



**Universidad
Europea** VALENCIA

Grado en ODONTOLOGÍA

Trabajo Fin de Grado

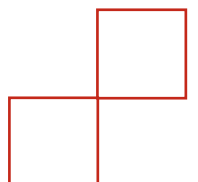
Curso 2024-25

**TASA DE PERIIMPLANTITIS Y MUCOSITIS EN PACIENTES
CON IMPLANTES DENTALES DE TITANIO COLOCADOS EN
HUESO REGENERADO CON XENOINJERTOS: UNA
REVISIÓN SISTEMÁTICA**

Presentado por: Nicolò Sandrone

Tutor: Ana Rosa Lairón Peris

Campus de Valencia
Paseo de la Alameda, 7
46010 Valencia
universidadeuropea.com



AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a mi tutora, la Dra. Ana Rosa Lairón Peris, por su disponibilidad y buen trato durante este trabajo. Aunque nos conocimos en la recta final del grado, supo orientarme de forma clara y sencilla, justo cuando necesitaba centrar ideas y acabar el proyecto con orden. Le agradezco mucho su apoyo y el respeto con el que me acompañó en este proceso.

Quiero agradecer profundamente a mis padres, Claudio y Sabrina, que aunque han estado lejos físicamente durante estos seis años, nunca dejaron de estar presentes. Su confianza en mí, incluso en la distancia, ha sido una fuente constante de fuerza. Siempre han creído en mi capacidad para llegar hasta aquí, y saber que contaba con su apoyo me ha acompañado en cada paso de este camino.

Quiero agradecer también a mi hermano Jacopo. Aunque en estos años nos hemos perdido un poco, y cada uno ha seguido su camino, siempre ha estado en mi corazón. Ahora que volvimos a compartir casa, aunque sea por poco tiempo, valoro mucho tenerlo cerca otra vez. Solo quiero que sepa que le quiero mucho, pase lo que pase, siempre podrá contar conmigo.

A Verna, Lore, Lollo y Cri... con cada uno tengo una historia distinta, y todas me acompañan desde hace muchos años. Aunque a veces estemos en fases diferentes o hablemos menos, cada vez que nos reencontramos todo fluye como siempre. Me hace bien saber que seguimos ahí, sin grandes explicaciones ni dramas. Todo eso vale oro.

A todos, gracias de corazón por haber estado cerca, por acompañarme y por creer en mí incluso cuando yo dudaba. Dentro de este trabajo hay un pedazo de cada uno de vosotros.

ÍNDICE

1.	RESUMEN	1
2.	ABSTRACT	3
3.	PALABRAS CLAVES	5
4.	INTRODUCCIÓN	7
4.1.	Generalidades	7
4.2.	Clasificación del alvéolo post-extracción	8
4.3.	Clasificación de los defectos óseos	10
4.4.	Regeneración ósea en implantología	11
4.5.	Tipos de injertos	12
4.6.	Xenoinjertos	13
4.7.	Tipos de implantes según material de fabricación	13
4.8.	Implantes de Titanio (Ti)	14
4.9.	Osteointegración	14
4.10.	Complicaciones biológicas de los tejidos periimplantarios: periimplantitis y mucositis periimplantaria.	15
4.11.	Perdida ósea marginal (MBL) en el tejido periimplantario	16
4.12.	Supervivencia y éxito del implante	17
5.	JUSTIFICACIÓN E HIPÓTESIS	21
5.1.	Justificación	21
5.2.	Justificación ODS	22
5.3.	Hipótesis	22
6.	OBJETIVOS	23
7.	MATERIAL Y MÉTODO	25
7.1.	Identificación de la pregunta PICO	25
7.2.	Criterios de elegibilidad	25
7.3.	Fuentes de información y estrategia de la búsqueda de datos.	26
7.4.	Proceso de selección de los estudios	28
7.5.	Extracción de datos	29
7.6.	Valoración de la calidad	31
7.7.	Síntesis de datos	32
8.	RESULTADOS	35
8.1.	Selección de estudios. Flow Chart.	35
8.2.	Análisis de las características de los estudios revisados	38

8.3.	Evaluación de la calidad metodológica y riesgo de sesgo	41
8.4.	Síntesis de los resultados	45
8.4.1.	Tasa de mucositis periimplantaria y periimplantitis.....	45
8.4.2	Perdida ósea marginal	48
8.4.3	Tasa de supervivencia.....	50
8.4.4.	Resultados cuantitativos agregados	51
9.	DISCUSIÓN	53
9.1.	Tasa de mucositis periimplantaria y periimplantitis	53
9.2.	Perdida ósea marginal (MBL).....	55
9.3.	Tasa de supervivencia.....	55
9.4.	Limitaciones y nuevas líneas de investigación	56
10.	CONCLUSIONES	61
11.	BIBLIOGRAFÍA	63
12.	ANEXOS	71
12.1.	Tablas	71
12.2.	Abreviaturas.....	81
12.3.	Declaración detallada de uso de IA	82

1. RESUMEN

Introducción: La pérdida dental causa reabsorción ósea, afectando la morfología y estabilidad del hueso alveolar. La implantología permite reponer las piezas perdidas, pero en casos con volumen óseo insuficiente se ha de recurrir a técnicas como injertos óseos y Regeneración Ósea Guiada (ROG) previamente a la colocación de implantes. Factores como la anatomía, salud periodontal y técnicas quirúrgicas influyen en la regeneración ósea. Aunque los implantes de titanio muestran una alta supervivencia, pueden presentar complicaciones periimplantarias. El objetivo de este estudio fue analizar la tasa de periimplantitis y mucositis, pérdida ósea marginal y supervivencia de implantes de titanio colocados en hueso regenerado con xenoinjertos, evaluando su viabilidad y seguridad.

Material y método: Se realizó una búsqueda electrónica, siguiendo la guía PRISMA, en las bases de datos PubMed, Scopus y Web of Science, sobre implantes de titanio en hueso regenerado con xenoinjertos, evaluando periimplantitis, mucositis, pérdida ósea marginal y supervivencia, incluyendo artículos publicados entre 2015 y abril de 2025.

Resultados: De un total de 516 estudios identificados, 12 cumplieron con los criterios de inclusión. Todos los estudios evaluaron implantes de titanio colocados en zonas regeneradas con xenoinjertos. Del análisis cuantitativo de los estudios incluidos se obtuvo una tasa media de periimplantitis del 4,31% (DE: 5,33%) y de mucositis del 24,24% (DE: 13,25%). En cuanto a la pérdida ósea marginal, las medias fueron: MBL 0,71 mm (DE: 1,10 mm), dMBL 0,75 mm (DE: 1,05 mm) y mMBL 0,67 mm (DE: 1,16 mm). La tasa de supervivencia media de los implantes fue del 97,97% (DE: 1,57%).

Discusión y conclusión: A pesar de las limitaciones, los implantes de titanio colocados sobre zonas regeneradas con xenoinjertos muestran un buen comportamiento clínico, sin aumentar el riesgo de complicaciones biológicas. La técnica es eficaz y predecible, aunque se requieren estudios más estandarizados y con mayor seguimiento.

2. ABSTRACT

Introduction: Tooth loss leads to bone resorption, affecting the morphology and stability of the alveolar bone. Implantology enables the replacement of missing teeth; however, in cases with insufficient bone volume, techniques such as bone grafts and Guided Bone Regeneration (GBR) must be employed prior to implant placement. Factors such as anatomy, periodontal health, and surgical techniques influence bone regeneration. Although titanium implants show high survival rates, they may present peri-implant complications. The aim of this study was to analyze the rate of peri-implantitis, peri-implant mucositis, marginal bone loss, and the survival rate of titanium implants placed in regenerated bone using xenografts, evaluating their viability and safety.

Material and Methods: An electronic search was conducted following the PRISMA guidelines in the PubMed, Scopus, and Web of Science databases on titanium implants in bone regenerated with xenografts, evaluating peri-implantitis, mucositis, marginal bone loss, and survival, including studies published between 2015 and April 2025.

Results: Out of a total of 516 studies identified, 12 met the inclusion criteria. All studies evaluated titanium implants placed in areas regenerated with xenografts. Quantitative analysis of the included studies yielded a mean peri-implantitis rate of 4.31% (SD: 5.33%) and a mucositis rate of 24.24% (SD: 13.25%). Regarding marginal bone loss, the mean values were: MBL 0.71 mm (SD: 1.10 mm), dMBL 0.75 mm (SD: 1.05 mm), and mMBL 0.67 mm (SD: 1.16 mm). The mean implant survival rate was 97.97% (SD: 1.57%).

Discussion and Conclusion: Despite its limitations, titanium implants placed in areas regenerated with xenografts demonstrate favorable clinical performance, without increasing the risk of biological complications. The technique is effective and predictable, although more standardized studies with longer follow-up periods are needed.

3. PALABRAS CLAVES

- I. Dental implants
- II. Titanium dental implants
- III. Bone graft
- IV. Bone regeneration
- V. Augmented site
- VI. Xenograft
- VII. Peri-implantitis
- VIII. Mucositis

4. INTRODUCCIÓN

4.1. Generalidades

La pérdida dentaria es un fenómeno ampliamente documentado que conlleva una reabsorción ósea progresiva, resultando en una reducción significativa del volumen del hueso alveolar en sus tres dimensiones espaciales, induciendo modificaciones morfológicas y topográficas tanto en los tejidos duros como en los blandos (1–4). Los cambios dimensionales del reborde alveolar posteriores a la extracción dental están influenciados por múltiples factores, entre los que se incluyen la ubicación del diente extraído, la morfología del alveolo, el grosor de la pared ósea, el estado periodontal, las condiciones sistémicas del paciente y las técnicas quirúrgicas utilizadas (5,6).

Diferentes estudios clínicos han evaluado las variaciones en la altura ósea vertical en las regiones bucal y palatina/lingual antes y después de la extracción dental. Los hallazgos indican que, tras un período de cicatrización de entre 3 y 7 meses, la reabsorción ósea en la zona bucal puede oscilar entre 0,9 y 3,6 mm, mientras que en la zona palatina/lingual la reducción varía entre 0,4 y 3,0 mm (4,7). En respuesta a esta problemática, los implantes dentales han revolucionado la práctica odontológica, proporcionando una alternativa predecible y duradera para la rehabilitación de la pérdida dentaria (8). Los avances en esta tecnología han permitido no solo contrarrestar los efectos de la reabsorción ósea y restablecer la función masticatoria, sino también optimizar la estética dental, favoreciendo la armonía facial y la autoconfianza del paciente (9).

Según el estudio de Wessing y cols. (2018) (10), a pesar de los avances en implantología y el desarrollo de materiales y técnicas dirigidas a minimizar la necesidad de regeneración del reborde alveolar, aún existen situaciones en las que esta es imprescindible.

Para abordar dicha limitación, se han desarrollado diversas estrategias de reconstrucción ósea, tales como los injertos óseos, la distracción alveolar y la regeneración ósea guiada (ROG), cuyo objetivo es restituir el volumen óseo perdido, favorecer una óptima integración del implante y garantizar su estabilidad bajo carga funcional (11). La necesidad de estas técnicas se vuelve especialmente relevante en casos donde el volumen óseo, ya sea horizontal o vertical, es insuficiente, y las

alternativas convencionales no logran resultados estéticos o funcionales satisfactorios (10,11).

Según la revisión sistemática realizada por Aloy-Prósper y cols. (2022) (12) los injertos óseos constituyen una estrategia fundamental para corregir deficiencias en la relación maxilo-mandibular y facilitarían la colocación de implantes en una posición óptima, tanto funcional como estética, mejorando la estabilidad a largo plazo y favoreciendo la integración con los tejidos circundante.

4.2. Clasificación del alvéolo post-extracción

Las clasificaciones de los alveolos post-extracción surgen como herramientas esenciales para evaluar la cantidad y calidad de los tejidos duros y blandos remanentes tras la exodoncia. Su aplicación permite seleccionar el abordaje terapéutico más adecuado, optimizando los resultados funcionales y estéticos en la rehabilitación mediante implantes dentales (13). La clasificación adoptada corresponde a la propuesta de Jung-Ju Kim y cols. (2021) (14).

Tipo I

El alvéolo tipo I es un defecto de cuatro paredes sin reabsorción ósea en sus límites. Antes de la extracción del diente, los tejidos blandos marginales mantienen su posición fisiológica a nivel de la unión cemento-esmalte, sin evidencia de recesión gingival. En caso de existir procesos patológicos, estos están limitados a la región apical de la raíz y no provocan inflamación clínicamente detectable en los tejidos marginales. Este tipo de alvéolo presenta el mayor potencial de regeneración ósea y la mayor previsibilidad del tratamiento en comparación con los demás tipos de alvéolos comprometidos (14).

Tipo II

El alvéolo tipo II es un defecto de tres paredes, donde se observa reabsorción ósea en la tabla vestibular o en la tabla palatina/lingual, pero sin recesión de los tejidos blandos marginales. El nivel de daño óseo varía desde la mitad hasta la totalidad de la altura de la pared vestibular o palatina/lingual. Sin embargo, la posición fisiológica de los tejidos blandos marginales se mantiene, lo que favorece la posibilidad de reconstrucción del reborde alveolar (14).

Tipo III

En los alvéolos tipo III, la configuración del defecto óseo y la patología subyacente son idénticas a las del tipo II, pero con la diferencia de que se observa recesión de los tejidos blandos. Esta característica limita la posibilidad de procedimientos de aumento óseo, reduciendo tanto el potencial de regeneración ósea como la previsibilidad del tratamiento, en comparación con el tipo II (14).

Tipo IV

El alvéolo tipo IV se caracteriza por una destrucción ósea severa, que afecta tanto la tabla vestibular como la palatina/lingual, sin evidencia de recesión de los tejidos blandos marginales. Dependiendo del nivel de reabsorción ósea en ambas tablas, se pueden distinguir dos subtipos (14):

- Tipo IV-A: Menos del 50 % de la tabla vestibular y palatina/lingual están afectadas. Aunque la morfología del alvéolo corresponde a un defecto de cuatro paredes, la parte cervical de las tablas vestibular y palatina/lingual está compuesta únicamente de tejido blando. El daño óseo en ambas tablas reduce el potencial regenerativo, y la previsibilidad del tratamiento para la reconstrucción del reborde alveolar es baja
- Tipo IV-B: Este subtipo representa la forma más grave de destrucción ósea entre los diferentes tipos de alvéolos con infección post-extracción. Resulta una reabsorción ósea significativa en las tablas vestibular y palatina/lingual, visible radiográficamente. Cuando la pérdida ósea supera el 50 % de la longitud radicular y no hay afectación ósea en las superficies proximales, el alvéolo adopta una arquitectura de defecto de dos paredes, con un potencial regenerativo extremadamente bajo.

Tipo V

El alvéolo se caracteriza por una reabsorción ósea acompañada de recesión gingival tanto en la pared vestibular como en la palatina/lingual. El daño en los tejidos duros y blandos, generalmente inducido por periodontitis o lesiones endo-periodontales, supera el 50 % de la altura de la tabla ósea desde ambos lados. La predictibilidad de los procedimientos regenerativos en estos casos es muy baja (14).

4.3. Clasificación de los defectos óseos

Los conceptos de densidad y calidad óseas han originado diversas clasificaciones utilizadas para identificar y analizar las propiedades del tejido óseo en el ámbito clínico (17). Estas clasificaciones resultan fundamentales para planificar tratamientos en odontología, especialmente en el campo de la implantología oral. Entre las distintas propuestas existentes, la clasificación desarrollada por Lekholm y Zarb es la que ha logrado una mayor aceptación a nivel internacional, gracias a su utilidad práctica y su clara descripción de las variaciones en la estructura ósea (15,16). En 2018 Al-Ekrish y cols hicieron una revisión de dicha clasificación teniendo en cuenta todas las combinaciones posibles de hueso compacto y trabecular (17).

Clasificación según la densidad ósea (cualitativa)

Tipo	Descripción
<u>Tipo 1</u>	Hueso compacto completamente homogéneo
<u>Tipo 2a</u>	Capa gruesa de hueso compacto rodeando un núcleo de hueso trabecular denso
<u>Tipo 2b</u>	Capa gruesa de hueso compacto rodeando un núcleo de hueso trabecular de densidad media
<u>Tipo 2c</u>	Capa gruesa de hueso compacto rodeando un núcleo de hueso trabecular de baja densidad.
<u>Tipo 3a</u>	Capa delgada de hueso compacto rodeando un núcleo de hueso trabecular denso.
<u>Tipo 3b</u>	Capa delgada de hueso compacto rodeando un núcleo de hueso trabecular de densidad media.
<u>Tipo 4</u>	Capa delgada de hueso compacto rodeando un núcleo de hueso trabecular de baja densidad.
Al-Ekrish AA, Widmann G, Alfadda SA. Revised, Computed Tomography-Based Lekholm and Zarb Jawbone Quality Classification. Int J Prosthodont. agosto de 2018;31(4):342-5.(17)	

A continuación, se muestra una tabla que presenta la clasificación de los maxilares edéntulos propuesta por Cawood y Howell que permite describir los cambios que se producen en los maxilares tras la pérdida de dientes (18).

Clasificación según el volumen óseo (cuantitativa)

Clase	Descripción
<u>Clase I</u>	Dentado (con dientes presentes).
<u>Clase II</u>	Inmediatamente después de la extracción dental.
<u>Clase III</u>	Cresta bien redondeada, con altura y ancho adecuados.
<u>Clase IV</u>	Cresta en forma de filo de cuchillo, con altura adecuada pero ancho inadecuado.
<u>Clase V</u>	Cresta plana, con altura y ancho inadecuados.
<u>Clase VI</u>	Cresta deprimida, con evidencia de pérdida ósea basal.
Cawood JI, Howell RA. A classification of the edentulous jaws. Int J Oral Maxillofac Surg. agosto de 1988;17(4):232-6 (18).	

4.4. Regeneración ósea en implantología

La regeneración ósea en la cavidad oral es un procedimiento quirúrgico complejo que representa un reto para el odontólogo y entender los factores clave que intervienen en este proceso es esencial para lograr buenos resultados (19–21).

Según la ingeniería tisular, la regeneración ósea y tisular necesita un andamiaje adecuado, que puede consistir en un injerto óseo, es decir, tejido vivo con capacidad para estimular la formación de hueso, o en un sustituto óseo, un material natural o sintético sin células vivas que actúa como soporte estructural para facilitar el proceso regenerativo. Este andamiaje permite la migración de vasos sanguíneos, osteoblastos y células precursoras hacia la matriz ósea en formación, promoviendo su regeneración (19,20).

Otro elemento esencial son las moléculas de señalización, que envían instrucciones a las células del organismo para iniciar la reparación del hueso y atraer nuevas células al lugar donde se ha producido el daño. Un tercer factor imprescindible en la regeneración ósea es la presencia de células capaces de formar hueso nuevo, ya que son las que construyen la estructura necesaria para reparar el tejido, y este proceso

solo puede ser eficaz si se dan también cuatro propiedades biológicas clave que lo hacen posible: la integración del material con el hueso, la capacidad de producir tejido óseo, el soporte para el crecimiento celular y la activación de las células madre (19,20,22).

La osteointegración se define como la capacidad de un material injertado para unirse directamente al hueso sin la interposición de tejido fibroso, lo que permite una integración estructural y funcional (20); la osteogénesis se refiere a la generación de nuevo tejido óseo mediante la actividad de osteoblastos o células progenitoras presentes en el injerto (19,20,22); la osteoconducción describe la función del material de injerto como un soporte tridimensional que facilita la colonización por células del huésped (21) y la osteoinducción implica la atracción y diferenciación de células madre del huésped en el sitio del injerto, estimuladas por proteínas y factores biológicos locales que inducen su conversión en osteoblastos activos (19,20).

4.5. Tipos de injertos

Los injertos óseos se clasifican comúnmente en autoinjertos, aloinjertos, xenoinjertos y sustitutos sintéticos, cada uno con características biológicas y aplicaciones clínicas específicas:

- Los autoinjertos, obtenidos del propio cuerpo del paciente, se consideran el estándar de oro debido a sus propiedades osteogénicas, osteoinductivas y osteoconductoras superiores; no obstante, su uso está limitado por la morbilidad del sitio donante y la disponibilidad restringida (20,23).
- Los aloinjertos, derivados de donantes humanos y sometidos a procesos de esterilización, representan una alternativa valiosa, especialmente en aplicaciones dentales y maxilofaciales, aunque su potencial osteoinductivo puede variar según el método de procesamiento (20,24).
- Los xenoinjertos, procedentes de especies no humanas como la bovina, son principalmente osteoconductoras y se emplean ampliamente en odontología, si bien existen preocupaciones respecto a su inmunogenicidad e integración a largo plazo (20,25).
- Los injertos sintéticos, que incluyen materiales como la hidroxiapatita, el fosfato tricálcico beta y el vidrio bioactivo, son biocompatibles, fácilmente disponibles y fundamentalmente osteoconductoras; han demostrado buen rendimiento

clínico, especialmente cuando se combinan con potenciadores biológicos (20,25).

La evidencia comparativa de revisiones sistemáticas indica que tanto los injertos naturales como los sintéticos pueden ofrecer resultados similares en la regeneración ósea previa a la colocación de implantes, aunque la elección debe basarse en las características clínicas específicas de cada caso (24,25).

4.6. Xenoinjertos

Aunque los autoinjertos y aloinjertos han demostrado un alto éxito en la regeneración ósea, presentan algunas limitaciones y por ello, se han desarrollado xenoinjertos y otros sustitutos óseos biológicos diseñados para optimizar la osteogénesis, osteoconducción y osteoinducción, creando un ambiente propicio para la formación y el desarrollo de nuevo tejido óseo (19,20). El DBBM (Deproteinized Bovine Bone Mineral), conocido comercialmente como Bio-Oss™, es el xenoinjerto más utilizado a nivel global (20,21,24).

Actualmente, el DBBM es uno de los materiales de injerto óseo más estudiados en odontología y su uso está ampliamente extendido a nivel internacional, a diferencia de los aloinjertos, cuya aplicación está restringida en varios países (19,26).

En el ámbito clínico, Bio-Oss™ ha sido ampliamente validado como un injerto óseo efectivo, favoreciendo la formación de tejido óseo de alta calidad y proporcionando elevadas tasas de éxito y supervivencia en procedimientos quirúrgicos dentales a largo plazo (19,20).

4.7. Tipos de implantes según material de fabricación

Los implantes dentales pueden clasificarse según el material con el que están fabricados, siendo los más utilizados el titanio, la zirconia y, más recientemente, el disilicato de litio (27–31).

El titanio ha sido históricamente el material de referencia en implantología por su excelente biocompatibilidad, alta resistencia mecánica y comprobada capacidad de osteointegración, y continúa siendo la elección preferida en la mayoría de los tratamientos clínicos (30,31).

Por su parte, la zirconia ha emergido como una alternativa estética libre de metales, indicada especialmente en sectores anteriores o en pacientes con sensibilidades al metal (27,30). Estudios clínicos han mostrado que, a pesar de su menor elasticidad y resistencia a la fractura en comparación con el titanio, presenta una buena integración tisular y un comportamiento biológico similar cuando se emplean tratamientos de superficie adecuados (29,30).

El disilicato de litio, aunque menos documentado, ha comenzado a ser explorado por sus propiedades estéticas y buena respuesta biológica, si bien su uso clínico como pilar transmucoso aún requiere validación a largo plazo (30,31)

Así, aunque el titanio se mantiene como la opción principal en implantología, zirconia y disilicato de litio representan materiales en evolución con aplicaciones clínicas cada vez más relevantes (29,30,32,33).

4.8. Implantes de Titanio (Ti)

El titanio (incluyendo sus aleaciones) es el material más utilizado en la fabricación de implantes dentales. Esto se debe a su excelente biocompatibilidad y propiedades mecánicas, su costo accesible y la abundante evidencia científica que respalda su uso (32,33).

Su popularidad se extiende a nivel mundial, y actualmente se asocia con una tasa de osteointegración muy alta, que supera el 95% (27).

Por otro lado, sus desventajas incluyen la posibilidad de que los tejidos blandos periimplantarios presenten una decoloración, especialmente en zonas con un fenotipo gingival fino; el riesgo de reacciones de hipersensibilidad y una resistencia limitada frente al desarrollo de periimplantitis (34–36).

4.9. Osteointegración

La osteointegración es fundamental para que los implantes dentales funcionen correctamente. Cuando los implantes son colocados por profesionales capacitados y bajo condiciones clínicas controladas, los resultados suelen ser muy favorables, con tasas de fracaso después de 10 años que van del 0 % al 4 % (37). Brånemark definió inicialmente la osteointegración como "una conexión estructural y funcional directa entre hueso vivo ordenado y la superficie de un implante endóseo que soporta carga, a nivel microscópico" (38).

Según la revisión de Pandey y cols. (2022) (39) el éxito en la sustitución de un diente natural mediante implantes integrados en los tejidos depende de una osteointegración exitosa, la cual a su vez depende de los siguientes factores: la biocompatibilidad del material del implante, la topografía de su superficie tanto a nivel macro como microscópico, el diseño del implante, la morfología y calidad del hueso en la zona de colocación, la técnica quirúrgica utilizada, la estabilidad de la salud local y sistémica durante la fase de cicatrización, así como las condiciones de carga y el protocolo aplicado.

4.10. Complicaciones biológicas de los tejidos periimplantarios: periimplantitis y mucositis periimplantaria.

La mucosa periimplantaria es más vulnerable que la encía natural debido a que las fibras conectivas no se adhieren al implante, el suministro de sangre es menor por la ausencia de ligamento periodontal y el epitelio es más permeable, con menos fibroblastos y más colágeno: estas características hacen que los implantes sean más propensos a desarrollar enfermedades periimplantarias, las cuales son condiciones patológicas de origen infeccioso que afectan a los implantes dentales (40).

Las infecciones periimplantarias, que van desde la mucositis periimplantaria hasta la periimplantitis, aparecen cuando los tejidos blandos que rodean el implante, inicialmente sanos, se inflaman a causa de la acumulación de biofilm bacteriano en su superficie (41,42).

Según el “Workshop 2017 sobre la Clasificación de Enfermedades y Condiciones Periodontales y Periimplantarias”, la mucositis periimplantaria es una lesión inflamatoria reversible de la mucosa periimplantaria, caracterizada por sangrado al sondeo suave ($<0,25$ N) y/o supuración, con o sin aumento de la profundidad al sondeo en comparación con exámenes previos, y ausencia de pérdida ósea más allá de los cambios en el nivel óseo crestal resultantes del remodelado óseo inicial (43).

Por otro lado, la periimplantitis se define por la presencia de sangrado al sondeo y/o supuración, aumento de la profundidad al sondeo en comparación con exámenes previos y pérdida ósea más allá de los cambios en el nivel óseo crestal como resultado del remodelado óseo inicial (42–45).

En ausencia de datos de exámenes previos, la periimplantitis se considera presente si hay sangrado y/o supuración al sondaje suave, profundidades de sondaje de 6 mm o más, y niveles óseos de al menos 3 mm (apical a la porción más coronal de la parte intraósea del implante) (43,46,47).

Por el contrario, la mucosa periimplantaria en estado saludable presenta un epitelio oral que se prolonga hasta formar una barrera no queratinizada (40,41,43).

Esta estructura cuenta con una lámina basal y hemidesmosomas que permiten la adhesión a la superficie del implante o del pilar protésico, contribuyendo a su estabilidad biológica y se caracteriza por la ausencia de sangrado al sondeo y niveles óseos marginales estables (40,41).

4.11. Pérdida ósea marginal (MBL) en el tejido periimplantario

La pérdida ósea marginal (MBL) es la reabsorción del hueso crestal alrededor de implantes dentales, que puede producirse como resultado del remodelado fisiológico tras la colocación del implante (especialmente durante el primer año) o como consecuencia de factores mecánicos, inmunológicos o protésicos (48).

La pérdida ósea marginal es un parámetro clave en la evaluación del éxito de los implantes dentales y según dicho en el estudio de Albrektsson y cols. (2017) (48) la pérdida ósea marginal durante los primeros años tras la colocación del implante rara vez representa una enfermedad, sino que es el resultado de una respuesta adaptativa del hueso al trauma quirúrgico y a la carga del implante.

Aunque, investigaciones recientes, han identificado que una reducción temprana del hueso alrededor del implante puede ser un factor que anticipe la aparición de periimplantitis (49).

