



**TÉCNICAS DE REGENERACIÓN ÓSEA PREDECIBLES Y ESTABLES SEGÚN
LA ARQUITECTURA Y CAPACIDAD REGENERATIVA DE SITIO. REVISIÓN
DE LA LITERATURA.**

Trabajo de Investigación
Requisito para optar al
Título de Especialista en
Implantología Oral.

Residentes: Nattally Alarcón
Ma Jesús Mardones
Trinidad Martija

Docente Guía: Dr. Mauricio Embry
Periodoncista

Valparaíso – Chile

2022

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVOS	3
HIPÓTESIS	4
PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	4
MATERIALES Y MÉTODOS	5
Tabla 1 Estrategia de búsqueda PubMed.	6
Tabla 2 Estrategia de búsqueda Scopus.	7
Tabla 3 Estrategia de búsqueda Scielo.	8
Tabla 4 Estrategia de búsqueda Web of Science.	9
RESULTADOS	11
Figura 1. Diagrama de flujo PRISMA	11
1. Ganancia ósea horizontal.....	13
2. Ganancia ósea vertical.....	15
3. Estabilidad.....	15
4. Predictibilidad.....	16
Tabla 5. Tabla síntesis resultados Revisiones sistemáticas.	18
Tabla 6. Tabla síntesis resultados Ensayos clínicos aleatorizados.....	19
DISCUSIÓN	20
Figura 2. Relación entre la capacidad regenerativa del sitio y del injerto	21
Figura 3. Ventanas de uso mecánico descritas por Frost.	23
Figura 4. Árbol de toma de decisiones según evidencia.	26
Figura 5. Árbol de toma de decisiones con variables propuestas	27
CONCLUSIONES.....	28
BIBLIOGRAFÍA	29

RESUMEN

La implantología dental tiene un rol muy importante en la época actual para mejorar la calidad de vida de los pacientes que presentan edentulismo en la zona estética del maxilar. El enfoque más aceptado es posicionar el implante a partir de la planificación protésica, para lo cual se requiere en muchos casos, aumentar el reborde residual. Se han desarrollado distintas técnicas regenerativas óseas, por lo que surge la interrogante de cómo se comportan a corto y largo plazo, y cómo se relaciona esto con la capacidad regenerativa y la arquitectura de sitio. El objetivo de esta revisión de la literatura fue evaluar la predictibilidad y estabilidad de las técnicas de regeneración ósea en la zona estética del maxilar con fines implantológicos, y cómo se relaciona con la arquitectura y la capacidad regenerativa del sitio. Se realizó una búsqueda en las bases de datos PUBMED, SCOPUS, SCIELO, WEB OF SCIENCE, identificando un total de 3556 artículos, tras eliminar duplicados, evaluar títulos y resúmenes y aplicar criterios de elegibilidad, se seleccionaron 13 artículos para extracción de datos. Resultados: La predictibilidad y estabilidad ponderada de las técnicas fueron para Bloque autólogo *onlay* (87 y 74%), Bloque alogénico *onlay* (98 y 80%), Cresta dividida (100 y 100%) y para ROG (91 y 84%). Conclusiones: Las cuatro modalidades de tratamiento evaluadas son estables y predecibles, sin embargo, se recomiendan estudios futuros que incluyan dentro de las variables estudiadas, la capacidad regenerativa y arquitectura del sitio.

“PALABRAS CLAVE”: regeneración ósea, arquitectura de sitio, premaxila, estabilidad, predictibilidad.

ABSTRACT

Dental implantology has a very important role in the current era to improve the life quality of patients who present edentulism in the aesthetic zone of the maxilla. The most accepted approach is to position the implant based on the prosthetic planning, for which it is required in many cases to increase the residual ridge. Different bone regenerative techniques have been developed, so the question arises as to how they behave in the short and long term, and how this is related to regenerative capacity and site architecture. The objective of this literature review was to evaluate the predictability and stability of bone regeneration techniques in the esthetic zone of the maxilla for implantology purposes, and how it relates to the architecture and regenerative capacity of the site. A search was carried out in the PUBMED, SCOPUS, SCIELO, WEB OF SCIENCE databases, identifying a total of 3,556 articles. After eliminating duplicates, evaluating titles and abstracts, and applying eligibility criteria, 13 articles were selected for data extraction. Results: The predictability and weighted stability of the techniques were for autologous onlay block (87 and 74%), allogeneic onlay block (98 and 80%), split crest (100 and 100%) and for ROG (91 and 84%). Conclusions: The four evaluated treatment modalities are stable and predictable, however, future studies that include within the studied variables, the regenerative capacity and architecture of the site are recommended.

"KEY WORDS": Bone regeneration, site architecture, premaxilla, stability, predictability.

INTRODUCCIÓN

La rehabilitación sobre implantes dentales se ha convertido en un tratamiento rutinario en la práctica clínica y el enfoque actual consiste en posicionar los implantes orientados tridimensionalmente a partir de la planificación protésica, para lo cual se requiere en muchos casos, aumentar el reborde maxilar residual (1-4).

Desde hace décadas se investigan los diferentes procedimientos de regeneración ósea con el objetivo de reconstruir procesos alveolares deficientes (5, 6), sin embargo, existe poca evidencia de reconstrucción del sector estético maxilar. Se observa también que gran parte de los estudios analizan resultados en términos de ganancia horizontal (7-9) no así de ganancia de tipo vertical, y que las técnicas regenerativas para obtener mayor altura de reborde siguen siendo consideradas por los autores un gran desafío (3).

El hueso autólogo se sigue considerando el *gold standard* para la reconstrucción de defectos óseos horizontales y verticales (10, 11). Numerosos estudios describen resultados satisfactorios con este tipo de técnica (5), los cuales están asociados principalmente a su capacidad osteogénica (12). No obstante, son procedimientos asociados a una alta morbilidad (10, 13-15) y con limitada disponibilidad intraoral (16). Los injertos en bloque alogénicos *onlay* (bloque/alogénico), por el contrario, carecen de las limitaciones asociadas al sitio donante y se pueden obtener de manera ilimitada (17-19), ahora bien, son acelulares y el potencial osteoinductivo es controversial (20, 21) lo cual se traduce en mayor tiempo de cicatrización y en menor cantidad de hueso neoformado en comparación con los injertos autólogos (22, 23). Si bien este tipo de biomateriales son procesados y se someten a rigurosos controles, el riesgo de transmisión de enfermedades sigue estando presente (24). La técnica de cresta dividida surge como respuesta para disminuir el tiempo, el costo y la morbilidad del tratamiento. Consiste en separar las tablas vestibular y palatina/lingual para crear un espacio adecuado donde puedan colocarse los implantes y/o injertos óseos (25, 26). Si bien permite conseguir ganancia horizontal, posee indicaciones específicas que aún no están del todo claras (27, 28). Finalmente, una de las técnicas ampliamente

descritas en la literatura corresponde a la regeneración ósea guiada (ROG), la cual busca disminuir la pérdida de volumen de los injertos óseos a través de la utilización de membranas que funcionan como barreras que separan la rápida proliferación celular de los tejidos blandos con la lenta formación de los tejidos duros (25, 29-33). Se han estudiado distintos tipos de membrana y distintos tipos de injerto para aplicar esta técnica, más sigue siendo debatido cuál de ellas aplicar en cada caso específico (34, 35).

Si bien se conocen distintas opciones de tratamiento, pocos autores analizan la relación existente entre la arquitectura de sitio y la capacidad regenerativa con el éxito de los procedimientos de aumento de reborde al corto y largo plazo en el sector anterior del maxilar. Esto es relevante ya que los injertos están sometidos a mecanismos biológicos definidos para lograr formación ósea exitosa y deben cumplirse condiciones básicas de osteogenicidad, potencial osteoinductivo, presencia de soporte (osteoconductividad), aporte vascular y estabilidad, ya que de lo contrario se observarán procesos de necrosis con pérdida de volumen del tejido óseo injertado (36, 37). No todos los defectos e injertos poseen la misma capacidad regenerativa y este parámetro podría ser una variable relevante a la hora de escoger entre una y otra técnica.

Es por esto, que el objetivo del presente estudio fue evaluar la predictibilidad y estabilidad de las técnicas de regeneración ósea en la zona estética del maxilar con fines implantológicos, y cómo se relaciona con la arquitectura y la capacidad regenerativa del sitio.

OBJETIVOS

Identificar por medio de una revisión crítica de la literatura, las técnicas de regeneración ósea que sean más predecibles y estables según la arquitectura y la capacidad regenerativa ósea en la zona estética del maxilar.

Los objetivos específicos serán:

- Identificar las distintas técnicas de regeneración ósea usadas en el sector estético del maxilar.
- Determinar los parámetros asociados a la predictibilidad, estabilidad y capacidad de regeneración ósea en el sector estético del maxilar.
- Definir que técnica de regeneración ósea en el sector anterior del maxilar provee mayor predictibilidad y estabilidad según la arquitectura y la capacidad regenerativa del sitio
- Elaborar un árbol de toma de decisiones para orientar al odontólogo tratante en la elección de la técnica de regeneración ósea más predecible y estable según el caso clínico.

HIPÓTESIS

Las técnicas de regeneración ósea en la zona estética del maxilar son predecibles y estables en el tiempo, dependiendo de la arquitectura y la capacidad regenerativa del sitio a tratar.

PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Cuál es la técnica de regeneración ósea más estable y predecible según la arquitectura y capacidad regenerativa de sitio, en la zona estética del maxilar?

- P:** Pacientes candidatos a recibir regeneración ósea en la zona estética del maxilar con fines implantológicos.
- I:** Regeneración ósea en la zona estética del maxilar.
- O:** Estabilidad y predictibilidad de las técnicas regenerativas óseas.

MATERIALES Y MÉTODOS

1. Estrategia de búsqueda

Este estudio se construyó según el principio PIO: población (Pacientes candidatos a recibir regeneración ósea en la zona estética del maxilar con fines implantológicos), intervención (Regeneración ósea en la zona estética del maxilar) y resultado (Estabilidad y predictibilidad de las técnicas regenerativas óseas). La pregunta de investigación basada en el enfoque PIO fue ¿Cuál es la técnica de regeneración ósea más estable y predecible según la arquitectura y capacidad regenerativa de sitio, en la zona estética del maxilar?

Esta investigación corresponde a una revisión de la literatura y la estrategia de búsqueda se realizó de manera sistemática. Se utilizaron términos y palabras claves relacionados con regeneración ósea, regeneración ósea guiada, regeneración tisular guiada, arquitectura de sitio, arquitectura, desarrollo de sitio, aumento horizontal, aumento vertical, aumento, membrana, sustitutos óseos, maxilar, premaxila, estético, perfil de emergencia, estabilidad, densidad ósea, predictibilidad, regeneración ósea predecible, aumento óseo, ganancia ósea, pronóstico, calidad ósea, pérdida ósea, hounsfield y análisis de supervivencia, para encontrar artículos potenciales, sin restricción de publicaciones. La búsqueda se realizó en agosto de 2021 en las siguientes bases de datos electrónica: a) PubMed, b) Scopus, c) Scielo, d) Web of Science, según la estrategia representada en la Tabla 1, 2, 3 y 4.

a) Pubmed:

Constructor de búsqueda	Palabras de búsqueda	Resultados
# 1	"Bone regeneration" [Title/Abstract] OR "guided bone regeneration" [Title/Abstract] OR "guided tissue regeneration" [Title/Abstract] OR "site architecture" [Title/Abstract] OR architecture [Title/Abstract] OR "site development" [Title/Abstract] OR "horizontal augmentation" [Title/Abstract] OR "vertical augmentation" [Title/Abstract] OR augmentation [Title/Abstract] OR membrane [Title/Abstract] OR "bone substitutes"[Title/Abstract]	1.021.724
# 2	Maxilla [Title/Abstract] OR Premaxilla [Title/Abstract] OR Aesthetic [Title/Abstract] OR "emergence profile"[Title/Abstract]	47.754
# 3	Stability [Title/Abstract] OR "bone density"[Title/Abstract] OR predictability [Title/Abstract] OR "predictable bone regeneration" [Title/Abstract] OR "bone increase" [Title/Abstract] OR "bone gain"[Title/Abstract] OR prognostic [Title/Abstract] OR "bone quality"[Title/Abstract] OR "bone loss"[Title/Abstract] OR hounsfield [Title/Abstract] OR "survival analysis" [Title/Abstract]	889.032
	#1 AND #2 AND #3	642

Tabla 1. Estrategia de búsqueda con las palabras clave utilizadas en la base de datos PubMed

b) Scopus:

Constructor de búsqueda	Palabras de búsqueda	Resultados
# 1	"Bone regeneration" OR "guided bone regeneration" OR "guided tissue regeneration" OR "site architecture" OR "site development" OR "horizontal augmentation" OR "vertical augmentation" OR augmentation OR membrane OR "bone substitutes"	2.160.264
# 2	Maxilla OR Premaxilla OR Aesthetic OR "emergence profile"	158.357
# 3	Stability OR "bone density" OR predictability OR "predictable bone regeneration" OR "bone increase" OR "bone gain" OR prognostic OR "bone quality" OR "bone loss" OR hounsfield OR "survival analysis"	2.901.027
	#1 AND #2 AND #3	2328

Tabla 2. Estrategia de búsqueda con las palabras clave utilizadas en la base de datos Scopus.

c) Web of Science:

Constructor de búsqueda	Palabras de búsqueda	Resultados
# 1	"Bone regeneration" OR "guided bone regeneration" OR "guided tissue regeneration" OR "site architecture" OR "site development" OR "horizontal augmentation" OR "vertical augmentation" OR membrane OR "bone substitutes" (All Fields)	1.330.126
# 2	Maxilla OR Premaxilla OR Aesthetic OR "emergence profile" (All Fields)	95.196
# 3	Stability OR "bone density" OR predictability OR "predictable bone regeneration" OR "bone increase" OR "bone gain" OR prognostic OR "bone quality" OR "bone loss" OR hounsfield OR "survival analysis" (All Fields)	2.140.294
	#1 AND #2 AND #3	565

Tabla 3. Estrategia de búsqueda con las palabras clave utilizadas en la base de datos Web of Science.

d) Scielo:

Constructor de búsqueda	Palabras de búsqueda	Resultados
# 1	"Bone regeneration" OR "guided bone regeneration" OR "guided tissue regeneration" OR "site architecture" OR architecture OR "site development" OR "horizontal augmentation" OR "vertical augmentation" OR augmentation OR membrane OR "bone substitutes"	8461
# 2	Maxilla OR Premaxilla OR Aesthetic OR "emergence profile"	3929
# 3	Stability OR "bone density" OR predictability OR "predictable bone regeneration" OR "bone increase" OR "bone gain" OR prognostic OR "bone quality" OR "bone loss" OR hounsfield OR "survival analysis"	17.430
	#1 AND #2 AND #3	21

Tabla 4. Estrategia de búsqueda con las palabras clave utilizadas en la base de datos Scielo.

2. Criterios de elegibilidad

Se evaluaron los títulos y resúmenes de los artículos identificados en la búsqueda y se seleccionaron artículos atinentes a la investigación.

a) Los criterios de inclusión fueron:

- Artículos que investigaran el aumento de la cresta alveolar en humanos con el propósito de posicionar IOI.
- Se consideraron metaanálisis, ensayos clínicos aleatorizados y revisiones sistemáticas.
- No hubo limitaciones de búsqueda en el período de seguimiento, en la fecha de publicación, en el tamaño de la muestra, ni en el idioma, para evitar la pérdida de datos.

b) Los criterios de exclusión fueron:

- Estudios que evaluaron aumentos de seno maxilar.
- Artículos que incluyeron técnicas de regeneración extraorales.
- Artículos que incluyeron técnicas de regeneración tisular guiada sin fines implantológicos.
- Artículos que incluyeron técnicas de regeneración en pacientes con enfermedad sistémica y local periimplantaria.
- Reportes de caso.
- Revisiones bibliográficas.

3. Extracción de datos

Después de la revisión del título, se filtraron los resúmenes según los criterios de inclusión y exclusión. Los artículos incluidos se evaluaron por completo. Se realizó el registro y análisis de los datos que incluían las características del estudio, del paciente, arquitectura de sitio, los biomateriales utilizados, el seguimiento después del aumento, las complicaciones, los resultados principales y las limitaciones/fortalezas de las distintas técnicas utilizadas.

RESULTADOS

Los parámetros de búsqueda arrojaron un total de 3556 resultados inicialmente, a partir de las estrategias de búsqueda con las palabras clave utilizadas en las diferentes bases de datos. Posterior a la eliminación de 605 estudios duplicados, se evaluaron 2951 para lectura de títulos y resúmenes. De ellos, 2867 artículos fueron eliminados obteniendo un total de 84 estudios para revisión. Se procedió a la lectura de texto completo y aplicación de criterios de elegibilidad obteniendo finalmente 13 artículos que fueron incluidos en la presente revisión para extracción de datos y análisis descriptivo (Figura 1).

