

# PAPEL QUE DESEMPEÑAN LOS BIOMATERIALES EN LA REGENERACIÓN ÓSEA ALVEOLAR.

## Revisión narrativa

*Role played by biomaterials in alveolar bone regeneration.*

*Narrative review*

POR


LUNA A. DE LOS ÁNGELES **CASTILLO BELTRÁN**<sup>1</sup>

MARÍA ANDREA **MORA**<sup>2</sup>

1. Estudiante 3.er año de Odontología. Facultad de Odontología. Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela. lunacastillo2@gmail.com

 [orcid.org/0009-0003-0539-6534](https://orcid.org/0009-0003-0539-6534)

2. Estudiante 3.er año de Odontología. Facultad de Odontología. Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela. andreamu1489@gmail.com

 [orcid.org/0009-0005-2556-2610](https://orcid.org/0009-0005-2556-2610)

**Autor de correspondencia:** Luna Castillo. Residencias INCA. Av. 5 entre calles 24 y 25, Mérida, Venezuela. Teléfono: +58 424 5733742.

**Como citar:** Castillo Beltrán LA, Mora MA. Papel que desempeñan los biomateriales en la regeneración ósea alveolar. Revisión narrativa. ROLA, 2026; 21(2): 196-210.



## Resumen

El reborde alveolar tiene capacidad regenerativa, se mantiene cuando está sano, pero puede perder dimensiones por problemas periodontales y traumatismos. Entre las técnicas de preservación se encuentra la regeneración ósea guiada utilizando biomateriales como hidroxiapatita, fibrina rica en plaquetas y xenoinjertos. Se realizó una revisión narrativa para describir los diferentes tipos de materiales biocompatibles para la regeneración ósea alveolar. Se utilizaron DeCS como: “Aumento de la cresta alveolar”, “Materiales biocompatibles”, “Hidroxiapatita”, “Fibrina rica en plaquetas”, “Aloinjertos”, en inglés y español, se seleccionaron 31 artículos que fueron parte de la investigación. Se encontró que la membrana de colágeno, xenoinjertos y aloinjertos son eficaces en la regeneración ósea guiada. La hidroxiapatita requiere más investigación, mientras que la fibrina rica en plaquetas es prometedora, pero puede verse afectada por infecciones. Por otro lado, el hueso autólogo es valioso, pero presenta riesgos. Se puede concluir que la regeneración ósea guiada es una técnica quirúrgica efectiva para la reconstrucción de defectos óseos alveolares. El uso de hueso bovino combinado con membrana de colágeno es la opción más eficaz, aunque la elección de biomateriales debe ser individualizada para tener la mayor tasa de éxito posible.

**PALABRAS CLAVE (DeCS):** regeneración ósea guiada, biomateriales, fibrina rica en plaquetas, membrana de colágeno, aloinjertos, xenoinjertos.

## Abstract

The alveolar ridge has regenerative capacity, which maintains its dimensions when healthy, but can be lost due to periodontal problems and trauma. Preservation techniques include guided bone regeneration using biomaterials such as hydroxyapatite, platelet-rich fibrin, and xenografts. A narrative review to describe the different types of biocompatible materials for alveolar bone regeneration was done. DeCS terms such as “alveolar ridge augmentation”, “biocompatible materials”, “hydroxyapatite”, “platelet-rich fibrin”, and “allografts” were used in English and Spanish, and 31 articles were selected for the study. It was found that collagen membranes, xenografts, and allografts are effective in ROG. Hydroxyapatite requires further research, while PRF is promising but may be affected by infections. Autologous bone is valuable but presents risks. It can be concluded that GBR is an effective surgical technique for the reconstruction of alveolar bone defects. The use of bovine bone combined with collagen membrane is the most effective option, although the choice of biomaterials must be individualized to achieve the highest possible success rate.

**KEYWORDS (MeSH):** guided bone regeneration, Biomaterials, Platelet-rich fibrin, Collagen membrane, allografts, xenografts.

## Introducción

El reborde alveolar (RA) es un tejido dependiente del órgano dental, que se desarrolla durante la erupción dentaria y adopta su forma de acuerdo al eje, grosor y eventual inclinación del diente<sup>1</sup>; en una rehabilitación de las arcadas dentarias, el RA debe ser adecuado para el éxito de la misma. La capacidad de regeneración ósea se conserva cuando este tejido es sano, sin embargo, cuando los dientes están afectados por procesos traumáticos o infecciosos, y existen enfermedades periodontales, hay cambios dimensionales del tejido alveolar<sup>2</sup>. Las causas de la pérdida ósea se deben a problemas periodontales, traumatismos dentales y óseos, infecciones<sup>3</sup>, al colapso del reborde alveolar post-exodoncia generado durante el primer año con un 50% de pérdida de hueso alveolar de 4-5 mm en la dimensión horizontal y de hasta 2 mm en la dimensión vertical<sup>4</sup>. Los pacientes con atrofia alveolar, previa a la rehabilitación protésica convencional o de implante soportado requieren técnicas de aumento óseo<sup>5</sup>.

Entre las técnicas de preservación de las arcadas dentarias se encuentra la regeneración ósea alveolar guiada; tratamiento quirúrgico que permite acondicionar los tejidos duros y recuperar el volumen óseo en defectos horizontales o verticales, facilitando el empleo de implantes dentales o rehabilitaciones protésicas<sup>5</sup>. En el tratamiento regenerativo del hueso se pueden utilizar diferentes biomateriales como injertos de hueso autólogo sólo o en combinación con membranas, así como xenoinjertos, aloinjertos, fibrina rica en plaquetas, u otros materiales<sup>6</sup>, de los cuales dependerá en parte, la efectividad del tratamiento realizado según la naturaleza del defecto óseo.

