



ROL DEL ENTEROCOCCUS FAECALIS EN LAS INFECCIONES ENDODONTICAS PERSISTENTES

ROLE OF ENTEROCOCCUS FAECALIS IN PERSISTENT ENDODONTIC INFECTIONS

Jenny Nathaly Pico Coronel^{1*}

¹ Universidad San Gregorio de Portoviejo. Carrera de Odontología. Especialista de endodoncia. Manabí, Portoviejo, Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-9566-9195>. Correo: jnpico@sangregorio.edu.ec

Jorge Washington Pachay Solórzano²

² Departamento de Ciencias Biológicas, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Técnica de Manabí, Portoviejo, Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8304-273X>. Correo: jorge.pachay@utm.edu.ec

Mirella Narcisa Adum-Lípari³

³ Universidad San Gregorio de Portoviejo. Carrera de Odontología. Manabí, Portoviejo, Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2950-0394>. Correo: mnadun@hotmail.com

* Autor para correspondencia: jnpico@sangregorio.edu.ec

Resumen

Las infecciones endodónticas persistentes son un problema clínico importante debido a la complejidad del sistema de conductos radiculares y a la capacidad de ciertos microorganismos para sobrevivir las diferentes terapias antimicrobianas. El Enterococcus faecalis ha sido identificado como uno de los principales patógenos asociados al fracaso del tratamiento endodóntico, especialmente en casos de retratamiento. La presente revisión narrativa se planteó como objetivo analizar la evidencia científica más actualizada sobre el papel de Enterococcus faecalis en las infecciones endodónticas persistentes, profundizando en sus mecanismos de virulencia, de resistencia e implicaciones clínicas. Se realizó una búsqueda en bases de datos como PubMed, Scopus, SciELO y LILACS, se seleccionaron en su mayoría estudios relevantes publicados en los últimos años. La evidencia analizada indicó que la formación de biopelículas constituye un factor clave en la persistencia bacteriana, al proporcionar protección frente a agentes antimicrobianos y facilitar la colonización de los túbulos dentinarios. Asimismo, se identificaron limitaciones en los protocolos convencionales de desinfección, así como las estrategias terapéuticas actuales orientadas a la disrupción del biofilm. En



Esta obra está bajo una licencia Creative Commons de tipo (CC-BY-NC-SA).

Sociedad Ecuatoriana de Investigación Científica. E-mail: revistabiosana@gmail.com



conclusión, esta bacteria desempeña un papel determinante en el fracaso endodóntico, lo que resalta la necesidad de plantear enfoques terapéuticos más efectivos e integrales.

Palabras clave: Enterococcus faecalis; biopelículas; infecciones endodónticas; tratamiento de conductos radiculares; fracaso del tratamiento endodóntico

Abstract

Persistent endodontic infections represent a significant clinical challenge due to the complexity of the root canal system and the ability of certain microorganisms to survive disinfection procedures. Enterococcus faecalis has been identified as one of the principal pathogens associated with endodontic treatment failure, particularly in retreatment cases. The present narrative review aimed to analyze recent scientific evidence regarding the role of Enterococcus faecalis in persistent endodontic infections, with particular emphasis on its virulence mechanisms, resistance profiles, and clinical implications. A literature search was conducted across databases including PubMed, Scopus, SciELO, and LILACS, selecting relevant studies published in recent years. The analyzed evidence indicates that biofilm formation constitutes a key factor in bacterial persistence, as it provides protection against antimicrobial agents and facilitates colonization of dentinal tubules. Furthermore, limitations in conventional disinfection protocols were identified, which has driven the development of novel therapeutic strategies aimed at biofilm disruption. In conclusion, this bacterium plays a decisive role in endodontic failure, highlighting the need for more effective and comprehensive therapeutic approaches.

Keywords: Enterococcus faecalis; biofilms; endodontic infections; root canal therapy; endodontic treatment failure

Fecha de recibido: 24/01/2026

Fecha de aceptado: 01/04/2026

Fecha de publicado: 07/04/2026

Introducción

En la práctica odontológica son frecuentes ciertos problemas clínicos complejos relacionados con las infecciones microbianas dentro del canal radicular durante los procedimientos endodónticos; la presencia de estas infecciones es favorecida en gran medida por la complejidad del ecosistema microbiano propio del sistema de conductos radiculares. Sí bien es cierto que existen muchos avances en las técnicas de instrumentación, irrigación y obturación, el fracaso del tratamiento endodóntico continúa siendo un problema recurrente, que en muchas ocasiones se asocia a la persistencia de microorganismos resistentes en el interior del conducto radicular (1). Entre estos microorganismos, el Enterococcus faecalis ha sido identificado como uno de los patógenos más frecuentes en las infecciones endodónticas secundarias así como en casos de retratamiento endodóntico, siendo identificado hasta en un 77 % de los casos de infecciones persistentes (1,2).



Esta obra está bajo una licencia Creative Commons de tipo (CC-BY-NC-SA).

Sociedad Ecuatoriana de Investigación Científica. E-mail: revistabiosana@gmail.com



Esta bacteria Gram positiva facultativa, posee varios mecanismos de supervivencia que le permiten adaptarse a condiciones ambientales adversas, como es la escasez de nutrientes, desarrollo en medios altamente alcalinos y ambientes con baja acidez, y sobre todo a la exposición a agentes antimicrobianos utilizados durante la terapia endodóntica. Dentro de sus múltiples mecanismos de supervivencia cuenta su capacidad de formar biopelículas, estas constituyen estructuras microbianas organizadas en una matriz extracelular que favorecen la adhesión bacteriana a las superficies dentinarias y aumentan significativamente la tolerancia frente a agentes antimicrobianos (1).