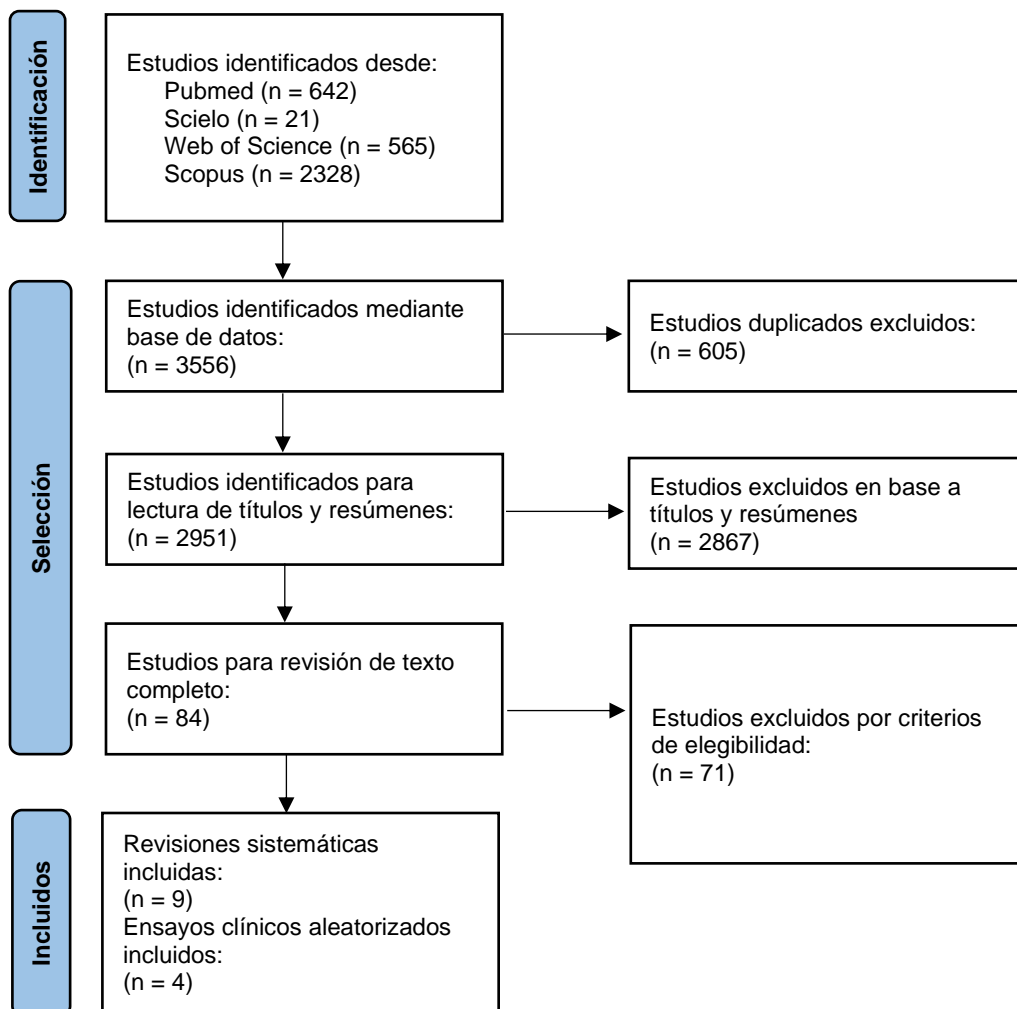


Figura 1. Diagrama de flujo PRISMA que muestra el proceso de búsqueda en bases de datos.

De los 13 artículos seleccionados, 9 corresponden a revisiones sistemáticas, y 4 a ensayos clínicos aleatorizados (ECA). La extracción de datos se realizó de acuerdo con la pregunta de investigación ¿Cuál es la técnica de regeneración ósea más estable y predecible según la arquitectura y capacidad regenerativa de sitio, en la zona estética del maxilar? Los ítems para evaluar fueron: tipo de atrofia, técnicas de aumento óseo, ganancia horizontal y vertical (mm de ganancia al posicionar el implante), momento de posicionamiento del implante (meses), estabilidad del injerto definida como porcentaje de tejido óseo aumentado al momento de posicionar los implantes y predictibilidad de la técnica definida como porcentaje de éxito de la técnica con los implantes en función en un tiempo superior o igual a 1 año.

Se analizaron y obtuvieron resultados de algunas de las técnicas disponibles de aumento óseo que permiten la colocación de implantes en el maxilar atrófico. Las técnicas quirúrgicas estudiadas en las 9 revisiones sistemáticas fueron Bloque autólogo *onlay* (Bloque/autólogo), Bloque/alogénico, Cresta dividida y ROG (tabla 5). En los 4 ensayos clínicos aleatorizados se estudiaron las técnicas de ROG (uso de malla de titanio vs membrana de colágeno y malla titanio con injerto autógeno vs malla de titanio con rhBMP-2), Bloque/alogénico con medula ósea (MEO) vs sin MEO y Bloque/autólogo (semicolumnado de la rama vs rectangular de la sínfisis). (tabla 6).

A continuación, se describirán los resultados de las revisiones sistemáticas y ensayos clínicos aleatorizados de manera conjunta y según los ítems para evaluación antes definidos.

Resumen de los resultados

De los 13 estudios analizados, nueve de ellos (20, 38-45) analizaron los defectos óseos de tipo horizontal y cuatro (46-49), analizaron los defectos óseos en ambos sentidos. Por otra parte, se evaluaron 4 técnicas distintas correspondientes a: Bloque/autólogo, Bloque/alogénico, cresta dividida y ROG. El Bloque/alogénico registró la mayor ganancia ósea horizontal con un valor de 3.9 mm ponderado,

seguido de la técnica de cresta dividida junto a bloque/autólogo ambas con 3.4 mm y finalmente ROG con un valor promedio de 3.2 mm.

En cuanto a la ganancia ósea vertical, tres estudios la midieron (46, 47, 49), en donde la técnica de bloque/alogénico demostró el menor aumento vertical en comparación a la técnica ROG (2.8 mm vs 4.9 mm ponderado).

La estabilidad del injerto la evaluaron 6 estudios (40, 42-45, 47). La técnica de cresta dividida alcanzó el porcentaje mayor con un 100%, seguida por la ROG con un 84%, bloque/alogénico con un 80% y quien alcanzó los menores porcentajes fue el bloque/autólogo con un 74%.

Finalmente, nueve estudios (38, 39, 41, 42, 45-49) evaluaron la predictibilidad de las técnicas de aumento de reborde. La mayor predictibilidad la obtuvo la técnica de cresta dividida con un 100%, seguida de la técnica de bloque/alogénico con un 98%, luego la ROG con un 91% y por último el bloque/autólogo con un 87% ponderado.

1. Ganancia ósea horizontal

Para los injertos en bloque/autólogos, se observan ganancias horizontales de 3.4 mm ponderadas (39, 40, 45). En el estudio de Zaki et al (40) se evidencia que los injertos en bloque/autólogos pueden otorgar una ganancia neta de 3.5 mm en defectos horizontales de la premaxila utilizando membrana y una ganancia de 2.9 mm no utilizándola, sin diferencias significativas. En el ECA de Zhao et al. indican que no existe diferencia significativa con respecto al nivel de ganancia ósea horizontal inmediatamente después de realizar un injerto en bloque/autólogo semicolumnado de la rama (Bloque/semicolumnado) vs injerto en bloque/autólogo rectangular de la sínfisis (Bloque/rectangular), dando resultados de 3.9 y 3.4mm respectivamente (45).

Para los injertos en bloque/alogénicos se observan ganancias óseas horizontales de 3.9 mm ponderadas (20, 46, 47). Monje et al. (47) obtuvieron en su estudio, ganancias promedio de 4.8 mm. En el ECA de Sorgi et al. (20) se comparó el aumento óseo con bloque/alogénico más medula ósea autóloga (MOA) vs

bloque/alogénico sin médula ósea autóloga (sMOA) y se observó una ganancia ósea de 4.6 mm y 2.2 mm respectivamente (20).

Estudios no comparativos a corto plazo demostraron ganancias en el ancho de la cresta alveolar que variaban entre 3.3 y 3.5 mm (3.4 mm ponderado) después de la expansión de la cresta alveolar maxilar con la técnica de cresta dividida (41).

La técnica ROG con partículas de xenoinjerto (solos o asociados con hueso autógeno particulado) proporciona ganancia ósea horizontal de 4.4 mm, con un rango de 0.1 a 7.7 mm (38). En la técnica de ROG con uso de malla de titanio (ROG/malla), se utilizaron diferentes sustitutos óseos principalmente hueso particulado autólogo, seguido por hueso bovino desproteínizado (DBBM) solo o combinado con injerto óseo autólogo y bloque/autólogo más injerto particulado, la ganancia horizontal promedio fue 4.4 mm (49). En otro estudio (43), cuando se presentó exposición de la malla de titanio, se reportaron medidas de regeneración horizontal más bajas presentando 3.7 mm de ganancia. Cuando se usó la técnica de ROG/malla más hueso autógeno particulado más DBBM se reportaron medidas de regeneración con un valor menor de 4.0 mm de ganancia ósea horizontal en comparación al estudio de Rasia-dal Polo et al. (49). Otro estudio demostró una ganancia ósea horizontal media, que osciló entre 3.4 y 5.0 mm dando un valor ponderado de 4.2 mm (42). Atef et al. (43) compararon la técnica ROG/malla vs ROG usando malla de colágeno (ROG/colágeno) para el aumento horizontal en el maxilar anterior, generando ganancias de 4.0 y 3.7 mm respectivamente. Freitas et al. (44) realizaron una comparación entre el uso de proteína morfogenética ósea humana recombinante-2 en una esponja de colágeno absorbible (RhBMP-2 / ACS) vs el uso de injerto óseo autólogo particulado obtenido de la región retromolar (ambos grupos utilizaron ROG/malla) obteniendo una ganancia ósea de 1.5 mm y 0.5 mm respectivamente.

Sólo una revisión sistemática no determinó la ganancia ósea horizontal (48).

2. Ganancia ósea vertical

Los injertos en bloque/alogénicos dieron como resultado un aumento óseo vertical de 2 y 3.5mm ponderados, en dos revisiones sistemáticas respectivamente. (46, 47).

En la técnica de ROG/malla, obtuvieron una ganancia vertical media de 4.9 mm (49). Cuando se realizó ROG/malla con hueso autógeno particulado más DBBM se reportaron medidas de regeneración más bajas con un valor de 2.6 mm para el aumento vertical, asociados con porcentajes más altos de exposición de la malla (35%). En el caso de ROG/malla con bloque/autólogo más hueso autólogo particulado, se obtuvo 4.8 mm de ganancia vertical que podría considerarse en la media de los demás estudios (49).

