

Probióticos en endodoncia como alternativa bioterapéutica: revisión de la literatura

Probiotics in endodontics as a biotherapeutic alternative: review of the literature

Jormany Quintero-Rojas ^{1a}, Angélica Sivira ^{1b}, Elaysa Salas-Osorio ^{1c}

¹ Universidad de Los Andes, Facultad de Odontología, Departamento de Biopatología, Mérida, Venezuela.

^a Magister Scientiae en Modelado y Simulación de Sistemas

^b Odontólogo

^c Doctora en Química de Medicamentos

RESUMEN

La terapia con probióticos en endodoncia surge como una estrategia bioterapéutica prometedora para modular la microbiota del sistema de conductos radiculares, prevenir la recolonización microbiana y favorecer la salud pulpo-periapical. Los probióticos, definidos como microorganismos vivos que confieren beneficios a la salud del hospedero, han demostrado efectos antimicrobianos e inmunomoduladores, además de competir por nutrientes y sitios de adhesión frente a patógenos endodónticos como *Enterococcus faecalis* y *Candida albicans*. La evidencia revisada incluye estudios *in vitro*, *in vivo* y clínicos, que destacan la capacidad de cepas como *Lactocaseibacillus rhamnosus*, *Limosilactobacillus reuteri*, *Lactiplantibacillus plantarum*, *Lactocaseibacillus casei* y especies de *Bifidobacterium* para inhibir patógenos en fases planctónica y de biopelícula, con eficacia comparable a la de irrigantes y medicaciones intraconducto tradicionales, pero con menor citotoxicidad. Asimismo, se ha observado que los metabolitos bacterianos pueden potenciar la acción de antimicrobianos convencionales o actuar de manera independiente. Sin embargo, la variabilidad en la eficacia entre cepas, vehículos y condiciones experimentales evidencia la necesidad de estandarizar protocolos y validar su aplicación en contextos clínicos. Esta revisión concluye que los probióticos y sus metabolitos constituyen una alternativa biosegura y sostenible, con potencial para complementar o sustituir parcialmente los agentes antimicrobianos en la práctica endodóntica.

Palabras clave: Terapia Biológica; Probióticos; Endodoncia; Lactobacillus; Tratamiento del Conducto Radicular. (Fuente: DeCS BIREME)

ABSTRACT

Probiotic therapy in endodontics emerges as a promising biotherapeutic strategy to modulate the microbiota of the root canal system, prevent microbial recolonization, and promote pulp-periapical health. Probiotics, defined as live microorganisms that confer health benefits to the host, have demonstrated antimicrobial and immunomodulatory effects, in addition to competing for nutrients and adhesion sites against endodontic pathogens such as *Enterococcus faecalis* and *Candida albicans*. The reviewed evidence includes *in vitro*, *in vivo*, and clinical studies, highlighting the ability of strains such as *Lactocaseibacillus rhamnosus*, *Limosilactobacillus reuteri*, *Lactiplantibacillus plantarum*, *Lactocaseibacillus casei*, and *Bifidobacterium* species to inhibit pathogens in both planktonic and biofilm phases, with efficacy comparable to traditional irrigants and intracanal medication but with lower cytotoxicity. Additionally, bacterial metabolites have been observed to enhance the action of conventional antimicrobials or act independently. However, variability in efficacy among strains, delivery vehicles, and experimental conditions underscores the need to standardize protocols and validate their application in clinical contexts. This review concludes that probiotics and their metabolites represent a biosafe and sustainable alternative, with the potential to complement or partially replace antimicrobial agents in endodontic practice.

Keywords: Biological Therapy; Probiotics; Endodontics; Lactobacillus; Root Canal Therapy. (Source: MeSH NLM)

Recibido: 02 de setiembre de 2025

Aprobado: 23 de setiembre de 2025

Publicado: 01 de octubre de 2025

Correspondencia:

Jormany Quintero-Rojas
Correo electrónico: jormany@ula.ve

© Los autores. Este artículo es publicado por la Universidad de San Martín de Porres (Lima, Perú) Es un artículo de acceso abierto distribuido bajo la licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional (CC BY 4.0)

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es>



INTRODUCCIÓN

La endodoncia se considera una disciplina fundamental en la odontología, enfocada tradicionalmente en la eliminación de microorganismos patógenos del sistema de conductos radiculares, a través de conformación biomecánica, soluciones irrigantes y medicación intraconducto ⁽¹⁾. Si bien es cierto que los materiales empleados para el sellado endodóntico ayudan al control microbiano dentro del sistema de conductos radicular ⁽²⁾ y en la mayoría de los casos, el tratamiento endodóntico convencional combate efectivamente la infección bacteriana, en otros, este procedimiento no provee una desinfección efectiva, produciéndose una enfermedad post-tratamiento endodóntico (EPT) conocida anteriormente como “fracaso endodóntico” ⁽³⁾. En presencia de infecciones recurrentes, se retrata el sistema de conductos radicular, y en caso de persistir se hace necesaria la intervención quirúrgica. Este tipo de desenlace ha generado preocupaciones sobre el desarrollo de mecanismos de resistencia bacteriana como respuesta a una presión selectiva y el impacto en la microbiota bucal saludable ^(2,4-8).

Las tendencias emergentes de la microbiología y la bioterapia afirman que la mejor forma de tratar las enfermedades infecciosas microbianas es mantener en equilibrio el microbioma humano y promover conductas que dirijan hacia una ecología más saludable ⁽⁹⁾. En este contexto, surge un interés por explorar enfoques alternativos, nuevos conocimientos y herramientas tecnológicas con el propósito de lograr un equilibrio microbiano sostenible, a través de la aplicación de la bioterapia con probióticos para controlar selectivamente los agentes etiológicos de algunas infecciones bucales y establecer un estado de eubiosis.