La formación de biopelículas de *Enterococcus faecalis* dentro del sistema de conductos radiculares representa un factor determinante en la patogénesis de las infecciones endodónticas persistentes. Estas comunidades bacterianas pueden colonizar los túbulos dentinarios y generar un microambiente protector que dificulta la penetración de irrigantes y medicamentos dentro del canal radicular, reduciendo la eficacia de los procedimientos de desinfección convencionales (3). Además, la interacción entre la biopelícula y la estructura dentinaria favorece la supervivencia bacteriana a largo plazo, incluso después de procedimientos clínicos aparentemente bien ejecutados.

En este contexto, emerge la importancia de entender el papel de las biopelículas de *Enterococcus faecalis* en el fracaso del tratamiento endodóntico lo cual es fundamental para mejorar las estrategias terapéuticas y optimizar los protocolos de desinfección del sistema de conductos radiculares, así como del empleo del agente antimicrobiano más efectivo en estos casos. Con estos antecedentes, el presente trabajo tiene como objetivo analizar la evidencia científica reciente sobre la el rol de *Enterococcus faecalis* en las infecciones endodónticas, teniendo en cuenta sus mecanismos de resistencia y su implicación en la persistencia de dichos procesos infecciosos.

Materiales y métodos

Se realizó una revisión narrativa de la literatura científica con el propósito de analizar la evidencia disponible sobre el papel de las biopelículas de *Enterococcus faecalis* en las infecciones endodónticas. La búsqueda bibliográfica se llevó a cabo en bases de datos internacionales reconocidas en el ámbito biomédico, incluyendo PubMed/MEDLINE, Scopus, SciELO y LILACS, con el fin de identificar estudios relevantes de preferencia publicados en los últimos 5 años.

Como estrategia de búsqueda se utilizaron descriptores controlados por MeSH (Medical Subject Headings) y DeCS (Descriptores en Ciencias de la Salud), combinados mediante operadores booleanos. Entre los principales términos empleados se incluyeron: *Enterococcus faecalis*, biofilms, endodontic infections, root canal therapy y endodontic treatment failure. Asimismo, se emplearon combinaciones como: “*Enterococcus faecalis* AND biofilm AND endodontic infection” y “*Enterococcus faecalis* AND root canal therapy AND treatment failure”.

Se incluyeron artículos originales, revisiones sistemáticas y estudios experimentales publicados en revistas científicas indexadas, en idioma inglés o español, que abordaran la formación de biopelículas de *Enterococcus faecalis* y su implicación en infecciones endodónticas persistentes. Se excluyeron documentos duplicados, resúmenes de congresos, publicaciones sin acceso a texto completo y estudios que no presentaran relación directa con el objetivo de la revisión.





Los artículos seleccionados fueron analizados de manera crítica y organizados en categorías temáticas relacionadas con la microbiología de *Enterococcus faecalis*, la formación de biopelículas, los mecanismos de resistencia antimicrobiana y las implicaciones clínicas en el fracaso del tratamiento endodóntico. La información obtenida fue sintetizada de forma descriptiva para proporcionar una visión integral del estado actual del conocimiento sobre el tema.

Es oportuno mencionar que la presente revisión es una fase dentro del Proyecto Doctoral: “Efecto antimicrobiano de *Allium Sativum* y Propóleo sobre las cepas *Enterococcus faecalis* en infecciones endodónticas: estudio in vitro”



Figura 1. Diagrama de flujo de búsqueda.

Resultados y discusión

El *Enterococcus faecalis* es un coco Gram positivo, anaerobio facultativo, que pertenece a la familia Enterococcaceae. Puede estar presente en diversos entornos, desde el tracto gastrointestinal hasta el agua, el suelo, los alimentos fermentados y los entornos clínicos.(4) Es una bacteria comensal del tracto gastrointestinal y biliar que, bajo condiciones predisponentes, actúa como patógeno responsable de múltiples infecciones nosocomiales, especialmente en el tracto urinario, el torrente sanguíneo y los sitios quirúrgicos.





A nivel sistémico, destaca su papel en la bacteriemia y la endocarditis infecciosa, siendo responsable de aproximadamente el 5 a 8 % de las bacteriemias hospitalarias y del 5 al 20 % de los casos de endocarditis (5).

La plasticidad genómica de éste microorganismo le permite adaptarse a nichos específicos, y junto a su capacidad de formación de biopelículas y complejos mecanismos de respuesta al estrés favorecen su supervivencia en ambientes adversos, (6) todo lo cual lo define como un patógeno oportunista versátil, particularmente peligroso en pacientes hospitalizados, inmunocomprometidos o con comorbilidades (5).

Si bien su presencia en la cavidad oral sana es limitada, su conocida capacidad de adaptación a condiciones ambientales hostiles, favorecen su supervivencia dentro de la compleja anatomía del sistema de conductos radiculares. Además, puede permanecer viable durante largos periodos en ambientes con escasa disponibilidad de nutrientes, lo que le permite persistir incluso después de los procedimientos de instrumentación y desinfección realizados durante la terapia endodóntica (7).

Es importante señalar que una de las propiedades microbiológicas más relevantes de *Enterococcus faecalis* es su capacidad para formar biopelículas en superficies dentinarias. Dichas biopelículas facilitan la adhesión bacteriana a la dentina y permite la colonización de los túbulos dentinarios, donde las bacterias quedan protegidas tanto frente a los agentes antimicrobianos utilizados como a las respuestas del huésped. Además, las bacterias dentro de la biopelícula presentan interacciones metabólicas y mecanismos de comunicación celular que favorecen su estabilidad y persistencia en el ambiente radicular, contribuyendo así al mantenimiento de infecciones crónicas (3); (8).