En la revisión sistemática de Taheri y cols. (2020) (50) se ha establecido que, en condiciones normales, la reducción ósea esperada alrededor de los implantes no debe superar 1 mm durante el primer año y debe mantenerse en una tasa anual aproximada de 0.2 mm en los años siguientes. Sin embargo, diversos factores pueden influir en la cantidad de hueso perdido con el tiempo, entre ellos el momento en que se coloca el implante, el uso de injertos óseos, el diseño del implante y su conexión con el pilar protésico, la topografía de la superficie, la higiene oral del paciente, el grosor de los tejidos blandos, el historial periodontal y hábitos como el tabaquismo.

4.12. Supervivencia y éxito del implante

La tasa de supervivencia de los implantes dentales se refiere al porcentaje de implantes que se mantienen osteointegrados, funcionales y libres de complicaciones mayores, como movilidad, dolor persistente, infección o pérdida ósea crítica durante un período de seguimiento clínico determinado (51,52).

Este parámetro constituye una medida objetiva fundamental para evaluar el rendimiento a largo plazo de los tratamientos implantológicos, diferenciándose del concepto de “éxito”, que incluye además criterios estéticos, prostodónticos y radiográficos más estrictos (52,53).

Numerosas revisiones sistemáticas han reportado tasas de supervivencia superiores al 90% tras 10 a 20 años de seguimiento, confirmando la previsibilidad de los implantes en distintos contextos clínicos (51,53,54).

Por ejemplo, una revisión con análisis de sensibilidad encontró una supervivencia media del 96,4% a los 10 años (54), mientras que un metaanálisis de dos décadas demostró que los implantes mantienen tasas acumuladas superiores al 93%, incluso en poblaciones heterogéneas (53).

Esta fiabilidad se mantiene incluso con implantes de longitud reducida (≤ 6 mm), que muestran tasas de supervivencia entre el 86,7% y el 100% en zonas posteriores, comparables a las de implantes convencionales más largos (53,55).

Asimismo, no se han observado diferencias significativas en supervivencia entre implantes colocados inmediatamente después de la extracción y aquellos insertados tras un periodo de cicatrización, lo que valida la seguridad de ambas estrategias quirúrgicas (54,56).

A pesar de estos resultados alentadores, variables como el historial de periodontitis siguen afectando negativamente la supervivencia: pacientes con antecedentes periodontales mostraron tasas cercanas al 82% a los 10–16 años, en comparación con cifras superiores al 90% en individuos sin dicha condición (51,52).

En conjunto, estos datos consolidan a la tasa de supervivencia como un parámetro clave, ampliamente validado, para evaluar la eficacia clínica de los implantes dentales de titanio en distintos escenarios terapéuticos.

Para evaluar la efectividad de los implantes dentales a largo plazo, Albrektsson y cols. (1986) (57) propusieron una serie de criterios de éxito ampliamente aceptados en la literatura científica.

Estos parámetros permiten determinar la estabilidad del implante, la salud de los tejidos periimplantarios y la funcionalidad del tratamiento, estableciendo estándares clínicos para su seguimiento y evaluación.

Criterio	Descripción
Ausencia de movilidad del implante	El implante debe estar firmemente osteointegrado, sin movilidad clínica bajo carga funcional.
Ausencia de signos clínicos de inflamación periimplantaria	No debe haber evidencia de inflamación en los tejidos blandos circundantes, como enrojecimiento, supuración o sangrado al sondaje.
Pérdida ósea marginal dentro de límites aceptables	Se considera éxito cuando la pérdida ósea marginal no supera 1 mm durante el primer año y 0.2 mm anuales en los años siguientes.
Ausencia de dolor o síntomas asociados	El implante no debe causar dolor espontáneo ni a la función, descartando complicaciones como infecciones o fallas biomecánicas.
Supervivencia funcional a largo plazo	El implante debe mantener su función protésica sin requerir explantación o reintervenciones significativas durante un período prolongado.
Albrektsson T, Zarb G, Worthington P, Eriksson AR. The long-term efficacy of currently used dental implants: a review and proposed criteria of success. Int J Oral Maxillofac Implants. Summer de 1986;1(1):11-25.(57)	

Los índices periodontales no determinan el éxito del implante por sí solos y deben evaluarse junto con otros factores como exudado o sobrecarga. Un implante exitoso no debe causar dolor tras la cicatrización; si hay molestias en función, se considera un fracaso. La movilidad indica fallo si supera las 75 micras, mientras que la pérdida ósea cresta se evalúa radiográficamente, siendo aceptable hasta 0.2 mm anuales. Según la escala ICOI Pisa, los implantes pueden clasificarse en exitosos (<2 mm de pérdida ósea), en supervivencia (2-4 mm de pérdida con signos leves) y fracasados (>50 % de pérdida ósea, movilidad o dolor) (58).

5. JUSTIFICACIÓN E HIPÓTESIS

5.1. Justificación

La periimplantitis y la mucositis periimplantaria son complicaciones biológicas frecuentes en la rehabilitación con implantes dentales, afectando no solo la estabilidad del implante, sino también su pronóstico a largo plazo (42,44,45,59). Estas afecciones pueden comprometer la osteointegración lograda tras la colocación del implante, generando un proceso inflamatorio que, si no es tratado a tiempo, puede derivar en la pérdida del implante y en la necesidad de tratamientos adicionales (44,45).

Existen algunos ensayos clínicos que han investigado específicamente la incidencia de la mucositis periimplantaria y la periimplantitis, ofreciendo datos concretos sobre su aparición y los factores que influyen en su desarrollo. Algunos de estos trabajos reportan tasas variables de estas complicaciones en implantes colocados sobre hueso regenerado con xenoinjertos. Sin embargo, la mayoría de las revisiones sistemáticas disponibles se centran en el tratamiento de estas enfermedades, analizando la eficacia de distintas estrategias terapéuticas y su impacto en la estabilidad de los implantes y su éxito a largo plazo (46–48). Hasta el momento, no se ha realizado una revisión sistemática que proporcione una visión global y detallada sobre la incidencia y evolución clínica de estas complicaciones biológicas en implantes de titanio colocados en zonas de la mandíbula o maxilar previamente regenerados con xenoinjertos.

Este trabajo busca recopilar y analizar la evidencia científica disponible sobre la tasa de periimplantitis y mucositis en implantes dentales colocados en áreas previamente regeneradas con xenoinjertos, considerando también la pérdida ósea marginal y la tasa de supervivencia de los implantes en un seguimiento a medio y largo plazo. Evaluar estos parámetros permitirá comprender mejor el impacto de la regeneración ósea con xenoinjertos en la estabilidad periimplantaria, proporcionando información relevante para optimizar los protocolos quirúrgicos y de mantenimiento.

En definitiva, esta revisión sistemática busca fortalecer la práctica clínica basada en la evidencia, brindando a los profesionales de la odontología datos sólidos sobre los implantes colocados en hueso regenerado con xenoinjertos, lo que permitirá una mejor toma de decisiones en la planificación y ejecución de tratamientos implantológicos en este grupo específico de pacientes.

5.2. Justificación ODS

Es importante reconocer que la implantología juega un papel clave dentro del marco del Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) número 3, que busca garantizar el bienestar y la salud universal. La pérdida dental no solo afecta la función masticatoria y la nutrición, sino también la salud mental y la calidad de vida de los pacientes. Sin embargo, el acceso a la implantología sigue siendo desigual, especialmente en comunidades con recursos limitados.

Así como la vacunación es una estrategia esencial en la prevención de enfermedades, la implantología debe considerarse un componente fundamental de la salud pública, evitando que la pérdida dental repercuta negativamente en el bienestar general. Para avanzar en este objetivo, es necesario integrar la salud bucodental dentro de los sistemas sanitarios, invertir en formación profesional y garantizar que los implantes sean accesibles para todos, asegurando así un enfoque integral y equitativo de la salud.

5.3. Hipótesis

¿Cuál es la tasa de incidencia de periimplantitis y mucositis en pacientes con implantes dentales de titanio en hueso regenerado con xenoinjertos, y cuál es la pérdida ósea marginal media y la tasa de supervivencia de estos implantes en un período de seguimiento de al menos 1 año?

Se espera que los implantes dentales colocados en hueso regenerado con xenoinjertos presenten bajas incidencias de periimplantitis y/o mucositis a medio y largo plazo.

Además, se plantea que estos implantes mantendrán una estabilidad ósea adecuada, con una pérdida ósea marginal mínima y una tasa de supervivencia alta, lo que indicaría que la colocación de implantes dentales de titanio en hueso previamente regenerado con xenoinjertos es una opción viable y segura para la rehabilitación en pacientes con defectos óseos en mandíbula o maxilar.

6. OBJETIVOS

Objetivo principal:

1. Determinar la incidencia de complicaciones biológicas en implantes de titanio colocados en zonas regeneradas mediante xenoinjerto, analizando la tasa de aparición de periimplantitis y mucositis periimplantaria.

Objetivos secundarios:

1. Cuantificar la pérdida ósea marginal periimplantaria media en implantes de titanio colocados en zonas regeneradas con xenoinjerto, mediante análisis radiográficos.
2. Evaluar la tasa de supervivencia de los implantes de titanio colocados en zonas regeneradas mediante xenoinjerto en un período de al menos un año.

7. MATERIAL Y MÉTODO

La presente revisión sistemática se llevó a cabo siguiendo la declaración de la Guía PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses) (60).

7.1. Identificación de la pregunta PICO

Se llevó a cabo una búsqueda en las bases de datos Medline-PubMed (United States National Library of Medicine), Web of Science y Scopus para identificar artículos relevantes sobre pacientes que han recibido rehabilitación con implantes dentales de titanio en maxilar o mandíbula con defectos óseos, los cuales fueron tratados mediante regeneración ósea con xenoinjertos. La búsqueda incluyó estudios publicados en los últimos 10 años, desde 2015 hasta 2025, con el objetivo de responder a la siguiente pregunta PIO: ¿Cuál es la tasa de incidencia de periimplantitis y mucositis en pacientes con implantes dentales de titanio colocados en hueso regenerado con xenoinjertos, y cuál es la pérdida ósea marginal media y la tasa de supervivencia de estos implantes en un período de seguimiento de al menos 1 año?

La pregunta clínica de investigación se estructuró utilizando el formato PIO, como se detalla a continuación:

- P (Paciente): Pacientes que recibieron regeneración ósea en maxilar o mandíbula, mediante xenoinjertos.
- I (Intervención): Implantes dentales de titanio colocados en zonas previamente regeneradas con xenoinjertos.
- O (Resultados):
 - O1: Tasa de incidencia de periimplantitis y mucositis periimplantaria en implantes colocados en zonas regeneradas.
 - O2: Pérdida ósea marginal media en los implantes, medida mediante análisis radiográficos.
 - O3: Tasa de supervivencia de los implantes en un período de seguimiento de al menos 1 año.

7.2. Criterios de elegibilidad

Tipo de Estudio: Ensayos clínicos, ensayos clínicos aleatorizados y estudios de cohorte retrospectivos o prospectivos realizados en individuos humanos. Artículos publicados en inglés o español en los últimos 10 años (2015-2025).

Tipo de Paciente: Pacientes mayores de 18 años que fueron tratados con xenoinjertos para la regeneración de defectos óseos en maxilar o mandíbula.

Tipo de Intervención: Implantes dentales de titanio sobre zonas regeneradas previamente con xenoinjerto. Se requiere un período mínimo de seguimiento de un año tras la colocación del implante para evaluar la aparición de complicaciones biológicas y la estabilidad del tratamiento.

Tipo de Variables de Resultados: Estudios que reporten datos sobre la tasa de periimplantitis y mucositis periimplantaria en implantes dentales de titanio colocados en zonas previamente regeneradas con xenoinjerto como variable principal. Como variables secundarias, se analizaron la pérdida ósea marginal periimplantaria, cuantificada mediante mediciones radiográficas y la tasa de supervivencia de los implantes, definida como la permanencia del implante en función sin signos de fracaso, en un período de seguimiento de al menos un año.

Para garantizar la inclusión de evidencia de alta calidad y relevancia clínica, se establecieron criterios de exclusión específicos: revisiones narrativas, revisiones sistemáticas y metaanálisis, así como cartas al editor, comentarios, estudios "in vitro" o en modelos animales, informes de caso o serie de casos, informes de expertos y resúmenes de reuniones científicas. Además, se excluyeron aquellos estudios que evaluaran el uso de injertos autólogos o aloinjertos, ya que la presente investigación se enfoca exclusivamente en la colocación de implantes en hueso regenerado con xenoinjertos. Se aplicaron restricciones en cuanto al año de publicación, limitando la búsqueda a estudios publicados entre 2015 y 2025 para asegurar la inclusión de datos actualizados y clínicamente relevantes. En la base de datos Scopus, se utilizaron filtros específicos para restringir la búsqueda a artículos dentro del área de odontología, publicados en inglés o español.

7.3. Fuentes de información y estrategia de la búsqueda de datos.

Se llevó a cabo una búsqueda automatizada en las bases de datos anteriormente citadas (PubMed, Scopus y Web of Science) con las siguientes palabras claves: dental implants, titanium dental implants, bone graft, bone regeneration, augmented site, xenograft, peri-implantitis, mucositis. Las palabras claves fueron combinadas con los operadores booleanos AND y OR. El operador booleano OR (unión) se

utilizó para confrontar los términos que forman parte de un mismo apartado, mientras que el operador booleano AND (intersección) se empleó para entrelazar diferentes apartados.

La búsqueda en PubMed fue la siguiente: (("dental implants"[MeSH Terms] OR ("dental health services"[MeSH Terms] OR ("dental"[All Fields] AND "health"[All Fields] AND "services"[All Fields]) OR "dental health services"[All Fields] OR "dental"[All Fields] OR "dentally"[All Fields] OR "dentals"[All Fields]) AND "implant*"[All Fields]) OR (("titanium"[Supplementary Concept] OR "titanium"[All Fields] OR "titanium"[MeSH Terms] OR "titanium s"[All Fields] OR "titaniums"[All Fields]) AND ("dental health services"[MeSH Terms] OR ("dental"[All Fields] AND "health"[All Fields] AND "services"[All Fields]) OR "dental health services"[All Fields] OR "dental"[All Fields] OR "dentally"[All Fields] OR "dentals"[All Fields]) AND "implant*"[All Fields])) AND (((("bone and bones"[MeSH Terms] OR ("bone"[All Fields] AND "bones"[All Fields]) OR "bone and bones"[All Fields] OR "bone"[All Fields]) AND "graft*"[All Fields]) OR "bone regeneration"[MeSH Terms] OR (("bone and bones"[MeSH Terms] OR ("bone"[All Fields] AND "bones"[All Fields]) OR "bone and bones"[All Fields] OR "bone"[All Fields]) AND "regeneration*"[All Fields]) OR (("augment"[All Fields] OR "augmentation"[All Fields] OR "augmentations"[All Fields] OR "augmented"[All Fields] OR "augmenting"[All Fields] OR "augments"[All Fields]) AND "site*"[All Fields]) OR ("heterografts"[MeSH Terms] OR "heterografts"[All Fields] OR "xenograft"[All Fields] OR "xenografts"[All Fields] OR "transplantation, heterologous"[MeSH Terms] OR ("transplantation"[All Fields] AND "heterologous"[All Fields]) OR "heterologous transplantation"[All Fields] OR "xenografting"[All Fields] OR "xenografted"[All Fields])) AND ("peri implantitis"[MeSH Terms] OR ("peri implantitis"[MeSH Terms] OR "peri implantitis"[All Fields] OR ("peri"[All Fields] AND "implantitis"[All Fields]) OR "peri implantitis"[All Fields]) OR ("mucosalization"[All Fields] OR "mucosalized"[All Fields] OR "mucosally"[All Fields] OR "mucose"[All Fields] OR "mucoses"[All Fields] OR "mucositis"[MeSH Terms] OR "mucositis"[All Fields] OR "mucositides"[All Fields] OR "mucous membrane"[MeSH Terms] OR ("mucous"[All Fields] AND "membrane"[All Fields]) OR "mucous membrane"[All Fields] OR "mucosal"[All Fields])))) AND ((y_10[Filter]) AND (clinicaltrial[Filter]))

La búsqueda en Web of Science fue la siguiente: (((ALL=(Dental Implant* OR titanium dental implant*)) AND ALL=(bone graft* OR bone regeneration* OR augmented site* OR xenograft)) AND ALL=(peri-implantitis OR mucositis))) and 2016 or 2017 or 2018 or 2019 or 2020 or 2021 or 2022 or 2023 or 2024 or 2025 (Publication Years) and Article (Document Types) and Dentistry Oral Surgery Medicine (Web of Science Categories)

La búsqueda en Scopus fue la siguiente: (TITLE-ABS-KEY ("dental implant*" OR "titanium dental implant*") AND TITLE-ABS-KEY ("bone graft*" OR "bone regeneration*" OR "augmented site*" OR "xenograft") AND TITLE-ABS-KEY (peri-implantitis OR mucositis)) AND PUBYEAR > 2014 AND PUBYEAR < 2025 AND (LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , "Human") OR LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , "Humans") OR LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , "Dental Implants")) AND (LIMIT-TO (SUBJAREA , "DENT")) AND (LIMIT-TO (DOCTYPE , "ar")) AND (LIMIT-TO (LANGUAGE , "English") OR LIMIT-TO (LANGUAGE , "Spanish"))

En la Tabla 1 incluida en el apartado de Anexos se muestra el resumen de las búsquedas de cada una de las bases de datos consultadas.

Con el objetivo de garantizar una exhaustividad máxima en la identificación de estudios elegibles que pudieran haber sido omitidos en la búsqueda inicial, se llevó a cabo una revisión detallada de las referencias bibliográficas incluidas en cada uno de los estudios seleccionados. Los estudios duplicados fueron eliminados de la revisión.

7.4. Proceso de selección de los estudios

La selección de los estudios se llevó a cabo en tres etapas, siguiendo un proceso estructurado para asegurar la inclusión de los trabajos más relevantes. Se revisaron los artículos seleccionados. En la primera etapa, se revisaron los títulos de todos los artículos encontrados en la búsqueda inicial. En este paso se descartaron de forma rápida aquellos estudios que no eran pertinentes al tema o que no aportaban información relevante. En la segunda etapa, se pasó a analizar los resúmenes (Abstracts) de los artículos que habían superado el primer filtro. Este paso permitió afinar aún más la selección y centrarse en los artículos más útiles para la investigación. Finalmente, en la tercera etapa, se realizó

una lectura completa de los artículos que habían pasado los dos filtros anteriores. En este punto, se verificó que cumplieran todos los criterios de inclusión previamente establecidos. Además, se extrajeron los datos necesarios para el análisis. Este proceso, aseguró que los estudios incluidos fueran los más relevantes y fiables para responder a la pregunta de investigación.

7.5. Extracción de datos

La siguiente información fue extraída de los estudios y se organizó en tablas de esta forma: autores con el año de publicación, tipo de estudio (ensayos clínicos (EC), ensayos clínicos controlados (ECC), ensayos clínicos aleatorizados (ECA) y estudios de cohorte retrospectivos (ECR) o prospectivos (ECP), estudios observacionales transversales (EOT)), número de pacientes, edad media en años, localización del implante (maxilar o mandibular), tipo de xenoinjerto, número total de implantes colocados, tiempo de seguimiento de los implantes (en meses), tasa de periimplantitis y tasa de mucositis periimplantaria reportadas, pérdida ósea marginal periimplantaria medida en milímetros y tasa de supervivencia de los implantes al final del seguimiento.

Variables principales

Tasa de periimplantitis: Se evaluó la presencia de periimplantitis en función de criterios clínicos y radiográficos bien establecidos. Desde el punto de vista clínico, se consideró la presencia de inflamación periimplantaria mediante el sangrado al sondaje y la presencia de una profundidad de sondaje aumentada en comparación con mediciones previas realizadas en controles de seguimiento. En cuanto a la evaluación radiográfica, se analizó la reabsorción ósea periimplantaria para determinar si la pérdida ósea superaba el remodelado óseo fisiológico inicial, posterior a la colocación del implante.

En los estudios en los que no se disponía de registros previos de referencia, la periimplantitis se diagnosticó cuando el implante presentaba una profundidad de sondaje igual o superior a 5 mm, acompañada de una pérdida ósea marginal medida a través de imágenes radiográficas, definida como niveles óseos situados a más de 3 mm en dirección apical con respecto a la porción más coronal de la parte intraósea del implante. Estos criterios permiten una identificación objetiva y estandarizada de la periimplantitis en diferentes estudios incluidos en la revisión.

Tasa de mucositis periimplantaria: Se identificó la mucositis periimplantaria en aquellos implantes que presentaban signos clínicos de inflamación reversible de los tejidos blandos periimplantarios, sin evidencia de pérdida ósea marginal más allá de los cambios fisiológicos esperados tras la colocación del implante. Su diagnóstico se basó en la presencia de inflamación de la mucosa periimplantaria, manifestada por eritema, edema y aumento del volumen de los tejidos blandos circundantes al implante. Además, se consideró el sangrado al sondaje con una fuerza $\leq 0,25$ N como un indicador de inflamación sin afectación ósea subyacente. La supuración también se tuvo en cuenta como un signo adicional de inflamación activa. Para confirmar la ausencia de pérdida ósea, se emplearon estudios radiográficos que verificaron la estabilidad de los niveles óseos periimplantarios dentro de los límites fisiológicos. Estos criterios permitieron diferenciar la mucositis periimplantaria de la periimplantitis y asegurar su correcta clasificación en los estudios analizados dentro de la revisión sistemática.

Las mediciones de estas variables principales en cada estudio analizado se presentan en la tabla 2 del apartado de Anexos.

Variables secundarias

Pérdida ósea marginal periimplantaria: La pérdida ósea periimplantaria se midió en milímetros, tomando como referencia la distancia desde la plataforma del implante hasta el primer contacto hueso-implante. Para garantizar la precisión de la evaluación, se estableció un período de seguimiento mínimo de 12 meses tras la carga protésica, permitiendo así la observación de posibles cambios en los niveles óseos a lo largo del tiempo.

La medición se realizó principalmente mediante radiografías periapicales, utilizando técnicas estandarizadas para minimizar distorsiones y asegurar la reproducibilidad de los resultados. En algunos estudios, se emplearon dispositivos de posicionamiento radiográfico para obtener imágenes comparables en diferentes momentos del seguimiento. La calibración de la escala de medición se llevó a cabo mediante la referencia de la longitud conocida del implante, lo que permitió una estimación precisa de la reabsorción ósea.

En casos específicos, se complementó la evaluación con sondaje periodontal calibrado para estimar la profundidad de la pérdida ósea, particularmente en situaciones donde las radiografías no proporcionaban suficiente información detallada. Este método

permitió corroborar los hallazgos radiográficos y aportar una medición adicional en la valoración de la reabsorción ósea periimplantaria.

Tasa de supervivencia del implante: La supervivencia del implante se definió como su permanencia en boca hasta el final del período de seguimiento sin evidenciar signos de movilidad, fractura o la necesidad de remoción debido a complicaciones biológicas o mecánicas. Para asegurar la validez de los datos, se estableció un período mínimo de seguimiento de 12 meses tras la carga protésica, permitiendo evaluar la estabilidad del implante a mediano plazo.

El criterio de ausencia de movilidad fue determinado mediante pruebas clínicas de estabilidad primaria y secundaria. La presencia de fracturas estructurales del implante o de sus componentes protésicos también se consideró como un criterio de fracaso, ya que compromete la funcionalidad y viabilidad del tratamiento. Además, se registró cualquier necesidad de retiro del implante debido a complicaciones tales como periimplantitis severa, pérdida ósea progresiva no compatible con la estabilidad funcional o fracaso de la osteointegración.

Para documentar la supervivencia de los implantes, se realizaron controles clínicos y radiográficos periódicos durante el seguimiento, con el objetivo de detectar cualquier alteración en su estado estructural o funcional. Estos criterios garantizaron una evaluación estandarizada y objetiva de la longevidad del implante en los estudios incluidos en la revisión sistemática.

7.6. Valoración de la calidad

Para evaluar la calidad de los estudios clínicos controlados aleatorizados, se utilizó la guía Cochrane 5.1.0 (<http://handbook.cochrane.org>). Los estudios se clasificaron de la siguiente manera:

- "Bajo riesgo de sesgo" si cumplían con todos los criterios establecidos.
- "Alto riesgo de sesgo" si no se cumplía uno o más criterios, lo que indicaba un posible sesgo que podía afectar la fiabilidad de los resultados.
- "Sesgo incierto" en los casos donde faltaba información o existía incertidumbre sobre la posibilidad de sesgo en el estudio.

Para evaluar la calidad de los estudios no aleatorizados, se aplicó la escala de Newcastle-Ottawa (61). Se consideró que un estudio tenía bajo riesgo de sesgo si obtenía más de 6 estrellas en la puntuación, mientras que aquellos con una puntuación de 6 o menos fueron clasificados con alto riesgo de sesgo.

7.7. Síntesis de datos

Para la síntesis de datos, se realizó un análisis descriptivo y comparativo de las variables extraídas de los estudios incluidos en la revisión sistemática. Se organizaron los datos en tablas para facilitar la interpretación de los resultados y permitir la comparación entre estudios. Dado que la presente revisión sistemática no incluyó un metaanálisis, los resultados fueron sintetizados de forma cualitativa y cuantitativa mediante una descripción estructurada de las tasas de periimplantitis y mucositis periimplantaria, la pérdida ósea marginal periimplantaria y la tasa de supervivencia de los implantes. Los datos extraídos de cada estudio se organizaron en tablas donde se especificaron:

- Autores y año de publicación.
- Tipo de estudio (ensayo clínico aleatorizado, ensayo clínico controlado no-aleatorizado o estudio de cohorte).
- Número de pacientes
- Edad media.
- Localización del implante (maxilar o mandibular).
- Número total de implantes colocados
- Tiempo de seguimiento.
- Tasa de periimplantitis
- Tasa de mucositis periimplantaria.
- Pérdida ósea marginal periimplantaria reportada en milímetros.
- Tasa de supervivencia de los implantes al final del seguimiento.

Se realizó un análisis descriptivo de la tasa de periimplantitis y mucositis periimplantaria, comparando los diferentes estudios en función del tiempo de seguimiento y el tipo de regeneración ósea utilizada. En los estudios donde se proporcionaron datos sobre la pérdida ósea marginal periimplantaria, se compararon las mediciones obtenidas mediante radiografías periapicales y panorámicas. Los resultados obtenidos en cada estudio fueron agrupados en función de sus características

metodológicas y se analizaron sus implicaciones clínicas en la rehabilitación con implantes dentales en pacientes con defectos óseos tratados con xenoinjertos. Finalmente, los hallazgos se interpretaron en el contexto de la literatura existente y se discutieron sus posibles aplicaciones clínicas.

8. RESULTADOS

8.1. Selección de estudios. Flow Chart.

Se identificaron un total de 516 estudios en la búsqueda inicial: 99 en Medline-PubMed, 138 en SCOPUS y 279 en la base de datos Web of Science. Tras la eliminación de los duplicados quedaron 402 artículos potencialmente elegibles. Tras el cribado de títulos y resúmenes, se consideraron 34 artículos como potencialmente elegibles. Posteriormente, se obtuvo el texto completo de todos los estudios seleccionados. Finalmente, 12 artículos cumplieron con los criterios de inclusión y fueron incorporados en la presente. (Figura 1). La Tabla 3 recoge los estudios excluidos junto con las razones de su exclusión.