Los probióticos, definidos como microorganismos vivos que confieren beneficios para la salud del hospedero cuando se administran en cantidades adecuadas ^(10,11), han demostrado eficacia en diversas áreas de la medicina y, en odontología, en la prevención de caries y enfermedades periodontales ⁽⁹⁾, lo que los posiciona como una estrategia terapéutica prometedora. Esta terapia ha demostrado ser segura para disminuir el recuento de bacterias patógenas en la cavidad bucal y establecer un ecosistema eubiótico ⁽¹¹⁾. Su aplicación en endodoncia, plantea la posibilidad de modular la microbiota del conducto radicular, favorecer la regeneración tisular y potenciar la respuesta inmunológica del hospedero. Aunque el papel de los probióticos en la terapia endodóntica,

es una línea de investigación muy reciente, estudios *in vitro* e *in vivo* destacan su potencial actividad antimicrobiana contra patógenos endodónticos ^(12,13), y reconocen el papel coadyuvante en el manejo de patologías pulpares y periradiculares, punto de partida para futuras terapias más integrales y sostenibles en la práctica clínica. Por tal motivo, aún permanece la interrogante referente a la eliminación de los microorganismos de un sistema de conductos radiculares infectado ^(13,14). El objetivo de esta revisión narrativa es sintetizar la evidencia científica disponible sobre el uso de probióticos en endodoncia, sus mecanismos de acción, aplicaciones clínicas y limitaciones actuales.

DESARROLLO

Probióticos y bacterioterapia

El término probióticos fue acuñado por primera vez en la década de 1960. Según el informe de la Organización Mundial de la Salud y la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación; los probióticos son “microorganismos vivos que cuando se administran en cantidades adecuadas confieren un beneficio para la salud del hospedero”. Del que deriva el concepto de bacterioterapia, término utilizado cuando se implanta una cepa inofensiva en la microbiota del hospedero para mantener o restaurar el microbioma natural a través de la interferencia y/o inhibición de otros microorganismos, especialmente patógenos ⁽¹⁰⁾. La bacterioterapia proporciona formas alternativas para combatir las enfermedades infecciosas, con menos efectos secundarios que los medicamentos convencionales y ayuda a tratar trastornos que parecen no tener conexión con las bacterias, como el asma, la obesidad y la diabetes. En los últimos años el uso de probióticos ha generado interés en la comunidad odontológica con el desarrollo de estudios enfocados a reducir la incidencia de caries, mejorar el pronóstico de la periodontitis, tratar la neuroinflamación, eliminar halitosis e infecciones como la candidiasis bucal ^(10,15).

Mecanismo de acción de los probióticos

Se han propuesto varios mecanismos para el efecto beneficioso de los probióticos. Estos efectos incluyen:

- Prevención de la adhesión de patógenos a los tejidos del hospedero.
- Estimulación y modulación del sistema inmunológico de las mucosas.

- Modulación de la proliferación celular y la apoptosis.
- Mejora de la integridad de la barrera intestinal y regulación positiva de la producción de mucina.
- Eliminación o inhibición del crecimiento de patógenos mediante la producción de bacteriocinas u otros productos.
- Desplazamiento de los microorganismos patógenos por competencia directa de nutrientes y sitios de adhesión a los enterocitos.
- Inhibición de la formación de biopelículas de patógenos.
- Inducción de proteínas citoprotectoras.
- Reducción de la inflamación.
- Estimulación del sistema inmunológico del hospedero.
- Eliminación de patógenos mediante la producción de bacteriocinas y ácidos y peróxido, junto con la alteración de pH del medio local ⁽¹²⁾.

Para una mayor comprensión de los efectos, estos se clasifican en cuatro grandes líneas:

- La producción de antimicrobianos (bacteriocinas) o metabolitos con capacidad inhibitoria sobre patógenos.
- Competencia por los sitios de adhesión de los patógenos a la célula eucariota por inhibición competitiva o terapia de reemplazo; e inhibición de la coagregación a la biopelícula. Además de la competencia por receptores y nutrientes.
- Modulación de funciones inmunes locales como estimulación de receptores tipo Toll y producción de IgA y funciones inmunes sistémicas tales como modular la respuesta de linfocitos T y liberación controlada de citocinas antiinflamatorias (IL-10, TGF- β) que circulan en sangre.
- Degradación de toxinas que inducen la liberación de péptidos antimicrobianos como defensinas y catelicidina, enzimas degradadoras y metabolismo de biotoxinas ⁽¹⁰⁾.

Los efectos de los probióticos son específicos para cada especie y en algunos casos para cada cepa. La dosis óptima para las enfermedades bucales aún no se ha explorado, las dosis se han adaptado a los estándares para el tracto

gastrointestinal y para la atención de la salud pediátrica. Sin embargo, se reconoce la existencia de entre 75 y 100 especies bacterianas en la cavidad bucal y la presencia de diferentes combinaciones de especies probióticas. En otras palabras, no existe una solución única para todos, por lo que es posible requerir de una mezcla de cepas probióticas, en lugar de una sola super cepa como bacterioterapia oral, comparable al uso de antibióticos de amplio espectro ⁽¹⁰⁾.

Cepas probióticas utilizadas en la cavidad bucal

Las especies de bacterias probióticas más estudiadas pertenecen a los géneros *Lactobacillus* y *Bifidobacterium*. Los lactobacilos se consideran parte de la biopelícula bucal y representan aproximadamente el 1%. Están presentes en la membrana mucosa de las células epiteliales intestinales, inhibiendo el crecimiento y la adhesión de bacterias patógenas a través de la producción de bacteriocinas, actuando como un recubrimiento que protege los tejidos ⁽¹³⁾. La atención particular en estas especies radica en su amplio uso en la industria láctea, los pocos casos asociados a infecciones humanas y la relación simbiótica con los seres humanos.