Otra característica de este microorganismo que le confiere gran patogenicidad es la existencia de diversos factores de virulencia que favorecen su capacidad de colonización y supervivencia en los tejidos infectados. Entre estos factores se destacan la presencia de la proteína de superficie enterocócica (Esp), la sustancia de agregación, la gelatinasa y la citolisina, las cuales participan en la adhesión bacteriana, la formación de biopelículas y la degradación de tejidos del huésped (9). Asimismo, presenta mecanismos de resistencia intrínseca y adquirida frente a diversos agentes antimicrobianos, lo que dificulta su erradicación durante los tratamientos (10) (11).

Todas estas características microbiológicas servirían para explicar el papel relevante de *Enterococcus faecalis* en las infecciones endodónticas persistentes y en el fracaso del tratamiento endodóntico.

Biopelículas bacterianas, formación, maduración y ventajas biológicas

Las biopelículas bacterianas son comunidades microbianas estructuradas adheridas a una superficie y embebidas en una matriz extracelular producida por los propios microorganismos, la cual está compuesta principalmente por polisacáridos, proteínas, lípidos y ácidos nucleicos extracelulares, los cuales proporcionan soporte estructural y protección frente a factores ambientales adversos. En el ámbito de la microbiología oral, las biopelículas desempeñan un papel fundamental en la patogénesis de diversas enfermedades infecciosas, incluyendo las infecciones endodónticas. A diferencia de las bacterias en estado planctónico, las bacterias que forman biopelículas presentan una organización tridimensional compleja que facilita la comunicación intercelular mediante mecanismos de señalización química, conocidos como quórum sensing, lo que permite coordinar funciones metabólicas y adaptativas dentro de la comunidad microbiana (12).





El proceso de formación de biopelículas se desarrolla en varias etapas dinámicas que incluyen la adhesión inicial de las bacterias a una superficie, la formación de microcolonias, la producción progresiva de matriz extracelular y la maduración de la biopelícula. Durante la fase de maduración se establece una arquitectura tridimensional compleja que favorece la circulación de nutrientes y la eliminación de productos metabólicos, lo que contribuye a la estabilidad del ecosistema microbiano (13).

Una de las principales ventajas biológicas de las biopelículas es su capacidad para aumentar la tolerancia bacteriana frente a agentes antimicrobianos y a las respuestas del sistema inmunitario del huésped. Esta protección se debe tanto a la barrera física generada por la matriz extracelular como a los cambios fisiológicos y metabólicos que experimentan las bacterias dentro de la biopelícula, lo que explica su papel clave en la persistencia de infecciones crónicas y en la resistencia a los tratamientos antimicrobianos (3).

Formación de biopelículas de *Enterococcus faecalis* en el sistema de conductos radiculares

La formación de biopelículas constituye uno de los principales mecanismos que explican la persistencia de *Enterococcus faecalis* en infecciones endodónticas secundarias. En el sistema de conductos radiculares, las bacterias no se encuentran únicamente en forma planctónica, sino que tienden a organizarse en comunidades microbianas estructuradas adheridas a las superficies dentinarias. Estas biopelículas, están embebidas en una matriz extracelular compuesta por polisacáridos, proteínas y ácidos nucleicos extracelulares, que favorece la cohesión celular y proporciona protección frente a factores ambientales adversos (3);(14).

La formación de biopelículas de *Enterococcus faecalis* se desarrolla en varias etapas. Inicialmente ocurre la adhesión bacteriana a la dentina radicular, facilitada por proteínas de superficie y factores de adhesión que interactúan con componentes de la matriz dentinaria, como el colágeno. Posteriormente, las bacterias se multiplican y forman microcolonias que comienzan a producir una matriz extracelular protectora. A medida que la biopelícula madura, se desarrolla una arquitectura tridimensional compleja que permite la comunicación intercelular mediante mecanismos de señalización química, conocidos como quorum sensing, lo que favorece la coordinación metabólica y la adaptación del microorganismo al microambiente del conducto radicular(15); (14).

Un factor que favorece la colonización y maduración de estas biopelículas, sin dudas lo constituye la estructura anatómica del sistema de conductos radiculares, la existencia de irregularidades, conductos accesorios y túbulos dentinarios proporciona nichos ecológicos que facilitan la adhesión bacteriana y dificultan la eliminación completa de los microorganismos durante los procedimientos de instrumentación e irrigación. Se ha demostrado que *Enterococcus faecalis* posee la capacidad de penetrar profundamente en los túbulos dentinarios, donde encuentra condiciones favorables para su supervivencia, incluso en ambientes con disponibilidad limitada de nutrientes (9).

Otro elemento importante es la alta tolerancia de *Enterococcus faecalis* frente a diversos agentes antimicrobianos utilizados en endodoncia, como el hipoclorito de sodio, la clorhexidina y el hidróxido de calcio. Lo cual es atribuido en parte a la matriz extracelular de la biopelícula, que actúa como una barrera física que limita la penetración de sustancias antimicrobianas. Por otra parte, las bacterias dentro de la biopelícula pueden presentar estados metabólicos diferenciados, lo que reduce su susceptibilidad a los agentes químicos utilizados durante la desinfección del conducto radicular (7).





Implicaciones clínicas en el fracaso del tratamiento endodóntico

El fracaso del tratamiento endodóntico se asocia frecuentemente con infecciones persistentes, con una prevalencia que varía del 24 % al 77 %, la etiología de ese fenómeno es multifactorial e involucra factores microbianos, anatómicos, procedimentales y relacionados con el huésped. Entre las causas del fracaso del tratamiento endodóntico según la literatura se describen con frecuencia tres circunstancias claves: la persistencia de microorganismos en el sistema de conductos radiculares, la reinfección y los retratamientos (1);(16);(17).

