Sanitas
Revista arbitrada de ciencias de la salud
Vol. 5(especial9), 17-24, 2026
DOI: https://doi.org/10.62574/xjlgvsu1

Biomateriales en la regeneración ósea periodontal: avances tecnológicos y aplicaciones clínicas. Revisión narrativa

Biomaterials in periodontal bone regeneration: technological advances and clinical applications. A narrative review

Giuliana Soledad Ramírez-Congo
giulianarc84@uniandes.edu.ec
Universidad Regional Autónoma de los Andes, Ecuador
https://orcid.org/0009-0001-9846-8933

Anthony Sebastian Guachalá-Gallardo
anthonygg76@uniandes.edu.ec
Universidad Regional Autónoma de los Andes, Ecuador
https://orcid.org/0009-0009-9914-0954

Adriana Katherine Quezada-Quiñonez
ui.adrianaqq34@uniandes.edu.ec
Universidad Regional Autónoma de los Andes, Ecuador
https://orcid.org/0009-0004-4317-7305

RESUMEN

Objetivo: analizar los avances en el uso de biomateriales para la regeneración ósea periodontal y sus beneficios, limitaciones y aplicaciones clínicas. **Método:** revisión narrativa en PubMed y SciELO de artículos publicados entre 2015 y 2025; se analizaron 15 documentos. **Resultados:** en defectos intraóseos, los injertos óseos y las membranas de regeneración tisular guiada lograron mayor ganancia de inserción clínica y relleno óseo que el desbridamiento a colgajo abierto. La fibrina rica en plaquetas y leucocitos y el ácido hialurónico fueron coadyuvantes favorables. Las biocerámicas, los andamios impresos en 3D y las células madre mostraron alto potencial regenerativo, sobre todo en estudios preclínicos. **Conclusión:** los biomateriales son una herramienta consolidada de la terapia periodontal regenerativa; las tecnologías emergentes requieren ensayos clínicos prolongados.
Descriptores: regeneración ósea; materiales biocompatibles; periodontitis; regeneración tisular guiada periodontal. (Fuente, DeCS).

ABSTRACT

Objective: To analyse advances in the use of biomaterials for periodontal bone regeneration and their benefits, limitations and clinical applications. **Method:** Narrative review in PubMed and SciELO of articles published between 2015 and 2025; 15 documents were analysed. **Results:** In intrabony defects, bone grafts and guided tissue regeneration membranes achieved greater clinical attachment gain and bone fill than open flap debridement. Leucocyte- and platelet-rich fibrin and hyaluronic acid were favourable adjuncts. Bioceramics, 3D-printed scaffolds and stem cells showed high regenerative potential, mainly in preclinical studies. **Conclusion:** Biomaterials are an established tool in regenerative periodontal therapy; emerging technologies require long-term clinical trials.
Descriptors: bone regeneration; biocompatible materials; periodontitis; guided tissue regeneration, periodontal. (Source, DeCS).

Recibido: 10/09/2026. Revisado: 28/09/2026. Aprobado: 20/10/2026. Publicado: 15/11/2026.
Original breve

INTRODUCCIÓN

La periodontitis es una enfermedad inflamatoria crónica asociada a una biopelícula disbiótica que, a través de una respuesta desregulada del huésped, produce la destrucción progresiva del ligamento periodontal, del cemento radicular y del hueso alveolar. Sin tratamiento, la pérdida de inserción puede conducir a la movilidad y a la pérdida de los dientes, con repercusiones en la función masticatoria, en la estética y en la calidad de vida (1).

El tratamiento periodontal se organiza en etapas sucesivas que comienzan con el control de la biopelícula y de los factores de riesgo, continúan con la instrumentación subgingival y, cuando persisten bolsas profundas, incluyen la cirugía. La guía de práctica clínica de la Federación Europea de Periodoncia recomienda la cirugía regenerativa en los dientes con bolsas residuales asociadas a defectos intraóseos profundos, con el objetivo de mejorar la inserción clínica y el pronóstico del diente a largo plazo (2). En este contexto, la regeneración ósea periodontal se ha convertido en un enfoque clave para reparar los daños estructurales ocasionados por la enfermedad.