Lactobacillus y *Bifidobacterium* son acidógenos, acidófilos y acidúricos, por lo que, desde la perspectiva odontológica, pudieran considerarse potencialmente cariogénicos y un riesgo para la salud dental. Sin embargo, se ha demostrado que las especies de *Lactobacillus* son mediadores tardíos en la progresión de las lesiones cariosas, debido a sus malas propiedades de adhesión, por tanto, no aumentan la incidencia de nuevas lesiones, aunque poco se conoce sobre el efecto sobre las lesiones preexistentes. No obstante, no todas las cepas de *Lactobacillus* o *Bifidobacterium* son probióticas ⁽¹⁰⁾.

Las primeras especies probióticas introducidas en la investigación odontológica fueron *Lactobacillus acidophilus* en 1984 y *Bifidobacterium bifidum* en 1991. Se ha demostrado que *Lactocaseibacillus rhamnosus* GG, ATCC 53103 reduce el riesgo de caries al producir una sustancia inhibidora del crecimiento contra *Streptococcus sobrinus*. Las cepas de *Streptococcus salivarius* son excelentes candidatas para un probiótico aplicado en cavidad bucal, por ser numéricamente predominantes en la microbiota de la lengua de individuos sanos y colonizadores tempranos de las superficies bucales. Otras cepas de probióticos en la cavidad bucal incluyen: *Lactobacillus acidophilus*, *Lactocaseibacillus casei* cepa Shirota, *Lactocaseibacillus paracasei*,

Lactobacillus johnsonii, *Limosilactobacillus reuteri*, *Propionibacterium* spp., *Weissella cibaria* (12).

La literatura científica muestra evidencia sobre el impacto de los probióticos en la salud bucal, en particular de cepas como *L. acidophilus*, *L. reuteri*, *L. casei* y *L. rhamnosus*, *Levilactobacillus brevis* y *Ligilactobacillus salivarius* junto con especies de *Bifidobacterium*. En el contexto de la caries dental han logrado reducir significativamente la carga de *Streptococcus mutans* en saliva. En enfermedad periodontal *L. acidophilus* ha mostrado mejoras clínicas en casos de gingivitis y periodontitis, *L. reuteri* ha logrado disminuir citocinas proinflamatorias en el fluido crevicular, mientras que *L. brevis* y *L. salivarius* han regulado enzimas como las metaloproteinasas presentes en la saliva. Frente a la candidiasis bucal, *L. acidophilus* y *L. fermentum* han conseguido erradicar rápidamente *Candida albicans*, y otras cepas como *L. rhamnosus* y *Propionibacterium freudenreichii* han aportado beneficios adicionales desde la práctica clínica. En el caso de la halitosis, se ha observado que cepas como *Streptococcus salivarius* y *Weissella* pueden contribuir a la regulación de la microbiota bucal e incluso intestinal, mejorando los síntomas asociados (14).

Uso potencial de probióticos en la terapia endodóntica

El tratamiento endodóntico convencional se basa en la remoción y eliminación de microorganismos y tejido necrótico del sistema de conductos radiculares mediante procedimientos quimicomecánicos. Sin embargo, el fracaso terapéutico suele asociarse a la persistencia de *Enterococcus faecalis* y *C. albicans*, microorganismos predominantemente identificados en infecciones endodónticas postratamiento (16). Ante este desafío, las siguientes investigaciones han explorado alternativas terapéuticas, destacando el potencial de los probióticos y sus metabolitos como coadyuvantes en la erradicación de biopelículas polimicrobianas.

Evaluación antimicrobiana de cepas probióticas frente a patógenos endodónticos

El interés científico por el uso de probióticos como alternativa antimicrobiana en endodoncia comenzó a consolidarse en el 2014, cuando Seifelnasr (14) llevó a cabo uno de los primeros estudios orientados a esta línea. En su investigación, se evaluaron cinco formulaciones comerciales que incluían cepas de *Lactobacillus acidophilus*, *L. casei*, *L. rhamnosus* y *Bifidobacterium longum*, contra *E. faecalis*, un

patógeno ampliamente asociado a infecciones radiculares; mediante ensayos *in vitro*, donde se emplearon técnicas de difusión en agar y evaluación de biopelículas, con resultados prometedores, observando que ciertas combinaciones bacterianas lograron inhibir e incluso erradicar al patógeno en un lapso de siete días. La capacidad antimicrobiana observada, marcó el punto de partida como potencial agente coadyuvante en el tratamiento de infecciones endodónticas, desafiando así el paradigma tradicional del control microbiano en la zona.

En paralelo un estudio similar fue abordado por Khan (17), enfocándose en dos cepas de *L. reuteri*. Su estudio *in vitro*, basado en tres metodologías de co-cultivo con *E. faecalis*, no logró evidenciar una inhibición significativa, el crecimiento del patógeno persistió aun en presencia del probiótico. Este resultado marcó un aspecto clave en la investigación probiótica, ya que la actividad antimicrobiana, no es uniforme, ni universal, depende de las potencialidades de la cepa empleada, el diseño experimental y las condiciones ambientales.

Un avance relevante surgió con el trabajo de Bohora y Kokate (12), quienes incorporaron a *Candida albicans* como blanco experimental reconociendo su papel en infecciones endodónticas secundarias. Al evaluar dos formulaciones probióticas comerciales, observaron una inhibición modesta de las levaduras en fase planctónica, pero significativa contra *E. faecalis*. Los ensayos en biopelícula mostraron una actividad inhibidora marcada para ambos patógenos, lo que sugiere que la eficacia probiótica, depende de la condición biológica y metabólica en la que se encuentra el patógeno en el momento en que interactúa con el probiótico. En un estudio posterior, estos autores (18) compararon la acción antagonista de *Lactiplantibacillus plantarum* y *L. rhamnosus* contra *E. faecalis*. A pesar de que ambas cepas generaron zonas de inhibición notorias en medio sólido, estos efectos no se replicaron en caldo, lo que sugiere que la eficacia antimicrobiana podría depender de la matriz de cultivo y de la estabilidad de los metabolitos activos.