En relación a la persistencia de microorganismos en el sistema de conductos radiculares, se señala la formación de biopelículas bacterianas como un factor determinante en este proceso. Si bien es cierto que se ha avanzado mucho en cuanto a técnicas de instrumentación e irrigación más efectiva, la complejidad anatómica del sistema radicular, donde se debe considerar la presencia de conductos accesorios, istmos y túbulos dentinarios, dificulta la remoción completa de los microorganismos. Es así que, bacterias como *Enterococcus faecalis* pueden sobrevivir en nichos protegidos y mantener procesos infecciosos crónicos, lo que conduce a la persistencia de lesiones periapicales incluso después de un tratamiento aparentemente exitoso (3); (18). Por otra parte, no se puede dejar de mencionar el papel de la respuesta del huesped en la modulación de la curación de estos procesos infecciosos así como de su cronicidad (8).

Otra de las causas de un tratamiento endodóntico no exitoso lo constituye la reinfección, la cual es causa común de periodontitis apical recurrente, dolor y necesidad de sesiones de tratamiento adicional. Puede deberse a la filtración coronaria o a una obturación deficiente del sistema de conductos radiculares. Con la pérdida del sellado se permite el ingreso de microorganismos desde la cavidad oral, favoreciendo la recolonización bacteriana y la formación de nuevas biopelículas. Además, se describen otros factores como la degradación de materiales restauradores o la exposición prolongada del conducto radicular que pueden facilitar este proceso. La evidencia científica sugiere que la reinfección puede ocurrir incluso en tratamientos técnicamente correctos si no se mantiene una adecuada integridad del sellado coronal, lo que resalta la importancia de la restauración definitiva en el éxito del tratamiento endodóntico (19); (20).

En los casos de fracaso terapéutico, el retratamiento endodóntico se presenta como la principal alternativa clínica, cuyo objetivo es eliminar la infección persistente y restablecer las condiciones de sellado del sistema radicular. Sin embargo, la presencia de biopelículas maduras y microorganismos altamente resistentes, como es el caso de *Enterococcus faecalis*, reduce la eficacia de los procedimientos convencionales de desinfección (3).

Estudios recientes han demostrado que estas bacterias pueden resistir a irrigantes como el hipoclorito de sodio y otros medicamentos intracanal, lo que dificulta su erradicación completa. Se puede aseverar entonces que, el éxito del retratamiento depende de la combinación de estrategias mecánicas y químicas más efectivas, así como del desarrollo de nuevas terapias dirigidas a la disrupción de biopelículas, con el fin de mejorar los resultados clínicos en endodoncia (21).

Varios estudios han confirmado que la cicatrización que sucede posterior al retratamiento endodóntico quirúrgico está influenciada por múltiples factores, entre los que están los inherentes al huesped, aquí se incluyen el perfil genético del paciente, la epigenética y las respuestas inmunitarias. El estado inmunológico





del paciente, incluidos los factores genéticos y los perfiles de citoquinas, influye en la curación y en el riesgo de infección persistente (22); (23).

El fracaso del tratamiento endodóntico es un fenómeno multifactorial y con importantes consecuencias clínicas. Su persistencia se debe principalmente a bacterias protegidas por biopelículas dentro de complejas anatomías de los conductos tratados y que está modulada por la respuesta inmunitaria del huésped.

Estrategias terapéuticas frente a biopelículas de *Enterococcus faecalis*

La remoción de biopelículas de *Enterococcus faecalis* en el sistema de conductos radiculares representa uno de los mayores desafíos en endodoncia. Las técnicas convencionales de instrumentación mecánica, aunque esenciales, resultan insuficientes para erradicar completamente los microorganismos debido a la complejidad anatómica del sistema radicular y a la capacidad de estas bacterias para colonizar túbulos dentinarios. En este contexto, la irrigación química desempeña un papel fundamental como complemento de la preparación mecánica, permitiendo la disolución de tejidos orgánicos y la reducción de la carga microbiana (3).

En el tratamiento endodóntico el hipoclorito de sodio continúa siendo el irrigante de elección debido a su potente acción antimicrobiana y capacidad para disolver tejido orgánico. Sin embargo, su eficacia frente a biopelículas maduras de *Enterococcus faecalis* puede verse limitada por la presencia de la matriz extracelular que actúa como barrera protectora. Se ha verificado que existen otros agentes como la clorhexidina con demostrada actividad antimicrobiana, aunque carecen de capacidad disolvente, mientras que el uso de quelantes como el ácido etilendiaminotetraacético, contribuye a la eliminación del barrillo dentinario (smear layer), lo cual facilita la penetración de los irrigantes en los túbulos dentinarios (24);(25).

Para mejorar la eficacia de los irrigantes, se han desarrollado técnicas de activación que potencian su penetración y acción antimicrobiana, como la activación ultrasónica pasiva, la activación sónica y los sistemas de irrigación con presión negativa. Estas tecnologías generan fenómenos de cavitación y microcorrientes acústicas que favorecen la disrupción de biopelículas y la eliminación de detritos en áreas de difícil acceso. Estudios recientes han demostrado que la activación ultrasónica del hipoclorito de sodio incrementa significativamente su eficacia frente a *Enterococcus faecalis* en comparación con la irrigación convencional (26); (27).