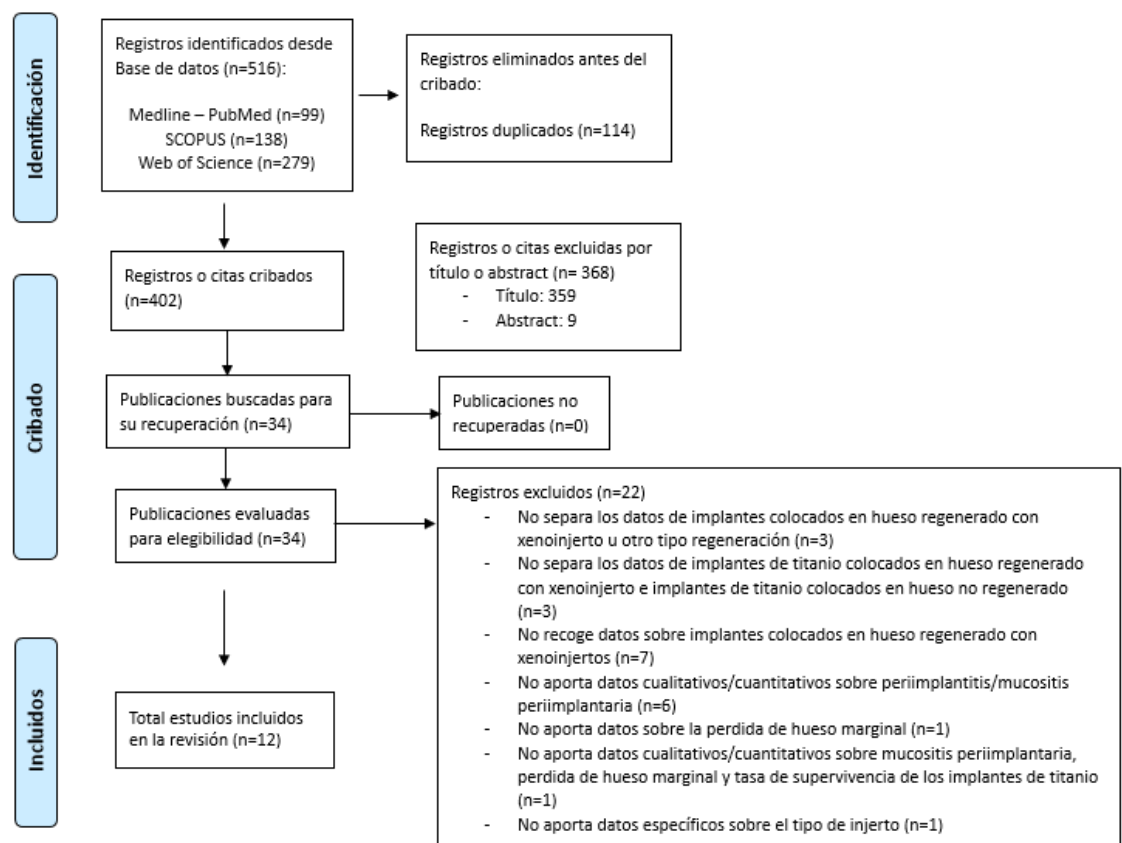


Figura 1. Diagrama de flujo de búsqueda y proceso de selección de títulos durante la revisión sistemática.

Tabla 3. Estudios excluidos y sus respectivas razones de exclusión en la presente revisión sistemática.

Autor. Año.	Publicación	Motivo de exclusión
Gadzo y cols. 2023 (62)	Clin Oral Investig	No separa los datos de implantes de titanio colocados en hueso regenerado con xenoinjerto u otro tipo regeneración.
Sahrman y cols. 2023 (63)	J Dent Res	No recoge datos sobre implantes de titanio colocados en hueso regenerado con xenoinjertos.
Donker y cols. 2024 (64)	J Clin Periodontol	No recoge datos sobre implantes de titanio colocados en hueso regenerado con xenoinjertos.
Atef y cols. 2021 (65)	Clin Implant Dent Relat Res	No aporta datos cualitativos/cuantitativos sobre periimplantitis/mucositis periimplantaria.
Silva y cols. 2022 (66)	J Clin Periodontol	No aporta datos cualitativos/cuantitativos sobre periimplantitis/mucositis periimplantaria.
Jonker y cols. 2021 (67)	Clin Oral Implants Res	No aporta datos sobre la pérdida marginal de hueso.
Almahrous y cols. 2020 (68)	Int J Environ Res Public Health	No aporta datos específicos sobre el tipo de injerto óseo.
Felice y cols. 2018 (69)	Eur J Oral Implantol	No aporta datos cualitativos/cuantitativos sobre periimplantitis/mucositis periimplantaria.

Lim y cols. 2020 (70)	J Clin Periodontol	No aporta datos cualitativos/cuantitativos sobre periimplantitis/mucositis periimplantaria.
Sahrman y cols. 2016 (71)	J Dent Res	No recoge datos sobre implantes de titanio colocados en hueso regenerado con xenoinjertos.
Schwarz y cols. 2017 (72)	Clin Oral Implants Res	No aporta datos cualitativos/cuantitativos sobre periimplantitis/mucositis periimplantaria.
Ellithy y cols. 2024 (73)	Clin Oral Investig	No aporta datos cualitativos/cuantitativos sobre periimplantitis/mucositis periimplantaria.
Krebs y cols. 2019 (74)	Clin Implant Dent Relat Res	No separa los datos de implantes de titanio colocados en hueso regenerado con xenoinjerto u otro tipo regeneración.
Stacchi y cols. 2021 (75)	J Periodontol	No separa los datos de implantes de titanio colocados en hueso regenerado con xenoinjerto u otro tipo regeneración.
Thoma DS y cols. 2020 (76)	J Clin Periodontol	No recoge datos sobre implantes de titanio colocados en hueso regenerado con xenoinjerto.
Pistilli y cols. 2022 (77)	J Dent	No aporta datos cualitativos/cuantitativos sobre mucositis periimplantaria, pérdida de hueso marginal y tasa de supervivencia de los implantes de titanio.
Kolerman y cols. 2023 (78)	Clin Oral Investig	No recoge datos sobre implantes de titanio colocados en hueso regenerado con xenoinjerto.

Tang y cols. 2023 (79)	Int J Oral Maxillofac Implants	No separa los datos de implantes de titanio colocados en hueso regenerado con xenoinjerto e implantes de titanio colocados en hueso no regenerado.
Simion y Cols. 2016 (80)	Int J Periodontics Restorative Dent	No recoge datos sobre implantes de titanio colocados en hueso regenerado con xenoinjerto.
Sayardoust y cols. 2022 (81)	Clin Exp Dent Res	No separa los datos de implantes de titanio colocados en hueso regenerado con xenoinjerto e implantes de titanio colocados en hueso no regenerado.
Pieroni y cols. 2023 (82)	Int J Periodontics Restorative Dent	No recoge datos sobre implantes de titanio colocados en hueso regenerado con xenoinjerto.
Mastrangelo y cols. 2018 (83)	Implant Dent	No separa los datos de implantes de titanio colocados en hueso regenerado con xenoinjerto e implantes de titanio colocados en hueso no regenerado.

8.2. Análisis de las características de los estudios revisados

De los 12 artículos seleccionados, 6 fueron ensayos clínicos aleatorizados (ECA) (84–89), 3 fueron estudios de cohorte retrospectivo (ECR) (90–92), 1 fue un ensayo clínico controlado no aleatorizado (ECC) (93) y 2 fueron estudios observacionales trasversales (EOT) (94,95). En los ensayos clínicos aleatorizados, la asignación aleatoria se realizó considerando al paciente como la unidad de aleatorización.

Estos estudios se enfocaban en el análisis de la colocación de implantes dentales en pacientes que habían sido sometidos a regeneración ósea con xenoinjertos. Se evaluaron un total de 870 pacientes, en los cuales se aplicaban varias técnicas de regeneración ósea con xenoinjerto para la inserción de implantes dentales de titanio (84–95). Se revisaron un total de 1403 implantes dentales (84–95).

Las ubicaciones anatómicas examinadas en estos estudios fueron mayoritariamente el maxilar superior, principalmente en la región posterior (84–93). También se identificaron investigaciones que evaluaban la regeneración en la zona anterior del maxilar (90,93). Además, Buonocunto y cols. (94) y Begić y cols. (95) evaluaron implantes tanto en el maxilar como en la mandíbula.

Los materiales de injerto utilizados en estas investigaciones eran, en su totalidad, de origen heterólogo, con un énfasis particular en el hueso bovino desproteinizado, presentado tanto en forma particulada (Bio-Oss®, Geistlich) como en su versión estabilizada con colágeno (Bio-Oss Collagen®, Geistlich) (84–88,90,92,93). En el estudio de Alayan e Ivanovski (93), este material se combinaba en una proporción de 1:1 con hueso autógeno para potenciar sus propiedades osteoconductoras y osteoinductoras. Asimismo, hay un estudio en el cual se empleaban bloques de hueso equino colagenado (OsteoBiol Sp-Block®, Tecnos) para procesos de regeneración vertical en la mandíbula, así como hueso porcino particulado (OsteoBiol Gen-Os®, Tecnos) en elevaciones sinusales a través de un abordaje lateral (83). También se utilizaron xenoinjertos porcinos cortico-esponjosos colagenados en jeringa prehidratada (OsteoBiol MP3®) en elevaciones sinusales y preservación alveolar (89,94), hueso bovino desproteinizado mezclado con PRGF autólogo (Bio-Oss® + PRGF) para elevación sinusal (91) y xenoinjerto bovino esponjoso particulado en gránulos de 0.25–1 mm (Bio-Oss® Spongiosa) para defectos vestibulares tratados simultáneamente con la colocación de implantes (95).

Respecto al uso de membranas, la mayoría de los estudios incorporaban una membrana de colágeno reabsorbible, como Bio-Gide® (Geistlich) o OsteoBiol Evolution® (Tecnoss), con el objetivo de estabilizar el injerto y prevenir su reabsorción prematura (84–87,90,92,94,95). Sin embargo, en ciertos casos, especialmente en procedimientos de regeneración ósea simultánea a la colocación de implantes mediante técnica transcrestal de elevación sinusal, se prescindía de la utilización de membranas, optando en su lugar por tapones de matriz de colágeno, como el Mucograft Seal® (88). Otras membranas reportadas incluyen una membrana de colágeno reabsorbible sin especificación de marca utilizada para cubrir la ventana sinusal en el procedimiento de elevación lateral (89), membrana porcina de colágeno OsteoBiol Evolution® estabilizada

con suturas (94), membrana autóloga de PRGF derivada de sangre venosa para sellar el acceso quirúrgico (91). Un solo artículo no especificaba explícitamente el uso de membranas (93).

Tabla 4. Variables de las características de los estudios.

Variables de las Características de los Estudios		Número de Artículos
<u>Tipo de Estudio</u>	ECA	6
	ECC no Aleatorizado	1
	ECR	3
	EOT	2
<u>Número de pacientes evaluados</u> = n 870		
<u>Numero de implantes evaluados</u> = n 1403		
<u>Tipo de xenoinjerto</u>	Hueso bovino desproteinizado (Bio-Oss®)	3
	Hueso bovino desproteinizado con colágeno (Bio-Oss Collagen®)	2
	Hueso bovino + hueso autógeno (Bio-Oss® 1:1)	1
	Hueso equino en bloque (OsteoBiol Sp-Block) / Hueso porcino particulado (OsteoBiol Gen-Os)	1
	Hueso bovino (Re-Bone)	1
	Hueso porcino cortico-esponjoso particulado con colágeno 10% (OsteoBiol MP3®, Tecnoss, Italia)	1
	Hueso porcino particulado con colágeno (OsteoBiol MP3®) Hueso bovino desproteinizado particulado (Bio-Oss®, Geistlich)	1

	Hueso bovino desproteinizado particulado (Bio-Oss®) mezclado 2:1 con PRGF autólogo	1
	Hueso bovino desproteinizado esponjoso particulado 0.25–1 mm (Bio-Oss® Spongiosa, Geistlich, Suiza)	1
<u>Tipo de membrana</u>	Membrana de colágeno reabsorbible (Bio-Gide®)	5
	Membrana autóloga de PRGF (BTI)	1
	Membrana de colágeno reabsorbible (marca no especificada)	1
	Membrana de colágeno reabsorbible (OsteoBiol Evolution®)	3
	No se utilizó membrana	1
	No Mencionado	1
<u>Localización del xenoinjerto</u>	Maxilar	8
	Mandíbula	1
	Maxilar/mandíbula	3

8.3. Evaluación de la calidad metodológica y riesgo de sesgo

Para evaluar la calidad metodológica y el riesgo de sesgo de los estudios incluidos en esta revisión sistemática, se emplearon herramientas específicas según el diseño de cada investigación.

En los ensayos clínicos aleatorizados, se utilizó la guía Cochrane para la evaluación del riesgo de sesgo. El análisis reveló que la mayoría de los estudios presentaban limitaciones metodológicas significativas, ya que cuatro fueron clasificados de alto riesgo de sesgo (84,87–89). Un estudio mostró un riesgo de sesgo incierto (85), mientras que solo un ensayo fue considerado de bajo riesgo (86), lo que sugiere una adecuada calidad metodológica y menor influencia de sesgos en sus conclusiones (Tabla 5).

Por otro lado, los estudios no aleatorizados y los observacionales fueron evaluados mediante la Escala de Newcastle-Ottawa. Los resultados indicaron que estos estudios presentaban un bajo riesgo de sesgo (90–95), cumpliendo con criterios adecuados (Tabla 6, Tabla 7, Tabla 8, Tabla 9).

Tabla 5. Medición del riesgo de sesgo de los estudios aleatorizados según la guía Cochrane.

	Generación de la secuencia de aleatorización	Ocultamiento de la secuencia de aleatorización	Enmascaramiento de investigadores, personal o participantes	Enmascaramiento de la evaluación de resultados	Datos de resultados incompletos	Descripción selectiva de los resultados
Farina y cols. 2023 (88)	●	✓	✗	✓	✓	✓
Thoma y cols. 2024 (84)	✓	✓	✗	✗	✓	✓
Felice y cols. 2019 (87)	✓	✓	✗	●	✓	✓
Santos y cols. 2021 (85)	✓	✓	●	✓	✓	✓
Khalifah y cols. 2024 (86)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Correia y cols. 2024 (89)	✓	●	✗	✗	✓	✓

Tabla 6. Medición del riesgo de sesgo de los estudios observacional no aleatorizados con la escala Newcastle-Ottawa – estudio observacional cohortes sin grupo control.

	Representatividad cohorte	Selección cohorte no expuesta	Comprobación exposición	Demostración no presencia variable	Comparabilidad (factor más importante)	Comparabilidad (otros factores)	Medición resultados	Suficiente seguimiento	Tasa de abandonos	Total
Wessels y cols. 2020 (90)	★	-	★	★	★	★	★	★	★	8
Zhang y cols. 2024 (92)	★	-	★	★	★	★	★	★	★	8

Tabla 7. Medición del riesgo de sesgo de los estudios observacional no aleatorizados con la escala Newcastle-Ottawa – estudio observacional cohortes retrospectiva.

	Representatividad cohorte	Selección cohorte no expuesta	Comprobación exposición	Demostración no presencia variable	Comparabilidad (factor más)	Comparabilidad (otros factores)	Medición resultados	Suficiente seguimiento	Tasa de abandonos	Total
Anitua y cols. (91)	★	★	★	★	★	★	★	★	★	9

Tabla 8. Medición del riesgo de sesgo de los estudios de casos y controles con la escala NewCastel-Ottawa – ensayo clínico controlado no aleatorizado.

	Definición de los casos	Representatividad	Selección de los controles	Definición de los controles	Comparabilidad (factor más importante)	Comparabilidad (otros factores)	Comprobación de la exposición	Mismo método para ambos grupos	Tasa de abandonos	Total
Alayan e Ivanovski 2019 (93)	★	★	★	★	★	-	★	★	★	8

Tabla 9. Medición del riesgo de sesgo de los estudios de casos y controles con la escala NewCastel-Ottawa – estudios observacionales transversales

	Definición de los casos	Representatividad	Selección de los controles	Definición de los controles	Comparabilidad (factor más importante)	Comparabilidad (otros factores)	Comprobación de la exposición	Mismo método para ambos grupos	Tasa de abandonos	Total
Buonocunto y cols. 2023 (94)	★	★	★	★	★	★	★	★	-	8
Begić y cols. 2025 (95)	★	★	★	★	★	★	★	★	-	8

8.4. Síntesis de los resultados

La comparación de los estudios incluidos permite observar similitudes y diferencias relevantes en cuanto al diseño, las características de los pacientes y los resultados clínicos obtenidos. Factores como el número de pacientes, la edad media, la localización de los implantes, el tiempo de seguimiento y la aparición de complicaciones biológicas como periimplantitis y mucositis periimplantaria son clave para contextualizar los hallazgos. También se consideran parámetros cuantitativos como la pérdida ósea marginal y la tasa de supervivencia de los implantes. La síntesis integrada de todos estos datos se recoge en la Tabla 10 en el apartado Anexos.

8.4.1. Tasa de mucositis periimplantaria y periimplantitis

Doce estudios aportaron datos relevantes sobre la presencia de complicaciones biológicas en implantes dentales, concretamente periimplantitis y mucositis (84–95). Algunos estudios reportaron datos exclusivamente en la unidad paciente (86,88,91), otros en la unidad implante (85,89,90,92,93), y varios en ambas (84,87,94,95), permitiendo una mejor comparabilidad entre resultados.

En cuanto a la mucositis, los valores oscilaron entre 0,0% (86,89) y 69.23%, alcanzando el valor máximo en el estudio de Alayan e Ivanovski (2019) (93).

Estudios como el de Khalifah y cols. (2024) (86) y Correia y cols. (2024) (89) reportan una tasa del 0%, mientras que otros muestran valores considerablemente más altos. En el estudio de Farina y cols. (2023) (88), el grupo tSFE presenta una tasa del 52.4% por paciente, y el grupo lSFE alcanza el 66.7%, pudiéndose hacer una estima de la tasa de aparición de mucositis periimplantaria en unidad implante de un 55.9 %. El estudio de Alayan e Ivanovski (2019) (93) reporta un valor del 69.23% por implante. Otros estudios intermedios, como el de Wessels y cols. (2020) (90) y Zhang y cols. (2024) (92), muestran respectivamente una tasa del 30.0% y del 21.58 % por implante, mientras que Buonocunto y cols. (2023) (94) presenta 37.7% por implante y 45.1% por paciente. Anitua y cols. (91) reporta una tasa de mucositis periimplantaria de 8.3% por paciente y presenta una tasa de mucositis del 5.1% por implante.

En cuanto a la frecuencia de periimplantitis, las tasas por implante fluctuaron entre 0,0% (85,86,88–91,93) y 16,3%, siendo esta última reportada por Thoma y cols. (2024) (84).

Siete estudios reportan una ausencia total de casos: Farina y cols. (2022) (88) en ambos grupos (tSFE y ISFE), Santos y cols. (2021) (85), Khalifah y cols. (2024) (86), Wessels y cols. (2020) (90), Alayan e Ivanovski (2019) (93), Correia y cols. (2024) (89) y Anitua y cols. (91). El resto de los estudios presenta tasas variables. El estudio de Zhang y cols. (2024) (92) reporta una tasa de 1.32 %, el estudio de Felice y cols. (2019) (87) reporta una tasa de 2.9% por paciente y 3.4% por implante, mientras que Buonocunto y cols. (2023) (94) presenta una tasa del 5.9% por paciente y 8.2% por implante. Begić y cols. (2025) (95) muestra las tasas más elevadas, con 31.3% por paciente y 13.4% por implante, seguido de Thoma y cols. (2024) (84) con 13.3% por paciente y 16.3% por implante.

Los resultados descriptivos sobre las tasas de aparición de periimplantitis y mucositis periimplantaria según unidad de análisis se muestran en la tabla 11 y la tabla 12.

Tabla 11. Características generales de los estudios incluidos: número de sujetos e implantes, duración del seguimiento y tasas de periimplantitis y mucositis según unidad de análisis.

Autor (año)	Nº de pacientes evaluados (a final del seguimiento)	Nº de implantes evaluados	Seguimiento (meses)	Periimplantitis (%)	Mucositis (%)	Unidad de análisis
Farina y cols. 2023 (88)	45	21 (tSFE) 24 (ISFE)	36	0.0	52.4	Paciente
				0.0	66.7	Paciente
Thoma y cols. 2024 (84)	32	47	120	13.3	60	Paciente
				16.3	46.5	Implante
Felice y cols. 2019 (87)	32	88	60	2.9	2.9	Paciente
				3.4	3.4	Implante
Santos y cols. 2021 (85)	26	32	18	0.0	9.4	Implante
Khalifah y cols. 2024 (86)	28	35	12	0.0	0	Paciente
Wessels y cols. 2020 (90)	20	20	60	0.0	30	Implante
Alayan e Ivanovski 2019 (93)	22	22	12	0.0	69.23	Implante
Correia y cols. 2024 (89)	10	15	36	0.0	0	Implante
Anitua y cols. (91)	24	39	30 – 180	0.0	5.1	Paciente
Buonocunto y cols. 2023 (94)	51	61	20 -208	5.9	37.7	Paciente
				8.2	45.1	Implante
Begić y cols. 2025 (95)	131	269	35 - 84	31.3	29.77	Paciente
				13.4	29.0	Implante

Zhang y cols. 2024 (92)	449	760	36 - 96	1.32	21.58	Implante
--------------------------------	-----	-----	---------	------	-------	----------

Tabla 12. Tasas de complicaciones biológicas en la unidad implante: valores reportados a partir de la unidad paciente.

Autor (año)	Nº de implantes evaluados	Periimplantitis (%)	Mucositis (%)
Farina y cols. 2023 (88)	45	0.0	59.6
Thoma y cols. 2024 (84)	47	16.3	46.5
Felice y cols. 2019 (87)	88	3.4	3.4
Santos y cols. 2021 (85)	32	0.0	9.4
Khalifah y cols. 2024 (86)	35	0.0	0.0
Wessels y cols. 2020 (90)	20	0.0	30.0
Alayan e Ivanovski 2019 (93)	22	0.0	69.23
Correia y cols. 2024 (89)	15	0.0	0.0
Anitua y cols. (91)	39	0.0	5.1
Buonocunto y cols. 2023 (94)	61	8.2	45.1
Begić y cols. 2025 (95)	269	13.4	29.0
Zhang y cols. 2024 (92)	760	1.32	21.58

8.4.2 Pérdida ósea marginal

Los valores medios de pérdida ósea marginal distal (dMBL) registrados en los estudios incluidos muestran una notable heterogeneidad, con cifras comprendidas entre 0.039 mm (88) y 2.33 mm (87). El valor mínimo fue reportado por Farina y cols. (2023) (88), con 0.039 ± 0.25 mm, lo que indica una pérdida ósea prácticamente nula y escasamente variable dentro de la muestra analizada. En el extremo opuesto, Felice y cols. (2019) (87) comunicaron una media de 2.33 ± 0.59 mm, valor que representa la mayor pérdida ósea marginal entre los estudios revisados y que sugiere un patrón clínico de reabsorción más acusado.

Entre estos extremos se sitúan varios estudios con pérdidas óseas moderadas. Thoma y cols. (2024) (84) informaron una media de 0.65 ± 1.28 mm, mientras que Santos y cols. (2021) (85) y Correia y cols. (2024) (89) registraron valores de 0.42 ± 0.75 mm y 0.76 ± 0.58 mm, respectivamente. Estas cifras reflejan pérdidas marginales compatibles con los niveles generalmente aceptados como clínicamente estables en implantología, aunque las desviaciones estándar elevadas en algunos casos indican una dispersión significativa entre los sujetos evaluados.

Algunos estudios reportaron valores negativos de dMBL, lo cual representa una ganancia ósea marginal con respecto al nivel de referencia radiográfico inicial. Es el caso de Alayan e Ivanovski (2019) (93), con -0.07 ± 0.49 mm, y especialmente de Anitua y cols. (2023) (91), con -1.95 ± 1.13 mm.. Por su parte, Buonocunto y cols. (2023) (94) informaron una media de 0.91 ± 1.37 mm, valor que, aunque se encuentra dentro del rango clínicamente aceptable, presenta una alta variabilidad intraestudio.

Los valores de pérdida ósea marginal mesial (mMBL) reflejan una variabilidad similar. Farina y cols. (2023) (88) informaron una mMBL de 0.036 ± 0.023 mm, mientras que Khalifah y cols. (2024) (86) reportaron 0.07 ± 0.07 mm. Estos resultados indican una estabilidad ósea marginal prácticamente completa en la región mesial. En contraste, Correia y cols. (2024) (89) presentaron una media de 0.50 ± 0.71 mm, mientras que Anitua y cols. (2023) (91) y Buonocunto y cols. (2023) (94) registraron valores de 0.80 mm, con desviaciones estándar de 1.13 mm y 1.45 mm, respectivamente. Estos últimos casos evidencian una mayor variabilidad clínica y posiblemente una respuesta más individualizada al tratamiento.

Los datos cuantitativos correspondientes a estas variables se presentan de forma agrupada en la Tabla 13.

Tabla 13. Valores medios y desviaciones estándar de pérdida ósea marginal distal (dMBL) y mesial (mMBL) y tiempo de seguimiento.

	Farina y cols. 2023 (88)	Thoma y cols. 2024 (84)	Felice y cols. 2019 (87)	Santos y cols. 2021 (85)	Khalifah y cols. 2024 (86)	Wessels y cols. 2020 (90)	Alayan e Ivanovski 2019 (93)	Correia y cols. 2024 (89)	Anitua y cols. (91)	Buonocunto y cols. 2023 (94)	dMBL media (mm) / SD	mMBL media (mm) / SD	Seguimiento medio (meses) / SD
dMBL (mm) / SD	0.039 ± 0.025	0.65 ±	2.33 ±	0.42 ±	0.80 ±	-0.07 ±	0.58 ±	0.76 ± 0.58	-1.40 ± 1.04	0.91 ± 1.37	0.502 ± 0.93	0.410 ± 1.06	57.3 ± 42.15
mMBL (mm) /SD	0.036 ± 0.023	1.28	0.59	0.75	0.07	0.49	0.40	0.50 ± 0.71	-1.95 ± 1.13	0.80 ± 1.45			
Seguimiento (meses)	36	120	60	18	12	60	12	36	20 - 208	30 - 180			

8.4.3 Tasa de supervivencia

Los estudios incluidos en esta revisión informan tasas de supervivencia de implantes dentales superiores al 95%, lo que sugiere resultados clínicos generalmente favorables a medio y largo plazo (84–95).

El 100% de supervivencia fue reportado en múltiples estudios. Farina y cols. (2023) (88) documentaron una tasa del 100% sin fracasos de implantes durante el periodo de seguimiento y resultados iguales fueron reportados por Khalifah y cols. (2024) (86), Wessels y cols. (2020) (90), Alayan e Ivanovski (2019) (93), Anitua y cols. (2025) (91) y Thoma y cols. (2024) (84).

Felice y cols. (2019) (87) y Zhang y cols. (2024) (92) reportaron unas tasa de supervivencia ligeramente inferiores, respectivamente del 96.7% correspondiente a 3

fallos en el grupo con injerto (n=91) y 96,81%. Estos fracasos incluyeron tanto pérdidas tempranas en un injerto infectado como pérdidas tardías debidas a periimplantitis.

Correia y cols. (2024) (89) registraron una tasa ligeramente inferior al resto de estudio (95%), sin especificar la razón de la perdida de los implantes.

En el estudio de Begić y cols. (2022) (95) no se menciona explícitamente la pérdida de implantes durante el seguimiento, lo que sugiere implícitamente una supervivencia del 100%.

Los datos correspondientes a estas tasas se presentan de forma agrupada en la Tabla 14.

Tabla 14. Tasa de supervivencia (%) de los implantes dentales en los estudios incluidos

	Farina y cols. 2022 (88)	Thoma y cols. 2024 (84)	Felice y cols. 2019 (87)	Santos y cols. 2021 (85)	Khalifah y cols. 2024 (86)	Wessels y cols. 2020 (90)	Alayan e Ivanovski 2019 (93)	Correia y cols. 2024 (89)	Anitua y cols. (91)	Buonocunto y cols. 2023 (94)	Begić y cols. 2025 (95)	Zhang y cols. 2024 (92)
Tasa de supervivencia (%)	100	100	96.7	100	100	100	100	95	100	-	100	96.81

8.4.4. Resultados cuantitativos agregados

A partir del análisis cuantitativo de los estudios incluidos, se obtuvieron los siguientes valores agregados para las variables clínicas: la tasa media ponderada por implante de periimplantitis fue del 4.31%, con una desviación estándar de 5.33%. En cuanto a la mucositis, se obtuvo una media del 24.24% (DE: 13.25%).

Para la pérdida ósea marginal, se presentaron tres métricas distintas: MBL, dMBL y mMBL. La MBL mostró una media ponderada por implante de 0,71 mm (DE: 1,10

mm). La dMBL presentó una media de 0,75 mm (DE: 1,05 mm), con un rango de -1,40 mm a 2,33 mm. Por su parte, la mMBL arrojó una media de 0,67 mm (DE: 1,16 mm).

