

Preservación alveolar, cuatro materiales utilizados como injerto de alvéolo posterior a la extracción dental: una revisión sistemática

María Camila Álvarez Serna, Mildreth Yarley Díaz Castillo, Ángela Patricia Martínez Silva y Ruddy Eduardo Ramírez Umaña

Trabajo de grado para optar el título de Especialista en periodoncia

Director

Jorge Enrique Serrano Arciniegas

Especialista en Cirugía, Patología e Implantología Oral

Universidad Santo Tomás, Bucaramanga

División Ciencias de Salud

Especialización de Periodoncia

2023

Contenido

1. Introducción	9
1.1 Planteamiento del problema.....	10
1.2 Justificación	13
2. Marco Teórico.....	16
2.1 Hueso alveolar	16
2.1.1 Tipos de Hueso	16
2.1.2 Proceso de remodelación y osificación.....	17
2.1.3 Proceso de reabsorción Ósea (Cambios Post extracción).....	18
2.2 Preservación alveolar	21
2.2.1 Membranas para barreras	22
2.2.2 Membranas no reabsorbibles	23
2.2.3 Membranas reabsorbibles	24
2.2.4 Matriz extracelular	24
2.2.5 Uso de las matrices en la regeneración de los tejidos.....	25
2.2.6 Exodoncia mínimamente invasiva	26
2.2.7 Materiales de injerto	28
2.3 Clasificación de los rebordes alveolares	31
2.4 Tomografía computarizada de haz cónico	32
2.5 Revisión sistemática.....	35
3. Objetivos	35
3.1 Objetivo general.....	35
3.2 Objetivos específicos	35
4. Materiales y métodos	36

4.1 Tipo de estudio.....	36
4.2 Selección y descripción de los participantes.....	36
4.2.1 Población	36
4.2.2 Muestra y tipo de muestreo.....	37
4.3 Criterios de selección.....	37
4.3.1. Criterios de inclusión	37
4.3.2. Criterios de exclusión	37
4.4 Variables	38
4.5 Instrumento	38
4.6 Procedimiento	38
4.7 Plan de análisis estadístico.....	41
4.8 Consideraciones éticas	41
5. Resultados.....	42
5.1 Descripción del proceso de búsqueda de los estudios	42
5.2 Preservación alveolar en diferentes materiales de injerto (xenoinjertos, aloinjertos, autoinjertos o aloplásticos)	44
5.3 Evaluación del riesgo de sesgo según la guía de la Colaboración Cochrane para ensayos clínicos	49
6. Discusión.....	51
6.1 Conclusiones	55
6.2. Recomendaciones	55
Referencias.....	57

Lista de tablas

Tabla 1.	<i>Estructura de la pregunta PICO.....</i>	<i>¡Error! Marcador no definido.</i>	4
Tabla 2.	<i>Fórmulas de búsqueda y bases de datos</i>	<i>¡Error! Marcador no definido.</i>	5
Tabla 3.	<i>Valoración de riesgo de sesgo de la Colaboración Cochrane.....</i>		39
Tabla 4.	<i>Caracterización de las publicaciones.....</i>		40
Tabla 5.	<i>Descripción de los estudios.....</i>		42

Lista de figuras

Figura 1. *Diagrama de flujo de la inclusión de los documentos en la revisión*;**Error! Marcador no definido.0**

Lista de apéndices

Apéndice A.	<i>Tabla de operacionalización de variables</i>	¡Error! Marcador no definido.
Apéndice B.	<i>Instrumento</i>	¡Error! Marcador no definido.
Apéndice C.	<i>Plan de análisis estadístico Univariado</i>	¡Error! Marcador no definido.

Resumen

Introducción: Se han propuesto diferentes técnicas de preservación de la cresta alveolar para mantener la arquitectura de los tejidos duros y blandos, con el objetivo final de evitar una cirugía de aumento adicional, una de ellas es la utilización de un injerto óseo, el cual se clasifica en aloinjerto, xenoinjerto, aloplástico y autoinjerto. **Objetivo:** Analizar la evidencia disponible en la literatura científica sobre la preservación alveolar de cuatro materiales utilizados como injerto posterior a la extracción de dientes sin colgajo publicados en los últimos cinco años. **Materiales y métodos:** Estudio de fuente secundaria, una revisión sistemática de ensayos clínicos publicados en inglés entre el 2019 y 2023 por medio de las bases de datos: Pudmed, Dentistry and oral science source, Web of science, Science direct, Scielo y Scopus. Se incluyeron artículos que incluyan al menos dos tipos de injertos óseos y se realizó una evaluación del riesgo de sesgo con la guía de la Colaboración Cochrane. **Resultados:** En general las diferentes investigaciones utilizaron poblaciones similares, pero variaban según los tipos de injerto óseo evaluado y el tipo de medición de la preservación alveolar, la cual se dio en tres formas, una por medio de un análisis histológico, otra gracias a una sonda periodontal o un calibrador que media directamente las dimensiones de la cresta alveolar y otra consistió en un análisis radiográfico. **Conclusiones:** Todos los materiales utilizados como injertos óseos ayudan a la preservación alveolar posterior a una exodoncia, sin embargo, es necesaria mayor evidencia científica que pueda determinar con cuál de los materiales se obtiene un mejor resultado.

Palabras claves: Alveolo Dental, Injerto de Hueso Alveolar, Preservación Alveolar, Revisión Sistemática, Aloinjerto, Xenoinjerto, Aloplástico, Autoinjerto.

Abstract

Introduction: Different alveolar crest preservation techniques have been proposed to maintain the architecture of hard and soft tissues, with the ultimate goal of avoiding additional augmentation surgery, one of which is the use of a bone graft, which is classified as allograft, xenograft, alloplastic, and autograft. **Objective:** To analyze the evidence available in the scientific literature on the alveolar preservation of four materials used as grafts after tooth extraction without flaps published in the last five years. **Materials and methods:** Secondary source study, a systematic review of clinical trials published in English between 2019 and 2023 through the databases: Pudmed, Dentistry and oral science source, Web of science, Science direct, Scielo and Scopus. Articles including at least two types of bone grafts were included and a risk of bias assessment was performed using the Cochrane Collaboration guideline. **Results:** In general, the different investigations used similar populations, but they varied according to the types of bone graft evaluated and the type of measurement of alveolar preservation, which occurred in three ways, one through a histological analysis, another thanks to a periodontal probe or a caliper that directly measures the dimensions of the alveolar crest, and another consisted of a radiographic analysis. **Conclusions:** All the materials used as bone grafts help alveolar preservation after an extraction, however, more scientific evidence is needed to determine which of the materials obtains a better result.

Keywords: Dental Socket, Alveolar Bone Graft, Preservation of Alveolar Ridge, Systematic Review, Allograft, Xenograft, Alloplastic, Autograft.

Preservación alveolar, cuatro materiales utilizados como injerto de alvéolo posterior a la extracción dental: una revisión sistemática

1. Introducción

El tejido óseo presenta una constante formación y reabsorción metabólica que le permite mantener su estructura y repararse frente las injurias del medio. El proceso metabólico óseo genera un remodelado óseo, el cual se estima que sucede en un 5% en el caso del hueso cortical y un 20 % en el caso del hueso trabecular, esto en un periodo de un año (Baltazar-Ruiz et al., 2020; Elian et al., 2007). Igualmente, cabe resaltar que se produce por la pérdida de la irrigación que aporta el ligamento periodontal, lo que desencadena una activación osteoclástica junto al proceso de cicatrización del alvéolo tratado quirúrgicamente, siendo este proceso uno de los retos para la instalación de un implante dental debido a que la arquitectura ósea se encuentra afectada y se requieren de diferentes procedimientos quirúrgicos para su acondicionamiento (Hämmerle et al., 2012).

Por lo tanto, el remodelado del hueso alveolar es un evento dinámico que reúne componentes correspondientes a las estructuras funcionales y fisiológicos además de ser un proceso natural de reparación, sin embargo, este proceso se puede ver afectado por el trauma excesiva y agresiva de los tejidos durante el acto quirúrgico, así como el uso de materiales que ayudan a la conservación (Araujo & Lindhe, 2005).

Además, los profesionales de odontología deben tener en cuenta que cualquiera que sea la razón para extraer una pieza dental, el proceso normal que ocurre durante la cicatrización del alvéolo y los tejidos da como resultado la reabsorción del reborde alveolar, esto evidenciado en la literatura lo cual ha permitido describir y comprender los procesos que suceden durante la reparación del hueso alveolar posterior a la cirugía dental (Stumbras et al., 2019).

Por consiguiente, teniendo en cuenta los aspectos anteriormente mencionados, es importante tener en cuenta que la reabsorción severa del hueso alveolar posterior a una exodoncia, podría ocasionar múltiples factores que serían desfavorables para la rehabilitación oral de los pacientes, por lo tanto, la industria de la investigación se encuentra desarrollando materiales para coadyuvar a que en el proceso de cicatrización sea menor la cantidad de tejido óseo el reabsorbido, de esta manera los odontólogos y especialistas generan ventajas para el tratamiento y reducir los índices de fracaso. Teniendo en cuenta esto, el presente estudio tiene como objetivo analizar la evidencia disponible en la literatura científica sobre la preservación alveolar de cuatro materiales utilizados como injerto posterior a la extracción de dientes sin colgajo publicados en los últimos cinco años.