En los últimos años, se han propuesto nuevas estrategias terapéuticas dirigidas específicamente a la disrupción de biopelículas bacterianas. Entre ellas se incluyen la terapia fotodinámica, el uso de nanopartículas (de plata o de óxido de zinc) y agentes antibiofilm innovadores que actúan sobre la matriz extracelular. Estas alternativas han mostrado resultados prometedores en estudios *in vitro*, al mejorar la penetración y eficacia antimicrobiana frente a biopelículas resistentes. No obstante, su aplicación clínica aún requiere mayor evidencia que respalde su seguridad y eficacia a largo plazo (28);(25).

Es fundamental que el abordaje terapéutico de las biopelículas de *Enterococcus faecalis* se base en una estrategia que pueda combinar una instrumentación adecuada, la irrigación química efectiva y técnicas de activación que optimicen la acción de los agentes antimicrobianos. Asimismo, la incorporación de nuevas tecnologías podría representar un avance significativo en la mejora de los resultados clínicos en endodoncia, especialmente en casos de infecciones persistentes y retratamientos, donde la resistencia bacteriana constituye un factor determinante del fracaso terapéutico.





Tabla 1: Resumen de las estrategias terapéuticas actuales y sus características.

Estrategia terapéutica	Mecanismo de acción	Efectos	Limitaciones y desafíos	Referencias
Combinaciones de antibióticos	Acción sobre la pared celular, síntesis de proteínas	Las sinergias mejoran la erradicación de biopelículas	Resistencia y penetración limitada	(29) (30), (31) (32)
Nuevos agentes y compuestos naturales, QSI	Detección de quórum, EPS, factores de virulencia	Alteran la formación y la estabilidad de las biopelículas.	Eficacia, seguridad y resistencia in vivo	(33) (34) (35) (36)
Métodos físicos (TFD, PAC)	Generación de especies reactivas de oxígeno, alteración de la membrana	Alteran la estructura del biofilm y mejoran su eliminación.	Dosificación, penetración tisular, traducción	(37) (38) (39)
Terapia bacteriofago	Lisis, degradación de la matriz, sinergia	Sinergia fago antibiótico, cócteles de fagos eficaces contra biopelículas multirresistentes.	Resistencia, obstáculos regulatorios	(40) (41) (42) (43)
Detección de quórum	Sistemas Fsr/LuxS, regulación genética	Reducen la formación de biopelículas y la virulencia	Complejidad, adaptación, datos clínicos	(44) (45) (46)

QSI- quorum sensing inhibitors (inhibidores de detección de quórum)

En la tabla anterior se sintetizan las estrategias terapéuticas disponibles en la actualidad ante las biopelículas de *Enterococcus faecalis*, como se aprecia se incluyen combinaciones sinérgicas de antibióticos, nuevos agentes como los inhibidores de la detección de quórum (QSI) y las nanopartículas, los métodos físicos como la terapia fotodinámica y enfoques basados en bacteriófagos. Estas estrategias están enfocadas a alterar la estructura del biofilm, a sus vías de regulación y la viabilidad bacteriana, de todas las terapias combinadas han demostrado ser las más efectivas para superar la resistencia. Sin embargo, su aplicación clínica se ve limitada por la complejidad de los mecanismos de resistencia y la necesidad de rigurosa una validación in vivo.

No se puede dejar de mencionar el interés en los fitoquímicos como agentes alternativos o coadyuvantes en la terapia endodóntica. Los agentes antimicrobianos convencionales, como el hipoclorito de sodio y la clorhexidina, si bien son eficaces, se asocian con citotoxicidad, irritación tisular y la erradicación incompleta de los biofilms. Lo anterior ha dado paso a explorar los fitoquímicos justificado en sus diversos mecanismos de acción, su menor citotoxicidad y su potencial para superar la resistencia a los antibióticos y la persistencia de *Enterococcus faecalis* asociada a los biofilms (12); (47).

Varios fitoquímicos han demostrado una actividad antimicrobiana y antibiopelícula significativa contra *Enterococcus faecalis*, entre estos se puede mencionar la Triphala, los polifenoles del té verde, la curcumina, el neem, el aceite de canela, el aceite de orégano, tintura de propóleo, extracto de ajo, entre otros. (48). En el caso del propóleo su actividad antibacteriana se considera comparable con agentes como el hidróxido de



Esta obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo (CC-BY-NC-SA).

Sociedad Ecuatoriana de Investigación Científica. E-mail: revistabiosana@gmail.com



calcio y la clorhexidina, mostrando en muchos casos resultados que superan en eficacia al hidróxido de calcio. Se ha demostrado que las nanopartículas de propóleo muestran buenos resultados para reducir los biofilms de *Enterococcus faecalis*, y desintegrar los biofilms maduros (6).

El extracto de ajo (*Allium sativum*) por su parte ha sido probado contra microorganismos como *Pseudomonas*, *Klebsiella*, *Streptococcus mutans* y *Porphyromonas gingivalis*. Además, se considera tan eficaz contra el *Enterococcus faecalis* como la autoclave. Sus propiedades antibacterianas se colocan al nivel del hipoclorito de sodio y superiores al hidróxido de calcio, y son atribuidas a uno de sus componentes activos: el tiosulfato. Las propiedades antimicrobianas de la alicina se atribuyen principalmente a la inhibición total de la síntesis de ARN y la inhibición parcial de la síntesis de ADN y proteínas (12).

Los productos biofarmacéuticos ofrecen grandes ventajas como irrigantes entre las que se pueden listar: la disponibilidad, la rentabilidad, el aumento de la vida útil, la baja toxicidad y la falta de resistencia microbiana reportadas hasta la actualidad. Estos productos constituyen un área donde se requieren más investigaciones acerca de su efectividad tanto *in vitro* y en algunos modelos *in vivo*, ya que se ofrecen como complementos o alternativas prometedoras a los irrigantes convencionales y medicamentos, en particular para pacientes con sensibilidad o en casos de resistencia a los antibióticos (48).