La regeneración periodontal implica la reconstrucción de los tejidos de soporte perdidos, es decir, del cemento, del ligamento periodontal y del hueso alveolar, con una arquitectura y una función semejantes a las originales. Para lograrla se combinan técnicas quirúrgicas con biomateriales que actúan como andamio, como barrera o como fuente de señales biológicas (3). Los injertos tradicionales presentan limitaciones: el hueso autógeno, considerado la referencia, tiene una disponibilidad reducida y genera morbilidad en el sitio donante, mientras que los injertos alogénicos y xenogénicos plantean riesgos inmunológicos y de transmisión de enfermedades, además de una capacidad osteogénica menor (4).

En la última década, la ingeniería de tejidos ha impulsado el desarrollo de biomateriales sintéticos, como cerámicas, polímeros y compuestos híbridos, que pueden asociarse con factores de crecimiento o con células para favorecer los procesos biológicos de regeneración. Estos materiales destacan por su biocompatibilidad, su facilidad de manipulación y la posibilidad de adaptarlos a la anatomía de cada defecto (3,5). Sin embargo, su rápida diversificación dificulta que el profesional distinga entre las opciones con respaldo clínico suficiente y las que todavía se encuentran en fase experimental.

Por ello, el objetivo de este estudio fue analizar los avances tecnológicos en el uso de biomateriales para la regeneración ósea periodontal e identificar sus beneficios, sus limitaciones y sus aplicaciones clínicas actuales.

MÉTODO

Se realizó una revisión narrativa de la literatura científica, con enfoque cualitativo, diseño documental y alcance descriptivo. La búsqueda se efectuó en PubMed y SciELO con

combinaciones de los términos regeneración ósea, regeneración periodontal, biomateriales, materiales biocompatibles, regeneración tisular guiada, andamios, bone regeneration, periodontal regeneration, biocompatible materials, guided tissue regeneration y tissue scaffolds, en español y en inglés.

Se incluyeron artículos publicados entre 2015 y 2025 en revistas indexadas con revisión por pares, con prioridad para el periodo 2020-2025, que evaluaran biomateriales aplicados a la regeneración de defectos periodontales o alveolares mediante ensayos clínicos, revisiones sistemáticas, metaanálisis, guías de práctica clínica, revisiones narrativas o estudios preclínicos, y cuyo texto completo estuviera disponible. Se excluyeron las tesis, los trabajos de grado, los documentos institucionales, la literatura gris y los estudios cuyo enfoque no se relacionara directamente con la regeneración ósea periodontal o alveolar.

Se analizaron 15 documentos. De cada uno se extrajeron, mediante una matriz de datos, el tipo de biomaterial (natural, sintético o compuesto híbrido), el modelo de estudio, la técnica de regeneración aplicada, la eficacia y las limitaciones descritas y las innovaciones tecnológicas propuestas. Dada la heterogeneidad de los diseños y de los desenlaces, los resultados se sintetizaron de forma narrativa y se agruparon por tipo de biomaterial.

RESULTADOS

Los 15 documentos analizados comprendieron cuatro revisiones sistemáticas con metaanálisis o síntesis cuantitativa, una guía de práctica clínica, nueve revisiones narrativas y un estudio experimental preclínico. Las revisiones sobre biomateriales periodontales coinciden en clasificarlos según su origen (natural, sintético o híbrido) y según su función en el defecto: relleno y soporte del coágulo, barrera frente al epitelio y al tejido conectivo gingival, y liberación de señales que estimulan la formación de nuevo cemento, ligamento y hueso (5,6). La Tabla 1 resume los principales grupos identificados.

Tabla 1. *Principales grupos de biomateriales para la regeneración ósea periodontal.*

Grupo	Ejemplos	Aportación principal	Limitaciones
Injertos y sustitutos óseos	Autoinjerto, aloinjerto, xenoinjerto bovino, fosfatos de calcio, vidrios bioactivos	Soporte del coágulo, osteoconducción y relleno del defecto	Morbilidad del sitio donante, disponibilidad, reabsorción variable
Membranas de barrera	Colágeno, politetrafluoroetileno, polímeros sintéticos reabsorbibles	Exclusión celular y mantenimiento del espacio (RTG y ROG)	Exposición, colapso, sensibilidad a la técnica
Agregados autólogos y moduladores biológicos	L-PRF, ácido hialurónico, derivados de la matriz del esmalte	Liberación de factores de crecimiento, cicatrización y regeneración	Protocolos heterogéneos, beneficio adicional moderado

Grupo	Ejemplos	Aportación principal	Limitaciones
Ingeniería tisular avanzada	Andamios impresos en 3D, andamios por electroescritura en fundido, células madre	Andamios personalizados y regeneración de varios tejidos	Evidencia sobre todo preclínica, costo, regulación

Fuente: elaboración propia (2026) a partir de los documentos analizados. RTG: regeneración tisular guiada; ROG: regeneración ósea guiada; L-PRF: fibrina rica en plaquetas y leucocitos.