1.1 Planteamiento del problema

Durante el proceso de cicatrización del hueso alveolar posterior a una extracción dental se espera como resultado cierto porcentaje de reabsorción, debido a la manipulación excesiva de los tejidos y por la pérdida de la pieza dental, es un proceso dinámico que involucra los componentes estructurales, funcionales y fisiológicos. Por lo tanto, en su etapa inicial posterior a la extracción, el volumen vestíbulo-lingual o palatino del alvéolo sufre una reducción aproximadamente del 30% y posterior a 12 meses se habrá perdido aproximadamente el 50%, además, la cortical vestibular se localizará 1 mm hacia apical que la cortical lingual o palatina (Castaño Granada et al., 2016).

Por otro lado, un estudio de revisión sistemática donde se evaluó la literatura en la cual, se presentan los resultados de la pérdida ósea posterior a la extracción dental, se concluyó que se presentaban cambios dimensionales durante los 3 meses posteriores siendo de 2,6 a 4,5mm en un

sentido vestíbulo lingual y 0,4 a 3,9mm en sentido apico coronal (Chappuis et al., 2013). Otros estudios informan que posterior a la extracción dental se produce una disminución del reborde de 0,5 a 7,0 mm en sentido vestíbulo-palatino/lingual, y de 1,5 a 2,0 mm en sentido apico-coronal, en un lapso de 1 año (Vargas et al., 2012). Sin embargo, el mayor porcentaje de pérdida o reabsorción ósea es en la pared vestibular en zonas bucales de alta estética, siendo un factor crítico en cuanto a complicaciones y fallas estéticas de los implantes (Chappuis et al., 2013).

Por consiguiente, el edentulismo es una condición que en la actualidad se ha venido tratando por medio de la rehabilitación oral con implantes dentales, donde a través de esta se busca devolver la función masticatoria por medio de la implantación de tornillos de titanio sobre el hueso remanente. Sin embargo, la reabsorción ósea durante el proceso de perdida dental de las pieza pre existentes por procesos periodontales, por actos quirúrgicos previos o por la misma progresión fisiológica, conllevan a la aparición de defectos óseos que impiden la instalación adecuada de un implante, por ello se han desarrollado múltiples técnicas como la injerto óseo, distracción alveolar y regeneración ósea guiada (GBR) para restaurar estos defectos y proporcionar una base ósea estable donde se puede lograr tener una estabilidad primaria en el acto quirúrgico y un hueso estable que soporte las cargas fisiológicas a las que se somete las prótesis implanto soportadas en el proceso de la masticación (Elgali et al., 2017).

De acuerdo con lo observado en estudios basados en perros Beagle se pudo identificar que el grosor del hueso fasciculado o haz es de aproximadamente 0,2-0,4 mm y se encontraba nutrido a partir de los vasos sanguíneos provenientes del ligamento periodontal, al realizarse la extracción de piezas dentales se corta el suministro sanguíneo a este hueso y promueve la actividad osteoclástica que conlleva a la perdida vertical de un 2,2 mm aproximadamente (Chappuis et al., 2013).

Por otro lado, los tejidos blandos presentan cambios posteriores a la extracción dentaria en las primeras 2 semanas, en donde se ha relacionado estos cambios según el fenotipo periodontal que presente el individuo y las similitudes de la matriz extracelular de los tejidos blandos orales con lo encontrada en los tejidos fetales, esta relación cobra importancia debido a que podrá explicar la rápida resolución de las heridas a nivel bucal. Además, se encontró que los tejidos blandos a nivel de la encía presentan un grosor oscilando entre 0,5 y 1 mm en presencia de la pieza dental, posterior a la extracción el tejido blando relacionado a un fenotipo periodontal delgado, demostró un crecimiento de hasta 7 veces de su estado inicial mientras que el relacionado a un fenotipo grueso se mantiene estable a nivel molecular, se encuentra un poco de densidad de las células endoteliales y aumento de la proteína morfogenética ósea-7 y en la expresión de osteocalcina modulando no solo el crecimiento óseo sino también el engrosamiento epitelial (Chappuis et al., 2013).

Además, a través de los diferentes avances biomédicos se ha logrado aislar e identificar las células mesenquimales, estructura funcional y estructura de los nanomateriales biológicos, las cuales permiten desarrollar una variedad de estrategias que buscan la reparación y regeneración de tejidos y órganos dañados (Valdespino-Gómez et al., 2014).

Por consiguiente, el uso de una materia de injerto posterior a la extracción de un diente puede modificar los eventos de pérdida ósea y contribuir a la preservación de esta (Chappuis et al., 2013). Con base en esto, se han propuesto diferentes técnicas de preservación de la cresta alveolar para mantener la arquitectura de los tejidos duros y blandos, con el objetivo final de evitar una cirugía de aumento adicional, una de ellas es la utilización de injertos óseos, los cuales se clasifican en aloinjertos, xenoinjertos, aloplásticos y autoinjertos, donde la literatura ha reportado resultados positivos (Seyssens et al., 2019).

De esta forma, existen revisiones sistemáticas que han buscado investigar el efecto de la preservación del reborde en las dimensiones del reborde alveolar residual en comparación con la cicatrización del alvéolo sin ningún tipo de ayuda, como es el caso de Horvath y colaboradores en el 2012, quienes concluyen que existe evidencia contradictoria sobre el beneficio de los injertos óseos a nivel histológico, pero sobre todo, que algunos materiales de injerto pueden interferir con la cicatrización, por lo cual se hace importante investigar según el tipo de injerto óseo (Horváth et al., 2013). Jambhekar et al en el año 2015 también publicaron una revisión sistemática para determinar qué material de injerto produce la menor pérdida de dimensiones del alvéolo y descubrieron que los xenoinjertos y los aloinjertos dieron como resultado la menor pérdida de dimensiones del alvéolo en comparación con los aloplásticos o los alvéolos sin injerto (Jambhekar et al., 2015); una conclusión interesante, no obstante, corresponde a una recopilación de investigaciones de hace más de ocho años, y en este tipo de biomateriales vemos cambios importantes con respecto a medida que avanzan los años.

Por consiguiente, es posible observar que existe la necesidad de realizar una recopilación de la evidencia científica sobre este tema en los últimos años, debido a los constantes avances de cada publicación y a que es un tema sobre el cual aún existen dudas clínicas. Basada en la información anteriormente expuesta se plantea la siguiente pregunta de investigación: ¿Qué dice la reciente evidencia científica disponible sobre la preservación de las dimensiones del alveolo de los materiales utilizados como injerto de alveolo posterior a la extracción de dientes sin colgajo?

1.2 Justificación

La implementación de los implantes dentales como tratamiento para la rehabilitación oral se han convertido en uno de los procedimientos de elección debido a que permite preservar

la estructura dental de los dientes adyacentes y el hueso de la zona donde se encuentra osteointegrado, de igual manera sus propiedades estéticas que la apariencia de coronas que emergen del tejido blando y propiedades mecánicas de soportar las fuerzas oclusales han sido relevantes para que se tengan en cuenta como tratamiento ideal en la rehabilitación oral (Lindhe et al., 2017). Además, se ha evaluado la tasa de supervivencia de un ímplate dental instalado sobre una superficie ósea regenerada por medio de una membrana con o sin material de regeneración una revisión sistemática elaborada por Hammerle et al en 2018, donde se analizó la literatura disponible en base de datos de la supervivencia de implantes dental con un mínimo de 12 meses posteriores a su instalación cuyos criterios de supervivencia se basaron en ausencia de movilidad clínica del implante, ausencia de fractura del implante, ausencia de pérdida progresiva de hueso crestral periimplantario evaluada en radiografías sin signos clínicos de infección periimplantaria, ausencia de infección periimplantaria con supuración, encontrando una tasa de supervivencia entre el 79% y 100% indicando en la mayoría de estudios hasta un 90% posterior a un año sometidos a cargas masticatorias (Hämmerle & Tarnow, 2018).

Por lo tanto, la pérdida de la estructura ósea es el principal problema estructural que se presenta en el momento de la planeación de la instalación de un implante dental, donde un volumen óseo tridimensional es necesario para recibir el implante dental y brindar el componente estético que se requieren cuando se emplea a nivel de rebordes edéntulos de sector anterior. Además, la pérdida ósea se inicia por la pérdida de irrigación sanguínea por parte de ligamento periodontal lo que induce a una activación osteoclastia y remodelado óseo (Chappuis et al., 2013).

Por otro lado, la preservación alveolar, es el tratamiento de elección para tratar los defectos óseos pre existentes o preservar el tejido posterior a la extracción dental, aplicando los

principios de mantener y estabilizar el coagulo sanguíneo, el cual, produce factores de crecimiento y citoquinas las cuales están encargadas de dirigir el proceso de la migración celular a el sitio que se requiere, por consiguiente se requiere un material que mantenga estable el coagulo en el sitio establecido por lo que se han empleado el uso de membranas que pueden ser de carácter reabsorbibles o no reabsorbibles con el fin de aislar el coagulo y darle el tiempo que requieren las células óseas en diferenciarse y secretar la matriz ósea (16-24 semanas) evitando la invasión de las células epiteliales que pueden interferir con el proceso debido a su mayor velocidad en el proceso de la mitosis (Darby et al., 2008; Vargas et al., 2012).

Igualmente, la función de los materiales de relleno es proporcionar la estructura que permita preservar un volumen adecuado para el coagulo sanguíneo con el fin de inducir la formación de tejido óseo en una forma tridimensional (Lizarazo Rozo, 2021).