De las revisiones sistemáticas, 5 no midieron ganancia ósea vertical (38-42, 48) y en los ECAs, ninguno midió este valor (20, 43-45).

3. Estabilidad

Para los injertos en bloque/autógenos se observa 0.5 mm de reabsorción cuando se utiliza membrana y 1.6 mm de reabsorción del injerto cuando no se utiliza membrana, equivalente a una estabilidad del injerto del 86% y 45% respectivamente (40). Si bien existe heterogeneidad en los estudios en cuanto al sector donante del injerto y a la materialidad de la membrana, se puede determinar que los implantes posicionados 4 meses después a la regeneración con injerto en bloque/autólogo poseen un promedio de éxito del 100% al corto plazo (40). En el ECA de Zhao et al. indicaron que a los 4 meses la estabilidad del injerto Bloque/semicolumnado vs Bloque/rectangular fue de 92% y 71% respectivamente, siendo esta diferencia estadísticamente significativa (45)

En un estudio se indica que los injertos en bloque/alogénicos sufren pérdidas dimensionales de un 20% a los 6 meses, es decir que la estabilidad es de un 80% (47).

En una revisión(42) la ganancia inicial con la técnica ROG fue de 5.0 mm, obteniendo una ganancia ósea final de 4.2 mm al momento de la colocación del implante, lo que da una estabilidad ponderada del injerto de un 84%. En este estudio

los casos con 3 a 4 meses de cicatrización del injerto presentaron menor reabsorción que los casos con 5 a 8 meses de cicatrización del injerto (0.3 vs 1.2 mm), observándose una mayor reabsorción en los injertos de la tuberosidad (47). En el ECA de Atef et al. (43) indican una estabilidad de un 92% para el grupo ROG/colágeno en comparación con un 88% del grupo ROG/malla. El reingreso fue 6 meses después de la cirugía y todos los casos mostraron suficiente ganancia ósea que permitió la colocación de implante. Por otro lado, en el ECA de Freitas et al.(44) la ganancia ósea horizontal en el grupo RhBMP-2 / ACS fue de 1.5 mm a los 3 meses y se mantuvo esa misma ganancia a los 6 meses, dando un 100% de estabilidad del injerto, a diferencia del grupo injerto óseo autólogo particulado donde la ganancia ósea horizontal fue de 0.9 mm a los 3 meses y de 0.5 mm a los 6 meses, dando una estabilidad del injerto de un 56%.

En 6 revisiones sistemáticas (38, 39, 41, 46, 48, 49) y en 1 ECA (20) no se mencionan datos que aludan a cambio dimensional del injerto en un plazo de 6 meses.

4. Predictibilidad

Para el injerto en bloque/autólogo, la tasa de supervivencia media ponderada del implante fue del 87% (los rangos oscilaron entre el 73% y el 100%) en un período de seguimiento de 1 a 12 años (39). En otro estudio (41), la tasa de supervivencia del implante fue del 93% después del aumento horizontal del reborde con injerto en bloque/autólogo después de 31 meses. En el ECA de Zhao et al. (45) determinaron que la forma del bloque/autólogo no influye significativamente en la predictibilidad, siendo para el grupo Bloque/semicolumnado un 95% y para el Bloque/rectangular un 71%, al evaluar la cantidad de reabsorción ósea un año después de la carga de los implantes. Por otro lado, el grosor de la tabla vestibular medido en este periodo de tiempo, si fue significativamente mayor en el grupo Bloque/semicolumnado vs el grupo Bloque/rectangular (2.0 vs 1.3 mm).

La tasa de supervivencia media de los implantes fue del 97% cuando son posicionados sobre injerto en bloque/alogénico, calculada a partir de 228 implantes

durante un período de seguimiento medio de 24 meses en la revisión de Monje et al. (47). Otro estudio indica de manera complementaria, que la tasa de éxito del implante fue de 100% después de 1 año (46).

La tasa de supervivencia del implante después de la técnica de cresta dividida fue del 100% después de 38 meses (41).

La tasa de éxito de los implantes colocados en rebordes aumentados con la técnica de ROG presentaron un promedio de 81% de éxito, con un seguimiento mínimo de un año posterior a la carga protésica. Cuando se realizó ROG usando DBBM, se obtuvo una tasa de éxito para la técnica de un 96% con un seguimiento superior al año. Además, el volumen horizontal logrado permitió la colocación del implante con éxito en el 97% de los casos (38). La técnica de ROG con bloque/autógeno del mentón refiere una tasa de supervivencia de los implantes del 100% y los implantes colocados en sitios aumentados con ROG con DBBM tuvieron una tasa de supervivencia del 94% en un período de seguimiento de 1 año (42). Finalmente la ROG/malla evidencia una predictibilidad de un 90% a partir de los 6 meses de la carga protésica y analizando un total de 130 implantes (49).

Una revisión sistemática (40) y tres ECAs (47, 48, 50) no evaluaron predictibilidad.

Autor / Año	Tipo de atrofia	Técnica de aumento (Tipo injerto / origen)	Uso de membrana SI/NO	Ganancia Horizontal (mm)	Ganancia Vertical (mm)	Posicionamiento del implante (meses)	Estabilidad del injerto (%)	Predictibilidad de la técnica (%)
Azambuja Carvalho et al. (2019)	Horizontal	ROG + DBBM	SI	4.4	-	-	-	96
Tara L. Aghaloo et al. (2017)	Horizontal	Bloque/autólogo	NO	3.1	-	4	-	87
Zaki et al. (2017)	Horizontal	Bloque/Autólogo	SI	3.5	-	4	86	-
		Bloque/Autólogo	NO	2.9	-	4	45	-
Waasdorp et al. (2010)	Horizontal y Vertical	Bloque/Alogénico	SI	3.9	3.5	-	-	100
A. Monje et al. (2014)	Horizontal y Vertical	Bloque/Alogénico	NO	4.8	2.0	-	80	95
Starch-Jehnsen et al. (2019)	Horizontal	Bloque/autólogo	SI	-	-	4	-	93
		Cresta dividida	SI	3.4	-	Inmediato	-	100
Ulrike et al. (2014)	Horizontal	ROG: Bloque Autólogo/ DBBM / aloinjerto / Bloque Alogénico	SI	4.3	-	6	84	98
Clementini et al. (2012)	Horizontal y Vertical	ROG	SI	-	-	6	-	81
Marco Rasia et al. (2014)	Horizontal y Vertical	ROG: hueso autólogo particulado/ DBBM/ bloque/autólogo + particulado	SI	4.4	4.9	6	-	90

Tabla 5. Tabla síntesis resultados Revisiones sistemáticas.

Autor / Año	Tipo de atrofia	Técnica de aumento (Tipo injerto / origen)	Uso de membrana SI/NO	Ganancia Horizontal (mm)	Ganancia Vertical (mm)	Posicionamiento del implante (meses)	Estabilidad del injerto (%)	Predictibilidad de la técnica (%)
Atef et al. (2019)	Horizontal	ROG/colágeno + 1:1 particulado autógeno + DBBM	SI	4.0	-	6	92	-
		ROG/malla + 1:1 particulado autógeno + DBBM	SI	3.7	-	6	88	-
R. Freitas et al. (2013)	Horizontal	ROG/malla: RhBMP-2 /ACS	SI	1.5	-	6	100	-
		ROG/malla Injerto autógeno particulado	SI	0.5	-	6	56	-
Sorgi et al. (2011)	Horizontal	Bloque/alogénico	NO	2.2	-	6	-	-
		Bloque/alogénico + MOA	NO	4.6	-	6	-	-
X. Zhao et al. (2019)	Horizontal	Bloque/semicolumnado	SI	3.9	-	4	92	95
		Bloque/rectangular	SI	3.4	-	4	71	71

Tabla 6. Tabla síntesis resultados Ensayos clínicos aleatorizados.

DISCUSIÓN

A partir del análisis de los artículos incluidos en el presente estudio, se puede establecer que todas las técnicas de aumento de reborde evaluadas presentan estabilidad y predictibilidad compatibles con el posicionamiento de implantes dentales, sin embargo, ninguno de ellos analiza la influencia de la capacidad regenerativa y la arquitectura de sitio en sus resultados.

Cabe destacar en primer lugar que solo 3 autores describieron ganancias óseas de tipo vertical, realizadas en todos los casos con técnica de bloque *onlay* (46, 47, 49). Esto puede deberse a que los aumentos óseos verticales son más exigentes desde el punto de vista técnico (39) y a que el número de complicaciones/fracasos son significativas (50); dehiscencia del colgajo, inestabilidad del injerto, exposición de la membrana al medio oral e infección son el motivo principal de fracaso de este tipo de procedimientos (3). El defecto vertical provee de una pared ósea para anclaje y está sometido a cargas masticatorias directas, lo cual podría afectar en la irrigación del injerto y la estabilidad, es por esto que técnicas de distracción, son consideradas como alternativa cuando se requieren aumentos mayores a 3mm de altura con lo cual se busca entregar mayor estabilidad y no interrumpir el suministro sanguíneo (28). Se cree también que el fenotipo gingival debería ser considerado antes de realizar este tipo de técnicas y considerar injertos con alto potencial regenerativo (como bloques autólogos), con el fin de entregar la mayor cantidad de nutrición sanguínea al área injertada, evitar complicaciones por dehiscencia, necrosis y reabsorción posterior (Figura 2).