Para realizar este proceso, uno de los materiales existentes es la hidroxiapatita (HAP); principal componente mineral del tejido óseo que representa un depósito del 99% del calcio corporal, 82% del fósforo total del organismo y conforma el 96% del esmalte dental. Este es un material de primera elección por sus múltiples propiedades, como biocompatibilidad, osteoconducción, rigidez y dureza<sup>7</sup>. Por otro lado, se encuentra la fibrina rica en plaquetas (FRP), que es un biomaterial autógeno y complemento plaquetario de segunda generación que contiene leucocitos, plaquetas y factores de crecimiento, aportando principalmente estabilidad, adhesión y retención para el material, y favorece los procesos de cicatrización por sus propiedades osteoconductoras y osteoinductoras<sup>8,9</sup>.

También existe la membrana de colágeno (MC), que proviene de la proteína fibrosa que conforma el mayor componente de la sustancia orgánica del hueso que es segregada por los osteoblastos, las células formadoras del mismo<sup>2</sup>. Otro material son los aloinjertos (AL), que son realizados con tejido procedente de la misma especie, es decir, de un individuo a otro con características similares; tienen funcionalidad en las regeneraciones óseas pues en su amplia gama de indicaciones clínicas está la formación de hueso y la

rapidez del procedimiento<sup>10</sup>. Asimismo, están los xenoinjertos (XE), que son sustitutos óseos procedentes de especies distintas al receptor, sea de animales o minerales semejantes al hueso, son biocompatibles y presentan propiedades osteoconductoras que soportan el crecimiento vascular, la migración, diferenciación celular y la consecuente formación de hueso siempre en un medio osteogénico propicio<sup>2,9</sup>.

Aunque se han realizado estudios sobre la efectividad del plasma rico en fibrina y membrana de colágeno en la regeneración ósea guiada<sup>11</sup>, la eficacia de los biomateriales para el aumento óseo lateral de las arcadas<sup>12</sup>, dedicados a la obtención de hidroxiapatita a través de residuos biológicos para injertos óseos y dentales<sup>7</sup>, y en general sobre las diferentes opciones de biomateriales para realizar una ROG, no se tiene una visión general sobre cuál podría ser la mejor alternativa a la hora de tomar decisiones con respecto a la efectividad de los materiales en el tratamiento de cada paciente. Es por esta razón, que el objetivo de la presente revisión fue describir los diferentes tipos de materiales biocompatibles para la regeneración ósea alveolar.

## **Metodología**

Se realizó una revisión de la literatura de tipo narrativa, durante los meses de enero a noviembre de 2025. Se consultaron los tesauros de las bases de datos Medline a través de Pubmed, y la biblioteca virtual de la salud (BVS) al elegir los descriptores de búsqueda que se utilizarían en las plataformas, seleccionando los siguientes; MeSH: “alveolar ridge augmentation”, “biocompatible materials”, “hydroxyapatite”, “platelet-rich fibrin”, “allografts”, y “heterografts”, y DeCS: “aumento de la cresta alveolar”, “materiales biocompatibles”, “hidroxiapatita”, “biocompatibilidad”, “fibrina rica en plaquetas”, “aloinjertos”, “xenoinjertos” y “regeneración ósea”. Además de complementar la búsqueda con el uso de palabras clave como: “membrana de colágeno” y “hueso autólogo”. Una vez seleccionados los términos de búsqueda se consultaron las siguientes fuentes de información aplicando combinaciones de dichos términos junto a operadores lógicos como “AND” y “OR” para la recopilación de evidencia: Medline/Pubmed, Scielo, Biblioteca Virtual de la Salud, Cochrane, Google Académico, Redalyc y TripDataBase.

Los artículos seleccionados cumplieron con los siguientes criterios de inclusión: 1. Artículos publicados en los años comprendidos entre 2016 y 2025, 2. Que los pacientes referidos en ellos tuviesen patologías como: atrofia alveolar, pérdida del reborde óseo, o en tratamientos para implantes dentales o rehabilitación protésica y 3. Que los autores de los artículos fueran odontólogos o profesores universitarios.

Al realizar el proceso de búsqueda, fueron seleccionados cincuenta y nueve artículos, de los cuales, se eligieron treinta y un artículos para la realiza-

ción de la presente investigación. Luego, para ejecutar el análisis de dichos artículos, se procedió a dividir en cinco secciones las investigaciones, de acuerdo al biomaterial que explica cada uno, y por consiguiente leerlos, tomando en cuenta la efectividad, el margen de error, las ventajas y desventajas de cada uno de los biomateriales seleccionados.

### **Biomateriales utilizados en la regeneración ósea guiada (ROG)**

La ROG es un término que se introdujo en los años 80, conocida como “regeneración tisular guiada” y posteriormente, como “regeneración ósea guiada”; ha avanzado con el paso de las décadas, aumentando la veracidad de la información disponible, así como la efectividad y variedad de biomateriales para su ejecución<sup>12-14</sup>. La ROG es la técnica quirúrgica mejor documentada entre las opciones para realizar una preservación de la cresta alveolar<sup>6,14,15</sup>, que luego de las pérdidas dentales por diversas causas como enfermedad periodontal de corta o larga duración, lesiones periapicales, traumatismos, fracturas u otras patologías, generan cambios dimensionales en la cavidad alveolar como la pérdida de altura y ancho del hueso alveolar, lo que complica los tratamientos postextracción como rehabilitación protésica o inserción de implantes<sup>3,15-17</sup>.