A pesar de los avances significativos, persisten importantes lagunas en nuestra comprensión de la formación, el mantenimiento y la dispersión de biopelículas, especialmente en condiciones *in vivo*. La falta de agentes desintegradores de biopelículas disponibles clínicamente y la escasa atención prestada a *Enterococcus faecalis* y las biopelículas polimicrobianas ponen de manifiesto áreas que requieren mayor investigación. Se necesita el surgimiento de nuevos fármacos mediante métodos computacionales y su integración con la validación experimental para acelerar la identificación de compuestos antibiopelícula eficaces.

Conclusiones

La evidencia confirma que *Enterococcus faecalis* posee una notable capacidad para formar biopelículas en el sistema de conductos radiculares, lo que favorece su persistencia en infecciones endodónticas secundarias y contribuye al fracaso del tratamiento endodóntico. Los estudios revisados destacan la complejidad estructural de estas comunidades bacterianas y su elevada tolerancia frente a los agentes antimicrobianos utilizados en la práctica clínica.

Los protocolos convencionales de desinfección, aunque fundamentales, presentan limitaciones frente a biopelículas maduras, lo que justifica la incorporación de estrategias complementarias como la activación de irrigantes y el uso combinado de agentes químicos.

Entre las nuevas estrategias dirigidas a la disolución de biopelículas, están los fitofármacos que representan una línea de investigación necesaria, aunque su aplicación clínica aún requiere mayor evidencia que permita validar su eficacia y seguridad.

Referencias



Esta obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo (CC-BY-NC-SA).

Sociedad Ecuatoriana de Investigación Científica. E-mail: revistabiosana@gmail.com



- 1 Stuart CH, Schwartz SA, Beeson TJ, Owatz CB. *Enterococcus faecalis*: Its role in root canal treatment failure and current concepts in retreatment. *Journal of Endodontics*. 2006;32(2):93-8. Located at: Scopus. doi:10.1016/j.joen.2005.10.049
- 2 Barbosa-Ribeiro M, Gomes BPFA, Arruda-Vasconcelos R, Monteiro IDA, Costa MJF, Sette-de-Souza PH. Antibiotic Resistance Profile of Clinical Strains of Enterococci from Secondary/Persistent Endodontic Infections: What do We Know? A Systematic Review of Clinical Studies. *Journal of Endodontics*. 2024;50(3):299-309. Located at: Scopus. doi:10.1016/j.joen.2023.12.007
- 3 Neelakantan P, Romero M, Vera J, Daoud U, Khan AU, Yan A, et al. Biofilms in endodontics—current status and future directions. *International journal of molecular sciences* [Internet]. 2017 [citado 16 de marzo de 2026];18(8):1748. Disponible en: <https://www.mdpi.com/1422-0067/18/8/1748>
- 4 He Q, Hou Q, Wang Y, Li J, Li W, Kwok LY, et al. Comparative genomic analysis of *Enterococcus faecalis*: Insights into their environmental adaptations. *BMC Genomics*. 2018;19(1). doi:10.1186/s12864-018-4887-3
- 5 Nappi F, Avtaar Singh SS, Jitendra V, Fiore A. Bridging Molecular and Clinical Sciences to Achieve the Best Treatment of *Enterococcus faecalis* Endocarditis. *Microorganisms*. octubre de 2023;11(10):2604. doi:10.3390/microorganisms11102604
- 6 Schwartzman JA, Lebreton F, Salamzade R, Shea T, Martin MJ, Schaufler K, et al. Global diversity of enterococci and description of 18 previously unknown species. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 2024;121(10). doi:10.1073/pnas.2310852121
- 7 Sharma J, Jhamb S, Mehta M, Bhushan J, Bhardwaj SB, Kaur A. Characterization of *Enterococcus faecalis* associated with root canal failures: Virulence and resistance profile. *Journal of Conservative Dentistry and Endodontics*. 2025;28(7):602-6. Located at: Scopus. doi:10.4103/JCDE.JCDE_190_25
- 8 Boreak N, Mowkly AAM, Sharwani A, Almasoudi SA, Huraysi A, Sulily IA, et al. Genomic insights into *Enterococcus faecalis* implicated in endodontic infections: resistance, virulence, and genetic variability. *Cellular and Molecular Biology*. 2025;71(1):102-10. Located at: Scopus. doi:10.14715/cmb/2025.70.1.11
- 9 Barbosa J, Borges S, Teixeira P. Virulence factors of *enterococcus faecalis*: The promoters for their pathogenicity. En: Mack HL, editor. *Enterococcus Faecalis: Molecular Characteristics, Role in Nosocomial Infections and Antibacterial Effects*. Nova Science Publishers, Inc.; 2014. p. 1-17.
- 10 Beyth N, Poraduso-Cohen R, Hazan R. *Enterococcus faecalis* in dental infections: Virulence factors, molecular characteristics, antibacterial and anti-infective techniques. En: *Enterococcus Faecalis: Molecular Characteristics, Role in Nosocomial Infections and Antibacterial Effects* [Internet]. 2014. p. 137-64. Located at: Scopus. Disponible en: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84956721124&partnerID=40&md5=deba4699454a8afb6c1847339cd0a839>
- 11 Preethee T, Kandaswamy D, Hannah R. Molecular identification of an *Enterococcus faecalis* endocarditis antigen *efaA* in root canals of therapy-resistant endodontic infections. *J Conserv Dent*. 2012;15(4):319-22. doi:10.4103/0972-0707.101886
- 12 Karygianni L, Ren Z, Koo H, Thurnheer T. Biofilm matrixome: extracellular components in structured microbial communities. *Trends in microbiology* [Internet]. 2020 [citado 18 de marzo de 2026];28(8):668-81. Disponible en: [https://www.cell.com/trends/microbiology/fulltext/S0966-842X\(20\)30087-1](https://www.cell.com/trends/microbiology/fulltext/S0966-842X(20)30087-1)