Cuando un odontólogo o un especialista en periodoncia se ve ante el reto de realizar una exodoncia y busca que exista la menor perdida posible de hueso alveolar, tiene a la mano muchas posibilidades en cuanto a materiales y técnicas, sobre las cuales ya se ha investigado sobre su efectividad pero existen dudas sobre cuál podría ser la mejor opción, por lo cual esta problemática sustenta la realización de una revisión sistemática, la cual recopila los resultados de varios ensayos clínicos, lo cual corresponde al mejor nivel de evidencia posible y deriva en información útil para la disciplina de la odontología, la cual tiene sus bases en la literatura científica. Lo pacientes, de igual forma se beneficiarán al recibir tratamientos basados en conocimiento científico actualizado, además que la constante evolución de los biomateriales dentales permite que los tratamientos se alejen de la posibilidad de fracasar y resulten en implantes dentales sanos y más específicamente con el tema en cuestión, en la colocación de implantes donde anteriormente no existía la posibilidad de ser indicados.

2. Marco Teórico

2.1 Hueso alveolar

La estructura biológica que se encarga de sostener y proteger los dientes se denomina hueso alveolar. Se proyecta desde el hueso basal del maxilar superior e inferior, es decir, es la porción que se encuentra limitada por el ápice de los dientes y su desarrollo es simultáneo con la erupción dental. La presencia de las apófisis alveolares depende de que el diente se mantenga en boca. Su origen embrionario es en el ectomesénquima, alrededor de la séptima semana de vida intrauterina (Lindhe & Lang, 2009).

Es un tejido mesodérmico especializado el cual está compuesto por una matriz orgánica (red de osteocitos y sustancia extracelular) y una inorgánica (calcio, fosfato y carbonato en forma de cristales de apatita). Debido a su constante recambio, el hueso alveolar es el menos estable de las estructuras periodontales, sin embargo, existe un proceso de aposición y reabsorción que busca un equilibrio en dicho recambio (Yang et al., 2015).

El cemento radicular, el ligamento periodontal y el hueso alveolar conforman la unidad dentoalveolar cuya función principal se basa en distribuir las fuerzas generadas por las cargas masticatorias.

2.1.1 Tipos de Hueso

Dependiendo de la organización de las fibras y las células, se clasifica el hueso en 3 tipos:

- Esponjoso: hueso irregular en el cual no existe capa de hueso compacto cortical, presenta un periostio.

- Cortical: capa superficial del hueso cortical que cubre el hueso cancelar o esponjoso, ambos compuestos por láminas de hueso ordenadas por osteocitos, pero la organización de estas laminas es diferente en los dos tipos de hueso.
- Fasciculado: hueso laminar superficial áspero y fibroso de los alveolos, el cual contiene las fibras de Sharpey y el ligamento periodontal (Yang et al., 2015).

2.1.2 Proceso de remodelación y osificación.

En ausencia de enfermedad, este proceso de remodelado óseo va a mantener el volumen y la anatomía estables. La remodelación del hueso alveolar surge como una respuesta a la necesidad metabólica de iones de calcio y fosforo y al estrés mecánico en el que está sometido.

En estudios realizados en primates, se observó que a medida que hay desgaste de la superficie dental interproximal, los dientes se desvían hacia mesial, esto demuestra un proceso de reabsorción en la superficie mesial y un proceso de aposición en la superficie distal de la pared alveolar (Eley et al., 2010).

Las lagunas de Howship pueden medir hasta 100 μ m de diámetro, por esta razón su tamaño es variable, estas lagunas surgen del proceso de resorción de un hueso y tienen presencia de osteoclastos, estas células osteoclásticas multinucleares, se originan por la fusión de células mielomonocíticas.

Sobre la superficie ósea adyacente, el osteoclasto presenta aspecto conglomerado o borde en cepillo, por lo tanto, esta zona crea un microentorno donde se puede producir una resorción por la difusión de iones y enzimas, las células de esta zona segregan cisteína, iones de hidrogeno y metaloproteinasas. La resorción ósea se divide en dos fases, una inicial donde se suprime la

fase mineral y posteriormente la matriz orgánica, además, se regula por medio de los osteoblastos y los osteoclastos (Eley et al., 2010).

2.1.3 Proceso de reabsorción Ósea (Cambios Post extracción).

El hueso alveolar presenta de forma natural y fisiológica un proceso de remodelado óseo, cuando se realiza una exodoncia quirúrgica este proceso se altera y comienza una etapa de cicatrización la cual dura aproximadamente de 4 a 6 meses. A partir de la octava semana inician los cambios evidentes en las tablas óseas, por ejemplo, la cresta vestibular se verá más afectada en términos de altura en comparación con la cresta palatina o lingual (Chappuis et al., 2013).

A partir del primer año post extracción los cambios dimensionales serán mayores, mostrando una disminución en el ancho de la cresta en un 50% dos tercios de ella en los primeros 3 meses (Araujo & Lindhe, 2005).

Por consecuente, distintos autores realizaron estudios con fines investigativos para demostrar que se presenta una serie de eventos durante el proceso de cicatrización en el alveolo post extracción, entre los que se destacan; la formación y maduración de un coagulo de sangre, la filtración de fibroblastos para reemplazar el coagulo y finalmente el establecimiento de una matriz provisional que permite la formación de tejido óseo, sin embargo los autores difieren en la manera de clasificar los defectos del reborde alveolar (Seliktar et al., 2001).

Según Cardaropoli en su modelo con experimentación animal dentro de los cambios que se presentan inmediatamente a la extracción dental, se observa que en el primer día se forma el coagulo que está compuesto principalmente por eritrocitos y plaquetas, además, se encuentra cubierto por una fina capa de células inflamatorias dentro de las que se destacan los granulocitos neutrofílicos, finalmente se encontró que el hueso en la cavidad contenía una grande cantidad de

células mesenquimales, fibras y una vascularización notoriamente dilatada (Cardaropoli et al., 2003).

Al tercer día, se destacó que pequeños segmentos del coagulo se reemplaza por tejido de granulación muy vascularizado, y en el centro del mismo se observó áreas en las que los eritrocitos habrían sufrido lisis, las membranas de las células sanguíneas pierden su integridad proporcionando un aspecto hialino (Cardaropoli et al., 2003).

A los siete días, las fibras principales del ligamento periodontal se invierten en el haz de hueso en menor proporción comparado con el tercer día, se presentan signos de necrosis coagulativa y es la etapa en la que inicia el proceso de remodelado óseo (Cardaropoli et al., 2003).

A los catorce días post extracción, la cavidad es rodeada por células inflamatorias, células epiteliales y un tejido conectivo altamente vascularizado.

A los treinta días, la cavidad se encuentra cubierta en mayor proporción por hueso nuevo el cual contiene un gran número de osteones primarios, el tejido blando marginal posee un tejido conjuntivo fibroso revestido por epitelio queratinizado.

Entre los 60 y 90 días posteriores a la extracción dental inicia la formación de un llamado “puente de tejido duro”, compuesto principalmente de tejido óseo, el cual separa la mucosa marginal de la cavidad donde se realizó la extracción, la medula ósea alberga grandes vasos sanguíneos, células inflamatorias y adipocitos, al finalizar el día 90 el hueso inmaduro se va reemplazando por hueso laminar.

Después del día 120 y 180, las fibras colágenas de la mucosa de revestimiento se insertan en el hueso corticalizado y se comienza a establecer una estructura similar al periostio, además el puente de tejido duro que se encontraba cubriendo la cavidad se ha reforzado con capas de hueso

laminar, en este punto la medula ósea se encuentra bien organizada y contiene gran número de adipocitos y algunas células inflamatorias (Cardaropoli et al., 2003).

Como resumen del modelo experimental de Cardoropoli, las fases de la cicatrización alveolar se destacan por la formación del coágulo a los tres días, la formación de matriz provisional de tejido conectivo a los siete, la formación de hueso reticular a los catorce, mineralización del hueso a los treinta días lo que constituye un 88% del alveolo, formación en un 75% de medula ósea a los sesenta días y finalmente a los 180 días se obtiene un 15% de hueso mineralizado y un 85% de medula ósea.

Según Amler, para la correcta cicatrización de un alveolo post extracción deben ocurrir 5 estadios,

- En el estadio I, se produce hemostasia por la formación inmediata del coágulo.
- En el estadio II, aproximadamente para el cuarto y quinto día inicia la angiogénesis por medio del reemplazo del coagulo por tejido de granulación gracias a la cadena de células endoteliales y la consecuente formación de capilares.
- En el estadio III, al día 16 se forma una capa de epitelial la cual su principal función es dar protección.
- En el estadio IV, en la base y en la periferia el tejido osteoide inicia su proceso de calcificación. En la sexta semana el alveolo se compacta en gran porcentaje de hueso trabecular.
- En el estadio V, a la quinta y sexta semana el alveolo se encuentra epitelializado, a la décima semana ya se encuentra el alveolo con su porcentaje máximo de relleno óseo (Amler, 1969).

2.2 Preservación alveolar

Estudios en animales y en humanos han reportado que después de una extracción dental existen cambios en las dimensiones de tejidos duros y blandos, lo que conlleva a una cresta alveolar reducida y dificultar la instalación del implante dental sin técnicas de regeneración ósea, además de no lograr un resultado estético adecuado (Jung et al., 2013).

La preservación alveolar se define como: “Cualquier procedimiento realizado en el momento de una extracción o después de ella, que está diseñado para minimizar la reabsorción externa de la cresta y maximizar la formación de hueso dentro del alveolo” (Darby, et al, 2008).