Es un procedimiento que tiene como principal objetivo la reconstrucción de defectos óseos en el hueso alveolar, y así, el aumento de las dimensiones disponibles para la rehabilitación simultánea o posterior de las arcadas dentarias para obtener resultados biológicos y protésicos favorables<sup>6,5,13,16-18</sup>. Hoy en día, existe una gran variedad de materiales que pueden ser tomados en cuenta para la realización de esta técnica quirúrgica, normalmente, se utilizan membranas de barrera para separar los tejidos blandos de los tejidos óseos, y así proporcionar un medio condicionado óseo propicio para unos buenos resultados<sup>6,16,17</sup>. Al mismo tiempo, se utilizan rellenos óseos de diferentes orígenes como estructuras de soporte para tener un espacio estable para la ROG, entre los cuales se pueden encontrar los xenoinjertos, aloinjertos y materiales autólogos como la fibrina rica en plaquetas o el hueso autólogo en sí<sup>5,13,14,17,19</sup>. Los materiales utilizados en la ROG deben cumplir ciertos criterios, como biocompatibilidad, osteoconducción, osteoinducción, biodegradabilidad y reabsorción para una mejor probabilidad de éxito de la misma<sup>20-25</sup>.

Sin embargo, la morfología inicial de la cresta alveolar afecta los resultados de la ROG, ya que, si la concavidad ósea o la reabsorción en la zona afectada es menor a 1,03 mm, la estabilidad y duración serán mayores luego del tratamiento. Es necesario tener en cuenta que, en la actualidad, no existe un patrón sobre que biomateriales son la opción ideal a la hora de realizar una ROG, por lo que se deben tener en cuenta varios factores antes de realizar el procedimiento: características de cada biomaterial, el índice de reabsorción,

la morfología inicial de los defectos óseos y las posibles complicaciones que puede atravesar el paciente en el momento de la operación<sup>5,12,14,25</sup>.

### **Membrana de colágeno como alternativa en la regeneración ósea guiada**

En la ROG, las membranas de colágeno porcino han sido ampliamente utilizadas en los procesos regenerativos, conformadas por fibras colágenas del tipo I y III con escasa capacidad inmunogénica y sin componentes orgánicos o químicos<sup>11</sup>. En relación con la técnica de Sausage, una de las más utilizadas en la ROG, esta describe la estabilización de partículas de injerto óseo con MC, en la que la membrana actúa como “piel” inmovilizadora en las primeras semanas de maduración del injerto<sup>2,23</sup>. El uso de esta técnica ha tenido éxito, debido a que los sustitutos óseos aumentan el soporte de la barrera generada por la membrana al reducir el riesgo de colapso y funcionan como un pilar para el crecimiento óseo por la osteoconducción<sup>12,16</sup>. Sin embargo, al considerar esta combinación, el reto principal es la correcta colocación, adaptación y fijación de la membrana en el lugar deseado, ya que las partículas del injerto óseo se pueden desalojar y la membrana puede colapsar por la tensión que ejerce el colgajo o la extensión de la lesión<sup>26,27</sup>.

Es resaltante que desde la introducción de la ROG a finales de la década de 1980, se han empleado con éxito diferentes barreras no reabsorbibles y reabsorbibles para promover la regeneración ósea de las crestas atróficas y de los defectos óseos alrededor de los dientes y los implantes para la preservación del hueso alveolar<sup>12,16</sup>. Asimismo, el procedimiento de ROG realizado con membranas de colágeno reabsorbibles e injertos de partículas óseas fue eficiente en la regeneración de hueso, y los implantes asociados mostraron altas tasas de supervivencia<sup>19,28</sup>. En una revisión sistemática, demostró ser efectiva para lograr el aumento clínico del reborde alveolar en defectos óseos horizontales, mostrando resultados con ganancias óseas de hasta 5,6 mm<sup>26</sup>.

Al realizar esta investigación, se observó que en algunos casos existen diferencias estadísticamente significativas sobre la proliferación de fibroblastos, osteoblastos y osteocitos, entre la utilización de FRP y membrana de colágeno a los 15 días, siendo mejor la FRP, sin embargo, a los 30 días no existen diferencias notorias entre el uso de dichos biomateriales, a pesar de que la prueba estadística no registra diferencia, según el conteo y análisis microscópico de células; la FRP presenta mejor disposición celular que los casos en los que se utilizó membrana de colágeno<sup>11</sup>. Pero se ha descrito, una reducción significativa del volumen de los materiales óseos usados después de una ROG con membrana de colágeno y hueso mineral desproteinizado de bovino (DBBM)<sup>5</sup>. Al mismo tiempo, se han utilizado sistemas de tachuelas óseas corticales reabsorbibles y no reabsorbibles para la fijación de membranas de colágeno, así como suturas ancladas al periostio que permiten la fijación y estabilidad de los biomateriales contenidos<sup>26</sup>.

El uso de la membrana de colágeno en la regeneración ósea alveolar guiada es una técnica prometedora y eficaz. Dicho biomaterial está compuesto por fibras colágenas del tipo I y III, presenta propiedades osteoconductoras y una baja capacidad inmunogénica, y es un material adecuado para este tipo de procedimientos regenerativos. Además, su capacidad de actuar como una estructura de soporte para el crecimiento óseo y su uso en combinación con sustitutos óseos han demostrado resultados exitosos en la preservación del reborde alveolar y en la regeneración de hueso<sup>28</sup>. Aunque existen otras opciones de membranas no reabsorbibles y reabsorbibles, la membrana de colágeno evidencia ser efectiva en la estabilización de las partículas de injerto óseo y en el aumento clínico del reborde alveolar. A pesar de que se reportan diferencias estadísticas notables en algunos estudios, en general, este biomaterial se considera una opción viable y confiable en el proceso de regeneración ósea alveolar.