- 13 Flemming HC, Wuertz S. Bacteria and archaea on Earth and their abundance in biofilms. *Nature Reviews Microbiology* [Internet]. 2019 [citado 18 de marzo de 2026];17(4):247-60. Disponible en: <https://www.nature.com/articles/s41579-019-0158-9>
- 14 Wu B, Zhou Z, Hong X, Xu Z, Xu Y, He Y, et al. Novel approaches on root canal disinfection methods against *E. faecalis*. *J Oral Microbiol*. 2025;17(1). doi:10.1080/20002297.2025.2475947
- 15 Saber SEDM, El-Hady SA. Development of an intracanal mature *Enterococcus faecalis* biofilm and its susceptibility to some antimicrobial intracanal medications; An in vitro study. *Eur J Dent*. 2012;6(1):43-50.
- 16 Rôças IN, Siqueira JF, Santos KRN. Association of *Enterococcus faecalis* with different forms of periradicular diseases. *J Endod*. 2004;30(5):315-20. doi:10.1097/00004770-200405000-00004
- 17 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*. 2024;14. Located at: Scopus. doi:10.3389/fcimb.2024.1433313
- 18 Usri K, Prisinda D, Malinda Y. Analysis of Various Factors that Cause the Failure of Root Canal Treatment: Scoping Review. *J Int Dent Med Res*. 2023;16(1):404-10.
- 19 Anuradha B, Sharumathi R, Venkatesh A, Niveditha S. Endodontic treatment failures and its management—a review. *Indian J Public Health Res Dev*. 2019;10(11):3049-53. doi:10.5958/0976-5506.2019.04374.2
- 20 Jaramillo DE. Irrigation of the Root Canal System by Laser Activation (LAI): PIPS Photon-Induced Photoacoustic Streaming. En: Basrani B, editor. *Endodontic Irrigation: Chemical Disinfection of the Root Canal System*. Springer International Publishing; 2015. p. 227-35. doi:10.1007/978-3-319-16456-4_13
- 21 Berutti E, Castellucci A. Nonsurgical Root Canal Retreatment. En: Peters OA, editor. *The Guidebook to Molar Endodontics*. Springer Berlin Heidelberg; 2016. p. 233-68. doi:10.1007/9783662529010_9
- 22 Ghazal T, Ahmed MA, Qazi FUR, Haider MM, Naeem S, Jouhar R, et al. Mutational analysis of cytoplasmic domain of integrin subunit alpha-1 and its association with periapical wound healing after surgical endodontic treatment. *PLoS ONE*. 2024;19(10 October). doi:10.1371/journal.pone.0303627
- 23 Lima SM de F, de Pádua GM, Sousa MG da C, Freire M de S, Franco OL, Rezende TMB. Antimicrobial peptide-based treatment for endodontic infections - Biotechnological innovation in endodontics. *Biotechnol Adv*. 2015;33(1):203-13. doi:10.1016/j.biotechadv.2014.10.013
- 24 Celikel P, Ceyhan B, Buyuksefil M, Levchenko A, Sengul F, Derelioglu SS, et al. Antimicrobial activity of different irrigation solutions on *Enterococcus faecalis* in the root canal of the primary teeth—an in vitro comparative study. *J Clin Pediatr Dent*. 2025;49(4):148-53. doi:10.22514/jocpd.2025.085
- 25 Singh N, Shenvi S, Praveen A, Khaitan A, Kumar SB, Jadhav KR, et al. Antibacterial Efficacy of N-Acetyl Cysteine Combined with Two Photodynamic Therapy Protocols Against *Enterococcus faecalis* in Infected Root Canals: An In Vitro Study. *G Ital Endodonzia*. 2025;39(3):31-9. doi:10.32067/GIE.2025.536
- 26 Tonini R, Salvadori M, Audino E, Sauro S, Garo ML, Salgarello S. Irrigating solutions and activation methods used in clinical endodontics: a systematic review. *Frontiers in oral health* [Internet]. 2022