Las contraindicaciones para tener en cuenta en preservación alveolar son las siguientes: Contraindicación general de las intervenciones quirúrgicas orales, infecciones en el sitio planificado para la preservación de la cresta que no se pueden tratar durante la cirugía de preservación de la cresta, pacientes radiados en el área prevista para la preservación de la cresta, pacientes que toman bifosfonatos (Hämmerle & Tarnow, 2018).

Las indicaciones para este tipo de procedimientos son: Cuando se planea colocar un implante en el sitio de la extracción, cuando se piensa realizar un tratamiento protésico convencional, relación costo beneficio positiva, evitar elevación del seno maxilar (Hämmerle & Tarnow, 2018).

En un estudio realizado por Hämmerle y colaboradores en el 2011, se evaluó la evidencia científica acerca de la preservación alveolar y llegaron al consenso de que dentro de los materiales utilizados (sustitutos óseos, membranas) no se mostraron diferencias significativas, pero si para los tapones de colágeno los cuales no mostraron resultados favorables.

Por lo tanto, la preservación alveolar tiene como principal objetivo prevenir o tratar los fenómenos de colapso tanto en tejido blando como en tejidos duros posterior a una extracción dental, se han descrito dos abordajes principales:

- Técnicas para la preservación del “complejo hueso fasciculado-ligamento periodontal” dentro de las cuales se incluyen, la extracción parcial del diente o la raíz, también denominadas técnicas de extracción parcial, técnica de raíz sumergida, pontic shield, shocket-shield technique (Gluckman et al., 2017).
- Exodoncia completa del diente y técnicas para preservar el hueso y el tejido blando, esta técnica de preservación alveolar es descrita como aquel procedimiento en el que se utilizan diferentes biomateriales de injerto con o sin la utilización de membranas como rellenos en el proceso alveolar, con el objetivo de limitar los cambios que sufre el hueso alveolar post exodoncia, promover una nueva formación ósea, y posteriormente utilizar ese hueso maduro como lecho implantar, según sea el caso (Horváth et al., 2013).

Tiene además tres variantes en su estilo de técnica, la primera es utilizando materiales de injerto en combinación con membranas, el cual sería un proceso biológicamente similar a la regeneración ósea guiada, cabe resaltar que esta técnica es la más utilizada porque ha demostrado mejores resultados, el segundo, es el llamado socket filling donde únicamente se utiliza el relleno del alveolo sin la membrana, y finalmente el socket sealing el cual solamente utiliza membrana sin biomaterial (Mardas et al., 2015).

2.2.1 Membranas para barreras

Las membranas de barrera sirven como estrategia para la regeneración ósea y particularmente en casos donde hay grandes defectos óseos secundarios a traumatismos, infecciones o extirpación tumoral (Dimitriou et al., 2012).

Se han ensayado diferentes tipos de membranas de barrera para la regeneración ósea guiada. Estas membranas deben cumplir una serie de requisitos para alcanzar su objetivo de promover la regeneración ósea, estos requisitos son: biocompatibilidad, oclusión celular, integración con el tejido hospedador y capacidad de hacer espacio. Se han desarrollado diferentes tipos de membrana, se pueden dividir en dos categorías según su composición específica: no reabsorbibles y reabsorbibles (Lindhe & Lang, 2009).

2.2.2 Membranas no reabsorbibles

El material más usado para este tipo de membranas es el e-PTFE. Las membranas no reabsorbibles son biocompatibles, flexibles, su estructura externa es porosa lo cual permite una integración tisular y su estructura interna tiene propiedades oclusivas que sirven como mecanismo de barrera (Lindhe & Lang, 2009), también desempeña funciones de soporte y aislamiento de tejidos blandos, creación de un espacio para el coagulo y acumulación de sustancias que ayudan a la osteogénesis (Dinatale & Guercio, 2008). Debido a que se compone de un polímero químico estable e inerte que resiste la degradación microbiológica y enzimática y no genera reacciones inmunitarias. Se ha aplicado recientemente una estructura delgada de titanio para mejorar la capacidad de espacio. Dentro de las desventajas se incluyen las complicaciones frecuentes posoperatorias y una segunda intervención quirúrgica para retirar la misma (Lindhe & Lang, 2009). Al igual que las membranas reabsorbibles, no deben estar

expuestas, es caso de que estén expuestas deben ser retiradas, ya que el éxito del tratamiento requiere que estén cubiertas totalmente por epitelio (Dinatale & Guercio, 2008).

2.2.3 Membranas reabsorbibles

Las membranas no reabsorbibles deben asegurar una reacción tisular mínima durante la reabsorción o biodegradación de esta para que no afecte a la regeneración. Se dividen en dos categorías: naturales (xenogenas compuestas por colágeno tipo II y tipo III) o polímeros sintéticos (poliuretano, poliglactina 910, ácido poliláctico, ácido poliglucólico, etc.) (Lindhe & Lang, 2009). Cuando se colocan en medios acuosos se reabsorben por hidrólisis y los tejidos reabsorben los productos de degradación, siendo metabolizadas en agua y anhídrido de carbono, por ende, no requieren de una segunda intervención quirúrgica (Dinatale & Guercio, 2008).

La selección de la membrana depende mayormente de la extensión vertical que requiere la regeneración ósea. Las membranas de barrera no reabsorbibles tienen más éxito que las reabsorbibles debido a que tienen una mayor capacidad de espacio, una función de barrera más prolongada y una falta de mecanismo de resorción que tenga un efecto negativo sobre la ontogénesis (Lindhe & Lang, 2009).

2.2.4 Matriz extracelular

Dentro de las principales funciones de la matriz extracelular (MEC) se incluye el soporte y la comunicación entre los tejidos y células; es responsable de la nutrición celular y la eliminación de productos de desecho, dióxido de carbono y toxinas, proporciona protección e inervación celular dada por fibras nerviosas vegetativas facilitando una sinapsis de las propias células de la MEC con las células del parénquima próximas, y es considerada la base para el

proceso de la respuesta inmune, la angiogénesis, la fibrosis y la regeneración tisular actuado como reserva de moléculas como factores de crecimiento, citosinas y proteasas, actuando como un medio de transmisión de fuerzas hacia la membrana basal por medio de las integrinas dando soporte a el sistema de tensión y activa mecanismos epigenéticos celulares (Naranjo, et al 2009).

La alteración de la MEC produce una pérdida de su función de filtración, nutrición, eliminación de productos de desecho, impidiendo la capacidad de regenerar y cicatrizar, alteración de la transmisión mecánica, pérdida del sustrato para la respuesta inmune ante agentes infecciosos (Naranjo, et al, 2009).

2.2.5 Uso de las matrices en la regeneración de los tejidos

La propiedad de reparación la ocupan todos órganos y tejidos del cuerpo humano, sin embargo, la capacidad de regeneración pocos tejidos la integran. La reparación del tejido es la respuesta a un daño que conduce a la restauración por medio de un tejido cicatrizal que no reemplazará su función por completo, en cambio, la regeneración restaura la estructura y la integridad funcional del tejido por medio de la síntesis de nuevo tejido específico a la situación anatómica (Hutmacher et al., 2001).

Cuando un tejido sufre daño inicia una serie de procesos que suceden simultánea y continuamente como la hemostasis, la inflamación, la formación de tejido y la remodelación del mismo. Sin embargo, en defectos tisulares demasiado extensos no es posible un proceso de regeneración completo por la dimensión de la herida, por lo tanto, es necesaria la creación de un ambiente apropiado para inducir el tejido a su regeneración, este proceso se logra por medio de materiales como matrices a base de polímeros naturales o sintéticos biodegradables, donde el

polímero se degrada por acción metabólica, mientras se forma la matriz biológica natural del tejido (Hutmacher et al., 2001).

El origen de estas matrices principalmente es de especies bovinas y porcinas, los factores que se encuentran en estas membranas son cooperadores potenciales para la regeneración de los tejidos además que aceleran los mecanismos en que se producen estos procesos regenerativos (Seliktar et al., 2001).

La descelularización de tejidos provenientes de otras especies es otro proceso de creación de matrices, este tipo de tejido proporciona una matriz única la cual está compuesta por proteínas de matriz extracelular que sirven como templado intrínseco para las células (Gurtner et al., 2008).

La MEC cumple un rol de aislamiento de la zona para regenerar y permitir la formación del tejido para que esto sea posible la matriz debe poseer ciertas propiedades dentro de las que se destacan: La liberación controlada de factores de crecimiento, ser altamente porosas, e interconectar de manera tridimensional para permitir el crecimiento celular, el flujo y transporte de nutrientes y desechos metabólicos, ser biocompatibles, deben presentar una superficie química que sea compatible que permita la adherencia, la proliferación y la diferenciación celular además de poseer propiedades mecánicas que encajen con las de los tejidos a reemplazar (Badylak et al., 2011).

2.2.6 Exodoncia mínimamente invasiva

Una rigurosa evaluación clínica con ayudas diagnosticas como la radiografía del sitio a intervenir, el estudio de sus componentes anatómicos, los requerimientos éticos y legales,

consentimientos informados firmados y bien diligenciados y explicados, es lo primero que se debe realizar para el procedimiento quirúrgico de preservación alveolar post-exodoncia.