### **Diferentes injertos óseos en la regeneración ósea guiada**

Los injertos óseos son de los materiales más utilizados a la hora de trabajar con una ROG, sin embargo, aunque el injerto de hueso autólogo es el que presenta mejores características regenerativas tisulares, presenta desventajas al exponer dos zonas quirúrgicas al mismo tiempo, además de la disponibilidad limitada del material<sup>3,27</sup>. Como alternativas para solucionar este inconveniente, existen otros tipos de injertos óseos, los cuales tienen diversos orígenes y pasan por una serie de tratamientos químicos y enzimáticos para eliminar los antígenos que provocan el rechazo del injerto<sup>10,15,29</sup>, entre ellos se encuentran:

#### **· Xenoinjertos como relleno óseo en la regeneración ósea guiada**

Son sustitutos óseos provenientes de especies diferentes a las del receptor, como animales o minerales. Estas partículas tienen características como biocompatibilidad, osteoconductividad, soporte de crecimiento vascular, la migración y la diferenciación celular en los medios condicionados óseos, los cuales se forman en conjunto con los factores sanguíneos y solución isotónica de Cloruro de Sodio (NaCl) al 0,9%<sup>10,14</sup>. Las principales ventajas de utilizar xenoinjertos son que se evita usar una zona donante a la hora de la cirugía, tienen una similitud química y morfológica con las estructuras óseas humanas, presentan varios niveles de reabsorción, pero una baja tasa de sustitución y se pueden encontrar en bancos de huesos y tejidos, por lo que están disponibles en diferentes formas, tamaños y cantidades apropiadas de manera inmediata<sup>3,5,10,29</sup>.

Entre los xenoinjertos que se utilizan en la ROG, se encuentran los injertos de hueso bovino, equino y porcino, siendo más utilizado el hueso bovino, que se encuentra en diferentes presentaciones como el hueso bovino

mineralizado, que es el que presenta mayor soporte científico y es uno de los más usados en procedimientos de preservación de la cresta alveolar<sup>10,29</sup>. Por otro lado, está el hueso bovino desproteínizado (DBBM), que aunque tiene baja tasa de sustitución, presenta buena integración en el hueso vascularizado<sup>14</sup>. Al mismo tiempo, están los injertos de hueso equino, que son de los más nuevos en el mercado, como el hueso equino enzimático-deantigénico (EDEB) que, combinado con plasma rico en factores de crecimiento, genera ventajas en los procedimientos quirúrgicos ya que acelera la cicatrización<sup>29</sup>, y presenta factores como la presencia de colágeno en su composición, mayor resistencia, velocidad de reabsorción fisiológica, y resta el riesgo de fractura al ser compacto<sup>14</sup>.

Con respecto a los injertos de hueso porcino, pueden formar rápidamente tejido óseo y tienen gran biocompatibilidad con el medio osteogénico, sin embargo, estudios demuestran que, en comparación con los injertos de hueso bovino, no tienen resultados óptimos, ya que pueden presentar gran reabsorción<sup>10,15</sup>.

#### · *Aloinjertos (AL) aplicados a la regeneración ósea guiada*

Son injertos de tejido óseo proveniente de individuos de la misma especie, como el hueso fresco congelado, el hueso deshidratado congelado, y el hueso desmineralizado liofilizado (DFDBA)<sup>9,14</sup>. Los aloinjertos pueden ser usados en bloques, y en forma de virutas agregadas al defecto óseo en el tratamiento quirúrgico. Uno de los aloinjertos comprobados por su efectividad, con el mayor índice de formación de hueso es el DFDBA, aunque sería necesario realizar investigaciones posteriores si se quiere comprobar la efectividad de diferentes tipos de aloinjertos<sup>14</sup>. Los AL presentan características funcionales similares a las de los xenoinjertos, ya que se encuentran en bancos de huesos y tejidos, no obstante, es necesario tener en cuenta el riesgo de rechazo del injerto, o la posible transmisión de enfermedades a través de los tejidos. Por esa razón, es resaltante la necesidad de la esterilización de los tejidos y evaluar la confiabilidad del banco de huesos y tejidos<sup>9,14</sup>.

Por lo tanto, los sustitutos o rellenos óseos son de las mejores opciones a tomar en cuenta para realizar el procedimiento de la ROG, ya que presentan características que permiten su uso individual, en combinación de dos tipos de biomateriales de relleno, o a su vez, en combinación con membranas de barrera reabsorbibles, no degradables o sintéticas. El éxito de los tratamientos dependerá del tipo de injerto utilizado, y si es combinado o no, ya que se pueden presentar complicaciones quirúrgicas o postoperatorias que dependen del paciente, la morfología del defecto óseo, la cantidad de biomaterial y la combinación utilizada.

Los xenoinjertos son derivados de especies diferentes como animales o minerales, y los injertos son procedentes de la misma especie, que se someten a tratamientos para eliminar antígenos y evitar la transmisión de enfermedades, así como poseen características como la biocompatibilidad, favorecimiento en el crecimiento vascular y están disponibles en diversas formas y cantidades. El hueso bovino es el más común, eficaz en la preservación de la cresta alveolar, los injertos equinos mejoran la cicatrización cuando se combinan con plasma rico en factores de crecimiento, mientras que los injertos porcinos forman tejido óseo rápidamente, pero presentan tasas de reabsorción más elevadas. El aloinjerto óseo liofilizado desmineralizado (DFDBA) es especialmente eficaz, aunque es necesario seguir investigando otros tipos de aloinjerto, ya que estos no son tan comunes en la literatura existente.