La tasa de supervivencia de los implantes alcanzó una media del 97.97%, con una desviación estándar de 1,57%. Los datos descritos están incluidos en la Tabla 15.

Tabla 15. Estadísticos descriptivos ponderados por implante de las variables clínicas evaluadas en los estudios incluidos.

Variable	Media Ponderada por implante	Desviación standard ponderada por implante
Periimplantitis (%)	4.31	5.33
Mucositis (%)	24.24	13.25
MBL (mm)	0.71	1.10
dMBL (mm)	0.75	1.05
mMBL (mm)	0.67	1.16
Supervivencia (%)	97.97	1.57

9. DISCUSIÓN

La presente revisión sistemática tuvo como objetivo principal analizar la incidencia de complicaciones biológicas, específicamente mucositis periimplantaria y periimplantitis, en implantes dentales de titanio colocados en zonas previamente regeneradas con xenoinjertos. Asimismo, se propuso cuantificar la pérdida ósea marginal periimplantaria y evaluar la tasa de supervivencia de dichos implantes en un seguimiento mínimo de un año.

9.1. Tasa de mucositis periimplantaria y periimplantitis

Respecto al primer objetivo, los resultados agregados de esta revisión sistemática indican una prevalencia moderada de mucositis periimplantaria (24.24 %) y una baja prevalencia de periimplantitis (4.31 %) a nivel de implante. Estos valores se sitúan por debajo de los promedios globales descritos en revisiones sistemáticas previas y estudios epidemiológicos amplios, lo cual resulta relevante al considerar que todos los implantes analizados están colocados en sitios con regeneración ósea mediante xenoinjertos. En la revisión de Derks y Tomasi (2015) (96), se estima una prevalencia global del 43 % para mucositis y del 22 % para periimplantitis, con rangos amplios (hasta el 65 % y el 47 %, respectivamente), en parte debidos a diferencias en el tiempo de seguimiento y en los umbrales diagnósticos empleados. En comparación, las tasas encontradas en el presente trabajo no solo son más bajas, sino también más consistentes, lo que podría atribuirse al contexto quirúrgico más controlado y a los criterios homogéneos de los estudios seleccionados.

Asimismo, el metaanálisis de Lee y cols. (2017) (97), que distingue las tasas según unidad de análisis, reporta una prevalencia por implante del 29,5 % para mucositis y del 9,3 % para periimplantitis, cifras próximas a las aquí obtenidas. Sin embargo, cuando se analiza por paciente, la prevalencia asciende hasta un 46,8 % para mucositis y un 19,8 % para periimplantitis, lo cual sugiere que el enfoque por implante podría infraestimar la carga clínica real en determinados contextos. Este aspecto metodológico debe considerarse cuidadosamente al interpretar los resultados, dado que algunos estudios incluidos en esta revisión informan tasas diferenciadas según la unidad de análisis.

En este contexto, resulta pertinente señalar una diferencia clave en el tipo de intervenciones analizadas por estas revisiones previas respecto al presente estudio: aunque ni la revisión de Derks y Tomasi (2015) (96) ni la Lee y cols. (2017) (97) analizan de forma específica implantes de titanio colocados con regeneración ósea mediante xenoinjertos, los resultados de la presente revisión sistemática, obtenidos exclusivamente en dicho contexto, son comparables e incluso inferiores en cuanto a prevalencia de mucositis y periimplantitis. Esto refuerza la idea de que el uso de xenoinjertos, lejos de aumentar el riesgo de complicaciones biológicas, puede ser una técnica segura y eficaz si se emplea en un entorno clínico controlado y con criterios estandarizados.

Resultados similares a los de la presente revisión sistemática, se describen en el estudio de Gadzo y cols. (2023) (98), quienes realizan un seguimiento a 10 años de dos sistemas de implantes, OsseoSpeed TX (AST) y Straumann Bone Level SLActive (STM), colocados en maxilar y mandíbula, algunos de ellos en sitios tratados con regeneración ósea mediante xenoinjertos de hueso bovino (Bio-Oss®). Reportan una prevalencia de periimplantitis del 0 % en el grupo AST y del 6,3 % en el grupo STM, con tasas de mucositis que oscilan entre el 29,7 % y el 50,1 %. Los autores atribuyen estos resultados al seguimiento personalizado y al buen control de placa, lo que subraya el papel crucial del mantenimiento en la prevención de complicaciones biológicas. Estos valores se alinean con los resultados reportados en la presente revisión sistemática. En conjunto, estos datos refuerzan la evidencia de que los implantes colocados en zonas previamente regeneradas con xenoinjertos pueden alcanzar resultados clínicos igualmente estables y predecibles que aquellos descritos en estudios de larga duración en condiciones convencionales.

En el estudio retrospectivo de Sayardoust y cols. (2022) (81) no se encuentran diferencias significativas en la aparición de enfermedades periimplantarias entre implantes de titanio colocados con y sin preservación alveolar mediante Bio-Oss®, pero identifican al tabaquismo como el principal predictor de periimplantitis, seguido por el número de implantes por paciente. Estas variables coinciden con los factores asociados identificados en el meta-análisis de Lee y cols. (2017) (97).

9.2. Pérdida ósea marginal (MBL)

En términos globales, los valores medios ponderados de esta revisión sistemática, MBL total: 0,71 mm; dMBL: 0,75 mm; mMBL: 0,67 mm, reflejan una pérdida ósea marginal moderada y clínicamente aceptable, por debajo del umbral crítico de 1,5 mm (57). Todos los estudios incluidos en esta revisión evalúan implantes colocados en sitios previamente regenerados con xenoinjertos, lo que permite considerar estos resultados como representativos del comportamiento óseo marginal bajo estas condiciones clínicas específicas.

En comparación con la literatura externa, el metaanálisis de Paul y cols. (2017) (99), basado en ensayos clínicos aleatorizados con seguimiento a 12 meses, muestra una diferencia media de MBL de – 0,01 mm, sin significación estadística. Aunque no se reporta una MBL absoluta, sus datos reflejan una pérdida ósea mínima, inferior a los valores medios de esta revisión, pero compatibles con los resultados más conservadores de estudios incluidos como Farina y cols. (2023) (88) o Khalifah y cols. (2024) (86).

Finalmente, el estudio de cohorte retrospectivo de Sayardoust y cols. (2022) (81) informa una MBL media de 2,2 mm a los cinco años, cifra claramente superior a los resultados de esta revisión. No obstante, al igual que en Correia y cols. (2024) (89) y Anitua y cols. (2023) (91), no se observan diferencias significativas entre los pacientes con o sin preservación alveolar, lo que respalda el hallazgo de que el uso de xenoinjertos no incrementa necesariamente la reabsorción ósea marginal.

9.3. Tasa de supervivencia

Los resultados integrados de esta revisión sistemática muestran una tasa media ponderada de supervivencia del 97.97 % para los implantes colocados en sitios previamente regenerados con xenoinjertos. Esta cifra refleja una excelente evolución clínica a medio y largo plazo, con valores iguales o superiores al 95 % en todos los estudios incluidos en la presente revisión sistemática (84–95). Estos hallazgos demuestran una consistencia notable en los resultados clínicos y respaldan la fiabilidad de la implantología en contextos regenerativos.

Al comparar estos datos con la literatura científica externa, se observa una coherencia general. El metaanálisis de Paul y cols. (2017) (99) reporta tasas de

supervivencia de entre 93,3 % y 100 % en implantes colocados con y sin regeneración ósea, lo cual es totalmente compatible con la media de esta revisión.

Por su parte, el ensayo clínico aleatorizado de Gadzo y cols. (2023) (98) reporta una supervivencia a nivel de implante del 96,8 % en el grupo STM (implante transmucoso) y 89,7 % en el grupo AST (implante sumergido), con un 100 % de supervivencia a nivel paciente. Aunque estas cifras resultan levemente inferiores a la media de esta revisión, siguen reflejando resultados clínicamente satisfactorios en el largo plazo. Las diferencias observadas podrían explicarse por el tipo de superficie implantaria o por factores técnicos asociados al diseño del sistema.

Desde una perspectiva más amplia, las revisiones sistemáticas también avalan la colocación de implantes en hueso regenerado. Elakkiya y cols. (2017) (100) informan tasas medias de supervivencia del 98,5 % para injertos en bloque, 94,7 % para derivados sanguíneos y 85,4 % en el único estudio con xenoinjerto, que representa el único valor claramente inferior al promedio de esta revisión. Por su parte, Hegde y cols. (2016) (101), en una revisión sobre elevación sinusal sin biomaterial, identifican rangos de supervivencia entre 79,9 % y 100 %, lo que pone de manifiesto la variabilidad en función del abordaje quirúrgico y del diseño de los estudios.

9.4. Limitaciones y nuevas líneas de investigación

Esta revisión sistemática presenta una serie de limitaciones metodológicas y de diseño que se deben tener en cuenta al interpretar sus resultados. Una de las más relevantes es la heterogeneidad en las unidades de análisis empleadas por los estudios incluidos, lo que dificulta la comparabilidad directa y puede introducir sesgos en los cálculos agregados.

Además, varios estudios muestran problemas en el seguimiento a largo plazo o pérdidas de pacientes durante el periodo de observación, lo que afecta la validez interna de los resultados y limita su generalización. Por ejemplo Farina y cols. (88) informan dificultades para completar controles a los cinco años.

Desde el punto de vista diagnóstico, el uso de radiografías bidimensionales sin dispositivos de estandarización impide obtener mediciones precisas de la pérdida ósea marginal, introduciendo un sesgo de medición potencial. Otros estudios, como

el de Wessels y cols. (90), advierten sobre sesgos de selección relacionados con la inclusión de pacientes o la asignación del tratamiento.

Respecto al diseño metodológico, varios estudios adoptan enfoques transversales o retrospectivos (90–92,94,95). Si bien estos diseños aportan información relevante, no permiten establecer relaciones causales sólidas entre la regeneración ósea con xenoinjertos y las enfermedades periimplantarias. Así, investigaciones como las de Buonocunto y cols. (94) y Begić y cols. (95) ofrecen datos valiosos, pero limitados en su capacidad de analizar la progresión clínica o los factores de confusión a lo largo del tiempo.

En algunos casos, como el estudio de Correia y cols. (89), el tamaño muestral es reducido, lo cual compromete la potencia estadística y la extrapolación de los resultados a poblaciones más amplias. Este problema se agrava cuando se consideran las amplias variaciones en tasas de complicaciones, pérdida ósea y supervivencia observadas entre los estudios incluidos.

La variabilidad en los tiempos de seguimiento, que oscilan entre los 12 y los 208 meses, también influye en la detección de complicaciones como la periimplantitis, ya que los seguimientos cortos pueden subestimar patologías de desarrollo lento, mientras que los prolongados ofrecen una imagen más completa del rendimiento clínico de los implantes.

Por otro lado, se observa una alta heterogeneidad en los materiales y protocolos quirúrgicos utilizados. Aunque todos los estudios recurren a xenoinjertos, varían en el tipo (bovino, porcino, equino), forma (particulado, en bloque) y combinación con membranas o factores autólogos.

Algunos estudios no consideran factores clínicos fundamentales, como la existencia de enfermedades sistémicas, el historial de periodontitis o la experiencia del operador (84,86,88,91). Además, el estudio de Begić y cols. (95) no evalúan la morfología inicial de los defectos óseos ni el grado de regeneración alcanzado, pese a que estos aspectos inciden directamente en el éxito del tratamiento.

Una de las limitaciones metodológicas detectadas en esta revisión es la falta de estandarización diagnóstica entre los estudios incluidos. Mientras que trabajos como los de Khalifah y cols. (2024) (86), Santos y cols. (2021) (85), Thoma y cols.

(2024) (84), Wessels y cols. (2020) (90), Alayan e Ivanovski (2019) (93), Buonocunto y cols. (2023) (94) y Begić y cols. (2025) (95) aplican criterios completos y bien definidos según el World Workshop 2017 (43), combinando parámetros clínicos (como BoP, PD, supuración) y pérdida ósea radiográfica, otros como los de Felice y cols. (2019) (87), Farina y cols. (2023) (88), Correia y cols. (2024) (89) y Anitua y cols. (2025) (91) presentan definiciones clínicas más generales o incompletas, sin especificar aspectos clave como el número de sitios sondados, el uso de sondas calibradas o los umbrales exactos de pérdida ósea. Esta heterogeneidad en los criterios diagnósticos puede limitar la comparabilidad directa entre estudios y la validez externa de los resultados obtenidos.

En cuanto a la calidad metodológica general, cinco de los seis ensayos clínicos aleatorizados incluidos presentan un alto riesgo de sesgo según la herramienta Cochrane, lo que limita la solidez de sus conclusiones (84,85,87–89). Además, aunque los estudios observacionales obtienen buenas puntuaciones con la escala Newcastle-Ottawa, sus diseños no permiten establecer relaciones causales con la misma precisión (90–95).

Finalmente, la integración de datos clínicos heterogéneos, con diferencias en diseño, duración del seguimiento y metodología, dentro del análisis ponderado puede generar resultados que, aunque válidos desde el punto de vista matemático, no reflejan fielmente la realidad clínica.

En este contexto, resulta fundamental promover nuevas líneas de investigación que ofrezcan resultados más fiables. Se recomienda el desarrollo de ensayos clínicos aleatorizados multicéntricos, con tamaños muestrales robustos y seguimiento superior a cinco años, que comparen directamente implantes colocados en sitios regenerados con xenoinjertos frente a aquellos en sitios no regenerados.

Además, se deben establecer criterios diagnósticos estandarizados, aplicables de forma sistemática en todos los estudios, con parámetros clínicos y radiográficos consensuados internacionalmente. Esto facilitará la comparación entre investigaciones y mejorará la precisión de los metaanálisis.

Otra prioridad investigadora consiste en controlar factores de confusión relevantes, como el historial periodontal, la higiene oral, el tabaquismo, las

comorbilidades sistémicas o la experiencia del operador. La recogida sistemática de estos datos permitirá realizar análisis ajustados y fortalecer la validez interna de los estudios.

El uso de técnicas de imagen tridimensional, como la tomografía computarizada de haz cónico (CBCT), con protocolos estandarizados, también debe fomentarse para mejorar la precisión en la medición de la pérdida ósea marginal y reducir el sesgo asociado al método radiográfico.

Por último, se propone impulsar estudios observacionales de cohorte con diseño prospectivo, que analicen la evolución clínica de los implantes en contextos reales y evalúen la influencia del mantenimiento profesional a largo plazo como factor protector frente a complicaciones biológicas.

Estas líneas de investigación representan una oportunidad clave para consolidar la base científica en implantología regenerativa y orientar la toma de decisiones clínicas sobre fundamentos sólidos y replicables.

10. CONCLUSIONES

Conclusiones principales

- Los implantes de titanio colocados en zonas regeneradas mediante xenoinjertos presentaron una baja incidencia de mucositis periimplantaria y periimplantitis, lo que indica que el empleo de este tipo de biomaterial no conlleva un aumento significativo del riesgo de complicaciones biológicas asociadas.

Conclusiones secundarias

- La media de pérdida ósea marginal periimplantaria fue baja y dentro de los límites clínicamente aceptables, si bien se observó cierta variabilidad entre los estudios, posiblemente relacionada con diferencias en los protocolos quirúrgicos y en las características de los pacientes evaluados.
- La tasa de supervivencia de los implantes de titanio colocados en sitios con regeneración ósea mediante xenoinjertos fue elevada en todos los estudios analizados, confirmando la eficacia y predictibilidad de esta técnica en la rehabilitación implantológica.

11. BIBLIOGRAFÍA

1. Zhao R, Yang R, Cooper PR, Khurshid Z, Shavandi A, Ratnayake J. Bone Grafts and Substitutes in Dentistry: A Review of Current Trends and Developments. *Mol Basel Switz*. 2021 May 18;26(10).
2. Cucchi A, Maiani F, Franceschi D, Sassano M, Fiorino A, Urban IA, et al. The influence of vertical ridge augmentation techniques on peri-implant bone loss: A systematic review and meta-analysis. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2024 Feb;26(1):15–65.
3. Araújo MG, Lindhe J. Dimensional ridge alterations following tooth extraction. An experimental study in the dog. *J Clin Periodontol*. 2005 Feb;32(2):212–8.
4. Mardas N, Macbeth N, Donos N, Jung RE, Zuercher AN. Is alveolar ridge preservation an overtreatment? *Periodontol 2000*. 2023 Oct;93(1):289–308.
5. Liñares A, Dopico J, Magrin G, Blanco J. Critical review on bone grafting during immediate implant placement. *Periodontol 2000*. 2023 Oct;93(1):309–26.
6. Couso-Queiruga E, Stuhr S, Tattan M, Chambrone L, Avila-Ortiz G. Post-extraction dimensional changes: A systematic review and meta-analysis. *J Clin Periodontol*. 2021 Jan;48(1):126–44.
7. Van der Weijden F, Dell'Acqua F, Slot DE. Alveolar bone dimensional changes of post-extraction sockets in humans: a systematic review. *J Clin Periodontol*. 2009 Dec;36(12):1048–58.
8. Mortazavi H, Khodadoust A, Kheiri A, Kheiri L. Bone loss-related factors in tissue and bone level dental implants: a systematic review of clinical trials. *J Korean Assoc Oral Maxillofac Surg*. 2021 Jun 30;47(3):153–74.
9. Gurbanov S, Plugmann P. Dental Implants Placed in Grafted and Non-Grafted Sites: A Systematic Review. *Oral Health Prev Dent*. 2024 Nov 18;22:595–600.
10. Wessing B, Lettner S, Zechner W. Guided Bone Regeneration with Collagen Membranes and Particulate Graft Materials: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2018 Feb;33(1):87–100.
11. Elgali I, Omar O, Dahlin C, Thomsen P. Guided bone regeneration: materials and biological mechanisms revisited. *Eur J Oral Sci*. 2017 Oct;125(5):315–37.
12. Aloy-Prósper A, Carramolino-Cuéllar E, Peñarrocha-Oltra D, Soto-Peñaloza D, Peñarrocha-Diago M. Intraoral onlay block bone grafts versus cortical tenting technique on alveolar ridge augmentations: a systematic review. *Med Oral Patol Oral Cirugía Bucal*. 2022 Mar 1;27(2):e181–90.
13. Baltazar A, Rodríguez-Pulido J, Garza-Enriquez M, Martínez-Sandoval G, Nakagoshi-Cepeda M, Nakagoshi-Cepeda S. Clasificaciones de alvéolos postextracción - Revisión de literatura. 2020 Oct;37:14–24.
14. Kim JJ, Ben Amara H, Chung I, Koo KT. Compromised extraction sockets: a new classification and prevalence involving both soft and hard tissue loss. *J Periodontal Implant Sci*. 2021 Apr;51(2):100–13.

15. Palomino-Zorrilla JJ, Córdova-Limaylla NE, Rosas-Díaz JC, Cayo-Rojas CF, Cervantes-Ganoza LA, Guerrero ME. Jawbone quality classification in dental implant planning and placement studies. A scoping review. *J Int Soc Prev Community Dent*. 2024 Apr;14(2):89–97.
16. Zarb GA, Zarb FL. Tissue integrated dental prostheses. *Quintessence Int Berl Ger* 1985. 1985 Jan;16(1):39–42.
17. Al-Ekrish AA, Widmann G, Alfadda SA. Revised, Computed Tomography-Based Lekholm and Zarb Jawbone Quality Classification. *Int J Prosthodont*. 2018 Aug;31(4):342–5.
18. Cawood JI, Howell RA. A classification of the edentulous jaws. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 1988 Aug;17(4):232–6.
19. Miron RJ. Optimized bone grafting. *Periodontol 2000*. 2024 Feb;94(1):143–60.
20. Zhao R, Yang R, Cooper PR, Khurshid Z, Shavandi A, Ratnayake J. Bone Grafts and Substitutes in Dentistry: A Review of Current Trends and Developments. *Mol Basel Switz*. 2021 May 18;26(10).
21. Alqahtani AM. Guided Tissue and Bone Regeneration Membranes: A Review of Biomaterials and Techniques for Periodontal Treatments. *Polymers*. 2023 Aug 10;15(16).
22. Dimitriou R, Jones E, McGonagle D, Giannoudis PV. Bone regeneration: current concepts and future directions. *BMC Med*. 2011 May 31;9:66.
23. Baldwin P, Li DJ, Auston DA, Mir HS, Yoon RS, Koval KJ. Autograft, Allograft, and Bone Graft Substitutes: Clinical Evidence and Indications for Use in the Setting of Orthopaedic Trauma Surgery. *J Orthop Trauma*. 2019 Apr;33(4):203–13.
24. Ciszynski M, Dominiak S, Dominiak M, Gedrange T, Hadzik J. Allogenic Bone Graft in Dentistry: A Review of Current Trends and Developments. *Int J Mol Sci*. 2023 Nov 22;24(23).
25. Papageorgiou SN, Papageorgiou PN, Deschner J, Götz W. Comparative effectiveness of natural and synthetic bone grafts in oral and maxillofacial surgery prior to insertion of dental implants: Systematic review and network meta-analysis of parallel and cluster randomized controlled trials. *J Dent*. 2016 May;48:1–8.
26. Kim H, Han HS, Ghanaati S, Zadeh HH, Kim S, Cho YD. Alveolar Ridge Preservation Using a Collagenated Xenograft: A Randomized Clinical Trial. *Int Dent J*. 2025 Apr;75(2):1155–64.
27. Beus JHW de, Cune MS, Meijer HJA, Raghoobar GM, Schepke U. Metal-Free Custom-Made Zirconia Implants-A Prospective 5-Year Follow-Up Single-Arm Clinical Trial. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2025 Feb;27(1):e13404.
28. Bienz SP, Hilbe M, Hüsler J, Thoma DS, Hämmerle CHF, Jung RE. Clinical and histological comparison of the soft tissue morphology between zirconia and titanium dental implants under healthy and experimental mucositis conditions-A randomized controlled clinical trial. *J Clin Periodontol*. 2021 May;48(5):721–33.

29. Hosseini M, Worsaae N, Gotfredsen K. A 5-year randomized controlled trial comparing zirconia-based versus metal-based implant-supported single-tooth restorations in the premolar region. *Clin Oral Implants Res.* 2022 Aug;33(8):792–803.
30. Kuhn K, Rudolph H, Graf M, Moldan M, Zhou S, Udart M, et al. Interaction of titanium, zirconia and lithium disilicate with peri-implant soft tissue: study protocol for a randomized controlled trial. *Trials.* 2015 Oct 15;16:467.
31. Strasding M, Hicklin SP, Todorovic A, Fehmer V, Mojon P, Sailer I. A multicenter randomized controlled clinical pilot study of buccally micro-veneered lithium-disilicate and zirconia crowns supported by titanium base abutments: 1-year outcomes. *Clin Oral Implants Res.* 2023 Jan;34(1):56–65.
32. Pandey C, Rokaya D, Bhattarai BP. Contemporary Concepts in Osseointegration of Dental Implants: A Review. *BioMed Res Int.* 2022;2022:6170452.
33. Silva RCS, Agrelli A, Andrade AN, Mendes-Marques CL, Arruda IRS, Santos LRL, et al. Titanium Dental Implants: An Overview of Applied Nanobiotechnology to Improve Biocompatibility and Prevent Infections. *Mater Basel Switz.* 2022 Apr 27;15(9).
34. Sales PH da H, Barros AWP, Oliveira-Neto OB de, de Lima FJC, Carvalho A de AT, Leão JC. Do zirconia dental implants present better clinical results than titanium dental implants? A systematic review and meta-analysis. *J Stomatol Oral Maxillofac Surg.* 2023 Feb 1;124(1, Supplement):101324.
35. Padhye NM, Calciolari E, Zuercher AN, Tagliaferri S, Donos N. Survival and success of zirconia compared with titanium implants: a systematic review and meta-analysis. *Clin Oral Investig.* 2023 Nov;27(11):6279–90.
36. Ruiz Henao PA, Caneiro Queija L, Mareque S, Tasende Pereira A, Liñares González A, Blanco Carrión J. Titanium vs ceramic single dental implants in the anterior maxilla: A 12-month randomized clinical trial. *Clin Oral Implants Res.* 2021 Aug;32(8):951–61.
37. Albrektsson T, Tengvall P, Amengual L, Coli P, Kotsakis GA, Cochran D. Osteoimmune regulation underlies oral implant osseointegration and its perturbation. *Front Immunol.* 2022;13:1056914.
38. Brånemark PI. Osseointegration and its experimental background. *J Prosthet Dent.* 1983 Sep;50(3):399–410.
39. Pandey C, Rokaya D, Bhattarai BP. Contemporary Concepts in Osseointegration of Dental Implants: A Review. *BioMed Res Int.* 2022;2022:6170452.
40. Thoma DS, Gil A, Hämmerle CHF, Jung RE. Management and prevention of soft tissue complications in implant dentistry. *Periodontol 2000.* 2022 Feb;88(1):116–29.
41. Heitz-Mayfield LJA, Salvi GE. Peri-implant mucositis. *J Clin Periodontol.* 2018 Jun;45 Suppl 20:S237–45.
42. Dreyer H, Grischke J, Tiede C, Eberhard J, Schweitzer A, Toikkanen SE, et al. Epidemiology and risk factors of peri-implantitis: A systematic review. *J Periodontal Res.* 2018 Oct;53(5):657–81.

43. Berglundh T, Armitage G, Araujo MG, Avila-Ortiz G, Blanco J, Camargo PM, et al. Peri-implant diseases and conditions: Consensus report of workgroup 4 of the 2017 World Workshop on the Classification of Periodontal and Peri-Implant Diseases and Conditions. *J Clin Periodontol*. 2018 Jun;45 Suppl 20:S286–91.
44. Roccuzzo A, Imber JC, Salvi GE, Roccuzzo M. Peri-implantitis as the consequence of errors in implant therapy. *Periodontol 2000*. 2023 Jun;92(1):350–61.
45. Schwarz F, Derks J, Monje A, Wang HL. Peri-implantitis. *J Clin Periodontol*. 2018 Jun;45 Suppl 20:S246–66.
46. Nibali L, Gkraniias N, Mainas G, Di Pino A. Periodontitis and implant complications in diabetes. *Periodontol 2000*. 2022 Oct;90(1):88–105.
47. Ramanauskaite A, Becker K, Cafferata EA, Schwarz F. Clinical efficacy of guided bone regeneration in peri-implantitis defects. A network meta-analysis. *Periodontol 2000*. 2023 Oct;93(1):236–53.
48. Albrektsson T, Chrcanovic B, Östman PO, Sennerby L. Initial and long-term crestal bone responses to modern dental implants. *Periodontol 2000*. 2017 Feb;73(1):41–50.
49. Arai Y, Takashima M, Matsuzaki N, Takada S. Marginal bone loss in dental implants: A literature review of risk factors and treatment strategies for prevention. *J Prosthodont Res*. 2025 Jan 10;69(1):12–20.
50. Taheri M, Akbari S, Shamshiri AR, Shayesteh YS. Marginal bone loss around bone-level and tissue-level implants: A systematic review and meta-analysis. *Ann Anat Anat Anz Off Organ Anat Ges*. 2020 Sep;231:151525.
51. Hjalmarsson L, Gheisarifar M, Jemt T. A systematic review of survival of single implants as presented in longitudinal studies with a follow-up of at least 10 years. *Eur J Oral Implantol*. 2016;9 Suppl 1:S155-162.
52. Simonis P, Dufour T, Tenenbaum H. Long-term implant survival and success: a 10-16-year follow-up of non-submerged dental implants. *Clin Oral Implants Res*. 2010 Jul;21(7):772–7.
53. Kupka JR, König J, Al-Nawas B, Sagheb K, Schiegnitz E. How far can we go? A 20-year meta-analysis of dental implant survival rates. *Clin Oral Investig*. 2024 Sep 21;28(10):541.
54. Howe MS, Keys W, Richards D. Long-term (10-year) dental implant survival: A systematic review and sensitivity meta-analysis. *J Dent*. 2019 May;84:9–21.
55. Papaspyridakos P, De Souza A, Vazouras K, Gholami H, Pagni S, Weber HP. Survival rates of short dental implants (≤ 6 mm) compared with implants longer than 6 mm in posterior jaw areas: A meta-analysis. *Clin Oral Implants Res*. 2018 Oct;29 Suppl 16:8–20.
56. Patel R, Ucer C, Wright S, Khan RS. Differences in Dental Implant Survival between Immediate vs. Delayed Placement: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Dent J*. 2023 Sep 15;11(9).