Seguido de la aplicación de anestesia, se inicia la exodoncia lo menos traumática posible, esto se lleva a cabo con el uso de una hoja de bisturí 15c para realizar una incisión intracrevicular que llega hasta la cresta ósea, seguido de una fibrotomía supracrestal. Las fibras periodontales que están en cercanía a la cresta ósea marginal se deben desinsertar usando una hoja de bisturí subcrestalmente con una profundidad aproximada entre 2 y 3; posteriormente usando un periostotomo plano se lleva a cabo la luxación de diente, se debe introducir la parte activa en las zonas inteproximales en las que se puedan hacer movimientos lentos y cortantes en sentido mesodistal y vestibulopalatino/lingual; se debe tener en cuenta que el periostotomo se debe alternar de manera continua en las superficies mesial y distal.

El riesgo de fractura ósea de la tabla vestibular se previene con el control de los movimientos en dirección vestibular. Con la ayuda de un elevador recto se realiza la luxación y posterior avulsión de la pieza dental, el proceso debe ser manera lenta y progresiva, en caso de que se fracture la tabla ósea o no se puedan realizar los movimientos adecuados se indica la odontosección de mesial a distal, si hay suficiente remanente coronal se puede utilizar un fórceps. Después de la exodoncia, se debe curetear bien con una cureta de Lucas el alveolo, retirando tejido granulomatoso. Se evalúan las paredes del alveolo, descartando algún defecto óseo con ayuda de la sonda periodontal y se debe irrigar con abundante solución salina para eliminar detritos del alveolo.

La membrana que se selecciono debe ser ubicada sobre el injerto hasta la altura de la cresta ósea. Si es una membrana no reabsorbible de teflón de alta densidad (d-PTFEE), no es necesario hacer incisiones adicionales en el tejido gingival para obtener un cierre primario. Se

deben recortar los márgenes de la membrana para que se adapte de manera óptima en el espacio obtenido por la elevación de un colgajo de espesor total en las superficies vestibular y lingual/palatino.

Algunos autores recomiendan la colocación de apósitos de colágeno sobre el material de injerto, estabilizados con sutura (colchonero horizontal o en X) para impedir que se pierda el material de injerto en el postoperatorio inmediato. Luego, se posiciona el tejido blando con puntos de sutura (tipo colchonero horizontal, suturas continuas o puntos en X) que estabilizan la membrana. Se sugiere utilizar materiales reabsorbibles como poliglactina 910 o monofilamentos de PTFE. Se debe irrigar con abundante agua. Para expeler los detritos, se irriga abundantemente la zona y favorecer la adaptación de la membrana y el tejido blando.

Se pueden colocar provisionales, pero es mejor dejar cicatrizar el sitio injertado sin interferencias. En cuanto al postoperatorio, se le manda al paciente antiinflamatorios y antibióticos dependiendo de la anamnesis realizada antes de la cirugía, se le entregan al paciente las recomendaciones para evitar complicaciones. El paciente debe volver una semana después de la cirugía para reforzar medidas de higiene oral. A los 14 días se retiran los puntos de sutura. La membrana se retira a partir de la 5 semana si es el caso de membranas no reabsorbibles, esto se realiza sin anestesia, aunque si se pudiese utilizar anestesia de forma tópica, utilizando un explorador o una pinza se para sujeta la membrana y se retira de manera progresiva y suave. El éxito del procedimiento quirúrgico dependerá de la cicatrización previo al inicio de la rehabilitación de la zona intervenida y según el material de injerto seleccionado (Yang et al., 2015).

2.2.7 Materiales de injerto

La colocación de un material de injerto en un alvéolo ha sido un método propuesto para preservar los contornos naturales del tejido en los sitios de extracción para una posible reconstrucción con una prótesis implantosoportada (Horowitz et al., 2012). Para optimizar el posicionamiento del implante, se ha recomendado la colocación de materiales de injerto como un procedimiento combinado con una membrana de barrera o, en algunos casos, con una membrana de barrera sola para ayudar a estabilizar el coágulo sanguíneo. Sin embargo, el uso de materiales de injerto ha tenido resultados bastante contradictorios (Horowitz et al., 2012).

Los materiales de injerto óseo deben tener tres propiedades principales: osteoconducción (la capacidad de proporcionar un soporte para la regeneración ósea), osteoinducción (la capacidad de reclutar células primitivas, indiferenciadas y pluripotentes que se desarrollan hasta tener capacidad de formación de hueso) y osteogénesis (presencia de células que promueven la regeneración ósea) (Cenicante et al., 2021). En los últimos 25 años se han descrito una amplia variedad de modalidades de tratamiento para la preservación alveolar y materiales de injerto (Canullo et al., 2022), como lo son:

2.2.7.1 Hueso autógeno. Los injertos autólogos o autógenos corresponden al hueso obtenido del propio paciente, por lo que es ampliamente aceptado como el material de injerto óseo estándar de oro, ya que contempla las tres características ideales de este tipo de materiales. No obstante, el hueso autógeno tiene una disponibilidad intraoral limitada, provoca una alta morbilidad en el sitio donante y presenta tasas elevadas de resorción. Un material propuesto recientemente fueron los dientes autógenos, comúnmente vistos como desechos dentales después de extracciones dentales. Químicamente, la dentina es muy similar al hueso, con una matriz osteoconductora y osteoinductiva y, por lo tanto, es un candidato viable para el injerto óseo. Los

dientes autógenos tienen una buena disponibilidad intraoral y pueden obtenerse mediante procedimientos estándar con baja morbilidad (Cenicante et al., 2021).

2.2.7.2 Aloinjertos (aloinjerto óseo desmineralizado liofilizado (DFDBA), aloinjerto óseo liofilizado (FDBA). Los aloinjertos, que pueden incluir tejido tanto de donantes humanos vivos como de cadáveres, representan la segunda técnica de injerto óseo más común en todo el mundo (Haugen et al., 2019). Los aloinjertos se han utilizado de forma rutinaria para el injerto inmediato de los sitios de extracción como modalidades de preservación de la cresta alveolar (ARP). El aloinjerto óseo deshidratado con disolvente (SDBA), que se utiliza habitualmente para el injerto de alvéolo, existe en forma de partículas corticales y esponjosas (Soardi et al., 2022). En comparación con los autoinjertos, los aloinjertos se asocian con riesgos de inmunorreacciones y transmisión de infecciones y tienen numerosos registros comprobados de altas tasas de fracaso durante el uso a largo plazo (Haugen et al., 2019).

2.2.7.3 Xenoinjertos (mineral óseo bovino desproteinizado (DBBM), hueso porcino, carbonato cálcico coralino). El xenoinjerto es un sustituto óseo procedente de especies distintas al receptor, bien de animales o minerales semejantes al hueso; estos parecen evitar problemas de comorbilidad, asegurando una mayor disponibilidad de huesos animales en lugar de humanos y evitando costos de almacenamiento de tejidos (Di Stefano et al., 2022). Además, el hueso xenogénico muestra una mejor capacidad de resorción e integración con el tejido huésped que los materiales sintéticos (Di Stefano et al., 2022). El material xenógeno utilizado actualmente para la conservación de crestas es predominantemente hueso bovino/porcino anorgánico elaborado a partir de la porción inorgánica de tejido óseo animal. El proceso de fabricación para producir

ABX se basa en un tratamiento a alta temperatura ($> 300\text{ }^{\circ}\text{C}$), que elimina células y antígenos xenógenos para evitar posibles reacciones inmunológicas. Este método también elimina todos los componentes orgánicos y proteínas, mientras que el HA con cristalinidad mejorada se mantiene como el componente principal del injerto (Di Stefano et al., 2022).

2.2.7.4 Materiales aloplásticos (partículas de vidrio bioactivo, hidroxiapatita, fosfato tricálcico). Los sustitutos óseos aloplásticos son materiales sintéticos que contienen algunos de los componentes químicos esenciales del hueso natural (p. ej., calcio y fosfato) y se sabe que promueven la regeneración ósea, aunque no necesariamente se parecen a su estructura natural. Las ventajas comunes de los sustitutos óseos aloplásticos son la calidad estandarizada del producto y la ausencia de riesgo de enfermedades infecciosas, en comparación con los injertos óseos alogénicos y xenógenos. Dado que las capacidades regenerativas de los sustitutos óseos aloplásticos son débiles, a menudo se aplican con factores de crecimiento y/o membranas. Las principales ventajas de los sustitutos óseos aloplásticos implican su estabilidad biológica y el mantenimiento del volumen que permiten la infiltración y remodelación celular. Los sustitutos óseos aloplásticos tienen capacidades osteoconductoras alteradas que dependen de sus composiciones y métodos de fabricación, así como de sus propiedades mecánicas, estructuras cristalinas, tamaños de poros, porosidades y tasas de absorción (Fukuba et al., 2021).

2.3 Clasificación de los rebordes alveolares

Teniendo en cuenta el proceso de remodelación ósea después de una exodoncia, es muy importante tomar radiografía y realizar una adecuada evaluación clínica de las condiciones de los tejidos blandos y duros, como lo es la posición del margen gingival, presencia de lesión periapical, el fenotipo gingival, la presencia de dehiscencias o fenestraciones. Dependiendo de

las condiciones de los tejidos, varios autores crearon una clasificación del alvéolo postexodoncia para así elegir el correcto plan de tratamiento.

Elian, en el 2007, creo una clasificación la cual describe el tipo de alvéolo en relación a la cantidad de tejido duro o blando presente para así llegar a seleccionar el tratamiento adecuado.