En cuanto a las técnicas de regeneración ósea, el bloque autólogo *onlay* se considera el *gold standard* para la reparación de defectos óseos severos en el maxilar atrófico; presenta mejor resistencia mecánica cuando se compara con injertos particulados y es el único con capacidad osteogénica (45). Si bien las tasas de éxito de los implantes son de hasta el 87% (39-41, 45, 49), este tipo de biomaterial presenta varios inconvenientes, dentro de ellos la estabilidad del injerto que alcanza los niveles más bajos con un 74%. Se ha visualizado que presentan una rápida reabsorción, que oscila en rangos de un 10 - 49% dentro del primer año

(38, 39, 46) la cual puede ser manejada con el uso de membranas de barrera, alcanzando niveles de estabilidad de hasta un 86% (siempre y cuando se manejen adecuadamente los tejidos blandos y las complicaciones) (40). Por otro lado, la capacidad osteogénica depende de que la manipulación sea rápida y que la fijación en el lecho permita proximidad de suministro vascular, no pudiendo sobrevivir los osteocitos si se encuentran alejados más de 200 μm de un vaso sanguíneo (51). Esto último lo confirma Zhao X. et al (45), demostrando que la estrecha adaptación del injerto influye positivamente en la estabilidad y la predictibilidad de la técnica. No todos los autores especifican las características estructurales de los injertos utilizados ni del lecho receptor (esponjoso, cortico-esponjosos, corticales), lo cual es relevante considerar ya que la capacidad regenerativa de los huesos corticales es menor, porque poseen menor cantidad de células osteogénicas y la difusión de nutrientes y el grado de revascularización también (51).

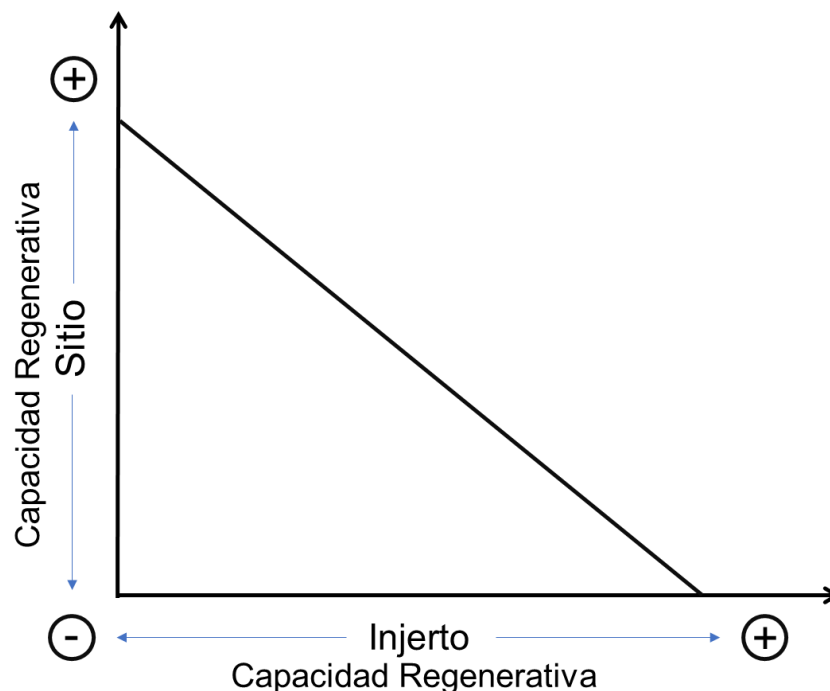


Figura 2. Relación entre la capacidad regenerativa del sitio y del injerto. Indica que, a menor capacidad regenerativa del sitio, mayor debe ser la capacidad regenerativa del injerto y viceversa.

Los aloinjertos presentan una serie de ventajas frente al autólogo, evitan la morbilidad del sitio donante y el compromiso de tejidos sanos del huésped, disponibilidad inmediata, posibilidad de obtener tamaños, formas y cantidad apropiada y almacenamiento durante largos periodos de tiempo. Sin embargo, presentan inconvenientes asociados con la potencial transmisión de enfermedades y respuesta antigénica (52-54); aunque los resultados de un estudio muestran que las evaluaciones histopatológicas revelaron formación y/o depósito de hueso nuevo en el injerto en bloque alogénico sin evidencia de reacción inflamatoria (46), se debe analizar con cautela, ya que de dicho estudio se desconoce el nivel de sesgo. A pesar del reconocido potencial osteoconductor y posible osteoinductivo de un injerto alógeno, no puede ocurrir ningún potencial osteogénico, porque este hueso es acelular (20, 21). Debido a esto, la integración de este tipo de injertos al hueso nativo podría presentar dificultades, por ende, se sugiere utilizar este tipo de técnica en sitios con alto potencial regenerativo y generando condiciones ideales para fomentar la pronta nutrición y sustitución gradual. En la literatura se encuentran indicaciones específicas, dentro de las cuales está que el injerto no debe ser más grueso que el reborde alveolar a tratar y que cuando ese sea el caso, se debe recurrir al *gold standard* (28). En el ECA de Sorgi Da Costa et al (20), se indica que un aspirado de MOA podría aumentar el potencial regenerativo de los injertos óseos alogénicos corticoesponjosos, lo cual posee fundamento en la literatura pues la utilización de células hematopoyéticas frescas provenientes de la médula ósea poseen totipotencialidad, lo cual permite que una vez injertadas estimulen la formación de nuevas células del tejido óseo (55). Se observó en un estudio (47) que la tasa de reabsorción de este tipo de injerto sin utilizar membrana es de un 80% y que cuanto más prolongada era la cicatrización, menos ganancia ósea se apreciaba. Esto se puede explicar por la “Teoría del mecanostato de Frost” (56), la cual indica que la falta de estimulación mecánica sobre el hueso aumenta las tasas de reabsorción como adaptación al desuso (Figura 3). Por lo tanto, se considera relevante evaluar el momento ideal para colocar los implantes después de un injerto en bloque alogénico.

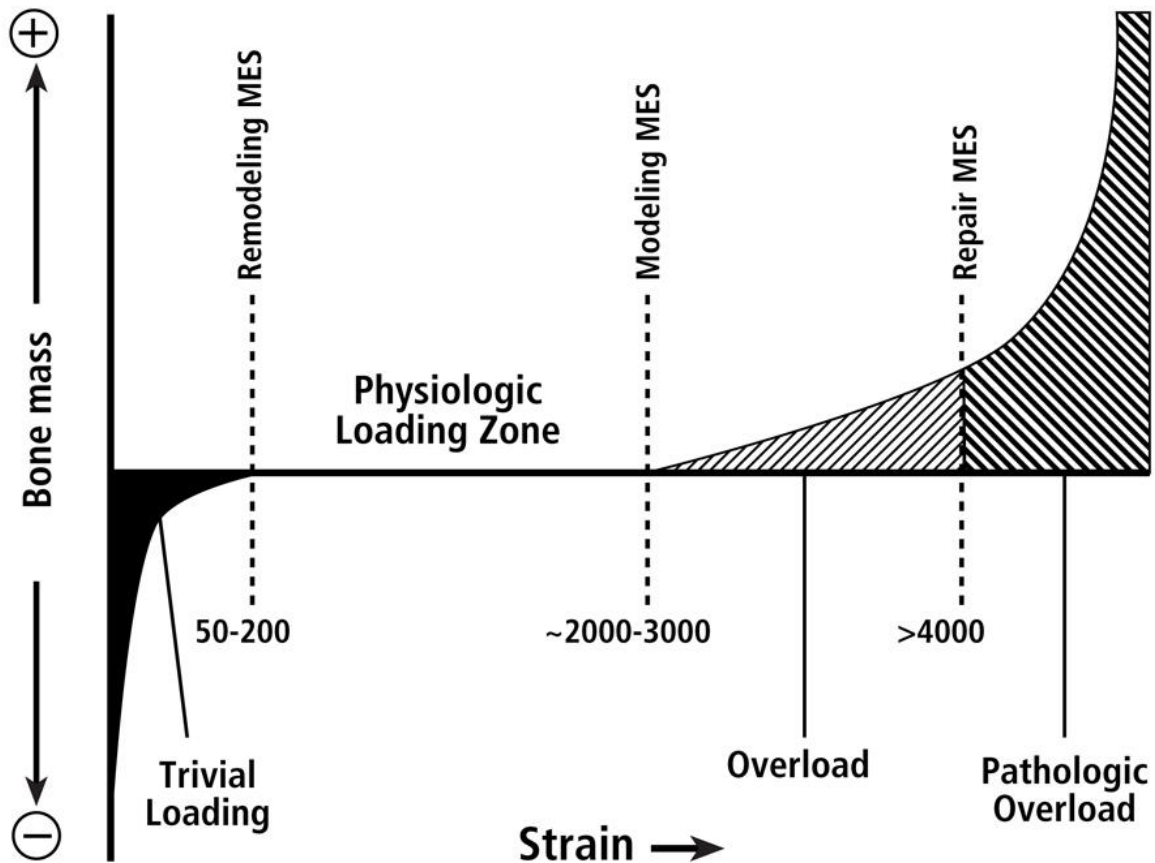


Figura 3. Ventanas de uso mecánico descritas por Frost. Indica que a medida que aumenta la tensión sobre el hueso, aumenta la aposición ósea y que cuando baja la tensión sobre éste se observan fenómenos de reabsorción por remodelación.