### **Hidroxiapatita (HAP) y la regeneración ósea guiada**

La HAP es el principal componente mineral del tejido óseo, forma parte del 99% del calcio corporal, el 96% del esmalte dental, y del 80% del fosfato del organismo<sup>7</sup>. Este material se empezó a utilizar en injertos óseos dentales alrededor del año 1970, debido a sus propiedades como biocompatibilidad, osteoconducción, rigidez y dureza, se convirtió en un material de elección para la reparación o aumento del tejido duro<sup>7,20,21</sup>. Puede ser poroso o no poroso, reabsorbible o no reabsorbible, con partículas de diferentes tamaños y morfologías<sup>21</sup>. Entre las fuentes naturales de obtención de HAP se encuentran opciones como hueso de bovino, porcino, equino, e incluso en algunos casos camélido, estas son formas ecos amigables y reducen el impacto ambiental, además que poseen un costo más accesible y aumentan la neoformación ósea en la mayoría de los casos. Sin embargo, los materiales deben pasar por diversos procedimientos para poder ser considerados partículas de HAP en sí, así como pueden presentar complicaciones como reacciones inmunes agudas y crónicas, infecciones, o transmisión de algunas enfermedades<sup>7</sup>.

Otra opción de biomaterial a utilizar, serían partículas derivadas del coral, no obstante, se ha demostrado que en comparación con otros biomateriales como el b-TCP (Beta fosfato tricálcico), DFDBA, y un injerto de hueso autólogo, las partículas derivadas del coral tuvieron la menor tasa de sustitución en el procedimiento de regeneración ósea guiada<sup>14</sup>. Por otro lado, se ha señalado que el uso de cristales bioactivos o aloinjertos de HAP son capaces de formar nuevo tejido óseo, ya que permiten estabilizar el coágulo sanguíneo y soportan la osteogénesis durante la primera fase de regeneración, pero, también demostraron que dicho material se degrada más rápido que otros materiales<sup>10</sup>.

Un estudio realizado en ratas para comprobar la efectividad de diferentes tipos de biomateriales con HAP en sus estructuras químicas, como partícu-

las provenientes de animales, cadáveres, o partículas sintéticas, determinó que aunque al principio todos los materiales tomados en cuenta presentaban biocompatibilidad, ninguno de ellos favoreció la formación ósea local más allá de la capacidad de regeneración innata de esa especie, de hecho, podría llegar a frustrar la formación ósea, así como generar inconvenientes como procesos infecciosos dependiendo del origen del injerto<sup>20</sup>. Además, se ha señalado que el uso de HAP en combinación de fibrina rica en plaquetas, como agregado plaquetario de factores de crecimiento, puede llegar a tener mejores resultados<sup>21</sup>.

Ahora bien, la mayoría de estas investigaciones revelan que no son concluyentes, debido a que poseen diferentes metodologías, son estudios en diversas especies de animales, y requieren una investigación más profunda en humanos para llegar a conclusiones que sean satisfactorias. Por lo tanto, aunque este biomaterial es comercializado como una de las mejores opciones en el mercado, y posee características similares al hueso que deberían permitir su éxito en los tratamientos de regeneración, las aplicaciones clínicas de sus diferentes tipos, sobre todo el de origen sintético, han mostrado resultados muy variados que no todo el tiempo son positivos.

### Hueso autólogo y sus aplicaciones en la regeneración ósea guiada

El hueso autólogo no es más que el tejido óseo extraído del mismo paciente, de diferentes zonas como la rama de la mandíbula, sínfisis mentoniana, tubérculo maxilar, o de sitios extraorales como la cresta ilíaca, tibia, calota, entre otros<sup>3,22,27</sup>. Es un biomaterial relevante en la técnica de regeneración ósea, ya que es considerado el estándar de oro por muchos autores<sup>3,20,21,23</sup> y las características que hacen resaltar su uso en la técnica de preservación ósea alveolar son la osteoconducción, osteoinducción y osteogénesis, que son tres de los factores requeridos para que la tasa de éxito del tratamiento sea más elevada, al igual que previene el riesgo de infecciones, y la transmisión de enfermedades; pero, presenta limitaciones como la necesidad de tener un sitio donante, lo que conlleva a su vez al aumento de la probabilidad de morbilidad para el paciente y del tiempo operatorio para realizar ambas cirugías, sin contar con las restricciones de la cantidad de hueso disponible para extraer, y los inconvenientes que esto puede acarrear para la zona donante, así como los costos elevados para realizar este procedimiento<sup>3,21,24</sup>.

Un estudio reveló que el uso de materiales autólogos, en especial el hueso, es una buena alternativa, aunque puede generar posibles secuelas como hematomas, lesiones nerviosas, fracturas del hueso donante, limitaciones de la funcionalidad del mismo o dolor crónico, presentando muchos riesgos para el paciente, aun cuando es considerado una de las opciones más viables. Se debe tener en cuenta cada caso clínico, con enfoque en las diferentes opcio-

nes de biomateriales en el mercado y las zonas que serán intervenidas, para tomar la mejor decisión en cada caso<sup>26</sup>.

Por otro lado, otro estudio sugirió que se debe evaluar la salud de la zona donante, como ejemplo la articulación temporomandibular, si la zona donante fuera la rama de la mandíbula, esto con el fin de evaluar la mejor opción para el paciente, al igual que tener en cuenta el uso de membranas de barrera para mantener un medio osteogénico propicio y permitir el mayor desarrollo posible para la regeneración ósea<sup>3</sup>.