De igual forma, Charan Teja *et al.* (19) condujeron una evaluación *in vitro* centrada en la actividad antimicrobiana de cepas probióticas frente a *E. faecalis* y *C. albicans*. A través de ensayos de difusión en agar y pruebas sobre biopelículas donde se evidenció una acción significativa de los probióticos contra ambos patógenos. Sin embargo, la técnica de antagonismo no arrojó

resultados positivos, lo que sugiere que el efecto antimicrobiano podría depender de una interacción directa y continua entre probióticos y patógenos.

Un cambio significativo, se evidenció en el estudio de Widyarman y Lazaroni ⁽²⁰⁾, quienes evaluaron una cepa autóctona indonesia de *L. reuteri*, la cual mostró una inhibición en biopelículas de *E. faecalis* (79,2%) y *C. albicans* (62,5%). Se demostró el efecto antimicrobiano en altas dosis, el cual resultó comparable con hipoclorito de sodio al 5,25% y nistatina, respectivamente. Tales hallazgos, no solo consolidan el papel de los probióticos en el control de biopelículas intraconducto, sino también plantean su aplicación potencial como coadyuvantes en la desinfección del sistema de conductos radiculares.

En investigaciones posteriores Bohora *et al.* ⁽²¹⁾ evaluaron cepas de *Lactobacillus* y *Bifidobacterium* contra a *E. faecalis* y *C. albicans* en fases planctónica y de biopelícula. Las pruebas mostraron capacidad inhibitoria en fase planctónica, pero, no se observó efecto en los ensayos de antagonismo diferido. Mientras que, en el modelo de biopelícula se logró una reducción significativa de *E. faecalis*, y los lactobacilos disminuyeron la carga de *C. albicans*. Es importante destacar el uso del poloxámero 407 como vehículo intraconducto, lo cual representa una vía prometedora para aplicaciones clínicas localizadas.

En esta misma dirección, Ravi *et al.* ⁽²²⁾ evaluaron dos formulaciones comerciales (BIFILAC y VSL#3) como agentes antimicrobianos intraconducto frente a *E. faecalis*. Se desarrolló una mezcla intraconducto con poloxámero 407 y probióticos, la cual fue aplicada en conductos previamente contaminados. Tras 36 horas de exposición, se observó una reducción significativa de las unidades formadoras de colonias, lo que confirmó la actividad antimicrobiana de ambos preparados. Además, se reafirmó la idoneidad del poloxámero 407 como vehículo para la liberación local de probióticos.

Uno de los hallazgos más notables se atribuye al trabajo de Rai *et al.* ⁽²³⁾ en el que observaron la acción probiótica específica para ciertos patógenos. Mientras *L. rhamnosus* fue más eficaz contra *E. faecalis*, *L. casei* mostró mayor capacidad inhibitoria frente a *C. albicans*. Este fenómeno fortalece la hipótesis de que los probióticos pueden actuar como inhibidores microbianos selectivos, ampliando así las

posibilidades de diseñar estrategias terapéuticas dirigidas.

Finalmente, El-Sayed *et al.* ⁽²⁴⁾ desarrollaron un estudio experimental con el propósito de evaluar el efecto inhibidor de *L. rhamnosus* (B-445) como irrigante probiótico sobre el crecimiento de *E. faecalis* en conductos radiculares previamente contaminados. Se utilizaron 42 dientes humanos anteriores extraídos, divididos en tres grupos según el irrigante aplicado. El grupo tratado con *L. rhamnosus* presentó una reducción significativa del patógeno, aunque inferior a la lograda con hipoclorito de sodio, y notablemente superior al grupo control irrigado con solución salina. Además, se observó que *L. rhamnosus* mantuvo un perfil de supervivencia estable en el entorno del conducto radicular, superando incluso al de *E. faecalis*, lo que refuerza su potencial como irrigante natural y seguro.

Comparación con agentes antimicrobianos clásicos y exploración de mecanismos moleculares

Una segunda línea de investigación, ha centrado su atención en comparar la actividad antimicrobiana de los probióticos contra moléculas químicas tradicionales, al tiempo que, profundiza en los mecanismos moleculares que subyacen a sus efectos. Esta vertiente más reciente y compleja ha permitido consolidar un marco teórico más robusto en torno a la posible integración de los probióticos en la terapéutica endodóntica.

En este orden de ideas, Noushad *et al.* ⁽²⁵⁾ llevaron a cabo un estudio comparativo *in vitro* para evaluar la eficacia antimicrobiana de probióticos frente a dos medicaciones clásicas utilizadas intraconducto: la pasta triantibiótica y el hidróxido de calcio. Los resultados fueron contundentes: a una concentración de 1000 µg/L, los probióticos generaron un halo de inhibición promedio de 12,88 mm, superando al hidróxido de calcio (4,75 mm). Como se esperaba, la pasta triantibiótica mostró la mayor eficacia, con zonas de inhibición (ZDI) superiores a los 30 mm en todas las concentraciones probadas. Sin embargo, los probióticos demostraron una menor citotoxicidad y una mayor viabilidad bacteriana residual en comparación con el hidróxido de calcio, lo cual llevó a los autores a proponer la exploración de cepas probióticas más resilientes y específicas que combinen efectividad antimicrobiana con un perfil biocompatible favorable.

Tomando en cuenta el uso de irrigantes, Safadi ⁽²⁶⁾ abordó la persistencia de biopelículas tras la

irrigación con hipoclorito de sodio (NaOCl), problemática que sigue vigente en la actualidad. Aunque el NaOCl demostró alta citotoxicidad sobre formas planctónicas, no logró erradicar por completo las células organizadas en biopelícula. De forma destacable, el medio condicionado por *L. plantarum* y *L. casei* impidió el restablecimiento de biopelículas de *E. faecalis* previamente tratadas con hipoclorito, lo cual apunta a un posible rol preventivo de los metabolitos probióticos frente a la recolonización bacteriana. Este hallazgo abre nuevas perspectivas en el desarrollo de estrategias de biocontrol postirrigación.