57. Albrektsson T, Zarb G, Worthington P, Eriksson AR. The long-term efficacy of currently used dental implants: a review and proposed criteria of success. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 1986 Summer;1(1):11–25.
58. Misch CE, Perel ML, Wang HL, Sammartino G, Galindo-Moreno P, Trisi P, et al. Implant success, survival, and failure: the International Congress of Oral Implantologists (ICOI) Pisa Consensus Conference. *Implant Dent*. 2008 Mar;17(1):5–15.
59. Zhao R, Zhao W, Huang J, Fang M, Dong Y, Chen J, et al. Prevalence and Risk Factors of Peri-Implant Disease: A Retrospective Case-Control Study in Western China. *Int J Environ Res Public Health*. 2022 Oct 3;19(19).
60. Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *Int J Surg Lond Engl*. 2010;8(5):336–41.
61. Stang A. Critical evaluation of the Newcastle-Ottawa scale for the assessment of the quality of nonrandomized studies in meta-analyses. *Eur J Epidemiol*. 2010 Sep;25(9):603–5.
62. Gadzo N, Ioannidis A, Naenni N, Hüsler J, Jung RE, Thoma DS. Survival and complication rates of two dental implant systems supporting fixed restorations: 10-year data of a randomized controlled clinical study. *Clin Oral Investig*. 2023 Dec;27(12):7327–36.
63. Sahrman P, Naenni N, Jung RE, Hämmerle CHF, Attin T, Schmidlin PR. Ten-Year Performance of Posterior 6-mm Implants with Single-Tooth Restorations: A Randomized Controlled Trial. *J Dent Res*. 2023 Aug;102(9):1015–21.
64. Donker VJJ, Raghoobar GM, Slagter KW, Hentenaar DFM, Vissink A, Meijer HJA. Immediate implant placement with immediate or delayed provisionalization in the maxillary aesthetic zone: A 10-year randomized trial. *J Clin Periodontol*. 2024 Jun;51(6):722–32.
65. Atef M, El Barbary A, Dahrous MSED, Zahran AF. Comparison of the soft and hard peri-implant tissue dimensional changes around single immediate implants in the esthetic zone with socket shield technique versus using xenograft: A randomized controlled clinical trial. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2021 Jun;23(3):456–65.
66. Silva CGB, Sapata VM, Llanos AH, Romano MM, Jung RE, Hämmerle CHF, et al. Peri-implant tissue changes at sites treated with alveolar ridge preservation in the aesthetic zone: Twenty-two months follow-up of a randomized clinical trial. *J Clin Periodontol*. 2022 Jan;49(1):39–47.
67. Jonker BP, Strauss FJ, Naenni N, Jung RE, Wolvius EB, Pijpe J. Early implant placement with or without alveolar ridge preservation in single tooth gaps renders similar esthetic, clinical and patient-reported outcome measures: One-year results of a randomized clinical trial. *Clin Oral Implants Res*. 2021 Sep;32(9):1041–51.
68. Almahrous G, David-Tchouda S, Sissoko A, Rancon N, Bosson JL, Fortin T. Patient-Reported Outcome Measures (PROMs) for Two Implant Placement Techniques in Sinus Region (Bone Graft versus Computer-Aided Implant Surgery): A Randomized Prospective Trial. *Int J Environ Res Public Health*. 2020 Apr 25;17(9).

69. Felice P, Barausse C, Pistilli V, Piattelli M, Ippolito DR, Esposito M. Posterior atrophic jaws rehabilitated with prostheses supported by 6 mm long x 4 mm wide implants or by longer implants in augmented bone. 3-year post-loading results from a randomised controlled trial. *Eur J ORAL Implantol.* 2018;11(2):175–87.
70. Lim HC, Seo S, Thoma DS, Park JC, Hong JY, Shin SY. Late implant placement following ridge preservation versus early implant placement: A pilot randomized clinical trial for periodontally compromised non-molar extraction sites. *J Clin Periodontol.* 2020 Feb;47(2):247–56.
71. Sahrmann P, Naenni N, Jung RE, Held U, Truninger T, Hämmerle CHF, et al. Success of 6-mm Implants with Single-Tooth Restorations: A 3-year Randomized Controlled Clinical Trial. *J Dent Res.* 2016 Jun;95(6):623–8.
72. Schwarz F, Mihatovic I, Ghanaati S, Becker J. Performance and safety of collagenated xenogeneic bone block for lateral alveolar ridge augmentation and staged implant placement. A monocenter, prospective single-arm clinical study. *Clin Oral Implants Res.* 2017 Aug;28(8):954–60.
73. Ellithy AA, El-Tonsy MM, Ghouraba SF, El-Fahl BN, Elaskary A, Elfana A. Immediate implant placement in compromised extraction sockets using vestibular socket therapy with acellular dermal matrix versus connective tissue grafts in the esthetic zone: a randomized controlled clinical trial. *Clin Oral Investig.* 2024 Nov 28;28(12):664.
74. Krebs M, Kesar N, Begić A, von Krockow N, Nentwig GH, Weigl P. Incidence and prevalence of peri-implantitis and peri-implant mucositis 17 to 23 (18.9) years postimplant placement. Vol. 21, *Clinical Implant Dentistry and Related Research.* 2019. p. 1116–23.
75. Stacchi C, Troiano G, Rapani A, Lombardi T, Sentineri R, Speroni S, et al. Factors influencing the prevalence of peri-implantitis in implants inserted in augmented maxillary sinuses: A multicenter cross-sectional study. Vol. 92, *Journal of Periodontology.* 2021. p. 1117–25.
76. Thoma DS, Gasser TJW, Jung RE, Hämmerle CHF. Randomized controlled clinical trial comparing implant sites augmented with a volume-stable collagen matrix or an autogenous connective tissue graft: 3-year data after insertion of reconstructions. *J Clin Periodontol.* 2020 May;47(5):630–9.
77. Pistilli R, Canullo L, Pesce P, Pistilli V, Caponio VCA, Sbricoli L. Guided implant surgery and sinus lift in severely resorbed maxillae: A retrospective clinical study with up to 10 years of follow-up. *J Dent.* 2022 Jun;121:104137.
78. Kolerman R, Abu-Rabie H, Sculean A, Chaushu L, Szmukler-Moncler S, Tagger-Green N. Simultaneous implant placement and restoration with guided bone regeneration in the mandibular anterior region. *Clin Oral Investig.* 2023 Dec;27(12):7821–32.
79. Tang Y, Yu H, Wang J, Qiu L. Implant Survival and Complication Prevalence in Complete-Arch Implant-Supported Fixed Dental Prostheses: A Retrospective Study with a Mean Follow-up of 5 Years. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2023 Feb;38(1):84–93.

80. Simion M, Ferrantino L, Idotta E, Zarone F. Turned Implants in Vertical Augmented Bone: A Retrospective Study with 13 to 21 Years Follow-Up. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 2016 Jun;36(3):309–17.
81. Sayardoust S, Norstedt W, Shah FA. The long-term impact of alveolar ridge preservation with xenograft bone mineral on peri-implant health after 5 years in function: A retrospective cohort study of 108 patients assessed clinically and radiologically. *Clin Exp Dent Res*. 2022 Jun;8(3):640–9.
82. Pieroni S, Sironi A, Fumagalli D, Tencaioli G, Ferrantino L. Rough Implants in Vertically Augmented Bone: A Retrospective Study with 4 to 15 Years of Follow-up. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 2023 Aug;43(4):471–7.
83. Mastrangelo F, Gastaldi G, Vinci R, Troiano G, Tettamanti L, Gherlone E, et al. Immediate Postextractive Implants With and Without Bone Graft: 3-year Follow-up Results From a Multicenter Controlled Randomized Trial. *Implant Dent*. 2018 Dec;27(6):638–45.
84. Thoma DS, Haas R, Sporniak-Tutak K, Garcia A, Taylor TD, Tutak M, et al. Randomized controlled multi-centre study comparing shorter dental implants (6 mm) to longer dental implants (11-15 mm) in combination with sinus floor elevation procedures: 10-year data. *J Clin Periodontol*. 2024 Apr;51(4):499–509.
85. Santos A, Botelho J, Machado V, Borrecho G, Proença L, Mendes JJ, et al. Autogenous Mineralized Dentin versus Xenograft granules in Ridge Preservation for Delayed Implantation in Post-extraction Sites: A Randomized controlled clinical trial with an 18 months follow-up. *Clin Oral Implants Res*. 2021 Aug;32(8):905–15.
86. Khalifah MA, Elgendy AMA, Elgendy E. Untreated Mineralized Dentin Grafts (UMDGs) vs Xenografts Around Immediately Placed Dental Implants in the Mandibular Anterior Region: A Randomized Controlled Clinical Trial. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2024 Jun 21;(3):381–8.
87. Felice P, Pistilli R, Barausse C, Piattelli M, Buti J, Esposito M. Posterior atrophic jaws rehabilitated with prostheses supported by 6-mm-long 4-mm-wide implants or by longer implants in augmented bone. Five-year post-loading results from a within-person randomised controlled trial. *Int J Oral Implantol Berl Ger*. 2019;12(1):57–72.
88. Farina R, Riccardi O, Schincaglia GP, Severi M, Trombelli L, Simonelli A. Six-year extension results of a randomized trial comparing transcrestal and lateral sinus floor elevation at sites with 3-6 mm of residual bone. *Clin Oral Implants Res*. 2023 Aug;34(8):813–21.
89. Correia F, Gouveia S, Felino AC, Faria-Almeida R, Pozza DH. Maxillary Sinus Augmentation with Xenogenic Collagen-Retained Heterologous Cortico-Cancellous Bone: A 3-Year Follow-Up Randomized Controlled Trial. *Dent J*. 2024 Feb 3;12(2).
90. Wessels R, Vervaeke S, Seyssens L, Eghbali A, Cosyn J. A 5-year cohort study on early implant placement with guided bone regeneration or alveolar ridge preservation with connective tissue graft. Vol. 22, *Clinical Implant Dentistry and Related Research*. 2020. p. 697–705.

91. Anitua E, Piñas L, Alkhraisat MH. Long-Term Comparative Outcomes of Short Implants Versus Maxillary Sinus Elevation in Posterior Maxilla Rehabilitation. *Dent J*. 2024 Dec 27;13(1).
92. Zhang L, Zhou C, Jiang J, Chen X, Wang Y, Xu A, et al. Clinical outcomes and risk factor analysis of dental implants inserted with lateral maxillary sinus floor augmentation: A 3- to 8-year retrospective study. *J Clin Periodontol*. 2024 May;51(5):652–64.
93. Alayan J, Ivanovski S. Biological and technical outcomes of restored implants after maxillary sinus augmentation—Results at 1-year loading. Vol. 30, *Clinical Oral Implants Research*. 2019. p. 849–60.
94. Buonocunto N, Cinquini C, Mijiritsky E, Tagger-Green N, Porreca A, Di Nicola M, et al. Effect of alveolar ridge preservation on peri-implant mucositis and peri-implantitis prevalence: A multicenter, cross-sectional study. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2023 Dec;25(6):1044–55.
95. Begić A, Schwarz F, Obreja K, Dahmer I, Recktenwald J, Parvini P, et al. Influence of Lateral Hard-Tissue Grafting on Peri-Implant Health or Disease: A Cross-Sectional Study. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2025 Feb;27(1):e13414.
96. Derks J, Tomasi C. Peri-implant health and disease. A systematic review of current epidemiology. *J Clin Periodontol*. 2015 Apr;42 Suppl 16:S158-171.
97. Lee CT, Huang YW, Zhu L, Weltman R. Prevalences of peri-implantitis and peri-implant mucositis: systematic review and meta-analysis. *J Dent*. 2017 Jul;62:1–12.
98. Gadzo N, Ioannidis A, Naenni N, Hüsler J, Jung RE, Thoma DS. Survival and complication rates of two dental implant systems supporting fixed restorations: 10-year data of a randomized controlled clinical study. *Clin Oral Investig*. 2023 Dec;27(12):7327–36.
99. Paul S, Petsch M, Held U. Modeling of Crestal Bone After Submerged vs Transmucosal Implant Placement: A Systematic Review with Meta-Analysis. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2017 Oct;32(5):1039–50.
100. Elakkiya S, Ramesh AS, Prabhu K. Systematic analysis on the efficacy of bone enhancement methods used for success in dental implants. *J Indian Prosthodont Soc*. 2017 Sep;17(3):219–25.
101. Hegde R, Prasad K, Shroff KK. Maxillary sinus augmentation using sinus membrane elevation without grafts - A Systematic Review. *J Indian Prosthodont Soc*. 2016 Dec;16(4):317–22.

12. ANEXOS

12.1. Tablas

Tabla 1. Resumen de las búsquedas de cada una de las bases de datos consultadas.

Base de datos	Búsqueda	Número de artículos	Fecha
Pubmed	((("dental implants"[MeSH Terms] OR ("dental health services"[MeSH Terms] OR ("dental"[All Fields] AND "health"[All Fields] AND "services"[All Fields]) OR "dental health services"[All Fields] OR "dental"[All Fields] OR "dentally"[All Fields] OR "dentals"[All Fields]) AND "implant*"[All Fields]) OR ("titanium"[Supplementary Concept] OR "titanium"[All Fields] OR "titanium"[MeSH Terms] OR "titanium s"[All Fields] OR "titaniums"[All Fields]) AND ("dental health services"[MeSH Terms] OR ("dental"[All Fields] AND "health"[All Fields] AND "services"[All Fields]) OR "dental health services"[All Fields] OR "dental"[All Fields] OR "dentally"[All Fields] OR "dentals"[All Fields]) AND "implant*"[All Fields])) AND (((("bone and bones"[MeSH Terms] OR ("bone"[All Fields] AND "bones"[All Fields]) OR "bone and bones"[All Fields] OR "bone"[All Fields]) AND "graft*"[All Fields]) OR "bone regeneration"[MeSH Terms] OR ("bone and bones"[MeSH Terms] OR ("bone"[All Fields] AND "bones"[All Fields]) OR "bone and bones"[All Fields] OR "bone"[All Fields]) AND "regeneration*"[All Fields]) OR ("augment"[All Fields] OR "augmentation"[All Fields] OR "augmentations"[All Fields] OR "augmented"[All Fields] OR "augmenting"[All Fields] OR "augments"[All Fields]) AND "site*"[All Fields]) OR ("heterografts"[MeSH Terms] OR "heterografts"[All Fields] OR "xenograft"[All Fields] OR "xenografts"[All Fields] OR "transplantation, heterologous"[MeSH Terms] OR ("transplantation"[All Fields] AND "heterologous"[All Fields]) OR "heterologous transplantation"[All Fields] OR "xenografting"[All Fields] OR "xenografted"[All Fields])) AND ("peri implantitis"[MeSH Terms] OR ("peri implantitis"[MeSH Terms] OR "peri implantitis"[All Fields] OR ("peri"[All Fields] AND "implantitis"[All Fields]) OR "peri implantitis"[All Fields]) OR ("mucosalization"[All Fields] OR "mucosalized"[All Fields] OR "mucosally"[All Fields] OR "mucose"[All Fields] OR "mucoses"[All Fields] OR "mucositis"[MeSH Terms] OR "mucositis"[All Fields] OR "mucositides"[All Fields] OR "mucous membrane"[MeSH Terms] OR ("mucous"[All Fields] AND "membrane"[All Fields]) OR "mucous membrane"[All Fields] OR "mucosal"[All Fields])) AND ((y_10[Filter]) AND (clinicaltrial[Filter]))	99	25/04/25
Web of Science	(((((ALL=(Dental Implant* OR titanium dental implant*)) AND ALL=(bone graft* OR bone regeneration* OR augmented site* OR xenograft)) AND ALL=(peri-implantitis OR mucositis))) and 2016 or 2017 or 2018 or 2019 or 2020 or 2021 or 2022 or 2023 or 2024 or 2025 (Publication Years) and Article (Document Types) and Dentistry Oral Surgery Medicine (Web of Science Categories)	279	25/04/25
Scopus	(TITLE-ABS-KEY ("dental implant*" OR "titanium dental implant*") AND TITLE-ABS-KEY ("bone graft*" OR "bone regeneration*" OR "augmented site*" OR "xenograft") AND TITLE-ABS-KEY (peri-implantitis OR mucositis)) AND PUBYEAR > 2014 AND PUBYEAR < 2025 AND (LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , "Human") OR LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , "Humans") OR LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , "Dental Implants"))	138	25/04/25

	AND (LIMIT-TO (SUBJAREA , "DENT")) AND (LIMIT-TO (DOCTYPE , "ar")) AND (LIMIT-TO (LANGUAGE , "English") OR LIMIT-TO (LANGUAGE , "Spanish"))		
--	---	--	--

Tabla 2. Registro de los métodos de medición de las variables principales.

Autores (año)	Tasa de periimplantitis/Mucositis periimplantaria	Método de medición
Khalifah MA, Elgendy AMA, Elgendy E. (2024). (86)	Radiografías intraorales periapicales	1. Radiografías periapicales digitales desde la extracción hasta los 18 meses de seguimiento, utilizando VistaScan image plate scanner y analizadas en DBS-Win software. 2. Evaluación de cambios óseos en implantes mediante mediciones apicocoronales precisas, calibradas según el tamaño real del implante.
	Evaluación clínica	1. Evaluación basada en los criterios del World Workshop 2017.
Santos A, Botelho J, Machado V, Borrecho G, Proença L, Mendes JJ, y cols. (2021). (85)	Radiografías intraorales periapicales	1. Radiografías periapicales digitales obtenidas con un VistaScan image plate scanner y analizadas con DBS-Win software. 2. Radiografías tomadas en diferentes momentos: antes de la extracción, post-ROG, 6 meses post-ROG, colocación del implante, carga protésica y seguimiento a 12 y 18 meses. 3. Uso de técnica de paralelismo con posicionadores Rinn XCP para minimizar distorsión.
	Evaluación clínica	1. Diagnóstico de mucositis y periimplantitis basado en los criterios del World Workshop 2017
Thoma DS, Haas R, Sporniak-Tutak K, Garcia A, Taylor TD, Tutak M, y cols. (2024). (84)	Radiografías intraorales periapicales	1. Se tomaron radiografías periapicales con técnica de paralelismo en cada control. 2. Se midió la distancia entre la plataforma del implante y el primer contacto óseo en mesial y distal. 3. Se calcularon los cambios en la pérdida ósea marginal (MBL) y la relación corona-implante (C/I ratio) en el tiempo.
	Evaluación clínica con sonda periodontal	1. Se realizaron controles a los 1, 3, 5, 7 y 10 años post carga funcional. 2. En cada control, se evaluaron índice de placa (PCR), profundidad de sondaje (PD) y sangrado al sondaje (BoP) en cuatro sitios por implante 3. Se documentaron complicaciones biológicas, diferenciando: Mucositis periimplantaria: BoP+ sin pérdida ósea progresiva y Periimplantitis: BoP+, aumento de PD y pérdida ósea >0.5 mm en 10 años
Wessels R, Vervaeke S, Seyssens L, Eghbali A, Cosyn J. (2020). (90)	Radiografías intraorales periapicales	1. Pérdida ósea marginal medida en los aspectos mesial y distal en radiografías periapicales obtenidas con la técnica de paralelismo en la instalación de la corona definitiva (baseline) y a los 5 años.

	Evaluación clínica	1. Profundidad de sondaje (PD): Medida en cuatro puntos por implante con precisión de 0.5 mm. 2. Índice de placa y sangrado al sondaje: Registrado en cuatro puntos por implante, expresado en porcentaje.
Alayan J, Ivanovski S. (2019). (93)	Radiografías intraorales periapicales	1. Se realizaron radiografías periapicales para evaluar los niveles óseos marginales en relación con el implante. La pérdida ósea se definió como un cambio en la altura ósea mayor a 1.0 mm respecto al baseline.
	Evaluación clínica	1. Evaluación a los 1 y 12 meses post-restauración mediante sonda periodontal UNC 15 con presión controlada en seis sitios por implante. 2. Registro de profundidad de sondaje (PD), recesión mucosa (DIM) y presencia/ausencia de placa, sangrado o supuración.
Felice P, Pistilli R, Barausse C, Piattelli M, Buti J, Esposito M. (2019). (87)	Radiografías intraorales periapicales	1. Radiografías periapicales tomadas en la colocación del implante, restauración provisional y seguimientos a 1, 3 y 5 años. 2. Medición de la pérdida ósea marginal (MBL) con software especializado (UTHSCSA Image Tool 3.0 y OsiriX), ajustado con la escala del implante. 3. Registro de cambios en MBL con precisión de 0.01 mm a nivel mesial y distal.
	Evaluación clínica	1. Seguimiento de la estabilidad del implante mediante torque manual (15 Ncm) a los 4 meses, tras la restauración definitiva y en los controles a 1, 3 y 5 años. 2. Registro de complicaciones mecánicas y biológicas en cada control.
Farina R, Riccardi O, Schincaglia GP, Severi M, Trombelli L, Simonelli A. (2023). (88)	Radiografías intraorales periapicales	1. Se realizaron radiografías periapicales a los 1 y 3 años postcirugía, utilizando una técnica de paralelismo con soporte rígido para minimizar distorsiones. 2. Las imágenes fueron digitalizadas y analizadas con software especializado. 3. Se ajustaron los valores para corregir posibles distorsiones radiográficas antes de la medición.
	Evaluación clínica con sonda periodontal	1. A los 3 años, se realizó la medición en seis sitios por implante con una sonda periodontal manual y una presión estándar de 15 g. 2. Se registraron los parámetros clínicos sin retirar la prótesis para mantener condiciones reales. 3. Se determinó la presencia de sangrado o supuración inmediatamente después de la evaluación.
Correia F, Gouveia S, Campos Felino A, Faria-Almeida R. and Daniel H. Pozza (2024) (89)	Radiografías intraorales periapicales	1. Se utilizaron radiografías periapicales con técnica de paralelismo estandarizado. 2. La pérdida ósea marginal se midió en los sitios mesial y distal del implante. 3. Se empleó el software Scion Image, calibrado con la longitud real del implante.

	Evaluación clínica con sonda periodontal	1. Controles clínicos cada 6 meses durante 3 años. 2. Se evaluaron BoP, PD, supuración, movilidad e integración funcional del implante. 3. Periimplantitis diagnosticada por pérdida ósea progresiva + signos clínicos (BoP/supuración). 4. Mucositis periimplantaria no evaluada ni reportada.
Buonocunto N, Cinquini C, Mijiritsky E, Tagger-Green N, Porreca A, Di Nicola M, Iezzi G, Barone A (2023) (94)	Radiografías intraorales periapicales	1. Se usaron radiografías periapicales digitales tomadas con técnica de paralelismo. 2. Se utilizó un sensor digital de la marca Schick Technologies. 3. Las imágenes se calibraron usando: 4. La distancia entre espiras del implante (1.0 mm) o, si no era visible, la longitud del implante. 5. El parámetro medido fue la distancia desde la unión implante/pilar hasta el primer contacto hueso-implante en mesial y distal. 6. Las mediciones se realizaron con el software DBSwin. 7. Se compararon los valores post-carga protésica (baseline) con los del seguimiento final.
	Evaluación clínica con sonda periodontal	1. Se utilizó una sonda periodontal UNC-15 con presión estandarizada. 2. Se sondaron seis sitios por implante. 3. Se registraron: • Profundidad de sondaje (PD) • Sangrado al sondaje (BoP) (evaluado 15 segundos después) • Supuración • Signos visuales de inflamación (edema, enrojecimiento, consistencia) 4. Los diagnósticos se basaron en los criterios del World Workshop 2017.
Anitua E, Piñas L and Hamdan Alkhraisat M (2025) (91)	Radiografías intraorales periapicales	1. Radiografías periapicales comparando carga protésica vs. último control. 2. Medición desde la plataforma del implante hasta el contacto óseo más coronal. 3. Calibración basada en la longitud del implante. 4. No se especifica software ni técnica de paralelismo.
	Evaluación clínica con sonda periodontal	1. Se realizaron revisiones clínicas periódicas a lo largo del seguimiento (media de 108 meses). 2. Durante estas visitas, se documentaron complicaciones biológicas, incluyendo signos clínicos como inflamación o sangrado. 3. Se diferenciaron casos clínicos de mucositis y se registraron en la historia clínica. 4. No se especifica en el artículo el uso de sondas periodontales, número de sitios evaluados por implante ni criterios diagnósticos formales (como los del World Workshop 2017).