Tipo 1: el tejido blando vestibular y la tabla vestibular se encuentran en niveles normales en relación con la unión cemento esmalte del diente pre extraído, permanecen intactos después de la extracción.

Tipo 2: el tejido blando vestibular se encuentra presente pero la tabla vestibular falta parcialmente después de realizar la extracción dental.

Tipo 3: el tejido blando vestibular y la tabla vestibular se reduce notablemente después de la extracción.

Cabe recalcar, que existen varias clasificaciones de los alvéolos postexodoncia y que son el punto de partida para la selección del tratamiento la cual va a depender del clínico.

2.4 Tomografía computarizada de haz cónico

La tomografía computarizada de haz cónico (CBCT), se desarrolló en los años 90, su principal objetivo fue la obtención de imágenes tridimensionales de la zona maxilofacial utilizando una radiación menor que la tomografía computarizada (Lenguas, et al). Anteriormente, la CBTC también se utilizaba para angiogramas, hoy en día se han encontrado diferentes usos en la odontología para la planificación de tratamientos, ya que ofrece imágenes multiplanares que son más precisas (Dief et al., 2019).

Los escáneres CBCT se basan en tomografía volumétrica, utilizando una matriz digital extendida 2D que proporciona un detector de área. Esto se combina con un haz de rayos X 3D.

La técnica de haz cónico implica una exploración única de 360° en la que la fuente de rayos X y un detector de área recíproca a partir de movimientos sincronizados alrededor de la cabeza del paciente, que además se deben estabilizar con el uso de un soporte para la cabeza. A ciertos intervalos de grados, se adquieren imágenes de proyección única, conocidas como imágenes de "base"; las cuales son semejantes a las imágenes radiográficas cefalométricas laterales, cada una ligeramente desplazada entre sí. Las series que utilizan imágenes de proyección de base se denominan "datos de proyección". Los programas de software que utilizan algoritmos de manera sofisticada, incluida la proyección retro filtrada, se utilizan en estos datos de imagen para generar un conjunto de datos volumétricos 3D, que se pueden utilizar para la obtención de imágenes de reconstrucción primaria en 3 planos ortogonales los cuales son: axial, sagital y coronal (Scarfe et al., 2006).

En los últimos años, se han desarrollado tubos de rayos X económicos, sistemas de detectores de alta calidad y potentes equipos de cómputo para la comercialización de sistemas asequibles como: NewTom QR DVT 9000 (Quantitative Radiology srl, Verona, Italia) 4 introducido en abril de 2001, otros sistemas incluyen CB MercuRay (Hitachi Medical Corp., Kashiwa-shi, Chiba-ken, Japón), 3D Accuitomo- Tomógrafo XYZ Slice View (J. Morita Mfg Corp., Kyoto, Japón) e i-CAT (Xoran Technologies, Ann Arbor, Michigan, e Imaging Sciences International, Hatfield, PA) (Scarfe et al., 2006).

Las ventajas de la CBCT en la práctica clínica en comparación con la tomografía convencional (TC) son: limitación del haz de rayos X, lo cual se traduce en reducir la dosis de radiación al ajustar el escáner para que solo escanee el área de interés. Precisión de la imagen, ya que proporciona resoluciones de voxel isotrópicas, iguales en las 3 dimensiones por lo tanto se obtiene una resolución submilimétrica (que a menudo supera la TC multicorte de grado más alto)

que va desde 0,4 mm hasta tan solo 0,125 mm (Accuitomo). El tiempo de escaneo más rápido (10 a 70 segundos por rotación) pero se obtienen menos imágenes base para reconstruir el conjunto de datos volumétricos. Reducción de dosis con un rango promedio de 36,9 a 50,3 microsievert [μSv]. Modos de visualización exclusivos de las imágenes maxilofaciales, mediante un software que permite el análisis en tiempo real y los modos de reformatión multiplanar que son específicos en el área. Otra ventaja es que tiene artefacto de imagen reducido, es decir, vienen diseñados para ver los dientes y las mandíbulas. Una de las desventajas es que no proporciona información detallada de tejidos blandos (Scarfe et al., 2006).

En el diagnóstico o exploración periodontal, la ventaja de la CBCT a comparación de la radiografía convencional radica en la obtención de información volumétrica de todas las superficies, por su parte, la radiografía convencional bidimensional presenta grandes limitaciones para la determinación de los niveles óseos en las superficies vestibular, lingual/palatina, además, del poder determinar la pérdida parcial del grosor interdental. Utilizando las CBCT se puede dar resolución a los problemas de proyección de las diferentes radiografías que se utilizan en el ámbito de la odontología como lo son las radiografías periapicales de aletas de mordida. (Dief et al., 2019).

La CBCT puede proporcionar ayuda en el diagnóstico en odontología, sin embargo, el valor oneroso del equipo y de los estudios radiológicos y de imagen, la dosis de radiación más alta que las radiografías convencionales, la formación del operador y el tiempo que requiere para la manipulación y la interpretación limitan su uso (Dief et al., 2019).

2.5 Revisión sistemática

Una revisión sistemática es una revisión se trata en muchas ocasiones como la mejor evidencia disponible sobre determinado tema, sobre todo si son ensayos clínicos controlados aleatorios, ya que esto se considera el "estándar de oro" y está relacionado con el término "medicina basada en la evidencia". Una revisión sistemática es una recopilación de evidencia que informa o incluye una pregunta de investigación, fuentes donde se buscó la información, además de una estrategia de búsqueda reproducible (nombre de las bases de datos, nombre de las plataformas/motores de búsqueda, fecha de búsqueda y estrategia de búsqueda completa); se definen unos criterios de inclusión y exclusión, métodos de selección (cribado) y una evaluación crítica de la calidad/riesgo de sesgo de los estudios incluidos. Por último, una información sobre análisis y síntesis de datos que permite la reproducibilidad de los resultados (Krnjic Martinic et al., 2019).

3. Objetivos

3.1 Objetivo general

Analizar mediante una revisión sistemática la evidencia disponible en la literatura científica sobre preservación alveolar de cuatro materiales utilizados como injerto posterior a la extracción de dientes sin colgajo publicados en los últimos cinco años.

3.2 Objetivos específicos

- Describir el proceso de selección de los artículos de acuerdo con la temática establecida

- Determinar qué material de injerto (xenoinjertos, aloinjertos, autoinjertos o aloplástico) conduce a una mejor preservación alveolar.
- Evaluar el riesgo de sesgo de los ensayos clínicos por medio de la guía de la Colaboración Cochrane.

4. Materiales y métodos

4.1 Tipo de estudio

El presente estudio fue una investigación secundaria, descriptiva, tipo revisión sistemática, debido a que el propósito fue obtener una recopilación de la evidencia bibliográfica y científica de publicaciones de ensayos clínicos controlados disponibles en bases de datos en salud actuales que buscan evaluar la preservación de las dimensiones del alveolo de cuatro materiales utilizados como injerto de alveolo posterior a la extracción de dientes sin colgajo (Rojon et al., 2021).

4.2 Selección y descripción de los participantes

4.2.1 Población

Corresponde a la totalidad de artículos científicos encontrados en las bases de Pudmed, Dentistry and oral science source, Web of science, Science direct, Scielo y Scopus a través de la Universidad Santo Tomás publicados entre los años 2019 a 2023. La pregunta PICO que se construyó para la identificación de los artículos es la siguiente:

P: Pacientes con extracción de dientes sin colgajo

I: Injerto de alveolo con xenoinjerto, aloinjerto, aloplástico o autoinjerto.

C: Alvéolos sin material de injerto

O: Preservación de las dimensiones del alveolo

4.2.2 Muestra y tipo de muestreo

La muestra correspondió a aquellos artículos encontrados en las bases de datos antes mencionadas y que hayan sido publicados en un intervalo de tiempo comprendido entre el año 2019 al 2023. El muestreo se realizó por conveniencia donde se seleccionaron aquellos que cumplan con los criterios de selección.

4.3 Criterios de selección

4.3.1. Criterios de inclusión

- Artículos que contengan información sobre la preservación de las dimensiones del alveolo según el tipo de injerto de alveolo.
- Artículos originales tipo Ensayo Clínico.
- Artículos con acceso al texto completo.
- Artículos que incluyan al menos dos tipos de injertos óseos

4.3.2. Criterios de exclusión

- Artículos publicados fuera del periodo 2019 al 2023.
- Artículos publicados en un idioma diferente al inglés.

- ## 4.4 Variables

4.5 Instrumento

4.6 Procedimiento

Tabla 1. Estructura de la pregunta PICO

	Palabras Claves		Ecuación Inicial
PP	Dientes extraídos	Tooth extraction	((“Tooth extraction”) AND (“Socket graft”)) OR (“Socket grafting”) OR (“socket seal”) OR (“allograft”) OR (“allopast”) OR (“xenograft”) OR
II	Xenoinjerto, aloinjerto o aloplasto autograft	Socket graft, Socket grafting, socket seal, allograft, alloplast,	

		xenograft, heterografts, autograft	(“heterografts”) OR (“autograft”) AND (“Sockets without graft”) AND (“Alveolar ridge preservation”) (“socket preservation”)
CC	Sin injerto alveolar	Sockets without graft	
OO	Preservación de las dimensiones del alveolo	Alveolar ridge preservation, socket preservation.	