En el presente estudio el bloque alogénico registró la mayor ganancia ósea horizontal con un valor de 4.4 mm y una predictibilidad de un 98% ponderado, lo que lo posiciona como una excelente opción para el aumento horizontal de rebordes maxilares atróficos. Queda por determinar la arquitectura de los sitios injertados, ya que ésta podría tener relación con sus prometedores resultados.

Otra de las técnicas evaluadas en esta revisión, es la cresta dividida con posicionamiento inmediato de implantes. A diferencia del *gold standard*, evita la extracción de hueso y disminuye la duración del tratamiento. Un estudio evaluó esta técnica e indica una predictibilidad de un 100% y aumentos horizontales de 3.4mm ponderados. Sin embargo, las deficiencias alveolares graves con ausencia de esponjoso impiden su uso ya que la presencia de dicho hueso es obligatoria para la introducción de instrumentos y garantizar el suministro de sangre suficiente para la

fase de cicatrización. Se estima que la técnica de cresta dividida requiere un ancho horizontal mínimo de 3 mm (1 mm de cortical vestibular, 1 mm de cortical palatina/lingual y 1 mm de hueso medular) (57), mientras que los injertos en bloque autógenos pueden utilizarse con reabsorciones más severas (41). Así, basado en la evidencia, se podría considerar que la técnica de cresta dividida por sí sola, no permite aumentos verticales y es más predecible para el maxilar que para la mandíbula, debido a las placas corticales más delgadas y al hueso medular más flexible (58).

La ROG fue otra de las técnicas evaluadas en esta revisión, siendo considerada uno de los métodos más comunes, predecibles y exitosos para el tratamiento de defectos óseos horizontales (43). El aumento vertical fue evaluado por un estudio (49) y se obtuvieron ganancias de 4.9 mm. En ese caso se utilizó malla de titanio como refuerzo, que de acuerdo con la evidencia crea un contorno estable apropiado en el área edéntula y permiten un buen aporte sanguíneo y el intercambio metabólico al hueso injertado y el hueso subyacente, durante los 6 meses de cicatrización e integración ósea (59). Al realizar ROG con DBBM, este proporcionó adecuada ganancia y alta tasa de éxito en la colocación de implantes; además se indicó que podría retardar la reabsorción del hueso autógeno particulado cuando se usa en forma combinada (38). Esto último debido a que el hueso autógeno junto con DBBM, logra combinar las propiedades biológicas de los autoinjertos con la lenta reabsorción de los DBBM. La literatura indica que se observan partículas de este biomaterial hasta tres años después de la intervención quirúrgica (51). Se cree que esta capacidad mantiene el volumen del injerto estable, mientras se realiza la sustitución por hueso lentamente. Otra ventaja del DBBM es que su uso limita la cantidad de hueso autógeno recolectado necesario (43).

La técnica ROG/malla con RhBMP-2 / ACS al compararla con ROG/malla con autólogo particulado, presentó mayor ganancia ósea horizontal (+1mm) y mayor estabilidad (100% vs 56%), siendo esto último la diferencia más relevante (44). La proteína rhBMP-2 presenta propiedades osteoinductivas, osteoconductoras y osteogénicas siendo una buena alternativa en reconstrucción ósea(60). Sin embargo, el costo puede limitar el uso de RhBMP-2 en el ámbito clínico (28), aunque

algunos autores indican que el empleo de RhBMP-2 es una opción rentable tanto en aspectos biológicos como económicos (60). En el ECA de Atef et al. (43), se realizó una mezcla de 1:1 de injerto autógeno con DBBM y sólo se cambió el tipo de membrana a utilizar; el grupo ROG/colágeno obtuvo una ganancia horizontal superior al grupo ROG/malla (4.0 vs 3.7 mm). Esto puede deberse a que la técnica ROG/malla es más sensible en comparación con la ROG/ colágeno, ya que presentan un 35% de probabilidad de exposición de la malla además de la dificultad existente, durante la extracción de la malla de titanio en una segunda etapa quirúrgica. Esto sugiere una limitación en el uso de malla de titanio cuando se realice aumento del reborde maxilar anterior (43).

Del presente estudio surge un árbol de toma de decisiones (Figura 4), con el fin de orientar al profesional en la elección de la técnica de regeneración ósea adecuada según las necesidades de caso clínico y finalmente, los autores del presente estudio sugieren otro árbol (Figura 5) que incluye variables que podrían ser consideradas en investigaciones futuras, con el fin de orientar al profesional en la elección de la técnica más predecible y estable según la capacidad regenerativa y arquitectura de sitio del maxilar anterior.

En cuanto al análisis de la calidad de los artículos seleccionados y el riesgo de sesgo, un estudio presentó bajo riesgo (38), otro riesgo moderado (40), el estudio de Starch- Jehnsen (41) presentó un alto riesgo de sesgo y nueve estudios no lo evaluaron (20, 39, 42-49). Dos artículos realizaron la evaluación de la calidad de PRISMA del sesgo en sus artículos seleccionados (38, 39). Ninguna de las revisiones sistemáticas incluidas en este estudio realizó un metaanálisis debido a la variabilidad y falta de estandarización de los datos. El nivel de evidencia de los estudios incluidos en esta revisión de la literatura fue adecuado (medio-alto).

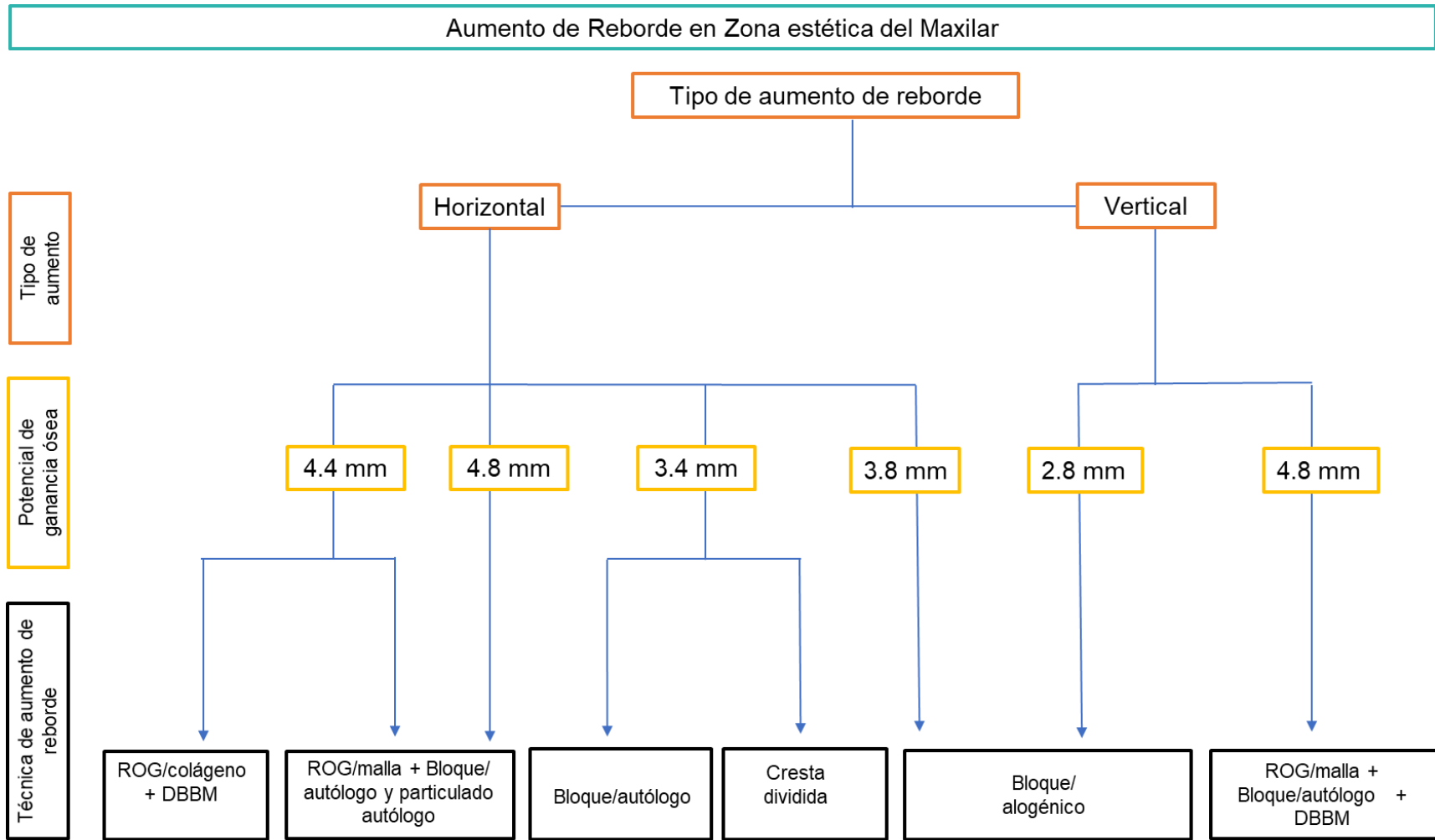


Figura 4. Árbol de toma de decisiones según evidencia recolectada en el presente estudio. En color naranja el tipo de aumento (vertical/horizontal), en amarillo la ganancia ósea esperada (en mm) y en negro las técnicas evaluadas en el presente estudio.