Begić A, Schwarz F, Iulia Dahmer K.O., Recktenwald J, Parvini P, Ramanauskaite A (2025) (95)	Radiografías panorámicas	1. Radiografías panorámicas realizadas solo si había signos clínicos de inflamación. 2. Medición de pérdida ósea desde la plataforma del implante hasta el punto de contacto hueso-implante (mesial y distal). 3. Se usó la longitud del implante como referencia para calibración. 4. Software: Sidexis 4. 5. Evaluación hecha por un examinador calibrado (error medio 0.10 mm, ICC = 0.89).
	Evaluación clínica con sonda periodontal	1. Sondaje periodontal en seis sitios por implante. 2. Parámetros evaluados: PD, BoP, supuración, mPI, recesión y mucosa queratinizada. 3. Examinadores calibrados con acuerdo >95%. 4. Diagnósticos basados en criterios del World Workshop 2017: • Mucositis: BoP/supuración sin pérdida ósea progresiva. • Periimplantitis: BoP/supuración con pérdida ósea progresiva.
Zhang L, Zhou C, Jiang J, Chen X, Wang Y, Xu A, He F. (2024) (92)	Radiografías	1. Radiografía panorámica digital (Orthopantomograph OP200 D). 2. Medición de altura ósea apical (ABH) y ganancia ósea subantral (SABG). 3. Realizadas por un único examinador entrenado (3 mediciones promedio). 4. Fiabilidad intraobservador verificada (≥95 %). 5. Medición desde el ápice del implante al punto más apical del área injertada.
	Evaluación clínica con sonda periodontal	1. Sondaje suave de los tejidos periimplantarios. 2. Mucositis: sangrado y/o supuración al sondaje sin pérdida ósea. 3. Periimplantitis: sangrado y/o supuración + aumento en la profundidad de sondaje + pérdida ósea marginal progresiva. 4. Criterios alternativos (sin radiografía basal): ○ Sangrado y/o supuración ○ Profundidad de sondaje ≥ 6 mm ○ Pérdida ósea ≥ 3 mm desde el margen del implante

Tabla 10. Datos clínicos y resultados cuantitativos de los estudios incluidos en la revisión sistemática sobre implantes de titanio colocados en zonas regeneradas con xenoinjertos

Autores y año de publicación	Tipo de estudio	Número de pacientes	Edad media (años)	Localización del implante	Número total de implantes evaluados	Tiempo de seguimiento (meses)	Tasa de periimplantitis (%)	Tasa de mucositis periimplantaria (%)	Pérdida ósea marginal (mm)	Tasa de supervivencia de implantes (%)
Farina y cols. 2022 (88)	ECA	45	52.3 ± 3.38	Max	45	36	0.0	59.6	0.039 ± 0.025	100
Thoma y cols. 2024 (84)	ECA	32	51 ± 12.8	Max	47	120	16.3	46.5	0.65 ± 1.28	100
Felice y cols. 2019 (87)	ECA	32	55.9 ± 9.5	Max/Mb	88	60	3.4	3.4	2.33 ± 0.59	96.7
Santos y cols. 2021 (85)	ECA	26	61.5 ± 12.5	Max	32	18	0.0	9.4	0.42 ± 0.75	100
Khalifah y cols. 2024 (86)	ECA	28	44.06 ± 9.47	Mb	35	12	0.0	0.0	0.8 ± 0.07	100
Wessels y cols. 2020 (90)	ECR	20	38 ± 17	Max	20	60	0.0	30.0	-0.07 ± 0.49	100

Alayan e Ivanovski 2015 (93)	ECC no aleatorizado	22	61.58 ± 6.89	Max	22	12	0.0	69.23	0.58 ± 0.40	100
Correia y cols. 2024 (91)	ECA	10	59.7 ± 8.7	Max	15	36	0.0	0.0	0.63 ± 0.65	95
Anitua y cols. (93)	ECR	24	51 ± 12.8	Max	39	30 – 180	0.0	5.1	-1.67 ± 1.09	100
Buonocunto y cols. 2023 (96)	EOT	51	56.3 ± 5.5	Max/Mb	61	20 - 208	8.2	45.1	0.86 ± 1.41	-
Begić y cols. 2025 (95)	EOT	131	65.24 ± 12.09	Max/Mb	269	35 - 84	13.4	29.0	-	100
Zhang y cols. 2024 (92)	ECR	449	50.56 ± 18.75	Max	760	36 - 96	1.32	21.58	-	96.81



Lista de verificación PRISMA 2022

Sección y tema	Artículo #	Elemento de la lista de verificación	Ubicación donde se reporta el artículo
TÍTULO			
Título	1	Identifique el informe como una revisión sistemática.	Portada
ABSTRACTO			
Abstracto	2	Consulte la lista de verificación de resúmenes de PRISMA 2020.	1, 3
INTRODUCCIÓN			
Razón fundamental	3	Describa la justificación de la revisión en el contexto del conocimiento existente.	23 - 25
Objetivos	4	Proporcione una declaración explícita de los objetivos o preguntas que aborda la revisión.	27
MÉTODOS			
Criterios de elegibilidad	5	Especifique los criterios de inclusión y exclusión para la revisión y cómo se agruparon los estudios para las síntesis.	30, 31
Fuentes de información	6	Especifique todas las bases de datos, registros, sitios web, organizaciones, listas de referencias y otras fuentes consultadas para identificar estudios. Indique la fecha de la última consulta de cada fuente.	31 - 33 25/04/25
Estrategia de búsqueda	7	Presentar las estrategias de búsqueda completas para todas las bases de datos, registros y sitios web, incluidos los filtros y límites utilizados.	31 - 33
Proceso de selección	8	Especifique los métodos utilizados para decidir si un estudio cumplió con los criterios de inclusión de la revisión, incluido cuántos revisores examinaron cada registro y cada informe recuperado, si trabajaron de forma independiente y, si corresponde, detalles de las herramientas de automatización utilizadas en el proceso.	33
Proceso de recopilación de datos	9	Especifique los métodos utilizados para recopilar datos de los informes, incluido cuántos revisores recopilaron datos de cada informe, si trabajaron de forma independiente, cualquier proceso para obtener o confirmar datos de los investigadores del estudio y, si corresponde, detalles de las herramientas de automatización utilizadas en el proceso.	33 - 36
Elementos de datos	10a	Enumere y defina todos los resultados para los que se buscaron datos. Especifique si se buscaron todos los resultados compatibles con cada dominio de resultados en cada estudio (p. ej., para todas las medidas, puntos temporales y análisis) y, de no ser así, los métodos utilizados para decidir qué resultados recopilar.	33
	10b	Enumere y defina todas las demás variables para las que se solicitaron datos (p. ej., características de los participantes y de la intervención, fuentes de financiación). Describa las suposiciones realizadas sobre la información faltante o poco clara.	34 - 36
Evaluación del riesgo de sesgo del estudio	11	Especifique los métodos utilizados para evaluar el riesgo de sesgo en los estudios incluidos, incluidos los detalles de las herramientas utilizadas, cuántos revisores evaluaron cada estudio y si trabajaron de forma independiente y, si corresponde, detalles de las herramientas de automatización utilizadas en el proceso.	36
Medidas de efecto	12	Especifique para cada resultado las medidas de efecto (por ejemplo, razón de riesgos, diferencia de medias) utilizadas	36, 37

Sección y tema	Artículo #	Elemento de la lista de verificación	Ubicación donde se reporta el artículo
		en la síntesis o presentación de los resultados.	
Métodos de síntesis	13a	Describa los procesos utilizados para decidir qué estudios eran elegibles para cada síntesis (por ejemplo, tabular las características de la intervención del estudio y compararlas con los grupos planificados para cada síntesis (ítem n.º 5)).	33, 36, 37
	13b	Describa cualquier método requerido para preparar los datos para su presentación o síntesis, como el manejo de estadísticas de resumen faltantes o la conversión de datos.	
	13c	Describa cualquier método utilizado para tabular o mostrar visualmente los resultados de estudios y síntesis individuales.	33, 36, 37
	13d	Describa los métodos utilizados para sintetizar los resultados y justifique su elección. Si se realizó un metanálisis, describa los modelos, los métodos para identificar la presencia y el grado de heterogeneidad estadística, y los programas informáticos utilizados.	36, 37
	13. ^a edición	Describa cualquier método utilizado para explorar posibles causas de heterogeneidad entre los resultados del estudio (por ejemplo, análisis de subgrupos, metarregresión).	
	13f	Describa cualquier análisis de sensibilidad realizado para evaluar la solidez de los resultados sintetizados.	
Evaluación del sesgo de notificación	14	Describa cualquier método utilizado para evaluar el riesgo de sesgo debido a la falta de resultados en una síntesis (que surge de sesgos en los informes).	
Evaluación de certeza	15	Describa cualquier método utilizado para evaluar la certeza (o confianza) en el conjunto de evidencia de un resultado.	
RESULTADOS			
Selección de estudios	16a	Describa los resultados del proceso de búsqueda y selección, desde el número de registros identificados en la búsqueda hasta el número de estudios incluidos en la revisión, idealmente utilizando un diagrama de flujo.	39
	16b	Cite estudios que podrían parecer cumplir con los criterios de inclusión, pero que fueron excluidos, y explique por qué fueron excluidos.	40
Características del estudio	17	Cite cada estudio incluido y presente sus características.	42 - 45
Riesgo de sesgo en los estudios	18	Presentar evaluaciones del riesgo de sesgo para cada estudio incluido.	45 - 48
Resultados de estudios individuales	19	Para todos los resultados, presente, para cada estudio: (a) estadísticas de resumen para cada grupo (cuando corresponda) y (b) una estimación del efecto y su precisión (por ejemplo, intervalo de confianza/credibilidad), idealmente utilizando tablas o gráficos estructurados.	
Resultados de las síntesis	20a	Para cada síntesis, resuma brevemente las características y el riesgo de sesgo entre los estudios contribuyentes.	48 - 55
	20b	Presente los resultados de todas las síntesis estadísticas realizadas. Si se realizó un metanálisis, presente para cada uno la estimación resumida y su precisión (p. ej., intervalo de confianza/credibilidad) y las medidas de heterogeneidad estadística. Si se comparan grupos, describa la dirección del efecto.	
	20 centavos	Presentar resultados de todas las investigaciones sobre posibles causas de heterogeneidad entre los resultados de los estudios.	

Sección y tema	Artículo #	Elemento de la lista de verificación	Ubicación donde se reporta el artículo
	20d	Presentar los resultados de todos los análisis de sensibilidad realizados para evaluar la robustez de los resultados sintetizados.	
Sesgos en los informes	21	Presentar evaluaciones del riesgo de sesgo debido a resultados faltantes (derivados de sesgos de informe) para cada síntesis evaluada.	
Certeza de la evidencia	22	Presentar evaluaciones de certeza (o confianza) en el conjunto de evidencia para cada resultado evaluado.	
DISCUSIÓN			
Discusión	23a	Proporcionar una interpretación general de los resultados en el contexto de otra evidencia.	57 - 60
	23b	Discuta cualquier limitación de la evidencia incluida en la revisión.	61 - 63
	23c	Discuta cualquier limitación de los procesos de revisión utilizados.	61 - 63
	23d	Analice las implicaciones de los resultados para la práctica, la política y la investigación futura.	63
OTRA INFORMACIÓN			
Registro y protocolo	24a	Proporcionar información de registro para la revisión, incluido el nombre del registro y el número de registro, o indicar que la revisión no fue registrada.	
	24b	Indique dónde se puede acceder al protocolo de revisión o indique que no se preparó un protocolo.	
	24c	Describa y explique cualquier modificación a la información proporcionada en el registro o en el protocolo.	
Apoyo	25	Describa las fuentes de apoyo financiero o no financiero para la revisión y el papel de los financiadores o patrocinadores en la revisión.	
Intereses en competencia	26	Declarar cualquier interés en competencia de los autores de la revisión.	
Disponibilidad de datos, códigos y otros materiales	27	Informe cuáles de los siguientes están disponibles públicamente y dónde se pueden encontrar: formularios de recopilación de datos de plantilla; datos extraídos de los estudios incluidos; datos utilizados para todos los análisis; código analítico; cualquier otro material utilizado en la revisión.	

12.2. Abreviaturas

- **AND / OR** – Operadores booleanos en búsqueda
- **BoP** – Bleeding on Probing (Sangrado al sondaje)
- **DBBM** – Deproteinized Bovine Bone Mineral
- **dMBL** – Distal Marginal Bone Loss (Pérdida ósea marginal distal)
- **ECA** – Ensayo Clínico Aleatorizado
- **ECC** – Ensayo Clínico Controlado no aleatorizado
- **ECP** – Estudio de Cohorte Prospectivo
- **ECR** – Estudio de Cohorte Retrospectivo
- **EOT** – Estudio Observacional Transversal
- **GBR** – Guided Bone Regeneration
- **ICOI** – International Congress of Oral Implantologists
- **ISFE** – Lateral Sinus Floor Elevation
- **mMBL** – Mesial Marginal Bone Loss (Pérdida ósea marginal mesial)
- **Max** – Maxilar
- **MBL** – Marginal Bone Loss
- **Mb** – Mandíbula
- **ODS** – Objetivos de Desarrollo Sostenible
- **PD** – Profundidad al Sondaje
- **PICO** – Paciente, Intervención, Comparación, Outcome
- **PIO** – Variante simplificada sin Comparación
- **PRGF** – Plasma Rico en Factores de Crecimiento
- **PRISMA** – Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses
- **PROMs** – Patient Reported Outcome Measures
- **ROG** – Regeneración Ósea Guiada
- **SD** – Desviación Estándar
- **SFE** – Sinus Floor Elevation
- **tSFE** – Transcrestal Sinus Floor Elevation
- **Ti** – Titanio
- **UMDG / UMDGs** – Untreated Mineralized Dentin Graft

12.3. Declaración detallada de uso de IA

En la elaboración del presente trabajo, se ha recurrido a herramientas de inteligencia artificial para apoyar determinados aspectos técnicos y metodológicos, concretamente Chat GPT 4o.

- **Herramienta:** Chat GPT 4o
- **Funciones:** apoyo en la formulación de la estrategia de búsqueda bibliográfica en PubMed, asistencia en la comprensión de artículos científicos en inglés, ayuda en la organización de tablas comparativas entre estudios incluidos, sugerencias para mejorar la redacción científica de fragmentos y orientación para la correcta aplicación de las escalas en la evaluación del riesgo de sesgo.
- **Prompts utilizados:** "¿Este fragmento está bien estructurado dentro de la metodología?", "Haz que este texto suene más académico y técnico", "¿Puedes ayudarme a integrar estas referencias dentro del texto?", "Revisa si este párrafo tiene repeticiones innecesarias", "Dame alternativas más formales para estas expresiones en español", "¿Cómo puedo mejorar la introducción para que tenga más impacto académico?", "Reescribe este párrafo con un estilo objetivo y técnico", "Ayúdame a conectar mejor estos dos párrafos en la discusión", "¿Puedes revisar el uso correcto del tiempo verbal en este fragmento?", "Sugiere conectores académicos para enlazar los resultados con la bibliografía", "Haz que este texto sea más preciso desde el punto de vista metodológico".
- **Enlace:** <https://chatgpt.com>

**TASA DE PERIIMPLANTITIS Y MUCOSITIS EN PACIENTES
CON IMPLANTES DENTALES DE TITANIO COLOCADOS EN
HUESO REGENERADOS CON XENOINJERTOS.
REVISIÓN SISTEMÁTICA.**

**Título corto: Tasa de periimplantitis y mucositis en
pacientes con implantes dentales de titanio colocados en
hueso regenerado con xenoinjertos.**

Autores:

Nicolò Sandrone¹, Ana Rosa Lairón Peris²

¹ 5th year student of the Dentistry degree at the European University of Valencia, Valencia, Spain.

² Professor Faculty of Dentistry, European University of Valencia, Valencia, Spain.

Correspondencia

Campus de Valencia
Paseo de la Alameda, 7
46010 Valencia
ana.lairon@universidadeuropea.es
universidadeuropea.com

Resumen

Introducción: La pérdida dental provoca reabsorción ósea que altera la forma y estabilidad del hueso alveolar. Cuando el volumen óseo es insuficiente, se requieren técnicas como injertos óseos o Regeneración Ósea Guiada antes de colocar implantes. Factores anatómicos, periodontales y quirúrgicos influyen en la regeneración. Aunque los implantes de titanio tienen alta supervivencia, pueden presentar complicaciones periimplantarias.

Objetivos: Determinar la tasa de aparición de periimplantitis y mucositis periimplantaria; cuantificar la pérdida ósea marginal periimplantaria media en implantes de titanio colocados en zonas regeneradas con xenoinjerto mediante análisis radiográficos; evaluar la tasa de supervivencia de los implantes de titanio colocados en zonas regeneradas con xenoinjerto en un período de al menos un año.

Materiales y métodos: Se realizó una búsqueda electrónica, siguiendo la guía PRISMA, con búsquedas en PubMed, Scopus y Web of Science sobre implantes de titanio en hueso regenerado con xenoinjertos, evaluando periimplantitis, mucositis, pérdida ósea marginal y supervivencia incluyendo artículos publicados entre 2015 y abril de 2025.

Resultados: De un total de 516 estudios identificados, 12 cumplieron con los criterios de inclusión. Todos los estudios evaluaron implantes de titanio colocados en zonas regeneradas con xenoinjertos. La tasa media de mucositis periimplantaria fue del 24,24% (DE: 13,25 %) y la de periimplantitis del 4,31% (DE: 5,33%). La media de pérdida ósea marginal distal (dMBL) fue de 0,75 mm (DE: 1,05 mm), la pérdida marginal mesial (mMBL) de 0,67 mm (DE: 1,16 mm) y la media global de pérdida ósea marginal (MBL) fue de 0,71 mm (DE: 1,10 mm). La tasa media de supervivencia de los implantes alcanzó el 97.97% (DE: 1,57%).

Discusión: A pesar de las limitaciones, los implantes de titanio colocados sobre zonas regeneradas con xenoinjertos muestran un buen comportamiento clínico, sin aumentar el riesgo de complicaciones biológicas. La técnica es eficaz y predecible, aunque se requieren estudios más estandarizados y con mayor seguimiento.

Palabras clave: Dental implants; Titanium dental implants; Bone graft; Bone regeneration; Augmented site; Xenograft; Peri-implantitis; Mucositis.

INTRODUCCIÓN

La pérdida dentaria origina una reabsorción ósea progresiva que afecta significativamente el volumen y la morfología del reborde alveolar, dificultando en muchos casos la colocación de implantes y comprometiendo los resultados estéticos y funcionales. Esta reabsorción está condicionada por múltiples factores, incluyendo el grosor de la pared vestibular, el tipo de alvéolo, la presencia de enfermedad periodontal y las técnicas quirúrgicas empleadas (1,2). Frente a esta situación, los implantes dentales han supuesto una solución predecible, pero requieren a menudo procedimientos de regeneración ósea para garantizar su estabilidad y osteointegración (3). Las técnicas como la regeneración ósea guiada, los injertos óseos o los procedimientos de aumento han demostrado ser eficaces para recuperar el volumen perdido, siendo los xenoinjertos, como el DBBM, una de las opciones más estudiadas por su buena osteoconductividad y comportamiento clínico favorable (4,5). La elección del tratamiento depende en gran medida de clasificaciones clínicas que permiten evaluar el estado del hueso y de los tejidos blandos, entre ellas la clasificación de alvéolos postextracción de Kim y cols. (2021) (6) y la clasificación tomográfica de Al-Ekrish (2018) (7). Por otro lado, aunque el titanio continúa siendo el material más utilizado por su alta tasa de éxito y biocompatibilidad, no está exento de complicaciones, como la mucositis y la periimplantitis (8,9). El objetivo de la presente revisión fue responder de forma sistemática a la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuál es la tasa de incidencia de periimplantitis y mucositis en pacientes con implantes dentales de titanio colocados en hueso regenerado con xenoinjertos, y cuál es la pérdida ósea marginal media y la tasa de supervivencia de estos implantes en un seguimiento mínimo de un año? Para ello, se analizaron en primer lugar las tasas de aparición de complicaciones biológicas en el tejido periimplantario, diferenciando entre mucositis y periimplantitis. En segundo lugar, se valoró la pérdida ósea marginal asociada a estos implantes mediante registros radiográficos, y por último, se evaluó la tasa de supervivencia a medio y largo plazo.

MATERIAL Y MÉTODO

La presente revisión sistemática se llevó a cabo siguiendo la declaración de la Guía PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses) (10)

Pregunta PICO

La pregunta clínica de investigación se estructuró utilizando el formato PIO, como se detalla a continuación:

- P (Paciente): Pacientes que recibieron regeneración ósea en maxilar o mandíbula, mediante xenoinjertos.
- I (Intervención): Implantes dentales de titanio colocados en zonas previamente regeneradas con xenoinjertos.
- O (Resultados):
 - O1: Tasa de incidencia de periimplantitis y mucositis periimplantaria en implantes colocados en zonas regeneradas.
 - O2: Pérdida ósea marginal media en los implantes, medida mediante análisis radiográficos.
 - O3: Tasa de supervivencia de los implantes en un período de seguimiento de al menos 1 año.

Criterios de elegibilidad

Tipo de Estudio: Ensayos clínicos, ensayos clínicos aleatorizados y estudios de cohorte retrospectivos o prospectivos realizados en individuos humanos. Artículos publicados en inglés o español en los últimos 10 años (2015-2025).

Tipo de Paciente: Pacientes mayores de 18 años que fueron tratados con xenoinjertos para la regeneración de defectos óseos en maxilar o mandíbula.

Tipo de Intervención: Implantes dentales de titanio sobre zonas regeneradas previamente con xenoinjerto. Se requiere un período mínimo de seguimiento de un año tras la colocación del implante para evaluar la aparición de complicaciones biológicas y la estabilidad del tratamiento.

Tipo de Variables de Resultados: Estudios que reporten datos sobre la tasa de periimplantitis y mucositis periimplantaria en implantes dentales de titanio colocados en zonas previamente regeneradas con xenoinjerto como variable principal. Como variables secundarias, se analizaron la pérdida ósea marginal periimplantaria, cuantificada mediante mediciones radiográficas y la tasa de supervivencia de los implantes, definida como la permanencia del implante en función sin signos de fracaso, en un período de seguimiento de al menos un año.

Criterios de exclusión

Para garantizar la inclusión de evidencia de alta calidad y relevancia clínica, se establecieron criterios de exclusión específicos: revisiones narrativas, revisiones sistemáticas y metaanálisis, así como cartas al editor, comentarios, estudios "in vitro" o en modelos animales, informes de caso o serie de casos, informes de expertos y resúmenes de reuniones científicas. Además, se excluyeron aquellos estudios que evaluaran el uso de injertos autólogos o aloinjertos, ya que la presente investigación se enfoca exclusivamente en la colocación de implantes en hueso regenerado con xenoinjertos. Se aplicaron restricciones en cuanto al año de publicación, limitando la búsqueda a estudios publicados entre 2015 y 2025 para asegurar la inclusión de datos actualizados y clínicamente relevantes. En la base de datos Scopus, se utilizaron filtros específicos para restringir la búsqueda a artículos dentro del área de odontología, publicados en inglés o español.

Fuentes de información y estrategia de la búsqueda de datos.

Se llevó a cabo una búsqueda automatizada en las bases de datos anteriormente citadas (PubMed, Scopus y Web of Science) con las siguientes palabras claves: dental implants, titanium dental implants, bone graft, bone regeneration, augmented site, xenograft, peri-implantitis, mucositis. Las palabras claves fueron combinadas con los operadores booleanos AND y OR. El operador booleano OR (unión) se utilizó para confrontar los términos que forman parte de un mismo apartado, mientras que el operador booleano AND (intersección) se empleó para entrelazar diferentes apartados.

La búsqueda en PubMed fue la siguiente: (("dental implants"[MeSH Terms] OR ("dental health services"[MeSH Terms] OR ("dental"[All Fields] AND "health"[All Fields] AND "services"[All Fields]) OR "dental health services"[All Fields] OR "dental"[All Fields] OR "dentally"[All Fields] OR "dentals"[All Fields]) AND "implant*"[All Fields]) OR (("titanium"[Supplementary Concept] OR "titanium"[All Fields] OR "titanium"[MeSH Terms] OR "titanium s"[All Fields] OR "titaniums"[All Fields]) AND ("dental health services"[MeSH Terms] OR ("dental"[All Fields] AND "health"[All Fields] AND "services"[All Fields]) OR "dental health services"[All Fields] OR "dental"[All Fields] OR "dentally"[All Fields] OR "dentals"[All Fields]) AND "implant*"[All Fields])) AND (((("bone and bones"[MeSH Terms] OR ("bone"[All Fields] AND "bones"[All Fields]) OR "bone and bones"[All Fields] OR "bone"[All Fields]) AND "graft*"[All Fields]) OR "bone

regeneration"[MeSH Terms] OR (("bone and bones"[MeSH Terms] OR ("bone"[All Fields] AND "bones"[All Fields]) OR "bone and bones"[All Fields] OR "bone"[All Fields]) AND "regeneration*"[All Fields]) OR (("augment"[All Fields] OR "augmentation"[All Fields] OR "augmentations"[All Fields] OR "augmented"[All Fields] OR "augmenting"[All Fields] OR "augments"[All Fields]) AND "site*"[All Fields]) OR ("heterografts"[MeSH Terms] OR "heterografts"[All Fields] OR "xenograft"[All Fields] OR "xenografts"[All Fields] OR "transplantation, heterologous"[MeSH Terms] OR ("transplantation"[All Fields] AND "heterologous"[All Fields]) OR "heterologous transplantation"[All Fields] OR "xenografting"[All Fields] OR "xenografted"[All Fields])) AND ("peri implantitis"[MeSH Terms] OR ("peri implantitis"[MeSH Terms] OR "peri implantitis"[All Fields] OR ("peri"[All Fields] AND "implantitis"[All Fields]) OR "peri implantitis"[All Fields]) OR ("mucosalization"[All Fields] OR "mucosalized"[All Fields] OR "mucosally"[All Fields] OR "mucose"[All Fields] OR "mucoses"[All Fields] OR "mucositis"[MeSH Terms] OR "mucositis"[All Fields] OR "mucositides"[All Fields] OR "mucous membrane"[MeSH Terms] OR ("mucous"[All Fields] AND "membrane"[All Fields]) OR "mucous membrane"[All Fields] OR "mucosal"[All Fields])) AND ((y_10[Filter]) AND (clinicaltrial[Filter]))

Proceso de selección de los estudios

La selección de los estudios se realizó en tres etapas sucesivas para garantizar la inclusión de los trabajos más relevantes. En primer lugar, se revisaron los títulos de los artículos identificados, descartando aquellos no pertinentes. En la segunda etapa, se evaluaron los resúmenes para afinar la selección. Finalmente, se realizó una lectura completa de los artículos preseleccionados, verificando el cumplimiento de los criterios de inclusión y extrayendo los datos necesarios para el análisis. Este procedimiento estructurado aseguró la validez y relevancia de los estudios incluidos.

Extracción de datos

La siguiente información fue extraída de los estudios y se organizó en tablas de esta forma: autores con el año de publicación, tipo de estudio (ensayos clínicos (EC), ensayos clínicos controlados (ECC), ensayos clínicos aleatorizados (ECA) y estudios de cohorte retrospectivos (ECR) o prospectivos (ECP), estudios observacionales transversales (EOT)), número de pacientes, edad media en años, localización del implante (maxilar o mandibular), tipo de xenoinjerto, número total de implantes

colocados, tiempo de seguimiento de los implantes (en meses), tasa de periimplantitis y tasa de mucositis periimplantaria reportadas, pérdida ósea marginal periimplantaria medida en milímetros y tasa de supervivencia de los implantes al final del seguimiento.

Valoración de calidad

Para la evaluación de la calidad metodológica, se emplearon dos herramientas según el tipo de estudio. En el caso de los estudios clínicos controlados aleatorizados, se utilizó la guía Cochrane 5.1.0 (<http://handbook.cochrane.org>), clasificando los estudios como de “bajo riesgo de sesgo” si cumplían todos los criterios, “alto riesgo de sesgo” si incumplían uno o más, y “riesgo incierto” cuando faltaba información o existía ambigüedad sobre el sesgo potencial. Para los estudios no aleatorizados, se aplicó la escala de Newcastle-Ottawa (11), considerando como de bajo riesgo aquellos con una puntuación superior a seis estrellas, y de alto riesgo los que obtuvieron seis o menos.

Síntesis de datos

Para la síntesis de datos se realizó un análisis descriptivo y comparativo de las variables extraídas de los estudios incluidos. La información se organizó en tablas que recogieron autores y año de publicación, tipo de estudio, número de pacientes, edad media, localización del implante, tipo de xenoinjerto utilizado, número total de implantes colocados, tiempo de seguimiento, tasa de periimplantitis y mucositis, pérdida ósea marginal periimplantaria y tasa de supervivencia. Dado que no se realizó un metaanálisis, los resultados se presentaron de forma cualitativa y cuantitativa. Se compararon las tasas de complicaciones biológicas en función del tipo de regeneración y del tiempo de seguimiento, y se discutieron las implicaciones clínicas de los hallazgos en el contexto de la literatura científica actual.

RESULTADOS

Selección de estudios

Se identificaron 516 estudios en la búsqueda inicial (99 en PubMed, 138 en SCOPUS y 279 en Web of Science). Tras eliminar los duplicados, se evaluaron 402 artículos, de los cuales 34 fueron seleccionados tras el cribado de títulos y resúmenes. Se obtuvo el texto completo de todos ellos. Finalmente, 12 estudios (12-23) cumplieron los criterios de inclusión y fueron incorporados en esta revisión (Anexos: Figura 1).

Análisis de las características de los estudios revisados

Los 12 artículos incluidos en esta revisión presentan diferentes diseños metodológicos: 6 ensayos clínicos aleatorizados (12–17), 3 estudios de cohorte retrospectivos (18,20,23), 1 ensayo clínico controlado no aleatorizado (19) y 2 estudios observacionales transversales (21,22). En los estudios aleatorizados, la asignación se realizó utilizando al paciente como unidad. En total, se analizaron 870 pacientes y 1403 implantes colocados en zonas regeneradas con xenoinjertos (12–23).

Las localizaciones anatómicas más frecuentes fueron el maxilar superior, especialmente el sector posterior (12–19,23), aunque también se incluyeron casos en el sector anterior (20) y en la mandíbula (21,22). Todos los estudios utilizaron materiales de injerto de origen heterólogo. Predominó el uso de hueso bovino desproteínizado, en forma particulada (Bio-Oss®, Geistlich) o con colágeno (Bio-Oss Collagen®, Geistlich) (12–16,18,20,23). Alayan e Ivanovski (20) lo combinaron con hueso autógeno (1:1).

También se emplearon bloques de hueso equino colagenado (OsteoBiol Sp-Block®, Tecnos) y hueso porcino particulado (OsteoBiol Gen-Os®, Tecnos) (19), así como xenoinjertos porcinos prehidratados en jeringa (OsteoBiol MP3®) (17,22), mezclas con PRGF autólogo (20) y Bio-Oss® Spongiosa para defectos vestibulares (21).

En cuanto a las membranas, se utilizaron principalmente colágeno reabsorbible, como Bio-Gide® y OsteoBiol Evolution® (13–16,18,20–23). En procedimientos transcrestales, se emplearon tapones colágenos (Mucograft Seal®) en lugar de membranas (12). También se documentó el uso de una membrana no especificada (17), una membrana porcina estabilizada con suturas (22) y una membrana autóloga de PRGF (20). Un estudio no detalló el uso de membranas (19).

Evaluación de la calidad metodológica

Para la evaluación del riesgo de sesgo, se aplicaron herramientas específicas según el diseño metodológico de los estudios incluidos. En el caso de los ensayos clínicos aleatorizados, se empleó la guía Cochrane, identificándose un alto riesgo de sesgo en cuatro estudios (12,13,16,17), un riesgo incierto en uno (15) y un bajo riesgo solo en un ensayo (14), tal como se muestra en la Tabla 1 en el apartado de Anexos. En cuanto a los estudios no aleatorizados y observacionales, se utilizó la Escala de Newcastle-Ottawa, evidenciando un bajo riesgo de sesgo en todos los casos (18–23), conforme a los resultados presentados en la Tabla 2 en el apartado de Anexos.