Charan *et al.* ⁽¹⁹⁾ reforzaron estas ideas mediante una metodología integral que abarcó distintas fases del ciclo microbiano. Los resultados obtenidos en biopelículas respaldaron el planteamiento de que los probióticos no solo pueden complementar a los agentes antimicrobianos convencionales, sino que, bajo ciertas condiciones, podrían superarlos. Sin embargo, aún persisten interrogantes en torno a su aplicabilidad clínica real, en contextos *in vivo*.

Por su parte, Dixit *et al.* ⁽²⁷⁾ desarrollaron un ensayo clínico aleatorizado que comparó la eficacia antimicrobiana del hidróxido de calcio, la pasta triantibiótica y una formulación probiótica como medicación intraconducto en adolescentes entre 12 y 17 años con indicación de tratamiento endodóntico en incisivos permanentes superiores. A pesar de que los tres agentes redujeron de forma significativa la carga de *E. faecalis*, el grupo tratado con probióticos alcanzó una eficacia comparable a la pasta antibiótica y superior al hidróxido de calcio. Estos resultados refuerzan la hipótesis de que los probióticos podrían constituir una alternativa biosegura y eficaz para la desinfección intraconducto en pacientes jóvenes, destacando además, sus propiedades inmunomoduladoras y su capacidad para minimizar los efectos adversos asociados al uso de antibióticos convencionales.

En relación a los mecanismos moleculares Cosme-Silva *et al.* ⁽²⁸⁾ desarrollaron un estudio experimental con el fin de evaluar el efecto de la administración sistémica de *L. rhamnosus* y *L. acidophilus* sobre la progresión de la periodontitis apical inducida en ratas. Se buscó determinar si dichos probióticos podían incidir en parámetros hematológicos, microbiológicos y óseos asociados a la infección endodóntica. Tras 30 días de tratamiento, se observó una reducción significativa en el recuento microbiano tanto en el conducto radicular como en la saliva,

acompañada de una disminución en los niveles de IL-1 β e IL-6, y un incremento en la expresión de IL-10, lo que sugiere una modulación favorable de la respuesta inflamatoria. Asimismo, se documentó una reducción de la resorción ósea, una menor expresión del ligando activador del receptor del factor nuclear kappa B (RANKL) y fosfatasa ácida resistente al tartrato (TRAP), y un aumento de la osteoprotegerina (OPG), particularmente con *L. acidophilus*. Estos hallazgos respaldan el papel de los probióticos como agentes inmunomoduladores sistémicos con potencial en el manejo de infecciones endodónticas, sin comprometer el equilibrio hematológico, ni mineral del hospedero.

Uso de metabolitos y sobrenadantes probióticos como alternativas antimicrobianas

El potencial terapéutico de los metabolitos bacterianos ha cobrado creciente relevancia en los últimos años, al representar una vía de intervención indirecta que prescinde de la introducción de microorganismos vivos en el entorno endodóntico. Esta estrategia alternativa ha capturado el interés de la comunidad científica hacia finales de la década pasada, abriendo nuevas posibilidades para el control microbiano en escenarios clínicos complejos.

Entre estos compuestos, las bacteriocinas han destacado por su capacidad para inhibir patógenos específicos. En este sentido, Widyarman *et al.* ⁽²⁹⁾ lograron aislar reuterina a partir de *L. reuteri* y evaluaron su eficacia frente a biopelículas mono y multiespecies compuestas por *Enterococcus faecalis*, *Fusobacterium nucleatum*, *Porphyromonas gingivalis* y *C. albicans*, desarrolladas en conductos radiculares humanos. A una concentración de 100 mg/mL, la reuterina mostró una actividad comparable a la del hipoclorito de sodio al 2,5 %, lo cual resalta su potencial como agente antimicrobiano con aplicación clínica viable. De forma complementaria, Castillo-Ruiz *et al.* ⁽³⁰⁾ caracterizaron una bacteriocina producida por *Staphylococcus epidermidis*, con una acción altamente específica contra *P. gingivalis*. Aunque su espectro fue limitado, este hallazgo subraya el valor de los péptidos antimicrobianos como herramientas selectivas, capaces de modular comunidades microbianas complejas sin alterar la microbiota beneficiosa.

Jung *et al.* ⁽³¹⁾, por su parte, profundizaron en la capacidad del ácido lipoteicoico (LTA), purificado a partir de distintas cepas de *L. rhamnosus*, *L. casei*, *L. plantarum* y *L. acidophilus*, para inhibir la formación de biopelículas de *E. faecalis*. Las

pruebas se realizaron en cultivos en placas de 96 pocillos, medios de agar y secciones de dentina humana. Entre todos los derivados analizados, el LTA extraído de *L. plantarum* (Lp.LTA) fue el que mostró mayor eficacia, logrando una inhibición significativa de la biopelícula en sus etapas iniciales sin comprometer el crecimiento general de *E. faecalis*. La replicación de estos efectos en cortes de dentina refuerza su aplicabilidad clínica, especialmente en infecciones endodónticas persistentes como la periodontitis apical secundaria.

Más recientemente, los sobrenadantes probióticos han emergido como una alternativa prometedora, particularmente por su capacidad de actuar sobre biopelículas maduras. Shaaban *et al.* ⁽³²⁾ aportaron evidencia consistente sobre la eficacia de sobrenadantes de *L. plantarum*, *L. rhamnosus* y *L. acidophilus* frente a biopelículas de *E. faecalis* en modelos dentales *in vitro*. Al ser incorporados en geles de poloxámero a una concentración inhibitoria mínima (CIM) de 50 mg/mL, estos sobrenadantes lograron una reducción significativa de unidades formadoras de colonias (UFC), e incluso, en algunos casos, generaron zonas de inhibición mayores a las inducidas por el hidróxido de calcio. Tales resultados llevaron a postular que la combinación de metabolitos bacterianos podría superar la eficacia de agentes antimicrobianos clásicos en ciertos contextos clínicos, posicionándolos como alternativas viables para la medicación intraconducto. Mientras las soluciones probióticas mostraron efectos limitados sobre biopelículas, los metabolitos exhibieron una acción más específica y dirigida.