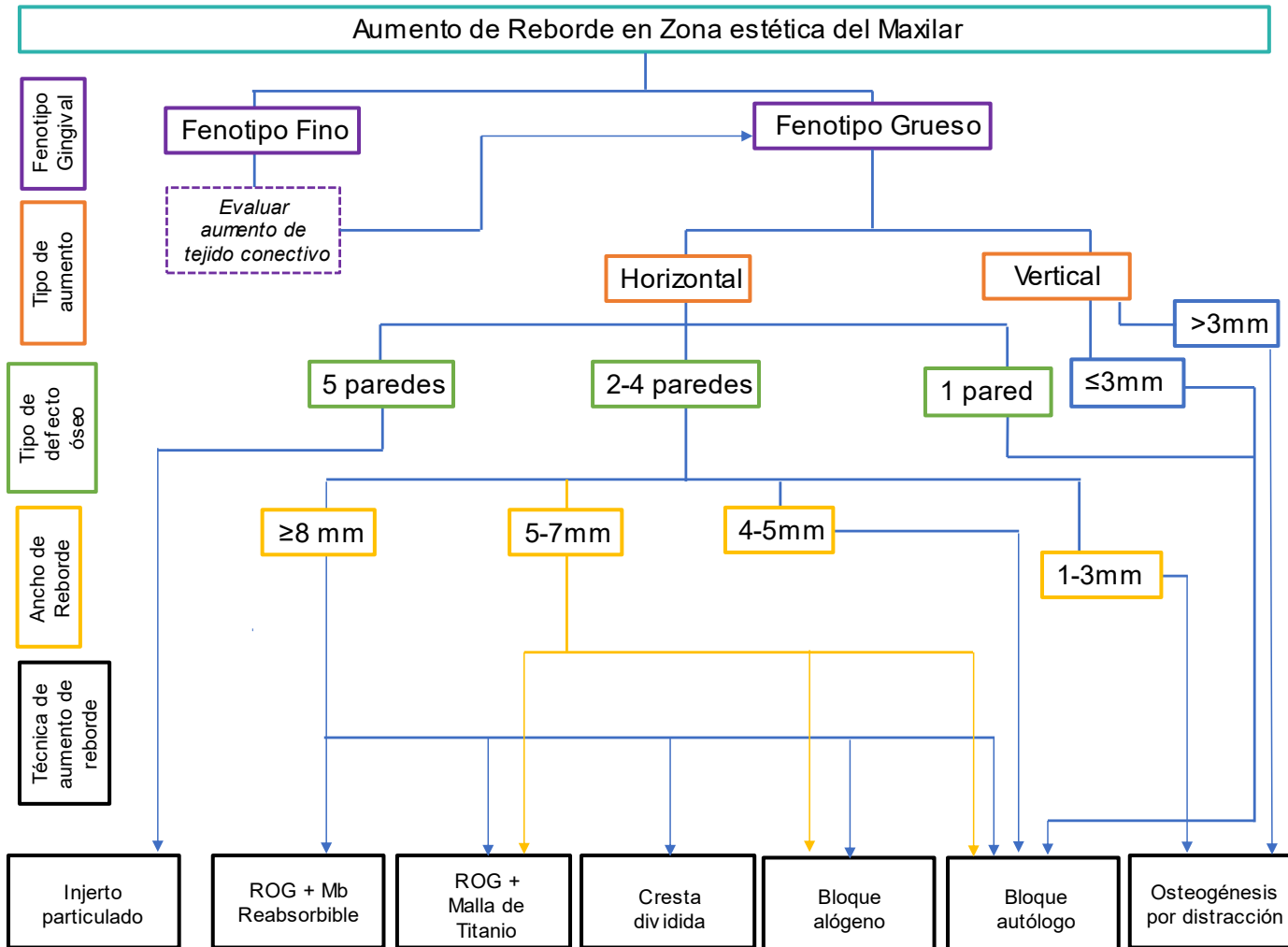


Figura 5. Árbol de toma de decisiones con variables propuestas a considerar en investigaciones futuras. En morado fenotipo gingival (fino/grueso), en naranja tipo de aumento (horizontal/vertical), en verde arquitectura del defecto óseo (1-5 paredes), en amarillo ancho de reborde residual inicial, en negro técnicas de aumento de reborde.

CONCLUSIONES

Dentro de las limitaciones de esta revisión, se puede concluir que el uso de injertos óseos son una alternativa confiable para aumentar la zona estética maxilar atrófico, con altos índices de estabilidad y predictibilidad. Debido a la heterogeneidad entre los estudios seleccionados y la limitación del tamaño de la muestra, los resultados de este estudio deben interpretarse con cautela.

Una problemática importante para la implantología en la actualidad es el aumento de reborde en sentido vertical, por ende, se sugiere mayor cantidad de estudios asociados a este tipo de técnica.

Se recomiendan investigaciones futuras que incluyan dentro de las variables estudiadas, la capacidad regenerativa del sitio y del injerto, así como también la descripción de la arquitectura de sitio

Se recomienda por lo tanto elegir la técnica de regeneración ósea, evaluando la mayor cantidad de factores posibles y teniendo muy presente la capacidad regenerativa del sitio (arquitectura, vasos sanguíneos y células), ya que esto nos brindará la guía para poder tomar la mejor decisión y obtener resultados predecibles y estables en el tiempo.

BIBLIOGRAFIA

1. Benic GI, Hämmerle CH. Horizontal bone augmentation by means of guided bone regeneration. *Periodontol 2000*. 2014;66(1):13-40.
2. Mariano Sanz and Fabio V. Key aspects on the use of bone substitutes for bone regeneration of edentulous ridges. *Dental Materials*. 2015;31(6):640-7.
3. Rocchietta I, Fontana F, Simion M. Clinical outcomes of vertical bone augmentation to enable dental implant placement: a systematic review. *J Clin Periodontol*. 2008;35(8 Suppl):203-15.
4. Donos N, Mardas N, Chadha V. Clinical outcomes of implants following lateral bone augmentation: systematic assessment of available options (barrier membranes, bone grafts, split osteotomy). *J Clin Periodontol*. 2008;35(8 Suppl):173-202.
5. Sanz-Sánchez I, Ortiz-Vigón A, Sanz-Martín I, Figuero E, Sanz M. Effectiveness of Lateral Bone Augmentation on the Alveolar Crest Dimension: A Systematic Review and Meta-analysis. *J Dent Res*. 2015;94(9 Suppl):128S-42S.
6. Ortiz-Vigón A, Suarez I, Martínez-Villa S, Sanz-Martín I, Bollain J, Sanz M. Safety and performance of a novel collagenated xenogeneic bone block for lateral alveolar crest augmentation for staged implant placement. *Clin Oral Implants Res*. 2018;29(1):36-45.
7. Elnayef B, Porta C, Suárez-López Del Amo F, Mordini L, Gargallo-Albiol J, Hernández-Alfaro F. The Fate of Lateral Ridge Augmentation: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2018;33(3):622-35.
8. Naenni N, Lim HC, Papageorgiou SN, Hämmerle CHF. Efficacy of lateral bone augmentation prior to implant placement: A systematic review and meta-analysis. *J Clin Periodontol*. 2019;46 Suppl 21:287-306.
9. Thoma DS, Bienz SP, Figuero E, Jung RE, Sanz-Martín I. Efficacy of lateral bone augmentation performed simultaneously with dental implant placement: A systematic review and meta-analysis. *J Clin Periodontol*. 2019;46 Suppl 21:257-76.
10. Cordaro L, Amadé DS, Cordaro M. Clinical results of alveolar ridge augmentation with mandibular block bone grafts in partially edentulous patients prior to implant placement. *Clin Oral Implants Res*. 2002;13(1):103-11.
11. McAllister BS, Haghghat K. Bone augmentation techniques. *J Periodontol*. 2007;78(3):377-96.
12. Khan SN, Cammisa FP, Sandhu HS, Diwan AD, Girardi FP, Lane JM. The biology of bone grafting. *J Am Acad Orthop Surg*. 2005;13(1):77-86.
13. Cordaro L, Torsello F, Morcavallo S, di Torresanto VM. Effect of bovine bone and collagen membranes on healing of mandibular bone blocks: a prospective randomized controlled study. *Clin Oral Implants Res*. 2011;22(10):1145-50.
14. Nkenke E, Neukam FW. Autogenous bone harvesting and grafting in advanced jaw resorption: morbidity, resorption and implant survival. *Eur J Oral Implantol*. 2014;7 Suppl 2:S203-17.
15. von Arx T, Häfliger J, Chappuis V. Neurosensory disturbances following bone harvesting in the symphysis: a prospective clinical study. *Clin Oral Implants Res*. 2005;16(4):432-9.