Nota general:

Se realizó la búsqueda de artículos en las bases: Pudmed, Dentistry and oral science source, Web of science, Science direct, Scielo y Scopus utilizando una ecuación específica para cada una de ellas (Ver tabla 2). Posterior a obtener el listado de artículos en cada una de las bases de datos, se fueron aplicando los filtros de selección en una hoja de Excel correspondientes a los criterios de selección, fecha e idioma. Además, se revisarán los títulos y resúmenes para descartar los artículos que no fueran originales, ni estuvieran en su versión completa, donde dos investigadores del grupo de trabajo realizaran la revisión. En caso de encontrar discrepancias, un tercer integrante del equipo (director del trabajo de grado) se encargará de revisar y tomar una decisión de mantener o excluir el artículo de la revisión sistemática.

Tabla 2. Fórmulas de búsqueda y bases de datos

Bases de datos	Ecuación Definitiva
Scopus	TITLE-ABS-KEY ((“Tooth extraction” AND (“Socket graft” OR “Socket grafting” OR “socket seal” OR allograft OR alloplast OR xenograft OR heterografts OR autograft) AND (“Sockets without graft”) AND (“Alveolar ridge preservation” OR “socket preservation”)))
Web of science	TOPIC: ((“Tooth extraction” AND (“Socket graft” OR “Socket grafting” OR “socket seal” OR allograft OR alloplast OR xenograft OR heterografts OR autograft) AND (“Sockets without graft”) AND (“Alveolar ridge preservation” OR “socket preservation”)))
Google Académico	(“Tooth extraction”) AND “Socket graft” OR “Socket grafting” OR “socket seal” OR allograft OR alloplast OR xenograft OR heterografts OR autograft AND (“Sockets without graft”) AND (“Alveolar ridge preservation” OR “socket preservation”)
Pubmed	(“Tooth extraction”) AND “Socket graft” OR “Socket grafting” OR “socket seal” OR allograft OR alloplast OR xenograft OR heterografts OR autograft AND (“Sockets without graft”) AND (“Alveolar ridge preservation” OR “socket preservation”)
Science Direct	(“Tooth extraction”) AND “Socket graft” OR “Socket grafting” OR

Bases de datos	Ecuación Definitiva
	“socket seal” OR allograft OR alloplast OR xenograft OR heterografts OR autograft AND (“Sockets without graft”) AND (“Alveolar ridge preservation” OR “socket preservation”)
Scielo	(“Tooth extraction”) AND “Socket graft” OR “Socket grafting” OR “socket seal” OR allograft OR alloplast OR xenograft OR heterografts OR autograft AND (“Sockets without graft”) AND (“Alveolar ridge preservation” OR “socket preservation”)
Dentistry and oral science	(“Tooth extraction”) AND “Socket graft” OR “Socket grafting” OR “socket seal” OR allograft OR alloplast OR xenograft OR heterografts OR autograft AND (“Sockets without graft”) AND (“Alveolar ridge preservation” OR “socket preservation”)

Nota general:

Como segundo paso será verificada la presencia de artículos duplicados y se mantendrá únicamente en una base de datos (la que tenga mayor número de artículos preseleccionados). También se verificará que los artículos cumplan con los criterios de selección (publicados en idiomas inglés, publicados entre los años 2019 hasta el 2023 y artículos publicados en versión completa); los artículos excluidos serán lo que no documenten información sobre la preservación de las dimensiones del alveolo según el tipo de injerto de alveolo de acuerdo a la lista PRISMA.

Los artículos que cumplan con los criterios de selección serán descargados en formato PDF y se denominarán de acuerdo con el apellido de primer autor y año de publicación. Los mismos serán guardados en una carpeta denominada “artículos de la revisión sistemática” y será compartida en OneDrive para que todo el equipo investigador tenga acceso a éstos. Los artículos serán leídos en su versión completa para verificar la pertinencia en la revisión conforme cumple con la pregunta de investigación y los objetivos del estudio.

Por último, se realizará la revisión de la calidad metodológica de los artículos para apreciar su validez y encontrar los posibles sesgos. Esto se hará con el instrumento de evaluación de lectura crítica en español (CASPe) y Cochrane. La extracción de información de cada estudio

será registrada en hoja de Microsoft Excel para el posterior análisis y formulación de conclusiones.

4.7 Plan de análisis estadístico

La información se recopiló y analizó a través de Microsoft Excel, teniendo en cuenta las variables de los diferentes artículos que se seleccionaron para caracterizar esas investigaciones. En el apéndice C se encuentra un cuadro con los objetivos, las variables y cada una de las pruebas estadísticas que se aplicaron.

4.8 Consideraciones éticas

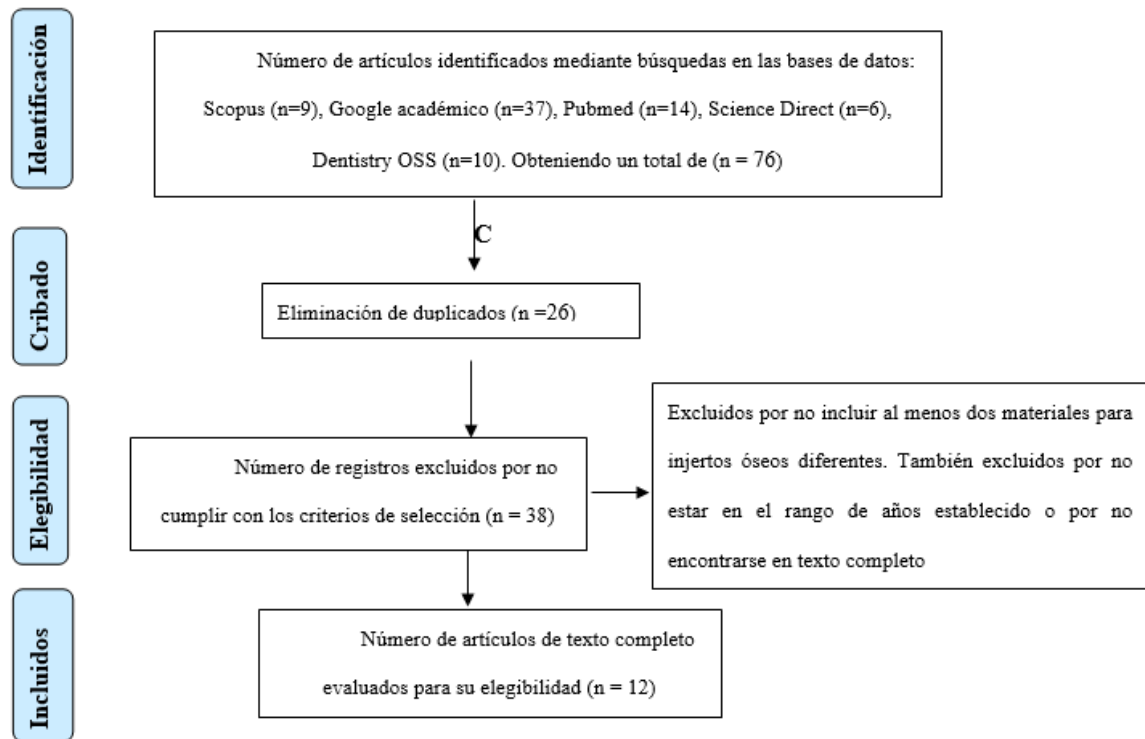
En el presente estudio se tuvo en cuenta la Ley 1032 de 2006, artículo 61 de la constitución política de Colombia que indica que se respetará y acatará lo que establece esta ley, la cual regula y protege la propiedad intelectual y los derechos de autor. La cual dice lo siguiente: “Los autores de obras literarias, científicas y artísticas gozarán de protección para sus obras en la forma prescrita por la presente Ley y, en cuanto fuere compatible con ella, por el derecho común”. “La publicación de las obras a que se refiere el presente artículo deberá citar el nombre o seudónimo del autor o autores y el título de las obras originales que fueron utilizadas” Se evitó el plagio por medio del parafraseo ético con la correcta citación de los textos (Ministerio de justicia y del derecho, 2006). También es importante aclarar que la Ley 599 de 2000 establece en el artículo 270 todas las sanciones relacionadas a la violación de derechos de autor (Ley 599, 2000).