En una aproximación más molecular, Kim *et al.* ⁽³³⁾ investigaron el efecto del Lp.LTA sobre la formación de biopelículas multiespecies, utilizando cultivos mixtos de *Actinomyces naeslundii*, *L. salivarius*, *Streptococcus mutans* y *E. faecalis*, tanto en placas como en dentina humana. Los resultados evidenciaron una reducción dosis-dependiente en la formación de biopelículas, así como una inhibición parcial de biopelículas ya establecidas. Además, el Lp.LTA potenció la acción de antimicrobianos convencionales como el hidróxido de calcio y la clorhexidina, lo que lo posiciona como un candidato prometedor en la prevención y tratamiento de infecciones endodónticas de carácter multiespecies.

Hashim *et al.* ⁽³⁴⁾, por otro lado, exploraron las propiedades antimicrobianas y antiadhesivas de un biosurfactante derivado de *L. plantarum* (Lp-

BS), en comparación con el ramnolípido comercial. Si bien el Lp-BS no mostró una acción bactericida directa significativa frente a *E. faecalis* o *Streptococcus anginosus*, sí evidenció una actividad antiadhesiva relevante sobre superficies abióticas. Esta propiedad, atribuida a proteínas con similitud estructural a adhesinas bacterianas, podría tener implicaciones preventivas importantes en la colonización inicial de patógenos dentro del sistema de conductos radiculares. En contraste, el ramnolípido presentó una potente acción tanto antimicrobiana como antiadhesiva.

Finalmente, Karkehabadi *et al.* ⁽³⁵⁾ llevaron a cabo un estudio *in vitro* destinado a evaluar el efecto antibacteriano y antibiopelícula del sobrenadante de *L. casei*, solo y en combinación con el sellador endodóntico AH Plus, frente a *E. faecalis*. Los resultados revelaron que la combinación produjo zonas de inhibición significativamente mayores (27,33 ± 1,25 mm a las 24 h) que el uso individual de cada agente. Asimismo, el porcentaje de inhibición de biopelículas alcanzó un 33 % en el grupo combinado, superando el efecto del sellador (23 %) y del sobrenadante por separado (17 %). Estos hallazgos evidencian un efecto sinérgico entre los productos del metabolismo probiótico y los materiales endodónticos, lo que podría traducirse en beneficios clínicos relevantes en la desinfección intraconducto.

Desafíos y consideraciones prácticas de los probióticos en endodoncia

La aplicabilidad clínica de los probióticos en endodoncia presenta retos prácticos a corto y mediano plazo. La selección y estandarización de cepas es compleja dado que cada microorganismo tiene características propias, lo que dificulta garantizar lotes uniformes. Además, la formulación del probiótico debe abordar el vehículo apropiado, la dosis terapéutica estandarizada en UFC y la estabilidad biológica, puesto que los probióticos pueden perder rápidamente su viabilidad bajo condiciones adversas ^(36,37). Por ello es necesario desarrollar sistemas de administración intraradiculares que protejan las bacterias vivas; un ejemplo de ello son los geles biocompatibles de poloxámero para mantener la actividad bacteriana y permitir una liberación sostenida en el conducto ⁽³²⁾. Estas formulaciones innovadoras requieren validación adicional y optimización de parámetros como la concentración final (UFC/ml), la cinética de liberación y la interacción con otras sustancias endodónticas como irrigantes y cementos, temas aún no resueltos en la literatura.

Otro desafío es la limitada evidencia clínica, la mayor parte de los estudios sobre probióticos en endodoncia son *in vitro* o en modelos animales, sin ensayos clínicos controlados bien diseñados en humanos que confirmen su eficacia en un contexto endodóntico. En modelos experimentales se ha observado que los probióticos pueden modular la respuesta inflamatoria y atenuar la resorción ósea en periodontitis apical en ratas^(28,32), pero estos resultados no se han traducido en protocolos clínicos establecidos. Además, las condiciones simplificadas de los modelos experimentales no reflejan la complejidad anatómica real del sistema de conductos radiculares; por ello se requieren estudios más complejos e investigaciones *in vivo* controladas con seguimiento prolongado para evaluar el verdadero impacto clínico^(27,28).

CONCLUSIONES

El novedoso enfoque de la terapia con probióticos en endodoncia representa un complemento prometedor para el tratamiento antimicrobiano de los sistemas de conducto radiculares, por ser natural e inocuo respecto a los irrigantes convencionales. Con base en la evidencia descrita, la microbiota probiótica y sus metabolitos, además de erradicar los patógenos endodónticos podría prevenir la recolonización, y por ende, la reducción en la manifestación de EPTe y logrando tratamientos exitosos en el tiempo. Esta revisión de la literatura sugiere que los probióticos, especialmente *Lactobacillus*, inhiben *E. faecalis* y *C. albicans* en fases planctónica y biopelícula, con eficacia comparable a agentes químicos tradicionales como hipoclorito de sodio. Sin embargo, su aplicación clínica requiere estandarización de cepas, vehículos, excipientes y más validaciones *in vivo*; línea de investigación que representa un puente fundamental entre los hallazgos de laboratorio y las posibles aplicaciones clínicas, aunque se requieren aún, una mayor evidencia previo al reemplazo de los agentes antimicrobianos convencionales en la práctica endodóntica.