Una investigación demostró que el uso de hueso autólogo en comparación con otros biomateriales puede tener resultados más favorables, ya que presenta menor reabsorción ósea y tiene semejanzas con el uso de aloinjertos<sup>29</sup>. No obstante, también se ha describió que el uso del hueso autólogo no está comprobado completamente como un “patrón de oro”, ya que además de presentar diversas complicaciones para los pacientes, puede facilitar la migración de los osteoblastos, pero causar que el hueso se encuentre más mineralizado de lo necesario, lo cual podría dificultar que los propósitos de la regeneración ósea se cumplan en su totalidad<sup>22</sup>.

Aunque las opiniones sobre el injerto de hueso autólogo no son concretas, es necesario resaltar que será decisión del clínico y el paciente tomar la decisión final con respecto a utilizar xenoinjertos, aloinjertos, o materiales autólogos para el procedimiento de regeneración ósea, tomando en cuenta factores como la probabilidad de éxito, la salud general y condición bucal del paciente, y los costos que podrán variar dependiendo del material utilizado.

### **Fibrina rica en plaquetas (FRP) como injerto compuesto o membrana en la regeneración ósea Guiada**

La FRP es un hemoderivado de segunda generación, y su principal característica es que no necesita la manipulación bioquímica de la sangre para su formación. Es considerado un autoinjerto, debido a que se extrae la sangre del mismo paciente sin añadir ningún tipo de anticoagulante o aditivo, ya que esto podría intervenir en la regeneración tisular, proliferación y supervivencia de las células mesenquimales<sup>1,8,23,31</sup>, para realizar posteriormente uso único de la centrifugación, en un aproximado de 3000 rpm durante 10 mins<sup>23,31</sup>, y luego permitir que la sangre coagule durante 15 a 20 minutos, convirtiéndose en FRP<sup>4,31</sup>. La FRP dará como resultado fibras de fibrina, que forman una matriz tridimensional donde quedan atrapadas las plaquetas, por lo que construyen una pared apta para el crecimiento celular y así, una estructura de soporte osteoconductora<sup>4,31</sup>.

Al mismo tiempo, libera en su preparación factores de crecimiento, los cuales se activan por la polimerización del coágulo sanguíneo, y aumentan el mecanismo reparador en los procesos de cicatrización<sup>4,8,9,24,31</sup>, así como

la proliferación y síntesis de colágeno tipo I, fibronectina, y factor de crecimiento endotelial vascular (VEGF), que favorece la angiogénesis<sup>4,31</sup>.

En un estudio relacionado con el uso de la MC en comparación con la FRP, se demostró que la FRP se muestra como un biomaterial que permite la regeneración ósea de defectos óseos periodontales y de rebordes alveolares, y aunque ambos biomateriales fueron eficaces en la técnica de regeneración ósea guiada; existen diferencias estadísticamente significativas, para la proliferación de fibroblastos, osteoblastos y osteocitos, entre la utilización de FRP y MC a los 15 días; siendo mejor la FRP, sin embargo, a los 30 días no existió una diferencia marcada entre la utilización de FRP y la MC<sup>11</sup>.

Por otro lado, otras investigaciones coinciden en que la FRP es un material bioactivo con beneficios regenerativos evidentes que, en combinación con otros biomateriales, puede mejorar las propiedades regeneradoras de estos. Además, su bajo costo hace de ella una buena alternativa terapéutica en odontología en tratamientos como ROG, elevación del seno maxilar, entre otros<sup>8,14</sup>. También es un biomaterial que no genera efecto antigénico ni riesgo de contagio de enfermedades, y otro de sus usos puede ser como membrana biológica para retener el injerto, aunque las membranas de FRP pueden reabsorberse rápidamente en presencia de infiltración bacteriana, lo que puede disminuir su efectividad en el proceso de regeneración ósea. Por lo tanto, es importante desintoxicar el hueso con antibióticos de amplio espectro, como la tetraciclina, que se utiliza para crear un ambiente estéril y propicio para la ROG, evitando la degradación del tejido óseo generado por patologías bacterianas<sup>9</sup>.

Un último estudio determinó que, al mezclar la FRP con derivados de dentina autóloga, los cuales poseen gran potencial osteoinductor así como proteínas morfogenéticas que permiten la estimulación y formación de hueso nuevo sin causar inflamación, debido a las características similares entre los dientes y los huesos, se mejora la manipulación del injerto, ya que forma una matriz cohesiva la cual será más fácil de insertar, aumenta la estabilidad durante el procedimiento y promueve la cicatrización. Esto demostró ser eficaz para el aumento óseo y como un buen andamio, ya que proporciona un mantenimiento del injerto a largo plazo en el lugar del defecto óseo<sup>31</sup>.

No obstante, la cantidad de información existente sobre la FRP en la actualidad es algo ambigua, aunque la mayor parte de los estudios tomados en cuenta en esta investigación indican que no son exactas las pruebas sobre los beneficios de utilizar este injerto autógeno, se explica que el uso en específico en el área de la ROG no tiene una gran efectividad con respecto al crecimiento de hueso nuevo<sup>1,14,21</sup>, y es necesario realizar estudios más exhaustivos que puedan determinar resultados con mayor especificidad.

## Conclusiones

- La ROG es una técnica quirúrgica efectiva para la reconstrucción de defectos óseos en el hueso alveolar, especialmente después de pérdidas dentales por diversas causas.
- Una de las mejores alternativas para aumentar la cresta alveolar es el uso del hueso bovino en combinación con la membrana de colágeno.
- La hidroxiapatita fue el biomaterial con la menor tasa de éxito, debido a que presentó una mayor reabsorción ósea tras los controles necesarios.
- No hay un biomaterial que sea universalmente el mejor, para todos los casos.