- [citado 26 de marzo de 2026];3:838043. Disponible en: <https://www.frontiersin.org/journals/oral-health/articles/10.3389/froh.2022.838043/full>
- 27 Gomes BP, Aveiro E, Kishen A. Irrigants and irrigation activation systems in endodontics. Brazilian dental journal [Internet]. 2023 [citado 26 de marzo de 2026];34:1-33. Disponible en: <https://www.scielo.br/j/bdj/a/xg835S3btBPdnS3BgCSTHzD/?format=html&lang=en>
 - 28 Shrestha A, Kishen A. Antibiofilm efficacy of photosensitizer-functionalized bioactive nanoparticles on multispecies biofilm. Journal of Endodontics [Internet]. 2014 [citado 26 de marzo de 2026];40(10):1604-10. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0099239914003045>
 - 29 Paganelli FL, Willems RJ, Leavis HL. Optimizing future treatment of enterococcal infections: Attacking the biofilm? Trends Microbiol. 2012;20(1):40-9. doi:10.1016/j.tim.2011.11.001
 - 30 Herrera-Hidalgo L, Fernández-Rubio B, Luque-Márquez R, López-Cortés LE, Gil-Navarro MV, de Alarcón A. Treatment of *Enterococcus faecalis* Infective Endocarditis: A Continuing Challenge. Antibiotics. 2023;12(4). doi:10.3390/antibiotics12040704
 - 31 Caballero Gómez N, Manetsberger J, Lavilla Lerma L, Martínez Martos JM, Benomar N, Abriouel H. Exploring synergistic effects of essential oils compounds with antibiotics and biocides against multidrug-resistant foodborne pathogens. Appl Food Res. 2024;4(2). doi:10.1016/j.afres.2024.100581
 - 32 Sena G, De Rose E, Crudo M, Filippelli G, Passarino G, Bellizzi D, et al. Essential Oils from Southern Italian Aromatic Plants Synergize with Antibiotics against *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* and *Enterococcus faecalis* Cell Growth and Biofilm Formation. Antibiotics. 2024;13(7). doi:10.3390/antibiotics13070605
 - 33 Vadakkan K, Ghodake GS, Lai CW, Vijayanand S, Hemapriya J. A critical review on innovative targets for signal disruption in *Enterococcus faecalis* infection management. Microb Pathog. 2025;207. doi:10.1016/j.micpath.2025.107876
 - 34 Hongsing P, Ngamwongsatit N, Kongart C, Nuiden N, Phairoh K, Wannigama DL. Cannabidiol Demonstrates Remarkable Efficacy in Treating Multidrug-Resistant *Enterococcus Faecalis* Infections In Vitro and In Vivo. Trends Sci. 2024;21(9). doi:10.48048/tis.2024.8150
 - 35 Sewid AH, Sharaf M, El-Demerdash AS, Ragab SM, Al-Otibi FO, Taha Yassin M, et al. Hexagonal zinc oxide nanoparticles: a novel approach to combat multidrug-resistant *Enterococcus faecalis* biofilms in feline urinary tract infections. Front Cell Infect Microbiol. 2024;14. doi:10.3389/fcimb.2024.1505469
 - 36 Ali IAA, Matinlinna JP, Lévesque CM, Neelakantan P. Trans-cinnamaldehyde attenuates *enterococcus faecalis* virulence and inhibits biofilm formation. Antibiotics. 2021;10(6). doi:10.3390/antibiotics10060702
 - 37 Wu B, Zhou Z, Hong X, Xu Z, Xu Y, He Y, et al. Novel approaches on root canal disinfection methods against *E. faecalis*. J Oral Microbiol. 2025;17(1). doi:10.1080/20002297.2025.2475947
 - 38 Schuenck-Rodrigues RA, de Oliveira de Siqueira LB, dos Santos Matos AP, da Costa SP, da Silva Cardoso V, Vermelho AB, et al. Development, characterization and photobiological activity of nanoemulsion containing zinc phthalocyanine for oral infections treatment. J Photochem Photobiol B Biol. 2020;211. doi:10.1016/j.jphotobiol.2020.112010





- 39 Chen J, Zhang H, Zhao T, Yu Y, Song J, Zhao Y, et al. Oxygen Self-Supplied Nanoplatfom for Enhanced Photodynamic Therapy against Enterococcus Faecalis within Root Canals. Adv Healthc Mater. 2024;13(13). doi:10.1002/adhm.202302926
- 40 Sahu M, Singh SK, Singh M, Shukla A, Nath G. Bacteriophage therapy a promising alternative treatment approach for infections caused by multidrug-resistant (MDR) Enterococcus species. Microbe. 2025;8. doi:10.1016/j.microb.2025.100534
- 41 Song M, Wu D, Hu Y, Luo H, Li G. Characterization of an Enterococcus faecalis Bacteriophage vB_EfaM_LG1 and Its Synergistic Effect With Antibiotic. Front Cell Infect Microbiol. 2021;11. doi:10.3389/fcimb.2021.698807
- 42 Vishwakarma RK, Yadav BS, Gautam P, Sahu M, Singh A, Kumar A, et al. In-vitro analysis of biofilm formation and synergistic antibiotic-phage therapy for amoxicillin-resistant Escherichia coli. Arch Microbiol. 2025;207(12). doi:10.1007/s00203-025-04542-6
- 43 Grygorcewicz B, Gliźniewicz M, Olszewska P, Miłek D, Czajkowski A, Serwin N, et al. Response Surface Methodology Application for Bacteriophage–Antibiotic Antibiofilm Activity Optimization. Microorg. 2023;11(9). doi:10.3390/microorganisms11092352
- 44 Tatta ER, Paul S, Kumavath R. Transcriptome analysis revealed the synergism of novel rhodethrin inhibition on biofilm architecture, antibiotic resistance and quorum sensing in Enterococcus faecalis. Gene. 2023;871. doi:10.1016/j.gene.2023.147436
- 45 McBrayer DN, Cameron CD, Gantman BK, Tal-Gan Y. Rational Design of Potent Activators and Inhibitors of the Enterococcus faecalis Fsr Quorum Sensing Circuit. ACS Chem Biol. 2018;13(9):2673-81. doi:10.1021/acschembio.8b00610
- 46 Touati A, Ibrahim NA, Tighilt L, Idres T. Anti-QS Strategies Against Pseudomonas aeruginosa Infections. Microorg. 2025;13(8). doi:10.3390/microorganisms13081838
- 47 Falcon CY, Abdelkarim S, Falcon PA, Hirschberg CS, Cugini C. The effect of cinnamon and ginger essential oils against Enterococcus faecalis biofilm: An in vitro feasibility study. Endodontology. 2022;34(4):229-35. doi:10.4103/endo.endo_19_22
- 48 Millán YA, Silva RMM, Martínez YP. Use of irrigating substances of natural origin in Endodontics. Salud, Ciencia y Tecnología-Serie de Conferencias [Internet]. 2023 [citado 2 de abril de 2026];2:352. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9872065>