Síntesis de resultados

Tasa de Mucositis periimplantaria y periimplantitis

Doce estudios clínicos evaluaron complicaciones biológicas en implantes colocados en zonas regeneradas con xenoinjertos, reportando tasas por paciente y por implante (12–23). La mucositis presentó una amplia variabilidad, desde 0,0% (14,17) hasta 69,23% (20), con tasas intermedias entre 5,1% y 45,1% en estudios como los de Zhang y cols. (23), Wessels y cols. (18), Buonocunto y cols. (22) y Anitua y cols. (20). En cuanto a la periimplantitis, siete estudios no reportaron casos (12,14,15,17,19,20,21), mientras que otros informaron tasas bajas a moderadas: Zhang y cols. (23) y Felice y cols. (13) hasta 3,4%, Buonocunto y cols. (22) hasta 8,2%, y los valores más altos se observaron en Begić y cols. (21) (hasta 13,4%) y Thoma y cols. (16) (hasta 16,3%).

Pérdida ósea marginal

Los estudios incluidos mostraron una notable variabilidad en la pérdida ósea marginal distal y mesial tras la colocación de implantes en zonas regeneradas con xenoinjertos. Los valores de dMBL oscilaron entre 0.039 mm (12) y 2.33 mm (13), dentro de márgenes clínicamente aceptables, aunque con desviaciones estándar elevadas en algunos casos (15–17). Se observaron incluso ganancias óseas en los estudios de Alayan e Ivanovski (2019) (19) y Anitua y cols. (2023) (20). La mMBL también mostró heterogeneidad, con valores entre 0.036 mm (12) y 0.80 mm (20,22).

Tasa de supervivencia

Los estudios incluidos en esta revisión sistemática (12–23) mostraron tasas de supervivencia de implantes superiores al 95%, reflejando buena estabilidad clínica en zonas regeneradas con xenoinjertos. Seis estudios reportaron una supervivencia del 100% (12,14,16,18–20), respaldando la eficacia de las técnicas empleadas. Otros estudios presentaron cifras ligeramente menores: Felice y cols. (2019) (13) con un 96,7%, Zhang y cols. (2024) con un 96,81% y Correia y cols. (2024) (17) con un 95%, sin detallar causas específicas. Begić y cols. (2025) (21) no refieren pérdidas, lo que sugiere una supervivencia completa.

Todos los resultados obtenidos en cada uno de los estudios incluidos están sintetizados en la Tabla 3 en el apartado de Anexos.

Resultados agregados

A partir del análisis cuantitativo de los estudios incluidos, se obtuvieron los siguientes valores agregados para las variables clínicas: la tasa media ponderada por implante de periimplantitis fue del 4,31%, con una desviación estándar de 5,33%. En cuanto a la mucositis, se obtuvo una media del 24,24% (DE: 13,25%). Para la pérdida ósea marginal, se presentaron tres métricas distintas: MBL, dMBL y mMBL. La MBL mostró una media ponderada por implante de 0,71 mm (DE: 1,10 mm). La dMBL presentó una media de 0,75 mm (DE: 1,05 mm), con un rango de -1,40 mm a 2,33 mm. Por su parte, la mMBL arrojó una media de 0,67 mm (DE: 1,16 mm). La tasa de supervivencia de los implantes alcanzó una media del 97,97%, con una desviación estándar de 1,57%. Los datos descritos están incluidos en la Tabla 4 en el apartado de Anexos.

DISCUSIÓN

Tasa de mucositis y periimplantitis

Los resultados agregados de esta revisión sistemática muestran una prevalencia moderada de mucositis periimplantaria (24,24 %) y baja de periimplantitis (4,31 %) por implante. Estas cifras son inferiores a las tasas reportadas en estudios amplios, como Derks y Tomasi (2015) (24), que informaron 43 % y 22 %, respectivamente, y Lee y cols. (2017) (25), con 29,5 % y 9,3 %. La consistencia y valores más bajos podrían deberse al entorno quirúrgico controlado y a los criterios homogéneos aplicados. También se observa que el análisis por paciente, cuando está disponible, suele reflejar una mayor carga clínica. El estudio de Gadzo y cols. (2023) (26) refuerzan la idea de que el uso de xenoinjertos no aumenta el riesgo de enfermedades periimplantarias, siempre que se mantenga un seguimiento adecuado. Asimismo, Sayardoust y cols. (2022) (27) identifican al tabaquismo y al número de implantes por paciente como factores relevantes, sin que el uso de xenoinjertos suponga un factor de riesgo adicional.

Pérdida ósea marginal

Los valores medios de pérdida ósea marginal obtenidos en esta revisión (MBL: 0,71 mm; dMBL: 0,75 mm; mMBL: 0,67 mm) son clínicamente aceptables y están por debajo del umbral crítico de 1,5 mm (28). En el estudio de Sayardoust y cols., 2022 (27) se presentan valores más altos, esto se explica por factores como el mayor tiempo de seguimiento o la complejidad del procedimiento quirúrgico. La mayoría de los trabajos

coinciden en que la regeneración ósea con xenoinjertos no se asocia a un incremento de la reabsorción marginal ósea, incluso en estudios que comparan con sitios no regenerados (17,20).

Tasa de supervivencia

La tasa de supervivencia media de los implantes fue del 97.97 %, lo que indica un comportamiento clínico excelente a medio y largo plazo en zonas regeneradas con xenoinjertos. Todos los estudios incluidos muestran tasas superiores al 95 % (12–23), alineándose con los datos de Paul y cols. (2017) (29). Aunque el estudio de Gadzo y cols. (2023) (26) muestra ligeras diferencias entre tipos de implante, los resultados globales siguen siendo clínicamente satisfactorios. Revisiones como las de Elakkiya y cols. (2017) (30) y Hegde y cols. (2016) (31) confirman la eficacia del tratamiento implantológico tras procedimientos regenerativos, si bien la variabilidad depende del biomaterial y la técnica quirúrgica empleada.

Los implantes de titanio colocados en zonas regeneradas con xenoinjertos mostraron baja incidencia de mucositis y periimplantitis, así como una pérdida ósea marginal reducida y clínicamente aceptable. La tasa de supervivencia fue alta en todos los estudios, lo que confirma la eficacia y seguridad de esta técnica en rehabilitación implantológica.

BIBLIOGRAFIA

1. Araújo MG, Lindhe J. Dimensional ridge alterations following tooth extraction. An experimental study in the dog. J Clin Periodontol. 2005 Feb;32(2):212–8.
2. Couso-Queiruga E, Stuhr S, Tattan M, Chambrone L, Avila-Ortiz G. Post-extraction dimensional changes: A systematic review and meta-analysis. J Clin Periodontol. 2021 Jan;48(1):126–44.
3. Mortazavi H, Khodadoust A, Kheiri A, Kheiri L. Bone loss-related factors in tissue and bone level dental implants: a systematic review of clinical trials. J Korean Assoc Oral Maxillofac Surg. 2021 Jun 30;47(3):153–74.
4. Zhao R, Yang R, Cooper PR, Khurshid Z, Shavandi A, Ratnayake J. Bone Grafts and Substitutes in Dentistry: A Review of Current Trends and Developments. Mol Basel Switz. 2021 may;26(10).
5. Elgali I, Omar O, Dahlin C, Thomsen P. Guided bone regeneration: materials and biological mechanisms revisited. Eur J Oral Sci. 2017 Oct;125(5):315–37.

6. Kim JJ, Ben Amara H, Chung I, Koo KT. Compromised extraction sockets: a new classification and prevalence involving both soft and hard tissue loss. *J Periodontal Implant Sci.* 2021 Apr;51(2):100–13.
7. Al-Ekrish AA, Widmann G, Alfadda SA. Revised, Computed Tomography-Based Lekholm and Zarb Jawbone Quality Classification. *Int J Prosthodont.* 2018 Aug;31(4):342–5.
8. Pandey C, Rokaya D, Bhattarai BP. Contemporary Concepts in Osseointegration of Dental Implants: A Review. *BioMed Res Int.* 2022;2022:6170452.
9. Cucchi A, Maiani F, Franceschi D, Sassano M, Fiorino A, Urban IA, et al. The influence of vertical ridge augmentation techniques on peri-implant bone loss: A systematic review and meta-analysis. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2024 Feb;26(1):15–65.
10. Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *Int J Surg.* 2010;8(5):336–41.
11. Stang A. Critical evaluation of the Newcastle-Ottawa scale for the assessment of the quality of nonrandomized studies in meta-analyses. *Eur J Epidemiol.* 2010 Sep;25(9):603–5.
12. Farina R, Riccardi O, Schincaglia GP, Severi M, Trombelli L, Simonelli A. Six-year extension results of a randomized trial comparing transcrestal and lateral sinus floor elevation at sites with 3–6 mm of residual bone. *Clin Oral Implants Res.* 2023 Aug;34(8):813–21.
13. Felice P, Pistilli R, Barausse C, Piattelli M, Buti J, Esposito M. Posterior atrophic jaws rehabilitated with prostheses supported by 6-mm-long 4-mm-wide implants or by longer implants in augmented bone. Five-year post-loading results from a within-person randomised controlled trial. *Int J Oral Implantol.* 2019;12(1):57–72.
14. Khalifah MA, Elgendy AMA, Elgendy E. Untreated Mineralized Dentin Grafts (UMDGs) vs Xenografts Around Immediately Placed Dental Implants in the Mandibular Anterior Region: A Randomized Controlled Clinical Trial. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2024 Jun 21;(3):381–8.

15. Santos A, Botelho J, Machado V, Borrecho G, Proença L, Mendes JJ, et al. Autogenous Mineralized Dentin versus Xenograft granules in Ridge Preservation for Delayed Implantation in Post-extraction Sites: A Randomized controlled clinical trial with an 18 months follow-up. *Clin Oral Implants Res.* 2021 Aug;32(8):905–15.
16. Thoma DS, Haas R, Sporniak-Tutak K, Garcia A, Taylor TD, Tutak M, et al. Randomized controlled multi-centre study comparing shorter dental implants (6 mm) to longer dental implants (11–15 mm) in combination with sinus floor elevation procedures: 10-year data. *J Clin Periodontol.* 2024 Apr;51(4):499–509.
17. Correia F, Gouveia S, Felino AC, Faria-Almeida R, Pozza DH. Maxillary Sinus Augmentation with Xenogenic Collagen-Retained Heterologous Cortico-Cancellous Bone: A 3-Year Follow-Up Randomized Controlled Trial. *Dent J.* 2024 Feb 3;12(2).
18. Wessels R, Vervaeke S, Seyssens L, Eghbali A, Cosyn J. A 5-year cohort study on early implant placement with guided bone regeneration or alveolar ridge preservation with connective tissue graft. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2020;22:697–705.
19. Alayan J, Ivanovski S. Biological and technical outcomes of restored implants after maxillary sinus augmentation—Results at 1-year loading. Vol. 30, *Clinical Oral Implants Research.* 2019. p. 849-60.
20. Anitua E, Piñas L, Alkhraisat MH. Long-Term Comparative Outcomes of Short Implants Versus Maxillary Sinus Elevation in Posterior Maxilla Rehabilitation. *Dent J.* 2024 Dec 27;13(1). Alayan J, Ivanovski S. Biological and technical outcomes of restored implants after maxillary sinus augmentation—Results at 1-year loading. *Clin Oral Implants Res.* 2019;30:849–60.
21. Begić A, Schwarz F, Obreja K, Dahmer I, Recktenwald J, Parvini P, et al. Influence of Lateral Hard-Tissue Grafting on Peri-Implant Health or Disease: A Cross-Sectional Study. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2025 Feb;27(1):e13414.
22. Buonocunto N, Cinquini C, Mijiritsky E, Tagger-Green N, Porreca A, Di Nicola M, et al. Effect of alveolar ridge preservation on peri-implant mucositis and peri-implantitis prevalence: A multicenter, cross-sectional study. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2023 Dec;25(6):1044–55.

23. Zhang L, Zhou C, Jiang J, Chen X, Wang Y, Xu A, et al. Clinical outcomes and risk factor analysis of dental implants inserted with lateral maxillary sinus floor augmentation: A 3- to 8-year retrospective study. *J Clin Periodontol*. 2024 May;51(5):652–64.
24. Derks J, Tomasi C. Peri-implant health and disease. A systematic review of current epidemiology. *J Clin Periodontol*. 2015 Apr;42 Suppl 16:S158–71.
25. Lee CT, Huang YW, Zhu L, Weltman R. Prevalences of peri-implantitis and peri-implant mucositis: systematic review and meta-analysis. *J Dent*. 2017 Jul;62:1–12.
26. Gadzo N, Ioannidis A, Naenni N, Hüsler J, Jung RE, Thoma DS. Survival and complication rates of two dental implant systems supporting fixed restorations: 10-year data of a randomized controlled clinical study. *Clin Oral Investig*. 2023 Dec;27(12):7327–36.
27. Sayardoust S, Norstedt W, Shah FA. The long-term impact of alveolar ridge preservation with xenograft bone mineral on peri-implant health after 5 years in function: A retrospective cohort study of 108 patients assessed clinically and radiologically. *Clin Exp Dent Res*. 2022 Jun;8(3):640–9.
28. Albrektsson T, Zarb G, Worthington P, Eriksson AR. The long-term efficacy of currently used dental implants: a review and proposed criteria of success. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 1986 Summer;1(1):11–25.
29. Paul S, Petsch M, Held U. Modeling of Crestal Bone After Submerged vs Transmucosal Implant Placement: A Systematic Review with Meta-Analysis. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2017 Oct;32(5):1039–50.
30. Elakkiya S, Ramesh AS, Prabhu K. Systematic analysis on the efficacy of bone enhancement methods used for success in dental implants. *J Indian Prosthodont Soc*. 2017 Sep;17(3):219–25.
31. Hegde R, Prasad K, Shroff KK. Maxillary sinus augmentation using sinus membrane elevation without grafts – A Systematic Review. *J Indian Prosthodont Soc*. 2016;16(4):317–22.

ANEXOS

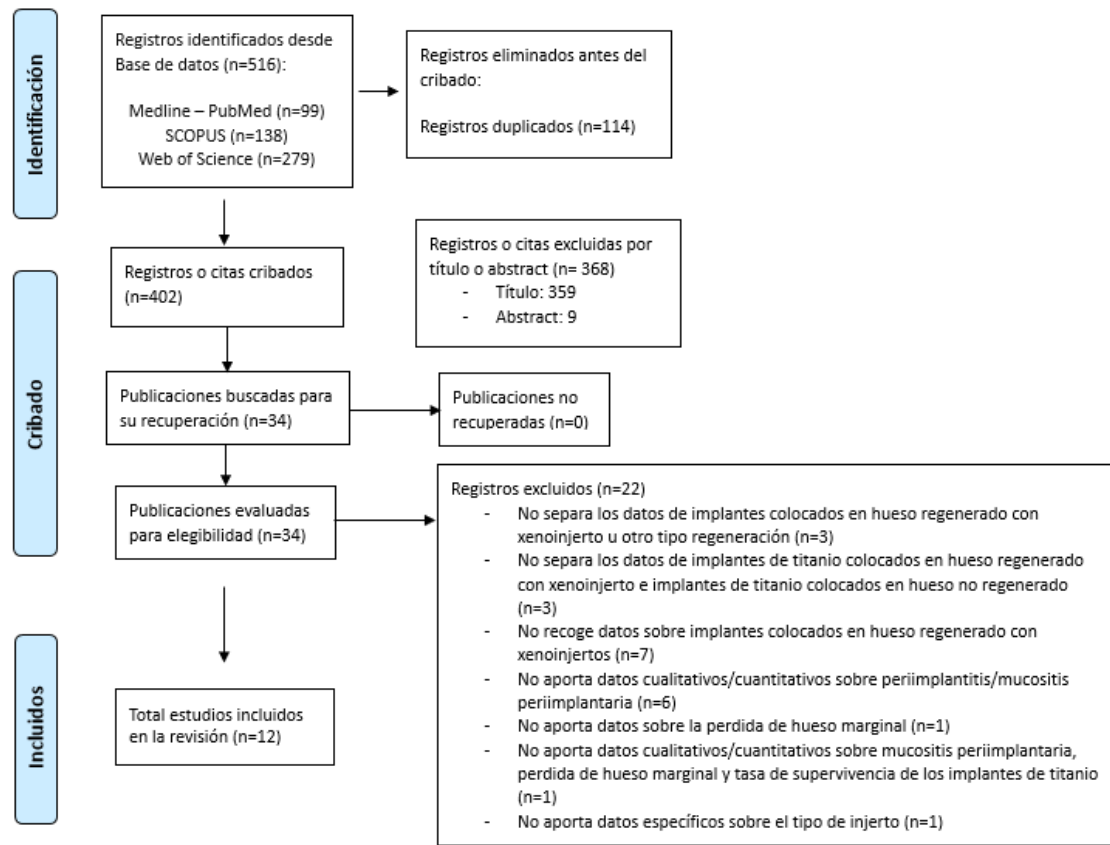


Figura 1. Diagrama de flujo de búsqueda y proceso de selección de títulos durante la revisión sistemática.

Tabla 1. Medición del riesgo de sesgo de los estudios aleatorizados según la guía Cochrane.

	Generación de la secuencia de aleatorización	Ocultamiento de la secuencia de aleatorización	Enmascaramiento de investigadores, personal o participantes	Enmascaramiento de la evaluación de resultados	Datos de resultados incompletos	Descripción selectiva de los resultados
Farina y cols. 2023 (12)	●	✓	✗	✓	✓	✓
Thoma y cols. 2024 (16)	✓	✓	✗	✗	✓	✓
Felice y cols. 2019 (13)	✓	✓	✗	●	✓	✓
Santos y cols. 2021 (15)	✓	✓	●	✓	✓	✓
Khalifah y cols. 2024 (14)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Correia y cols. 2024 (17)	✓	●	✗	✗	✓	✓

Tabla 2. Medición del riesgo de sesgo de los estudios observacionales no aleatorizados con la escala Newcastle-Ottawa.

	Representatividad cohorte	Selección cohorte no expuesta	Comprobación exposición	Demostración no presencia variable	Comparabilidad (factor más importante)	Comparabilidad (otros factores)	Medición resultados	Suficiente seguimiento	Tasa de abandonos	Total
Wessels y cols. 2020 (18)	★	-	★	★	★	★	★	★	★	8
Anitua y cols. (20)	★	★	★	★	★	★	★	★	★	9
Alayan e Ivanovski 2019 (19)	★	★	★	★	★	-	★	★	★	8
Buonocunto y cols. 2023 (22)	★	★	★	★	★	★	★	★	-	8
Begić y cols. 2025 (21)	★	★	★	★	★	★	★	★	-	8
Zhang y cols. 2024 (23)	★	-	★	★	★	★	★	★	★	8

Tabla 3. Datos clínicos y resultados cuantitativos de los estudios incluidos en la revisión sistemática sobre implantes de titanio colocados en zonas regeneradas con xenoinjertos

Autores y año de publicación	Tipo de estudio	Número de pacientes	Edad media (años)	Localización del implante	Número total de implantes evaluados	Tiempo de seguimiento (meses)	Tasa de periimplantitis (%)	Tasa de mucositis periimplantaria (%)	Pérdida ósea marginal (mm)	Tasa de supervivencia de implantes (%)
Farina y cols. 2022 (13)	ECA	45	52.3 ± 3.38	Max	45	36	0.0	59.6	0.039 ± 0.025	100
Thoma y cols. 2024 (16)	ECA	32	51 ± 12.8	Max	47	120	16.3	46.5	0.65 ± 1.28	100
Felice y cols. 2019 (13)	ECA	32	55.9 ± 9.5	Max/Mb	88	60	3.4	3.4	2.33 ± 0.59	96.7
Santos y cols. 2021 (15)	ECA	26	61.5 ± 12.5	Max	32	18	0.0	9.4	0.42 ± 0.75	100
Khalifah y cols. 2024 (14)	ECA	28	44.06 ± 9.47	Mb	35	12	0.0	0.0	0.8 ± 0.07	100
Wessels y cols. 2020 (18)	ECR	20	38 ± 17	Max	20	60	0.0	30.0	-0.07 ± 0.49	100

Alayan e Ivanovski 2015 (19)	ECC no aleatorizado	22	61.58 ± 6.89	Max	22	12	0.0	69.23	0.58 ± 0.40	100
Correia y cols. 2024 (17)	ECA	10	59.7 ± 8.7	Max	15	36	0.0	0.0	0.63 ± 0.65	95
Anitua y cols. (20)	ECR	24	51 ± 12.8	Max	39	30 – 180	0.0	5.1	-1.67 ± 1.09	100
Buonocunto y cols. 2023 (22)	EOT	51	56.3 ± 5.5	Max/Mb	61	20 - 208	8.2	45.1	0.86 ± 1.41	-
Begić y cols. 2025 (21)	EOT	131	65.24 ± 12.09	Max/Mb	269	35 - 84	13.4	29.0	-	100
Zhang y cols. 2024 (23)	ECR	449	50.56 ± 18.75	Max	760	36 - 96	1.32	21.58	-	96.81

Tabla 4. Estadísticos descriptivos ponderados por implante de las variables clínicas evaluadas en los estudios incluidos.

Variable	Media Ponderada por implante	Desviación standard ponderada por implante
Periimplantitis (%)	4.31	5.33
Mucositis (%)	24.24	13.25
MBL (mm)	0.71	1.10
dMBL (mm)	0.75	1.05
mMBL (mm)	0.67	1.16
Supervivencia (%)	97.97	1.57

**PERI-IMPLANTITIS AND MUCOSITIS RATES IN PATIENTS
WITH TITANIUM DENTAL IMPLANTS PLACED IN BONE
REGENERATED WITH XENOGRAFTS.
SYSTEMATIC REVIEW.**

**Short title: Peri-implantitis and mucositis rates in
patients with titanium dental implants placed in bone
regenerated with xenografts.**

Authors:

Nicolò Sandrone¹, Ana Rosa Lairón Peris²

*¹5th year student of the Dentistry degree at the European University of Valencia,
Valencia, Spain.*

² Professor Faculty of Dentistry, European University of Valencia, Valencia, Spain.

Correspondence

Campus de Valencia
Paseo de la Alameda, 7
46010 Valencia
ana.lairon@universidadeuropea.es
universidadeuropea.com

ABSTRACT

Introduction: Tooth loss leads to bone resorption, altering the shape and stability of the alveolar ridge. When bone volume is insufficient, techniques such as bone grafts or Guided Bone Regeneration (GBR) are required prior to implant placement. Anatomical, periodontal, and surgical factors influence the regenerative process. Although titanium implants show high survival rates, they may be associated with peri-implant complications.

Aim: To determine the prevalence of peri-implantitis and peri-implant mucositis; to quantify the mean marginal bone loss (MBL) around titanium implants placed in xenograft-regenerated sites through radiographic analysis; and to evaluate the survival rate of titanium implants placed in xenograft-regenerated sites over a minimum follow-up period of one year.

Materials and Methods: An electronic search was conducted following the PRISMA guidelines, with searches performed in PubMed, Scopus, and Web of Science on titanium implants in bone regenerated with xenografts, evaluating peri-implantitis, mucositis, marginal bone loss, and survival, including articles published between 2015 and April 2025.

Results: Out of a total of 516 studies identified, 12 met the inclusion criteria. All studies evaluated titanium implants placed in sites regenerated with xenografts. The mean peri-implant mucositis rate was 24.24% (SD: 13.25%) and the peri-implantitis rate was 4.31% (SD: 5.33%). The mean distal marginal bone loss (dMBL) was 0.75 mm (SD: 1.05 mm), the mesial marginal bone loss (mMBL) was 0.67 mm (SD: 1.16 mm), and the overall mean marginal bone loss (MBL) was 0.71 mm (SD: 1.10 mm). The mean implant survival rate reached 97.97% (SD: 1.57%).

Discussion: Despite its limitations, titanium implants placed in xenograft-regenerated sites demonstrate favorable clinical outcomes without significantly increasing the risk of biological complications. The technique is effective and predictable, although more standardized studies with longer follow-up periods are needed.

Keywords: Dental implants; Titanium dental implants; Bone graft; Bone regeneration; Augmented site; Xenograft; Peri-implantitis; Mucositis.

INTRODUCTION

Tooth loss leads to progressive bone resorption that significantly affects the volume and morphology of the alveolar ridge, often hindering implant placement and compromising both aesthetic and functional outcomes. This resorption is influenced by multiple factors, including the thickness of the buccal wall, the type of socket, the presence of periodontal disease, and the surgical techniques employed (1,2). In response to this situation, dental implants have emerged as a predictable solution, though they often require bone regeneration procedures to ensure their stability and osseointegration (3). Techniques such as guided bone regeneration, bone grafts, or augmentation procedures have proven effective in restoring lost volume, with xenografts like DBBM being among the most studied options due to their good osteoconductive properties and favorable clinical behavior (4,5). The choice of treatment largely depends on clinical classifications that assess the condition of the bone and soft tissues, including the post-extraction socket classification by Kim *et al.* (2021) (6) and the tomographic classification by Al-Ekrish (2018) (7). On the other hand, although titanium remains the most used material due to its high success rate and biocompatibility, it is not exempt from complications such as mucositis and peri-implantitis (8,9). The aim of this review was to systematically address the following research question: What is the incidence rate of peri-implantitis and mucositis in patients with titanium dental implants placed in bone regenerated with xenografts, and what is the mean marginal bone loss and the survival rate of these implants with a minimum follow-up of one year? To conclude, the analysis first focused on the incidence rates of biological complications in peri-implant tissues, differentiating between mucositis and peri-implantitis. Secondly, marginal bone loss associated with these implants was assessed through radiographic records, and finally, the medium- and long-term survival rate was evaluated.

MATERIALS AND METHODS

This systematic review was conducted in accordance with the PRISMA guidelines (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) (10).

PICO Question

The clinical research question was structured using the PIO format, as detailed below:

- **P (Population):** Patients who underwent bone regeneration in the maxilla or mandible using xenografts.
- **I (Intervention):** Titanium dental implants placed in previously regenerated sites with xenografts.
- **(Outcomes):**
 - **O1:** Incidence rate of peri-implantitis and peri-implant mucositis in implants placed in regenerated sites.
 - **O2:** Mean peri-implant marginal bone loss measured through radiographic analysis.
 - **O3:** Implant survival rate after a follow-up period of at least one year.

Eligibility Criteria

Study Type: Randomized controlled trials, clinical trials, and retrospective or prospective cohort studies conducted in human subjects. Articles published in English or Spanish within the last 10 years (2015–2025).

Patient Type: Patients over 18 years of age treated with xenografts for the regeneration of bone defects in the maxilla or mandible.

Intervention Type: Titanium dental implants placed in previously regenerated sites using xenografts. A minimum follow-up period of one year after implant placement was required to assess biological complications and treatment stability.

Outcome Variables: Studies reporting data on the incidence rate of peri-implantitis and peri-implant mucositis in titanium dental implants placed in xenograft-regenerated sites as the primary outcome. Secondary outcomes included peri-implant marginal bone loss measured radiographically, and implant survival rate defined as functional presence of the implant without signs of failure after at least one year of follow-up.

Exclusion Criteria

To ensure inclusion of high-quality evidence with clinical relevance, the following exclusion criteria were applied: narrative reviews, systematic reviews and meta-analyses, letters to the editor, commentaries, in vitro or animal studies, case reports or case series, expert opinions, and abstracts from scientific meetings. Studies evaluating the use of autografts or allografts were also excluded, as this review focused exclusively on titanium implants placed in xenograft-regenerated bone. Filters were applied to limit

publication years from 2015 to 2025 in order to include only recent and clinically relevant data. In Scopus, specific filters were used to limit the search to articles in the field of dentistry, published in English or Spanish.

Information Sources and Search Strategy

An automated search was performed in the databases (PubMed, Scopus, and Web of Science) using the following keywords: dental implants, titanium dental implants, bone graft, bone regeneration, augmented site, xenograft, peri-implantitis, mucositis. Keywords were combined using Boolean operators AND and OR. The OR operator was used to group terms within the same concept, while the AND operator was used to link different concepts.