## Recomendaciones

Continuar investigando y evaluando las diferentes que se hacen necesarias para mejorar los resultados y optimizar las decisiones clínicas en el tratamiento de la atrofia alveolar.

## Agradecimiento

A mis compañeros Fiorella Barrios, Sofía Marquina y Eliezer Volcanes. por su apoyo incondicional en la realización de este trabajo de revisión narrativa.

## Bibliografía

1. Pérez R, Romero R. Plasma rico en fibrina en la preservación del reborde alveolar. *Medisur*. 2021; 19(3): 349-350. Disponible: <https://www.redalyc.org/journal/1800/180068641001/html/>
2. Arcos C. Nuevos Materiales de regeneración ósea. [Trabajo Fin de Estudios, Universidad Europea de Madrid]. 2021. Disponible: <https://titula.universidadeuropea.com/handle/20.500.12880/643>
3. Angulo-Serrano A, Quijandria-Briceño D, Alvarado-Menacho S. Rehabilitación integral de un paciente con reabsorción ósea horizontal, mediante regeneración ósea guiada simultánea a la colocación de implantes. *Revista Estomatológica Herediana*. 2018; 28(2): 115-124. Disponible: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1019-43552018000200007&script=sci\\_arttext&tlng=pt](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1019-43552018000200007&script=sci_arttext&tlng=pt)
4. Camara D. Preservación de reborde alveolar con ingeniería tisular mediante fibrina rica en plaquetas: Reporte de caso clínico. *Revista digital de Ciencia, Tecnología e Innovación*. 2015; 2(1): 66-75. Disponible: <https://www.redalyc.org/pdf/5646/564660010006.pdf>
5. Gan LM, Zhou QR, Zhang Y, Yu YC, Yu ZZ, Sun Y, et al. Alveolar bone morphologic predictors for guided bone regeneration outcome in anterior maxilla. *International Dental Journal*. 2024; 74(1): 102-9. Disponible: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0020653923001272>
6. Pabst A, Wiegner J, Schneider M, Weyer N, Bartella A, Heiland M, et al. Alveolar ridge augmentation in Oral and Maxillofacial Surgery: a study on current practices, patient management and innovations in Germany. *International Journal of Implant Dentistry*. 2025; 11(31). Disponible <https://link.springer.com/article/10.1186/s40729-025-00619-5>
7. Bermúdez V, Huaman K, Castañeda-Vía J, Landauro C, Quispe J, Tay Chu Jon L. Obtención de hidroxiapatita a través de residuos biológicos para injertos óseos dentales. *Revista Estomatológica Herediana*. 2021; 31(2): 111-116. Disponible: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1019-43552021000200111&script=sci\\_abstract](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1019-43552021000200111&script=sci_abstract)
8. Escalante W, Castro G, Geraldo L, Carlos M. Fibrina Rica en Plaquetas (FRP): Una alternativa terapéutica en odontología. 2016; 26(3): 173-178. Disponible: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1019-43552016000300009&script=sci\\_abstract](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1019-43552016000300009&script=sci_abstract)