Injertos óseos y sustitutos

El hueso autógeno sigue considerándose el material de referencia porque aporta células, matriz y factores osteoinductores, pero su obtención exige una segunda intervención y su volumen es limitado. Los aloinjertos y los xenoinjertos, como el hueso bovino desproteinizado, ofrecen un volumen ilimitado y una buena osteoconducción, mientras que los sustitutos sintéticos, como la hidroxiapatita y el fosfato tricálcico beta, permiten controlar la composición y la porosidad, aunque carecen de capacidad osteogénica propia (4).

En defectos intraóseos humanos, la revisión sistemática de Sculean et al. mostró que los injertos óseos, la regeneración tisular guiada, los derivados de la matriz del esmalte y sus combinaciones producen mayores ganancias de inserción clínica y de relleno óseo que el desbridamiento a colgajo abierto, y que la combinación de un injerto con una membrana o con un agente biológico tiende a mejorar los resultados del procedimiento aislado (7). El metaanálisis en red de Stavropoulos et al., limitado a ensayos clínicos aleatorizados con seguimiento de al menos un año, confirmó que los beneficios de los procedimientos regenerativos frente al colgajo convencional se mantienen a medio y largo plazo (8).

En consonancia con estos datos, la guía de la Federación Europea de Periodoncia recomienda tratar los defectos intraóseos residuales profundos con derivados de la matriz del esmalte o con regeneración tisular guiada, con o sin injertos óseos, y reserva la elección concreta del material a la morfología del defecto y a la experiencia del operador (2). Los derivados de la matriz del esmalte, de origen porcino, actúan como modulador biológico que reproduce algunos eventos del desarrollo radicular y favorecen la formación de nuevo cemento con fibras insertadas, por lo que se emplean solos o combinados con un sustituto óseo cuando el defecto requiere mantenimiento del espacio (7).

Membranas de barrera

Las membranas constituyen la base de la regeneración tisular guiada y de la regeneración ósea guiada. Actúan como barrera que impide la migración del epitelio y del tejido conectivo gingival hacia el defecto, de modo que las células del ligamento periodontal y del hueso puedan repoblarlo. Alqahtani et al. describieron la transición desde las membranas no reabsorbibles de politetrafluoroetileno hacia membranas reabsorbibles de colágeno y de polímeros sintéticos, así como el desarrollo de membranas funcionalizadas con fármacos, iones o partículas bioactivas que, además de aislar el defecto, favorecen la osteogénesis y

controlan la infección (9). Las membranas de colágeno combinadas con xenoinjertos son una de las asociaciones más utilizadas en la práctica clínica y han mostrado mejores resultados que el colgajo sin biomaterial (7).

Agregados autólogos y moduladores biológicos

La fibrina rica en plaquetas y leucocitos (L-PRF) se obtiene por centrifugación de la sangre del propio paciente, sin anticoagulantes, y forma una matriz que libera de forma progresiva factores de crecimiento. En el metaanálisis de Castro et al., su aplicación en defectos intraóseos y de furcación se asoció con una mayor reducción de la profundidad de sondaje, una mayor ganancia de inserción clínica y un mayor relleno óseo que el desbridamiento a colgajo abierto (10). El ácido hialurónico, por su parte, posee propiedades antiinflamatorias, antibacterianas y favorecedoras de la cicatrización. Eliezer et al. encontraron que su uso como coadyuvante en la terapia periodontal no quirúrgica y quirúrgica se asoció con mejoras adicionales de la inserción clínica, aunque con una heterogeneidad importante entre los estudios (11).

Ingeniería tisular y fabricación avanzada

La ingeniería tisular busca regenerar de forma coordinada el hueso, el ligamento y el cemento. Liu et al. revisaron la combinación de andamios con células madre de origen dental, como las del ligamento periodontal y de la pulpa, y de la médula ósea, y describieron la formación de los tres tejidos en modelos animales, aunque con escasos estudios clínicos (12). En el campo de los materiales, Iviglia et al. destacaron la evolución de las biocerámicas desde materiales bioinertes hacia vidrios bioactivos y fosfatos de calcio nanoestructurados que liberan iones osteogénicos y pueden transportar fármacos o factores de crecimiento (13).