Roles de contribuciones según CRediT

Conceptualización: JQ-R, AS, ES-O. Análisis formal: JQ-R, AS, ES-O. Investigación: JQ-R, AS. Recursos: JQ-R, AS, ES-O. Redacción – Borrador original: JQ-R, AS. Redacción – Revisión y edición: ES-O.

Fuente de financiamiento: Autofinanciado.

Conflictos de interés: Los autores declararon no tener conflicto de interés.

REFERENCIAS

1. Berman LH, Hargreaves KM. Cohen's Pathways of the Pulp. 12th ed. St. Louis (MO): Elsevier; 2020. 1191-2046 p.
2. del Rio DG, Romero AA, Torres JE. Evaluación de la actividad antimicrobiana de cementos Biocerámicos frente a *Enterococcus faecalis* [Tesis de grado]. [Cartagena]: Universidad de Cartagena; 2016.
3. Friedman S. Considerations and concepts of case selection in the management of post-treatment endodontic disease (treatment failure). Endod Top. 2002;1:54-78. doi: 10.1034/j.1601-1546.2002.10105.x.
4. Ramirez W. Actividad antimicrobiana del cemento experimental portland asociado con nanopartículas de plata en comparación al cemento portland y el BIODENTINE® frente al *Enterococcus faecalis* atcc 29212 y *Candida albicans* atcc90028 [Tesis de grado]. [Lima]: Universidad Peruana Cayetano Heredia; 2019.
5. Heredia-Veloz D, Abad-Coronel D, Villavicencio-Caparó E. Eficacia antibacteriana de tres selladores endodónticos frente al *Enterococcus faecalis*. Rev Estomatol Hered [Internet]. 2017 [citado el 19 de agosto de 2025];27(3):132-40. Disponible en: <https://revistas.upch.edu.pe/index.php/REH/article/view/3197>
6. Brito Fermín T, Olano Dextre TL, Teixeira das Neves L, Ramos Pinheiro C, Kenji Nishiyama C. Actividad antimicrobiana y biocompatibilidad de los cementos endodónticos a base de hidróxido de calcio. Rev ADM [Internet]. 2016 [citado el 19 de agosto de 2025];73(2):60-4. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/adm/od-2016/od162c.pdf>
7. Al-ahmad A, Ameen H, Pelz K, Karygianni L, Wittmer A, Anderson AC, et al. Antibiotic Resistance and Capacity for Biofilm Formation of Different Bacteria Isolated from Endodontic Infections Associated with Root-filled Teeth. J Endod. 2014;40(2):224-30. doi: 10.1016/j.joen.2013.07.023
8. Domínguez-pérez RA, Torre-luna R De, Ahumada-cantillano M, Vázquez-garcidueñas MS, Pérez-serrano RM, Martínez-martínez RE, et al. Detection of the antibiotic resistance genes blaTEM-1, cfxA, tetQ, tetM, tetW, and ermC in endodontic infections of a Mexican population. J Glob Antimicrob Resist. 2018;15(May):20-4. doi: 10.1016/j.jgar.2018.05.011
9. Poornima P, Shashikala K, Keshava Prasad BS, Atul UR. Probiotics - The Future of Bacteriotherapy in Endodontics: A Review. IOSR-JDMS. 2020;19(12):1-6. doi: 10.9790/0853-1912110106
10. Fierro-Monti C, Aguayo-Saldías C, Lillo-Climent F, Riveros-Figueroa F. Role of probiotics as bacteriotherapy in dentistry: a literature review. Odontoestomatol. 2017;19(30):4-13. doi: 10.22592/ode2017n30a2

