.springer.com/article/10.1007/s44445-025-00019-w>
 11. Yang S, Meng X, Zhen Y, Baima Q, Wang Y, Jiang X, et al. Strategies and mechanisms targeting Enterococcus faecalis biofilms associated with endodontic infections: a comprehensive review. Frontiers in Cellular and Infection Microbiology [Online]. 2024 [cited 2025 May 15]; 14:1-15. Available from: <https://www.frontiersin.org/journals/cellular-and-infection-microbiology/articles/10.3389/fcimb.2024.1433313/full>

12. Hakim TA, Zaki BM, Mohamed DA, Blasdel B, Gad MA, Fayed MS, et al. Novel strategies for vancomycin-resistant *Enterococcus faecalis* biofilm control: bacteriophage (vB_EfaS_ZC1), propolis, and their combined effects in an ex vivo endodontic model. *Annals Clinical Microbiology and Antimicrobials* [Online]. 2025 [cited 2025 May 15];24(24). Available from: <https://ann-clinmicrob.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12941-025-00790-y>
13. Manoil D, Cerit EE, Fang H, Durual S, Brundin M, Belibasakis GN. Profiling antibiotic susceptibility among distinct *enterococcus faecalis* isolates from dental root canals. *Antibiotics* [Online]. 2024 [cited 2025 May 15];13(1): 18. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38247577/>
14. Panchal KG, Virani K, Patel V, Ali Khan A, Pettiwala A, Puranik SS, et al. Triple antibiotic paste: a game changer in endodontics. *Journal of Pharmacy and Bioallied Sciences* [Online]. 2024 [cited 2025 May 15];16(Suppl 3): S1913-S1915. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39346169/>
15. Bains R, Tikku AP, Verma P, Pandey P. Antimicrobial efficacy of triple antibiotic pastes in teeth with primary endodontic infection: a systematic review. *Asian Journal of Oral Health and Allied Sciences* [Online]. 2021 [cited 2025 May 15]. Available from: <https://ouci.dntb.gov.ua/en/works/40LEYoP4/>
16. Lillygrace E, Kethineni B, Puppala R, Raichurkar HKL, Ambati S, Saikiran KV. Antimicrobial efficacy of triple antibiotic pastes and propolis as an intracanal medicament in young permanent teeth: an in vivo study. *International Journal of Clinical Pediatric Dentistry* [Online]. 2021 [cited 2025 May 15]; 14(2):243–248. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34413600/>
17. Maria do Couto A, Espaladori MC, Pereira Leite AP, Castro Mastins C, Ferreira de Aguiar MC, Guimarães Abreu L. A systematic review of pulp revascularization using a triple antibiotic paste. *Pediatric Dentistry* [Online]. 2019 [cited 2025 May 15];41(5):341-353. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31648664/>
18. Daffinee KE, O'Neill ET, Bleick CR, Williams G, Antoci V, Garcia D, et al. Staphylococcal biofilm: penetration and bioavailability of vancomycin with or without rifampin. *Diagnostic Microbiology Infectious Disease* [Online]. 2023[cited 2025 May 15];106(3): 115947. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37116243/>
19. Nikhade P, Agrawal P, Mahapatra J, Suryawanshi T, Bhopatkar J, Umate L. Efficacy of Triple Antibiotic Paste and Bromelain Paste as Intracanal Medicament Against *Enterococcus faecalis*: An In-Vivo Study. *Cureus* [Online]. 2023[cited 2025

- May 15];15(11): e48098. Available from <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38046769>
20. Mandal SS, Margasahayam SV, Shenoy VU. A comparative evaluation of the influence of three different vehicles on the antimicrobial efficacy of triple antibiotic paste against *Enterococcus faecalis*: An in vitro study. Contemporary Clinical Dentistry [Online]. 2020[cited 2025 May 15]; 11(2):150–157. Available from: <https://www.researchgate.net/publication/343491372>
21. Roy S, Aung MS, Paul SK, Khan NA, Nasreen SA, Hasan MS, et al. Isolation of vanA-Mediated Vancomycin-Resistant *Enterococcus faecalis* (ST1912/CC116) and *Enterococcus faecium* (ST80/CC17), optrA-Positive Linezolid-Resistant *E. faecalis* (ST32, ST1902) from Human Clinical Specimens in Bangladesh. Antibiotics [Online]. 2025 [cited 2025 May 15]; 14(3):261. Available from: <https://www.mdpi.com/2079-6382/14/3/261>
22. Sanapala S, Singh S, Patel S, Logesh, Ranjan R, Suneetha. Bactericidal effect of triple antibiotic pastes against *enterococcus faecalis* in dentinal tubules-an ex vivo study. European Journal of Cardiovascular Medicine [Online]. 2024 [cited 2025 May 15];14(5):632-636. Available from: <https://healthcare-bulletin.co.uk/article/bactericidal-effect-of-triple-antibiotic-paste-against-enterococcus-faecalis-in-dentinal-tubules-an-ex-vivo-study-2490>
23. Vaca Ayala CE, Guamán Hernández VA, Cabezas Abad CA, León Velastegui MA. Microfiltración corono apical de *Enterococcus faecalis* en dientes endodonciados. Anatomía Digital [Internet]. 2024[citado 15 de mayo de 2025]; 7(2):147-162. Disponible en: <https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v7i2.3017>

El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Anatomía Digital**.



El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Anatomía Digital**.