La fabricación aditiva permite diseñar andamios a partir de imágenes tomográficas del paciente. Asa'ad et al. revisaron los andamios impresos en 3D de polímeros, cerámicas y compuestos para el aumento del hueso alveolar y la regeneración periodontal, y señalaron como ventajas el ajuste exacto al defecto y el control de la arquitectura interna, junto con la necesidad de más estudios clínicos (14). En una línea más reciente, Daghrery et al. fabricaron andamios mediante electroescritura en fundido, recubiertos de fosfato de calcio fluorado e infundidos con colágeno, que mejoraron el comportamiento de las células madre mesenquimales del hueso alveolar y la formación ósea en un modelo preclínico de defecto craneofacial (15).

DISCUSIÓN

Los documentos revisados muestran que los biomateriales forman parte consolidada de la terapia periodontal regenerativa, pero que el nivel de evidencia varía de forma notable entre los distintos grupos. Los injertos óseos, las membranas de barrera y sus combinaciones

cuentan con revisiones sistemáticas y metaanálisis de ensayos clínicos que demuestran su superioridad frente al desbridamiento a colgajo abierto en defectos intraóseos y la estabilidad de sus resultados a largo plazo (7,8). Esta evidencia sustenta la recomendación de la cirugía regenerativa en las guías de práctica clínica (2).

La elección del biomaterial debe partir de las características del defecto. En los defectos contenidos, de varias paredes, los procedimientos con un solo material pueden ser suficientes, mientras que en los defectos amplios o no contenidos el mantenimiento del espacio exige combinar un injerto con una membrana (7). Ningún sustituto reproduce por completo las propiedades del hueso autógeno, por lo que la decisión debe equilibrar la capacidad osteogénica, la morbilidad, la disponibilidad y el costo de cada opción (4). Las membranas reabsorbibles han simplificado la técnica al evitar una segunda intervención, aunque su degradación y su exposición siguen siendo problemas clínicos frecuentes (9).

Los agregados autólogos representan una alternativa de bajo costo y alta biocompatibilidad, ya que proceden de la sangre del propio paciente. Los resultados favorables de la L-PRF en defectos intraóseos y de furcación (10) y del ácido hialurónico como coadyuvante (11) son relevantes para contextos con recursos limitados, como el ecuatoriano. No obstante, la variabilidad de los protocolos de obtención y de aplicación limita la comparación entre estudios y la magnitud del beneficio adicional debe interpretarse con cautela.

Las tecnologías emergentes, como las biocerámicas bioactivas, los andamios personalizados impresos en 3D, los andamios por electroescritura en fundido y la asociación de andamios con células madre, muestran un potencial regenerativo alto (12-15). Su principal aportación es la posibilidad de regenerar de forma coordinada los tres tejidos periodontales con estructuras adaptadas a cada paciente (5,6). Sin embargo, la mayor parte de esta evidencia procede de estudios in vitro y en animales, y las experiencias clínicas son escasas (12,14). Antes de su incorporación rutinaria se requieren ensayos clínicos controlados, estandarización de los procesos de fabricación, marcos regulatorios para los productos celulares y estudios de costo-efectividad.

Desde el punto de vista práctico, el odontólogo debe distinguir entre las opciones con respaldo clínico suficiente, como los injertos, las membranas y sus combinaciones, y las que todavía se encuentran en fase experimental. La formación en cirugía periodontal regenerativa y el acceso a biomateriales de calidad son condiciones necesarias para trasladar estos avances a la atención de los pacientes con periodontitis (1,2).

Entre las limitaciones de esta revisión, se trata de una síntesis narrativa sin evaluación formal del riesgo de sesgo, con un número reducido de documentos y con estudios heterogéneos en sus diseños, materiales y desenlaces. Además, no se identificaron estudios realizados en Ecuador, por lo que se requieren investigaciones locales sobre la disponibilidad, el costo y los resultados clínicos de estos biomateriales.