The PubMed search strategy was as follows:

```
((("dental implants"[MeSH Terms] OR ("dental health services"[MeSH Terms] OR ("dental"[All Fields] AND "health"[All Fields] AND "services"[All Fields]) OR "dental health services"[All Fields] OR "dental"[All Fields] OR "dentally"[All Fields] OR "dentals"[All Fields]) AND "implant*"[All Fields]) OR (("titanium"[Supplementary Concept] OR "titanium"[All Fields] OR "titanium"[MeSH Terms] OR "titanium s"[All Fields] OR "titaniums"[All Fields]) AND ("dental health services"[MeSH Terms] OR ("dental"[All Fields] AND "health"[All Fields] AND "services"[All Fields]) OR "dental health services"[All Fields] OR "dental"[All Fields] OR "dentally"[All Fields] OR "dentals"[All Fields]) AND "implant*"[All Fields])) AND (((("bone and bones"[MeSH Terms] OR ("bone"[All Fields] AND "bones"[All Fields]) OR "bone and bones"[All Fields] OR "bone"[All Fields]) AND "graft*"[All Fields]) OR "bone regeneration"[MeSH Terms] OR ("bone and bones"[MeSH Terms] OR ("bone"[All Fields] AND "bones"[All Fields]) OR "bone and bones"[All Fields] OR "bone"[All Fields]) AND "regeneration*"[All Fields]) OR ("augment"[All Fields] OR "augmentation"[All Fields] OR "augmentations"[All Fields] OR "augmented"[All Fields] OR "augmenting"[All Fields] OR "augments"[All Fields]) AND "site*"[All Fields]) OR ("heterografts"[MeSH Terms] OR "heterografts"[All Fields] OR "xenograft"[All Fields] OR "xenografts"[All Fields] OR "transplantation, heterologous"[MeSH Terms] OR ("transplantation"[All Fields] AND "heterologous"[All Fields]) OR "heterologous transplantation"[All Fields] OR "xenografting"[All Fields] OR "xenografted"[All Fields])) AND ("peri implantitis"[MeSH Terms] OR ("peri implantitis"[MeSH Terms] OR "peri implantitis"[All Fields] OR ("peri"[All Fields] AND
```

"implantitis"[All Fields]) OR "peri implantitis"[All Fields]) OR ("mucosalization"[All Fields] OR "mucosalized"[All Fields] OR "mucosally"[All Fields] OR "mucose"[All Fields] OR "mucoses"[All Fields] OR "mucositis"[MeSH Terms] OR "mucositis"[All Fields] OR "mucositides"[All Fields] OR "mucous membrane"[MeSH Terms] OR ("mucous"[All Fields] AND "membrane"[All Fields]) OR "mucous membrane"[All Fields] OR "mucosal"[All Fields])) AND ((y_10[Filter]) AND (clinicaltrial[Filter]))

Study Selection Process

Study selection was performed in three sequential stages to ensure inclusion of the most relevant articles. First, titles of identified articles were screened, discarding those deemed irrelevant. In the second stage, abstracts were assessed to refine the selection. Finally, full texts of the pre-selected articles were reviewed to verify compliance with the inclusion criteria and to extract the required data for analysis. This structured process ensured the validity and relevance of the included studies.

Data Extraction

The following data were extracted and organized into tables: author(s) and year of publication, study design (clinical trials [CT], controlled clinical trials [CCT], randomized controlled trials [RCT], retrospective [RCS] or prospective [PCS] cohort studies, and cross-sectional observational studies [CS]), number of patients, mean age in years, implant location (maxilla or mandible), type of xenograft used, total number of implants placed, implant follow-up time (in months), reported rates of peri-implantitis and peri-implant mucositis, marginal bone loss (in millimeters), and implant survival rate at the end of the follow-up period.

Quality Assessment

To evaluate methodological quality, two tools were used depending on the study type. For randomized controlled trials, the Cochrane Handbook 5.1.0 tool was used (<http://handbook.cochrane.org>), classifying studies as “low risk of bias” if all criteria were met, “high risk of bias” if one or more criteria were not met, and “unclear risk” when information was insufficient or ambiguous. For non-randomized studies, the Newcastle-Ottawa Scale was applied (11), considering studies with more than six stars as low risk, and those with six or fewer as high risk.

Data Synthesis

A descriptive and comparative analysis of the variables extracted from the included studies was carried out. Information was organized in tables including author(s) and year of publication, study design, number of patients, mean age, implant location, type of xenograft used, total number of implants placed, follow-up duration, number of implants showing clinical signs of peri-implantitis and mucositis, marginal bone loss, and implant survival rate. Since no meta-analysis was performed, results are presented both qualitatively and quantitatively. Biological complication rates were compared according to the type of regeneration and follow-up duration, and the clinical implications of the findings were discussed within the context of current scientific literature.

RESULTS

Study selection

A total of 516 studies were identified in the initial search (99 in PubMed, 138 in SCOPUS, and 279 in Web of Science). After removing duplicates, 402 articles were assessed, of which 34 were selected following title and abstract screening. Full texts were obtained for all of them. Finally, 12 studies (12–23) met the inclusion criteria and were incorporated into this review (Appendices: Figure 1).

Analysis of the characteristics of the reviewed studies

The 12 articles included in this review comprised various methodological designs: 6 randomized clinical trials (12–17), 3 retrospective cohort studies (18,20,23), 1 non-randomized controlled clinical trial (19), and 2 cross-sectional observational studies (21,22). In the randomized trials, randomization was performed using the patient as the unit of allocation. In total, 870 patients were analyzed, and 1403 dental implants placed in areas regenerated with xenografts were evaluated (12–23).

The anatomical locations studied were predominantly the maxilla, particularly the posterior region (12–19,23), although some cases included the anterior maxilla (20). Additionally, two studies evaluated implants in both the maxilla and mandible (21,22). The grafting materials used were exclusively of heterologous origin. Most studies employed deproteinized bovine bone, either in particulate form (Bio-Oss®, Geistlich) or collagen-stabilized (Bio-Oss Collagen®, Geistlich) (12–16,18,20,23). Alayan and Ivanovski (20) combined Bio-Oss® with autogenous bone in a 1:1 ratio. Another study used collagenated equine bone blocks (OsteoBiol Sp-Block®, TecnoSS) for vertical mandibular

regeneration, as well as particulate porcine bone (OsteoBiol Gen-Os®, TecnoSS) for sinus lift procedures using a lateral approach (19). Other studies used prehydrated cortico-cancellous porcine xenografts in syringe form (OsteoBiol MP3®) for sinus lifts and alveolar preservation (17,22), a mixture of Bio-Oss® with autologous PRGF for sinus augmentation (20), and Bio-Oss® Spongiosa for buccal defects treated during implant placement (21).

Regarding membrane use, most studies employed resorbable collagen membranes such as Bio-Gide® (Geistlich) or OsteoBiol Evolution® (TecnoSS) (13–16,18,20–23). In procedures like transcrestal sinus elevation, membranes were omitted and collagen plugs such as Mucograft Seal® were used instead (12). The use of an unspecified resorbable collagen membrane to cover the sinus window was also reported (17), as well as a porcine membrane (OsteoBiol Evolution®) stabilized with sutures (22) and an autologous PRGF membrane for surgical sealing (20). One study did not specify membrane use (19).

Methodological quality assessment

To assess the risk of bias, specific tools were applied according to the study design. For randomized clinical trials, the Cochrane Risk of Bias tool was used, identifying a high risk in four studies (12,13,16,17), unclear risk in one (15), and low risk in only one trial (14), as shown in Table 1 in Appendices section. For non-randomized and observational studies, the Newcastle-Ottawa Scale was applied, showing a low risk of bias in all cases (18–23), according to the results presented in Tables 2 in Appendices section.

Synthesis of results Peri-implant mucositis and peri-implantitis rates

Twelve clinical studies analyzed the occurrence of biological complications in dental implants placed in areas regenerated with xenografts, reporting rates of mucositis and peri-implantitis both per patient and per implant (12–23). Mucositis showed wide variability, ranging from 0.0% (14,17) to 69.23% in the study by Alayan and Ivanovski (2019) (20). Intermediate values were reported by Zhang *et al.* (23), Wessels *et al.* (18), Buonocunto *et al.* (22), and Anitua *et al.* (20), with rates between 5.1% and 45.1%, depending on the unit of analysis. Regarding peri-implantitis, seven studies reported complete absence (12,14,15,17,19,20,21), while others reported low to moderate rates, such as Zhang *et al.* (23) and Felice *et al.* (13) (up to 3.4%) and Buonocunto *et al.* (22) (up

to 8.2%). The highest values were found in Begić *et al.* (21) (up to 13.4%) and Thoma *et al.* (16) (up to 16.3%).

Marginal bone loss

The included studies reported wide variability in marginal bone loss, both distal and mesial, radiographically measured after implant placement in regenerated areas with xenografts. Mean dMBL values ranged from 0.039 mm (12) to 2.33 mm (13), with the lowest reported by Farina *et al.* (2023) (12) and the highest by Felice *et al.* (2019) (13). Most studies reported bone loss within clinically acceptable limits, although some showed high standard deviations, indicating considerable dispersion among participants (15–17). In some cases, marginal bone gain was observed, as in Alayan and Ivanovski (2019) (19) and Anitua *et al.* (2023) (20), who reported negative dMBL values. Regarding mesial marginal bone loss (mMBL), heterogeneity was also observed, with values ranging from 0.036 mm (12) to 0.80 mm (20,22). Overall, the results reflect good marginal bone stability, although with differences attributable to the clinical and methodological characteristics of each study.

Survival rate

The studies analyzed in this systematic review (12–23) show generally high dental implant survival rates, above 95%, indicating good clinical stability in patients undergoing bone regeneration with xenografts. Six studies reported a 100% survival rate, with no implant losses during the follow-up period (12,14,16,18–20), supporting the effectiveness of the regenerative techniques used. Other studies showed slightly lower results, such as Felice *et al.* (2019) (13), with a 96.7% rate due to failures related to infections or peri-implantitis, Zhang *et al.* (2024), with a 96.81% rate, and Correia *et al.* (2024) (17), with a 95% survival rate, without specifying the causes of failure. In the case of Begić *et al.* (2025) (21), the absence of explicit references to implant losses implicitly suggests a complete survival rate. All results obtained in each of the included studies are summarized in Table 3 in the Appendices section.

Pooled results

From the quantitative analysis of the included studies, the following pooled values were obtained for the clinical variables: the weighted mean peri-implantitis rate per implant was 4.31%, with a standard deviation of 5.33%. For mucositis, a mean rate of 24.24% was observed (SD: 13.25%). Regarding marginal bone loss, three different

metrics were presented: MBL, dMBL, and mMBL. MBL showed a weighted mean per implant of 0.71 mm (SD: 1.10 mm). The dMBL showed a mean of 0.75 mm (SD: 1.05 mm), with a range from -1.40 mm to 2.33 mm. The mMBL showed a mean of 0.67 mm (SD: 1.16 mm). The mean implant survival rate reached 97.97%, with a standard deviation of 1.57%. The data described are included in Table 4 in the Appendices section.

DISCUSSION

Peri-implant mucositis and peri-implantitis rates

The pooled results of this systematic review show a moderate prevalence of peri-implant mucositis (24.24%) and a low prevalence of peri-implantitis (4.31%) per implant. These figures are lower than those reported in large-scale studies such as Derks and Tomasi (2015) (24), who reported rates of 43% and 22%, respectively, and Lee *et al.* (2017) (25), with 29.5% and 9.3%. The consistency and lower values may be attributed to the controlled surgical environment and the homogeneous criteria applied. It is also observed that when data are analyzed per patient, the clinical burden is generally higher. The study by Gadzo *et al.* (2023) (26) supports the idea that the use of xenografts does not increase the risk of peri-implant diseases, provided that appropriate follow-up is maintained. Likewise, Sayardoust *et al.* (2022) (27) identify smoking and the number of implants per patient as relevant factors, with the use of xenografts not constituting an additional risk factor.

Marginal bone loss

The mean values of marginal bone loss found in this review (MBL: 0.71 mm; dMBL: 0.75 mm; mMBL: 0.67 mm) are clinically acceptable and remain below the critical threshold of 1.5 mm (28). The study by Sayardoust *et al.* (2022) (27) reports higher values, which can be explained by factors such as a longer follow-up period or increased surgical complexity. Most studies agree that bone regeneration with xenografts is not associated with greater marginal bone resorption, even in comparison with non-regenerated sites (17,20).

Survival rate

The mean implant survival rate was 97.97%, indicating excellent clinical performance in the medium and long term for areas regenerated with xenografts. All included studies reported rates above 95% (12–23), in line with the findings of Paul *et al.* (2017) (29). Although the study by Gadzo *et al.* (2023) (26) shows slight differences

between types of implants, the overall outcomes remain clinically satisfactory. Reviews such as those by Elakkiya *et al.* (2017) (30) and Hegde *et al.* (2016) (31) confirm the effectiveness of implant treatment following regenerative procedures, although variability depends on the biomaterial and surgical technique employed.

Titanium implants placed in areas regenerated with xenografts showed a low incidence of mucositis and peri-implantitis, as well as reduced and clinically acceptable marginal bone loss. The survival rate was high across all studies, confirming the efficacy and safety of this technique in implant-based rehabilitation.

REFERENCES

1. Araújo MG, Lindhe J. Dimensional ridge alterations following tooth extraction. An experimental study in the dog. *J Clin Periodontol.* 2005 Feb;32(2):212–8.
2. Couso-Queiruga E, Stuhr S, Tattan M, Chambrone L, Avila-Ortiz G. Post-extraction dimensional changes: A systematic review and meta-analysis. *J Clin Periodontol.* 2021 Jan;48(1):126–44.
3. Mortazavi H, Khodadoust A, Kheiri A, Kheiri L. Bone loss-related factors in tissue and bone level dental implants: a systematic review of clinical trials. *J Korean Assoc Oral Maxillofac Surg.* 2021 Jun 30;47(3):153–74.
4. Zhao R, Yang R, Cooper PR, Khurshid Z, Shavandi A, Ratnayake J. Bone Grafts and Substitutes in Dentistry: A Review of Current Trends and Developments. *Mol Basel Switz.* 2021 may;26(10).
5. Elgali I, Omar O, Dahlin C, Thomsen P. Guided bone regeneration: materials and biological mechanisms revisited. *Eur J Oral Sci.* 2017 Oct;125(5):315–37.
6. Kim JJ, Ben Amara H, Chung I, Koo KT. Compromised extraction sockets: a new classification and prevalence involving both soft and hard tissue loss. *J Periodontal Implant Sci.* 2021 Apr;51(2):100–13.
7. Al-Ekrish AA, Widmann G, Alfadda SA. Revised, Computed Tomography-Based Lekholm and Zarb Jawbone Quality Classification. *Int J Prosthodont.* 2018 Aug;31(4):342–5.
8. Pandey C, Rokaya D, Bhattarai BP. Contemporary Concepts in Osseointegration of Dental Implants: A Review. *BioMed Res Int.* 2022;2022:6170452.
9. Cucchi A, Maiani F, Franceschi D, Sassano M, Fiorino A, Urban IA, et al. The influence of vertical ridge augmentation techniques on peri-implant bone loss: A

- systematic review and meta-analysis. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2024 Feb;26(1):15–65.
10. Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *Int J Surg*. 2010;8(5):336–41.
 11. Stang A. Critical evaluation of the Newcastle-Ottawa scale for the assessment of the quality of nonrandomized studies in meta-analyses. *Eur J Epidemiol*. 2010 Sep;25(9):603–5.
 12. Farina R, Riccardi O, Schincaglia GP, Severi M, Trombelli L, Simonelli A. Six-year extension results of a randomized trial comparing transcrestal and lateral sinus floor elevation at sites with 3–6 mm of residual bone. *Clin Oral Implants Res*. 2023 Aug;34(8):813–21.
 13. Felice P, Pistilli R, Barausse C, Piattelli M, Buti J, Esposito M. Posterior atrophic jaws rehabilitated with prostheses supported by 6-mm-long 4-mm-wide implants or by longer implants in augmented bone. Five-year post-loading results from a within-person randomised controlled trial. *Int J Oral Implantol*. 2019;12(1):57–72.
 14. Khalifah MA, Elgendy AMA, Elgendy E. Untreated Mineralized Dentin Grafts (UMDGs) vs Xenografts Around Immediately Placed Dental Implants in the Mandibular Anterior Region: A Randomized Controlled Clinical Trial. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2024 Jun 21;3(3):381–8.
 15. Santos A, Botelho J, Machado V, Borrecho G, Proença L, Mendes JJ, et al. Autogenous Mineralized Dentin versus Xenograft granules in Ridge Preservation for Delayed Implantation in Post-extraction Sites: A Randomized controlled clinical trial with an 18 months follow-up. *Clin Oral Implants Res*. 2021 Aug;32(8):905–15.
 16. Thoma DS, Haas R, Sporniak-Tutak K, Garcia A, Taylor TD, Tutak M, et al. Randomized controlled multi-centre study comparing shorter dental implants (6 mm) to longer dental implants (11–15 mm) in combination with sinus floor elevation procedures: 10-year data. *J Clin Periodontol*. 2024 Apr;51(4):499–509.
 17. Correia F, Gouveia S, Felino AC, Faria-Almeida R, Pozza DH. Maxillary Sinus Augmentation with Xenogenic Collagen-Retained Heterologous Cortico-

- Cancellous Bone: A 3-Year Follow-Up Randomized Controlled Trial. *Dent J.* 2024 Feb 3;12(2).
18. Wessels R, Vervaeke S, Seyssens L, Eghbali A, Cosyn J. A 5-year cohort study on early implant placement with guided bone regeneration or alveolar ridge preservation with connective tissue graft. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2020;22:697–705.
 19. Alayan J, Ivanovski S. Biological and technical outcomes of restored implants after maxillary sinus augmentation—Results at 1-year loading. Vol. 30, *Clinical Oral Implants Research.* 2019. p. 849-60.
 20. Anitua E, Piñas L, Alkhraisat MH. Long-Term Comparative Outcomes of Short Implants Versus Maxillary Sinus Elevation in Posterior Maxilla Rehabilitation. *Dent J.* 2024 Dec 27;13(1). Alayan J, Ivanovski S. Biological and technical outcomes of restored implants after maxillary sinus augmentation—Results at 1-year loading. *Clin Oral Implants Res.* 2019;30:849–60.
 21. Begić A, Schwarz F, Obreja K, Dahmer I, Recktenwald J, Parvini P, et al. Influence of Lateral Hard-Tissue Grafting on Peri-Implant Health or Disease: A Cross-Sectional Study. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2025 Feb;27(1):e13414.
 22. Buonocunto N, Cinquini C, Mijiritsky E, Tagger-Green N, Porreca A, Di Nicola M, et al. Effect of alveolar ridge preservation on peri-implant mucositis and peri-implantitis prevalence: A multicenter, cross-sectional study. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2023 Dec;25(6):1044–55.
 23. Zhang L, Zhou C, Jiang J, Chen X, Wang Y, Xu A, et al. Clinical outcomes and risk factor analysis of dental implants inserted with lateral maxillary sinus floor augmentation: A 3- to 8-year retrospective study. *J Clin Periodontol.* 2024 May;51(5):652–64.
 24. Derks J, Tomasi C. Peri-implant health and disease. A systematic review of current epidemiology. *J Clin Periodontol.* 2015 Apr;42 Suppl 16:S158–71.
 25. Lee CT, Huang YW, Zhu L, Weltman R. Prevalences of peri-implantitis and peri-implant mucositis: systematic review and meta-analysis. *J Dent.* 2017 Jul;62:1–12.
 26. Gadzo N, Ioannidis A, Naenni N, Hüsler J, Jung RE, Thoma DS. Survival and complication rates of two dental implant systems supporting fixed restorations:

- 10-year data of a randomized controlled clinical study. Clin Oral Investig. 2023 Dec;27(12):7327–36.
27. Sayardoust S, Norstedt W, Shah FA. The long-term impact of alveolar ridge preservation with xenograft bone mineral on peri-implant health after 5 years in function: A retrospective cohort study of 108 patients assessed clinically and radiologically. Clin Exp Dent Res. 2022 Jun;8(3):640–9.
28. Albrektsson T, Zarb G, Worthington P, Eriksson AR. The long-term efficacy of currently used dental implants: a review and proposed criteria of success. Int J Oral Maxillofac Implants. 1986 Summer;1(1):11–25.
29. Paul S, Petsch M, Held U. Modeling of Crestal Bone After Submerged vs Transmucosal Implant Placement: A Systematic Review with Meta-Analysis. Int J Oral Maxillofac Implants. 2017 Oct;32(5):1039–50.
30. Elakkiya S, Ramesh AS, Prabhu K. Systematic analysis on the efficacy of bone enhancement methods used for success in dental implants. J Indian Prosthodont Soc. 2017 Sep;17(3):219–25.
31. Hegde R, Prasad K, Shroff KK. Maxillary sinus augmentation using sinus membrane elevation without grafts – A Systematic Review. J Indian Prosthodont Soc. 2016;16(4):317–22.

APPENDICES

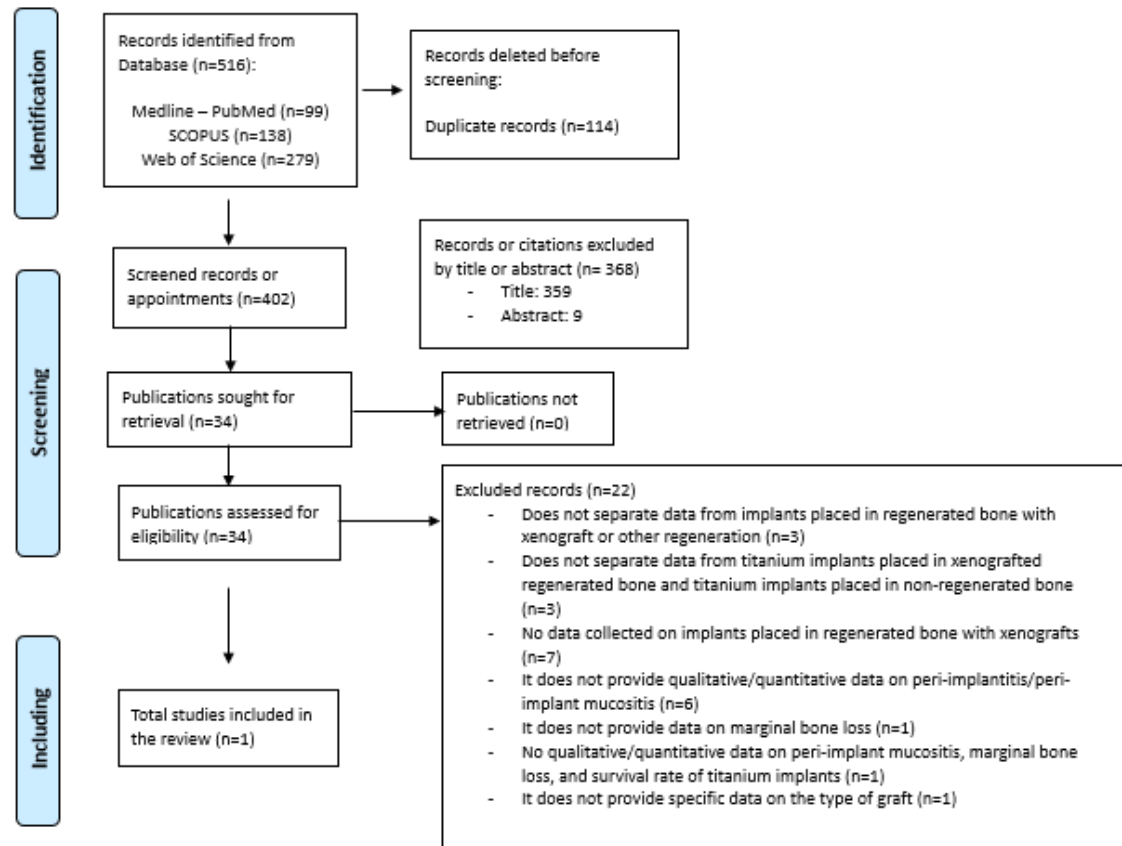


Figure 1. Flow diagram of the search and title selection process during the systematic review.

Table 1. Risk of bias assessment of randomized studies according to the Cochrane guideline.

	Random sequence generation	Allocation concealment	Blinding of investigators, staff, or participants	Blinding of outcome assessment	Incomplete outcome data	Selective outcome reporting
Farina <i>et al.</i> 2023 (12)(88)	●	✓	✗	✓	✓	✓
Thoma <i>et al.</i> 2024 (16)	✓	✓	✗	✗	✓	✓
Felice <i>et al.</i> 2019 (13)(87)	✓	✓	✗	●	✓	✓
Santos <i>et al.</i> 2021 (15)	✓	✓	●	✓	✓	✓
Khalifah <i>et al.</i> 2024 (14)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Correia <i>et al.</i> 2024 (17)	✓	●	✗	✗	✓	✓

Table 2. Risk of bias assessment of non-randomized observational studies using the Newcastle-Ottawa Scale.

	Cohort representativeness	Selection of the non-exposed cohort	Ascertainment of exposure	Demonstration that outcome of interest was not present at start	Comparability (most important factor)	Comparability (other factors)	Outcome assessment	Adequate follow-up duration	Adequacy of follow-up	Total
Wessels <i>et al.</i> 2020 (18)	★	-	★	★	★	★	★	★	★	8
Anitua <i>et al.</i> (20)	★	★	★	★	★	★	★	★	★	9
Alayan e Ivanovski 2019 (19)	★	★	★	★	★	-	★	★	★	8
Buonocunto <i>et al.</i> 2023 (21)	★	★	★	★	★	★	★	★	-	8
Begić <i>et al.</i> 2025 (22)	★	★	★	★	★	★	★	★	-	8
Zhang <i>et al.</i> 2024 (23)	★	-	★	★	★	★	★	★	★	8

Table 3. Clinical data and quantitative outcomes of the studies included in the systematic review on titanium implants placed in areas regenerated with xenografts.

Authors and year of publication	Study type	Number of patients	Mean age (years)	Implant location	Total number of implants evaluated	Follow-up duration (months)	Peri-implantitis rate (%)	Peri-implant mucositis rate (%)	Marginal bone loss (mm)	1. Implant survival rate (%)
Farina <i>et al.</i> 2022 (13)	RCT	45	52.3 ± 3.38	Max	45	36	0.0	59.6	0.039 ± 0.025	100
Thoma <i>et al.</i> 2024 (16)	RCT	32	51 ± 12.8	Max	47	120	16.3	46.5	0.65 ± 1.28	100
Felice <i>et al.</i> 2019 (13)	RCT	32	55.9 ± 9.5	Max/Mb	88	60	3.4	3.4	2.33 ± 0.59	96.7
Santos <i>et al.</i> 2021 (15)	RCT	26	61.5 ± 12.5	Max	32	18	0.0	9.4	0.42 ± 0.75	100
Khalifah <i>et al.</i> 2024 (14)	RCT	28	44.06 ± 9.47	Mb	35	12	0.0	0.0	0.8 ± 0.07	100
Wessels <i>et al.</i> 2020 (18)	RCS	20	38 ± 17	Max	20	60	0.0	30.0	-0.07 ± 0.49	100
Alayan e Ivanovski 2019 (19)	CCT no aleatorizado	22	61.58 ± 6.89	Max	22	12	0.0	69.23	0.58 ± 0.40	100

Correia et al. 2024 (17)	RCT	10	59.7 ± 8.7	Max	15	36	0.0	0.0	0.63 ± 0.65	95
Anitua et al. (20)	RCS	24	51 ± 12.8	Max	39	30 – 180	0.0	5.1	-1.67 ± 1.09	100
Buonocunto et al. 2023 (22)	CS	51	56.3 ± 5.5	Max/Mb	61	20 - 208	8.2	45.1	0.86 ± 1.41	-
Begić et al. 2025 (21)	CS	131	65.24 ± 12.09	Max/Mb	269	35 - 84	13.4	29.0	-	100
Zhang et al. 2024 (23)	RCT	449	50.56 ± 18.75	Max	760	36 - 96	1.32	21.58	-	96.81

Table 4. Implant-weighted descriptive statistics of the clinical variables evaluated in the included studies.

Variable	Weighted mean per implant	Weighted standard deviation per implant
Peri-implantitis (%)	4.31	5.33
Mucositis (%)	24.24	13.25
MBL (mm)	0.71	1.10
dMBL (mm)	0.75	1.05
mMBL (mm)	0.67	1.16
Survival (%)	97.97	1.57