16. Cremonini CC, Dumas M, Pannuti C, Lima LA, Cavalcanti MG. Assessment of the availability of bone volume for grafting in the donor retromolar region using computed tomography: a pilot study. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2010;25(2):374-8.
17. Acocella A, Bertolai R, Ellis E, Nissan J, Sacco R. Maxillary alveolar ridge reconstruction with monocortical fresh-frozen bone blocks: a clinical, histological and histomorphometric study. *J Craniomaxillofac Surg.* 2012;40(6):525-33.
18. Contar CM, Sarot JR, Bordini J, Galvão GH, Nicolau GV, Machado MA. Maxillary ridge augmentation with fresh-frozen bone allografts. *J Oral Maxillofac Surg.* 2009;67(6):1280-5.
19. Nissan J, Marilena V, Gross O, Mardinger O, Chaushu G. Histomorphometric analysis following augmentation of the anterior atrophic maxilla with cancellous bone block allograft. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2012;27(1):84-9.
20. da Costa CE, Pelegrine AA, Fagundes DJ, Simoes MeJ, Taha MO. Use of corticocancellous allogeneic bone blocks impregnated with bone marrow aspirate: a clinical, tomographic, and histomorphometric study. *Gen Dent.* 2011;59(5):e200-5.
21. Perrott DH, Smith RA, Kaban LB. The use of fresh frozen allogeneic bone for maxillary and mandibular reconstruction. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 1992;21(5):260-5.
22. Liu J, Kerns DG. Mechanisms of guided bone regeneration: a review. *Open Dent J.* 2014;8:56-65.
23. Chiapasco M, Colletti G, Coggiola A, Di Martino G, Anello T, Romeo E. Clinical outcome of the use of fresh frozen allogeneic bone grafts for the reconstruction of severely resorbed alveolar ridges: preliminary results of a prospective study. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2015;30(2):450-60.
24. Zamborsky R, Svec A, Bohac M, Kilian M, Kokavec M. Infection in Bone Allograft Transplants. *Exp Clin Transplant.* 2016;14(5):484-90.
25. Buser D, Dula K, Belser UC, Hirt HP, Berthold H. Localized ridge augmentation using guided bone regeneration. II. Surgical procedure in the mandible. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 1995;15(1):10-29.
26. Mechery R, Thiruvalluvan N, Sreehari AK. Ridge split and implant placement in deficient alveolar ridge: Case report and an update. *Contemp Clin Dent.* 2015;6(1):94-7.
27. Falcón B. Manejo de la cresta maxilar atrófica con la técnica de Ridge Split. 2018;21:23-9.
28. Harpenau LA. *Periodoncia e implantología dental de Hall. Toma de decisiones.* edición P, editor. México DF: Editorial El Manual Moderno; 2014.
29. Dahlin C, Linde A, Gottlow J, Nyman S. Healing of bone defects by guided tissue regeneration. *Plast Reconstr Surg.* 1988;81(5):672-6.
30. Buser D, Brägger U, Lang NP, Nyman S. Regeneration and enlargement of jaw bone using guided tissue regeneration. *Clin Oral Implants Res.* 1990;1(1):22-32.
31. Linde A, Thorén C, Dahlin C, Sandberg E. Creation of new bone by an osteopromotive membrane technique: an experimental study in rats. *J Oral Maxillofac Surg.* 1993;51(8):892-7.
32. Schenk RK, Buser D, Hardwick WR, Dahlin C. Healing pattern of bone regeneration in membrane-protected defects: a histologic study in the canine mandible. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 1994;9(1):13-29.

33. Dinatale E GE. Regeneración osea guiada (GBR). Revisión de la literatura. *Acta odontol venez.* 2008;46 (4):554-61.
34. Merli M, Moscatelli M, Mariotti G, Rotundo R, Bernardelli F, Nieri M. Bone level variation after vertical ridge augmentation: resorbable barriers versus titanium-reinforced barriers. A 6-year double-blind randomized clinical trial. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2014;29(4):905-13.
35. Simion M, Jovanovic SA, Tinti C, Benfenati SP. Long-term evaluation of osseointegrated implants inserted at the time or after vertical ridge augmentation. A retrospective study on 123 implants with 1-5 year follow-up. *Clin Oral Implants Res.* 2001;12(1):35-45.
36. E. MC. *Implantología contemporánea.* Elsevier Health Sciences Spain ed. Spain EHS, editor. Barcelona2009.
37. Li Z, Li ZB. Repair of mandible defect with tissue engineering bone in rabbits. *ANZ J Surg.* 2005;75(11):1017-21.
38. de Azambuja Carvalho PH, Dos Santos Trento G, Moura LB, Cunha G, Gabrielli MAC, Pereira-Filho VA. Horizontal ridge augmentation using xenogenous bone graft-systematic review. *Oral Maxillofac Surg.* 2019;23(3):271-9.
39. Aghaloo TL, Misch C, Lin GH, Iacono VJ, Wang HL. Bone Augmentation of the Edentulous Maxilla for Implant Placement: A Systematic Review. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2016;31 Suppl:s19-30.
40. Zaki J, Alnawawy M, Yussif N, Elkhadem A. The Effect of Membrane Coverage on the Resorption of Autogenous Intraoral Block Grafts in Horizontal Ridge Augmentation: A Systematic Review of Literature and Meta-Analysis: Inevitability or an Iatrogenic Vulnerability? *J Evid Based Dent Pract.* 2018;18(4):275-89.
41. Starch-Jensen T, Becktor JP. Maxillary Alveolar Ridge Expansion with Split-Crest Technique Compared with Lateral Ridge Augmentation with Autogenous Bone Block Graft: a Systematic Review. *J Oral Maxillofac Res.* 2019;10(4):e2.
42. Kuchler U, von Arx T. Horizontal ridge augmentation in conjunction with or prior to implant placement in the anterior maxilla: a systematic review. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2014;29 Suppl:14-24.
43. Atef M, Tarek A, Shaheen M, Alarawi RM, Askar N. Horizontal ridge augmentation using native collagen membrane vs titanium mesh in atrophic maxillary ridges: Randomized clinical trial. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2020;22(2):156-66.
44. de Freitas RM, Susin C, Spin-Neto R, Marcantonio C, Wikesjö UM, Pereira LA, et al. Horizontal ridge augmentation of the atrophic anterior maxilla using rhBMP-2/ACS or autogenous bone grafts: a proof-of-concept randomized clinical trial. *J Clin Periodontol.* 2013;40(10):968-75.
45. Zhao X, Zou L, Chen Y, Tang Z. Staged horizontal bone augmentation for dental implants in aesthetic zones: A prospective randomized controlled clinical trial comparing a half-columnar bone block harvested from the ramus versus a rectangular bone block from the symphysis. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2020;49(10):1326-34.
46. Waasdorp J, Reynolds MA. Allogeneic bone onlay grafts for alveolar ridge augmentation: a systematic review. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2010;25(3):525-31.

47. Monje A, Pikos MA, Chan HL, Suarez F, Gargallo-Albiol J, Hernández-Alfaro F, et al. On the feasibility of utilizing allogeneic bone blocks for atrophic maxillary augmentation. *Biomed Res Int*. 2014;2014:814578.
48. Clementini M, Morlupi A, Canullo L, Agrestini C, Barlattani A. Success rate of dental implants inserted in horizontal and vertical guided bone regenerated areas: a systematic review. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2012;41(7):847-52.
49. Rasia-dal Polo M, Poli PP, Rancitelli D, Beretta M, Maiorana C. Alveolar ridge reconstruction with titanium meshes: a systematic review of the literature. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*. 2014;19(6):e639-46.
50. Esposito M, Grusovin MG, Achille H, Coulthard P, Worthington HV. Interventions for replacing missing teeth: different times for loading dental implants. *Cochrane Database Syst Rev*. 2009(1):CD003878.
51. Martínez Álvarez O, Barone A, Covani U, Fernández Ruíz A, Jiménez Guerra A, Monsalve Guil L, et al. Injertos óseos y biomateriales en implantología oral. *Avances en Odontoestomatología*. 2018;34:111-9.
52. Peleg M, Sawatari Y, Marx RN, Santoro J, Cohen J, Bejarano P, et al. Use of corticocancellous allogeneic bone blocks for augmentation of alveolar bone defects. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2010;25(1):153-62.
53. Stacchi C, Orsini G, Di Iorio D, Breschi L, Di Lenarda R. Clinical, histologic, and histomorphometric analyses of regenerated bone in maxillary sinus augmentation using fresh frozen human bone allografts. *J Periodontol*. 2008;79(9):1789-96.
54. Nissan J, Romanos GE, Mardinger O, Chaushu G. Immediate nonfunctional loading of single-tooth implants in the anterior maxilla following augmentation with freeze-dried cancellous block allograft: a case series. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2008;23(4):709-16.
55. Reyna Olivera G SJI, Regalado Cruz R. Aplicación de médula ósea autóloga en retardos de consolidación y pseudoartrosis postraumática. *Acta Ortopédica Mexicana*. 2005;19(6):248-51.
56. Frost HM. Wolff's Law and bone's structural adaptations to mechanical usage: an overview for clinicians. *Angle Orthod*. 1994;64(3):175-88.
57. Gómez TD GN, Nieves RB. Expansión de cresta maxilar y regeneración ósea guiada para la colocación de implantes. *Rev Mex Periodontol*. 2017. p. 11-5.
58. Summers RB. The osteotome technique: Part 4--Future site development. *Compend Contin Educ Dent*. 1995;16(11):1090, 2 passim; 4-6, 8, quiz 9.
59. Soria Pérez DA, Higashida Guerrero Carolina. Aumento de reborde con mallas de titanio para la rehabilitación con implantes utilizando un modelo estereolitográfico. *Rev Odont Mex*. 2012;16(2):131-7.
60. Uribe Francisca CM, Alister Juan Pablo, Vilos Cristián, Fariña Rodrigo, Olate Sergio. Proteína Morfogenética Ósea y su Opción como Tratamiento de la Fisura Alveolar. *Int J Morphol* 2017 35(1):310-8.