CONCLUSIÓN

Los biomateriales han contribuido de forma decisiva al progreso de la regeneración ósea periodontal. Los injertos óseos, las membranas de barrera y sus combinaciones cuentan con evidencia clínica sólida en defectos intraóseos, y la fibrina rica en plaquetas y leucocitos y el ácido hialurónico constituyen coadyuvantes útiles y accesibles. Las biocerámicas bioactivas, los andamios impresos en 3D y la ingeniería tisular con células madre abren la posibilidad de tratamientos personalizados, pero su eficacia en pacientes todavía no está demostrada. Se recomienda continuar la investigación clínica con seguimiento prolongado y evaluar el costo y la accesibilidad de estas tecnologías para optimizar su aplicación en la práctica odontológica.

FINANCIAMIENTO

No monetario.

CONFLICTO DE INTERÉS

No existe conflicto de interés con personas o instituciones ligadas a la investigación.

AGRADECIMIENTOS

A UNIANDES.

REFERENCIAS

1. Kinane DF, Stathopoulou PG, Papapanou PN. Periodontal diseases. Nat Rev Dis Primers. 2017;3(1):17038.
2. Sanz M, Herrera D, Kebschull M, Chapple I, Jepsen S, Berglundh T, et al. Treatment of stage I-III periodontitis-The EFP S3 level clinical practice guideline. J Clin Periodontol. 2020;47(Suppl 22):4-60.
3. Girón J, Kerstner E, Medeiros T, Oliveira L, Machado GM, Malfatti CF, et al. Biomaterials for bone regeneration: an orthopedic and dentistry overview. Braz J Med Biol Res. 2021;54(9):e11055.
4. Haugen HJ, Lyngstadaas SP, Rossi F, Perale G. Bone grafts: which is the ideal biomaterial? J Clin Periodontol. 2019;46(Suppl 21):92-102.
5. Li N, Wang J, Feng G, Liu Y, Shi Y, Wang Y, et al. Advances in biomaterials for oral-maxillofacial bone regeneration: spotlight on periodontal and alveolar bone strategies. Regen Biomater. 2024;11:rbae078.
6. Liang Y, Luan X, Liu X. Recent advances in periodontal regeneration: a biomaterial perspective. Bioact Mater. 2020;5(2):297-308.

7. Sculean A, Nikolidakis D, Nikou G, Ivanovic A, Chapple IL, Stavropoulos A. Biomaterials for promoting periodontal regeneration in human intrabony defects: a systematic review. Periodontol 2000. 2015;68(1):182-216.
8. Stavropoulos A, Bertl K, Spineli LM, Sculean A, Cortellini P, Tonetti M. Medium- and long-term clinical benefits of periodontal regenerative/reconstructive procedures in intrabony defects: systematic review and network meta-analysis of randomized controlled clinical studies. J Clin Periodontol. 2021;48(3):410-30.
9. Alqahtani A, Moorehead R, Asencio IO. Guided tissue and bone regeneration membranes: a review of biomaterials and techniques for periodontal treatments. Polymers (Basel). 2023;15(16):3355.
10. Castro AB, Meschi N, Temmerman A, Pinto N, Lambrechts P, Teughels W, et al. Regenerative potential of leucocyte- and platelet-rich fibrin. Part A: intra-bony defects, furcation defects and periodontal plastic surgery. A systematic review and meta-analysis. J Clin Periodontol. 2017;44(1):67-82.
11. Eliezer M, Imber JC, Sculean A, Pandis N, Teich S. Hyaluronic acid as adjunctive to non-surgical and surgical periodontal therapy: a systematic review and meta-analysis. Clin Oral Investig. 2019;23(9):3423-35.
12. Liu J, Ruan J, Weir MD, Ren K, Schneider A, Wang P, et al. Periodontal bone-ligament-cementum regeneration via scaffolds and stem cells. Cells. 2019;8(6):537.
13. Iviglia G, Kargozar S, Baino F. Biomaterials, current strategies, and novel nano-technological approaches for periodontal regeneration. J Funct Biomater. 2019;10(1):3.
14. Asa'ad F, Pagni G, Pilipchuk SP, Giannì AB, Giannobile WV, Rasperini G. 3D-printed scaffolds and biomaterials: review of alveolar bone augmentation and periodontal regeneration applications. Int J Dent. 2016;2016:1239842.
15. Daghrery A, Dal-Fabbro R, Xu J, Kaigler D, de Ruijter M, Gawlitta D, et al. Niche-inspired collagen infused melt electrowritten scaffolds for craniofacial bone regeneration. Biomater Adv. 2025;170:214222.

Derechos de autor: 2026 Por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0).

https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/