9. Rojas-Galvis A, Simancas-Escorcía V, Díaz-Caballero A. Fibrina rica en plaquetas aplicada en conjunto con biomodificación alveolar en la regeneración ósea guiada. Reporte de caso. *Rev. Univ. Ind. Santander. Salud.* 2022; 54 e801. Disponible: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0121-08072022000100801&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0121-08072022000100801&script=sci_arttext)
10. Martínez O, Barone A, Fernández A, Jiménez A, Monsalve L, Velazco E. Injertos óseos y biomateriales en implantología oral. *Avances en Odontoestomatología.* 2018; 34 (2): 111-119. Disponible: [https://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S0213-12852018000300002&script=sci\\_arttext&tlng=en](https://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S0213-12852018000300002&script=sci_arttext&tlng=en)
11. Príncipe-Delgado Y, Mallma-Medina A, Castro-Rodríguez Y. Efectividad del plasma rico en fibrina y membrana de colágeno en la regeneración ósea guiada. *Rev. Clin. Periodoncia Implantol. Rehabil. Oral.* 2019; 12(2): 63-65. Disponible: [https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0719-01072019000200063&script=sci\\_arttext&tlng=en](https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0719-01072019000200063&script=sci_arttext&tlng=en)
12. Calciolari E, Corbella S, Gkraniás N, Viganó M, Sculean A, Donos N. Efficacy of biomaterials for lateral bone augmentation performed with guided bone regeneration. A network meta-analysis. *Periodontology 2000.* 2023. 93: 77-106. Disponible: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/prd.12531>
13. Neira P, Caric Y, Moreno X, Tejedor M, Díaz D, Fernández L, et al. Necesidad de regeneración ósea en la instalación de implantes: Análisis Retrospectivo de 7 años, Hospital San Camilo. *Int. j interdiscip. dent.* 2023; 16(2): 142-145. Disponible: [https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S2452-55882023000200142&script=sci\\_arttext&tlng=en](https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S2452-55882023000200142&script=sci_arttext&tlng=en)
14. Buser D, Urban I, Monje A, Kunrath M, Dahlin C. Guided bone regeneration in implant dentistry: Basic principle, progress over 35 years, and recent research activities. *Periodontology 2000.* 2023; 93: 9-25. Disponible: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/prd.12539>
15. Di Stefano D, Orlando F, Ottobelli M, Fiori D, Garagiola U. A comparison between anorganic bone and collagen-preserving bone xenografts for alveolar ridge preservation: systematic review and future perspectives. *Maxillofacial Plastic and Reconstructive Surgery.* 2022; 44(24). Disponible: <https://link.springer.com/article/10.1186/s40902-022-00349-3>
16. Albash Z, Khalil A, Sleman N. Perspective Chapter: Customized Membranes for Alveolar Ridge Augmentation. *Periodontal Frontiers [Working Title]. IntechOpen;* 2025. <https://doi.org/10.5772/intechopen.1011442>
17. Dairaghi J, Benito Alston C, Cadle R, Rogozea D, Solorio L, Barco CT, et al. A dual osteoconductive-osteoprotective implantable device for vertical alveolar ridge augmentation. *Front. Dent. Med.* 2023; 3: 1066501. doi: 10.3389/fdmed.2022.1066501
18. Kim S, Kim SG. Advancements in alveolar bone grafting and ridge preservation: a narrative review on materials, techniques, and clinical outcomes. *Maxillofacial Plastic and Reconstructive Surgery.* 2024; 46(14). Disponible <https://link.springer.com/article/10.1186/s40902-024-00425-w>
19. Wessing B, Zechner W. Guided Bone Regeneration with Collagen Membranes and Particulate Bone Grafts Materials: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2017. Disponible: [https://www.profzechner.at/wp-content/uploads/2017/12/Paper\\_Wessing\\_B\\_5461\\_NEW\\_JR-ZECHNER.pdf](https://www.profzechner.at/wp-content/uploads/2017/12/Paper_Wessing_B_5461_NEW_JR-ZECHNER.pdf)
20. Susin C, Lee J, Fiorini T, Koo KT, Schüpbach P, Stadler AF, et al. Screening of Hydroxyapatite Biomaterials for Alveolar Augmentation Using a Rat Calvaria Critical-Size Defect Model: Bone Formation/Maturation and Biomaterials Resolution. *Biomolecules.* 2022; 12(11). Disponible: <https://www.mdpi.com/2218-273X/12/11/1677>
21. Parra M, Haidar ZS, Olate S. Utilización de PRF Asociado a Materiales de Relleno Sintéticos (HA y  $\beta$ -TCP) en Reconstrucciones Óseas. *Av. en Odontoestomatología.* 2018; 34(2): 79-86. Disponible: [https://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S0213-12852018000200004&script=sci\\_arttext&tlng=pt](https://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S0213-12852018000200004&script=sci_arttext&tlng=pt)
22. Pereira Á, Oliva P. Eficacia de la Hidroxiapatita en la Cicatrización de Injertos Óseos e Implantes Dentales: Una Revisión Sistemática de la Literatura. *Int. J. Odontostomat.* 2016; 10(3): 373-380. Disponible: [https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-381X2016000300001&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-381X2016000300001&script=sci_arttext)
23. Jones K, Williams C, Yuan T, Digeorge-Foushee A, Chambers R, Burton T, et al. Comparative in vitro study of commercially available products for alveolar ridge preservation. *J Periodontol.* 2022; 93: 403-411. <https://doi.org/10.1002/JPER.21-0087>

24. Bernardi S, Macchiarelli G, Bianchi S. Autologous materials in regenerative dentistry: Harvested bone, platelet concentrates and dentin derivatives. *Molecules*. 2020; 25(22): 5330. Disponible: <https://www.mdpi.com/1420-3049/25/22/5330>
25. López-Valverde N, Macedo de Sousa B, Blanco Rueda JA. Changes of the Alveolar Bone Ridge Using Bone Mineral Grafts and Collagen Membranes after Tooth Extraction: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Bioengineering*. 2024; 11(6): 565. Disponible: <https://www.mdpi.com/2306-5354/11/6/565>
26. Gómez-Rueda AY, García-Méndez MC, Rodríguez-Pulido JI, Elizondo-Cantú O, Martínez-Sandoval G, Elizalde-Molina CL. Regeneración ósea guiada horizontal: Reporte de caso. *REV MED UAS*. 2023 13: 52-58. Disponible: <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=113810>
27. Marian D, Toro G, D'Amico G, Trotta MC, D'Amico M, Petre A, et al. Challenges and Innovations in Alveolar Bone Regeneration: A Narrative Review on Materials, Techniques, Clinical Outcomes, and Future Directions. *Medicina*. 2025; 61(1): 20. Disponible: <https://www.mdpi.com/1648-9144/61/1/20>
28. Nistor PA, Căndeia A, Micu IC, Soancă A, Caloian CS, Bârdea A, et al. Advancements in Hyaluronic Acid Effect in Alveolar Ridge Preservation: A Narrative Review. *Diagnostics*. 2025; 15(2): 137. Disponible: <https://www.mdpi.com/2075-4418/15/2/137>
29. Di Stefano DA, Vinci R, Capparè P, Gherlone EF. A retrospective preliminary histomorphometric and clinical investigation on sinus augmentation using enzyme-deantigenic, collagen-preserving equine bone granules and plasma rich in growth factors. *International Journal of Implant Dentistry*. 2021; 7(60). Disponible: <https://link.springer.com/article/10.1186/s40729-021-00336-9>
30. Guerra O, Sánchez S, Hernández P, Torres F. Efectividad de técnicas de preservación alveolar para rehabilitaciones protésicas e implantoprotésicas. *Rev haban cienc méd*. 2018; 17(2): 244-5. Disponible: <http://www.revhabanera.sld.cu/index.php/rhab/article/view/1986>
31. Alrmali A, Saleh MHA, Mazzocco J, Zimmer JM, Testori T, Wang HL. Auto-dentin platelet-rich fibrin matrix is an alternative biomaterial for different augmentation procedures: A retrospective case series report. *Clinical and Experimental Dental Research*. 2023; 9(6): 993-1003. Disponible: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/cre2.808>