11. Orellana-Centeno J, Morales-Castillo V. Los probióticos y su relación en la odontología preventiva. Av en Ciencia, Salud y Med [Internet]. 2019 [citado el 19 de agosto de 2025];6(4):116–21. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/342453506_Los_probioticos_y_su_relacion_en_la_odontologia_preventiva
12. Bohora AA, Kokate S. Concept of Probiotics in Endodontics. Int J Adv Res. 2016;4(7):1137–42. doi: 10.21474/IJAR01/966
13. Bohora A, Kokate S. Evaluation of the role of probiotics in endodontic treatment: A preliminary study. J Int Soc Prev Community Dent. 2017;7(1):46–51. doi: 10.4103/2231-0762.200710
14. Seifelnasr K. A preliminary study evaluating potential probiotic use in endodontics [Tesis de grado]. [Morgantown]: Universidad de West Virginia; 2014.
15. Celis J, Celis M, Salas-Osorio E. Bacterias periodontales y la neuroinflamación asociada a la enfermedad de Alzheimer. Revisión de alcance. Rev Odontológica Los Andes. 2025;20(1):128–49. doi: 10.53766/ROLA/2025.20.1.09
16. Prada I, Micó-Muñoz P, Giner-Lluesma T, Micó-Martínez P, Collado-Castellano N, Manzano-Saiz A. Influence of microbiology on endodontic failure. Literature review. Med Oral Patol Oral Cir Bucal. 2019 May 1;24 (3):e364-72. doi:10.4317/medoral.22907
17. Khan H. Probiotic Use in Endodontic Therapy [Tesis de grado]. [Chicago]: University of Illinois; 2014.
18. Bohora AA, Kokate SR. Good Bugs vs Bad Bugs: Evaluation of Inhibitory Effect of Selected Probiotics against *Enterococcus faecalis*. J Contemp Dent Pract. 2017;18(4):312–6. doi: 10.5005/jp-journals-10024-2037
19. Charan Teja GV, Nandana Raju MR, Neelima Reddy UL, V Satyanarayana U V, Praneeth D, Maheswari K. An In Vitro Evaluation of the Antimicrobial Activity of Probiotics Against Endodontic Pathogens. Cureus. 2022 Jun 30;14(6):e26455. doi: 10.7759/cureus.26455.
20. Widjarman A, Lazaroni N. Persistent Endodontics Pathogens Biofilm Inhibited by *Lactobacillus reuteri* Indonesian Strain. J Dent Indones. 2019;26(3):160-164 doi: 10.14693/jdi.v26i3.1113
21. Bohora A, Kokate S, Khedkar S, Vankudre A. Antimicrobial activity of probiotics against endodontic pathogens: a preliminary study. Indian J Med Microbiol. 2019;37(1):5–11. doi: 10.4103/ijmm.IJMM_18_333
22. Ravi S, Ananthan HB, Reddy BN, Sankar S, Natarajan SN, Sankar S. Evaluation of Antibacterial Efficacy of Two Commercially Available Probiotics as Intracanal Medicament against *Enterococcus faecalis*: An In Vitro Study. J Contemp Dent Pract. 2023;24(3):157–61. doi: 10.5005/jp-journals-10024-3466
23. Rai P, Kochhar R, Kumari M. Antimicrobial activity of three different Probiotic strains and 5.25% Sodium hypochlorite against *E. faecalis* and *C. albicans* at two different time period: An in-vitro study. Int J Sci Res Publ. 2019;9(4):88–79. doi: 10.29322/ijsrp.9.04.2019.p8879
24. El-Sayed H, Aly Y, Elgamily H, Nagy MM. A Promising Probiotic Irrigant: An In Vitro Study. Open Access Maced J Med Sci. 2019;7(3):407–11. doi: 10.3889/oamjms.2019.074
25. Noushad MC, Gokul N, Kavva M, Rakhi R, Nithin A, Nisha AJ. Comparative evaluation of antibacterial efficacy of probiotics, calcium hydroxide and triple antibiotic paste against *E. faecalis* biofilm: in vitro study. Int J Sci Res. 2019;8(11):50–3. doi: 10.36106/ijsr
26. Safadi S, Maan H, Kolodkin-Gal I, Tsesis I, Rosen E. The Products of Probiotic Bacteria Effectively Treat Persistent *Enterococcus faecalis* Biofilms. Pharmaceutics. 2022;14(4):1–11. doi: 10.3390/pharmaceutics14040751
27. Dixit A, Kapoor R, Doneria D, Mathur S, Goel S, Singh R. Comparative evaluation of antimicrobial efficacy of various intracanal medicament in young permanent teeth: An in vivo study. J Indian Soc Pedod Prev Dent. 2024;42(3):203–10. doi: 10.4103/jisppd.jisppd_214_24
28. Cosme-Silva L, Dal-Fabbro R, Cintra LTA, Ervolino E, Piazza F, Bomfim SM, et al. Reduced bone resorption and inflammation in apical periodontitis evoked by dietary supplementation with probiotics in rats. Int Endod J. 2020;53(8):1084–92. doi: 10.1111/iej.13311
29. Widjarman AS, Halim LA, Jesslyn, Irma HA, Richi M, Rizal MI. The potential of reuterin derived from Indonesian strain of *Lactobacillus reuteri* against endodontic pathogen biofilms in vitro and ex vivo. Saudi Dent J. 2023;35(2):154–64. doi: 10.1016/j.sdentj.2023.01.002
30. Castillo-Ruiz M, Daille LK, Machuca P, Bittner M. Antibacterial activity of a complex bacteriocin secreted by *Staphylococcus epidermidis* against *Porphyromonas gingivalis*. Arch Oral Biol. 2023;152:1-5. doi: 10.1016/j.archoralbio.2023.105730
31. Jung S, Park OJ, Kim AR, Ahn KB, Lee D, Kum KY, et al. Lipoteichoic acids of lactobacilli inhibit *Enterococcus faecalis* biofilm formation and disrupt the preformed biofilm. J Microbiol. 2019;57(4):310-5. doi: 10.1007/s12275-019-8538-4.
32. Shaaban S, Genena S, Elraggal A, Hamad GM, Meheissen MA, Moussa S. Antibacterial effectiveness of multi-strain probiotics supernatants intracanal medication on *Enterococcus faecalis* biofilm in a tooth model. BMC Oral Health. 2023;23(1):1-11. doi: 10.1186/s12903-023-02914-2.
33. Kim AR, Ahn KB, Yun CH, Park OJ, Perinpanayagam H, Yoo YJ, et al. *Lactobacillus plantarum* Lipoteichoic Acid Inhibits Oral Multispecies Biofilm. J Endod. 2019;45(3):310-5. doi: 10.1016/j.joen.2018.12.007
34. Hashim ZA, Maillard JY, Wilson MJ, Waddington

- RJ. Determining the potential use of biosurfactants in preventing endodontic infections. *Eur J Oral Sci.* 2022;130(6):1-15. doi: 10.1111/eos.12900
35. Karkehabadi H, Rajabnia A, Pournajaf A, Khoshbin E. Antibacterial Effect of *Lactobacillus casei* Supernatant and AH Plus Sealer on *Enterococcus faecalis*. *J Babol Univ Med Sci.* 2024;26:1-9. doi: 10.22088/jbums.26.1.60
36. Baral KC, Bajracharya R, Lee SH, Han HK. Advancements in the Pharmaceutical Applications of Probiotics: Dosage Forms and Formulation Technology. *Int J Nanomedicine.* 2021;16:7535-7556. doi: 10.2147/IJN.S337427
37. Ausenda F, Barbera E, Cotti E, Romeo E, Natto Z, Valente N. Clinical, microbiological and immunological short, medium and long-term effects of different strains of probiotics as an adjunct to non-surgical periodontal therapy in patients with periodontitis. Systematic review with meta-analysis. *Jpn Dent Sci Rev.* 2023;59. doi:10.1016/j.jdsr.2023.02.001.

Jormany Quintero-Rojas
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7180-4685>
Correo: jormany@ula.ve

Angélica Sivira
ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-4632-8443>
Correo: ansipe96@gmail.com

Elaysa Salas-Osorio
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9315-7351>
Correo: elaysalas72@gmail.com