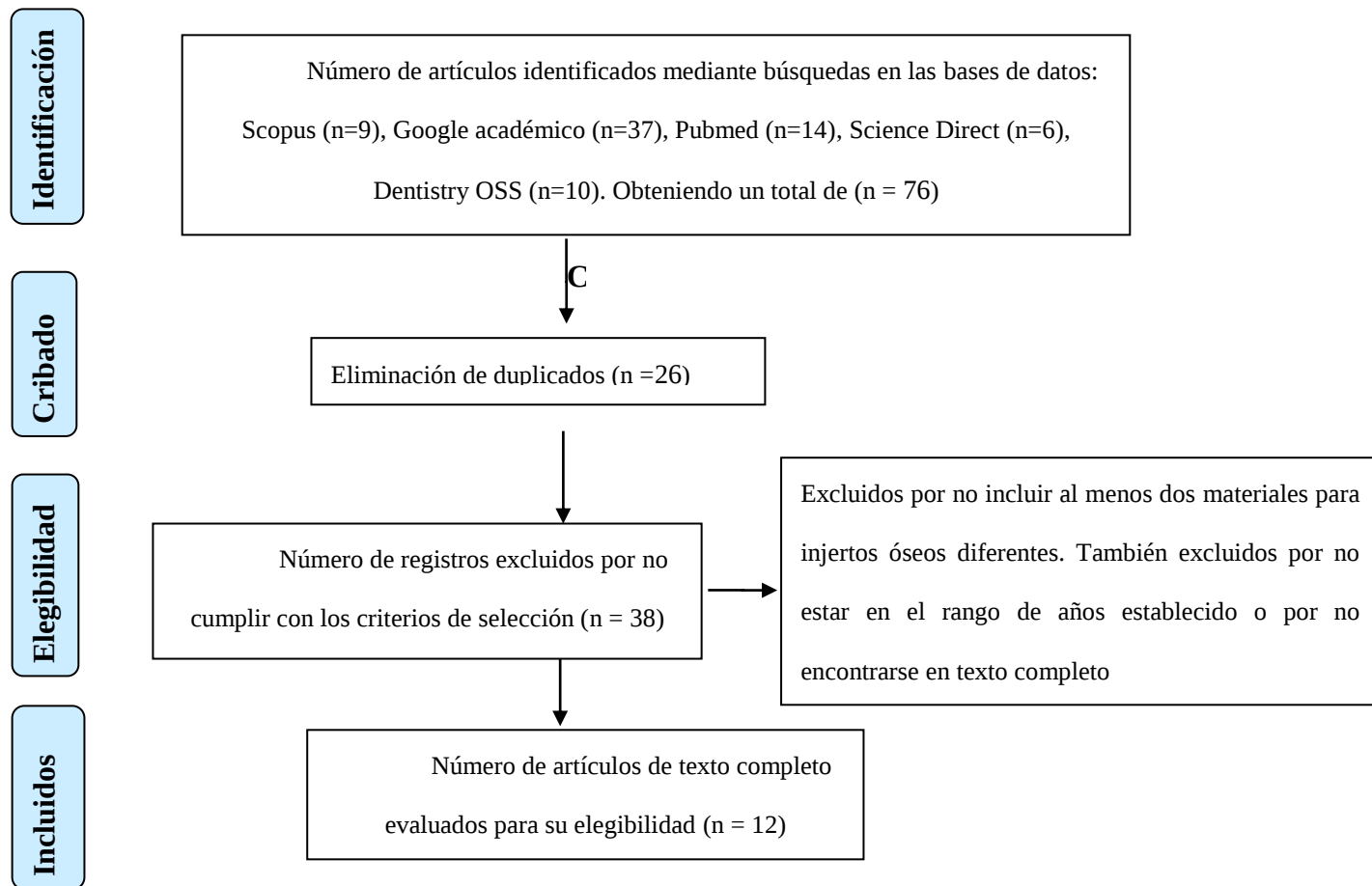
5. Resultados

5.1 Descripción del proceso de búsqueda de los estudios

En esta revisión se identificaron ensayos clínicos publicados en inglés entre el 2019 y 2023 por medio de las bases de datos: Pudmed, Dentistry and oral science source, Web of science, Science direct, Scielo y Scopus. Tras aplicar la ecuación de búsqueda se identificaron un total de 76 artículos, sin embargo, se pudo observar que en varios casos los artículos se repetían, de esta forma se eliminaron duplicados y la cifra se redujo a 50. Posteriormente se aplicaron criterios de exclusión faltante, como lo es el hecho de poderse obtener en texto completo, no ser anterior al año 2019 y evaluar al menos dos materiales para injertos óseos diferentes (Figura 1).

Figura 1. Diagrama de flujo de la inclusión de los documentos en la revisión





5.2 Preservación alveolar en diferentes materiales de injerto (xenoinjertos, aloinjertos, autoinjertos o aloplásticos)

En general las diferentes investigaciones utilizaron poblaciones similares; personas mayores de edad, no fumadores, no sistémicamente comprometidas, que necesitaran una exodoncia e indicadas a un tratamiento de implante dental, ya sea en la zona anterior o posterior. Los artículos variaban según los tipos de injerto óseo evaluados, algunos incluían un grupo control sin ningún tipo de injerto y otros no, no obstante, los injertos más estudiados fueron el Aloinjerto y el Xenoinjerto. La medición de la preservación alveolar se presentó tres formas, una de ellas mediante biopsias y un posterior análisis histológico y histomorfométricos, otra

mediante una sonda periodontal o un calibrador que media directamente las dimensiones de la cresta alveolar y otra mediante un análisis radiográfico por medio de una tomografía computarizada de haz cónico. Con respecto a los resultados, se pudo observar que, entre el Aloinjerto y el Xenoinjerto, la mayoría de los artículos evidencian que ambos sirven para la preservación alveolar comparados con un grupo sin ningún tipo de injerto, sin embargo, la mayoría no establecieron diferencias significativas entre ellos.

Por otra parte, en los resultados con respecto a los injertos óseos aloplásticos, la literatura menciona que tienen resultados similares a los xenoinjertos y en algunos casos hasta mejores; mientras que comparados con los aloinjertos y autoinjertos no son los mejores. Por último, es importante aclarar que la cantidad de artículos que comparaban los autoinjertos con otros materiales de injertos óseos son mínimos, uno menciona que no existen diferencias con los xenoinjertos y otro que son mejores que los aloinjertos (ver Tabla 5).

Tabla 5. *Descripción de los estudios*

Autores	Población	Muestra	Grupos evaluados	Medición	Resultado
Zampara et al (2022)	Pacientes que requirieron una extracción dental, y para abordar aún más el problema del desdentado en el sitio, se abordó la colocación de implantes, en las áreas anterior-premolar y molar del maxilar y la mandíbula.	32	Aloinjerto, Xenoinjerto, Aloplástico Grupo control	Histológico histomorfométricos	El aloinjerto y el aloplasto presentaron cantidades significativamente más altas de hueso recién regenerado en relación con el xenoinjerto. No hubo diferencias significativas de hueso recién formado entre los grupos de aloinjerto y aloplasto y entre los grupos de aloinjerto y aloplasto en relación con el grupo de control.

Autores	Población	Muestra	Grupos evaluados	Medición	Resultado
Machtei et al (2019)	Pacientes mayores de 18 que necesitaban extracción de dientes no molares fueron reclutados	33	Xenoinjerto, Alopástico y Grupo control	Histológico histomorfométricos . Variables clínicas de altura y ancho con un calibrador estandarizado.	El injerto aloplástico se puede utilizar como el material de elección para la conservación del alvéolo con resultados similares y, a veces, incluso mejores en comparación con el xenoinjerto.
El-Sioufi et al (2023)	Todos los candidatos requerían la extracción de al menos un diente de una sola raíz no restaurable en el maxilar que sería reemplazado por un implante como parte de su plan de tratamiento en curso.	41	Aloinjerto, Xenoinjerto, Grupo control	Medidas de las dimensiones de la cresta alveolar por medio de un calibre digital	Los aloinjertos y los xenoinjertos fueron efectivos para minimizar la reabsorción ósea tanto vertical como horizontales comparados con el grupo control. El aloinjerto presentó una pérdida ósea marginalmente mayor en comparación con el xenoinjerto a nivel vertical
Stumbras et al (2020)	Pacientes con buena salud general, extracción de al menos 1 diente asintomático de raíz única en el maxilar anterior, y la presencia de más del 50% de la altura del hueso bucal.	40	Aloinjerto, Xenoinjerto, Grupo control	Tejido mineralizado recién formado, tejido no mineralizado recién formado y material de injerto óseo residual	La formación de nuevo tejido mineralizado fue mejor en el grupo control que en los injertos óseos
El-Saad et al (2023)	Pacientes de ambos sexos, dentro del rango de edad de 20 a 45 años, que tenían uno o más dientes no restaurables en la región estética maxilar anterior de ambos lados, así como tejidos periodontales labiales intactos.	16	Aloplastico, Autoinjerto	CBCT para medir la densidad ósea y el nivel óseo labial en el alvéolo preservado. Luego se obtuvo una biopsia ósea durante la colocación del implante para el análisis histológico e histomorfométrico	El porcentaje de hueso por campo fue significativamente mayor en el grupo de Injerto de dentina autógena. El porcentaje medio de aumento de la densidad ósea desde el preoperatorio hasta el postinjerto no difirió

Autores	Población	Muestra	Grupos evaluados	Medición	Resultado
					significativamente entre los dos grupos
Čandrić et al (2022)	Los pacientes debían tener al menos 18 años de edad, estar indicados para al menos una extracción dental y posteriormente para rehabilitación implantosoportada.	41	Xenoinjerto, Alopástico	Estudio histológico cualitativo y cuantitativo por medio de biopsias de hueso regenerado	El análisis histomorfométrico mostró resultados comparables en términos de hueso recién formado sin que se encontraran diferencias significativas entre grupos
Oguić et al (2023)	Los participantes fueron individuos consecutivos remitidos para la extracción de al menos un diente perdido en el maxilar anterior seguido de tratamiento con implantes.	37	Xenoinjerto, Autoinjerto	Tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) y biopsias óseas y se sometieron a análisis histológico e inmunohistoquímico.	Se encontró que ambos biomateriales eran efectivos en términos de osteoconducción y osteoinducción, y no se observó reacción inflamatoria del tejido.
Guadilla et al (2022)	Los participantes elegibles necesitaban al menos una extracción dental bilateral debido a una o más de las siguientes causas: enfermedad periodontal, fractura vertical o dientes incluidos. Asimismo, todos los participantes solicitaron implantes dentales.	73	Aloinjerto, Autoinjerto, Grupo control	histológico por medio de muestras de biopsia	Desde el punto de vista histológico, el uso de injerto autólogo con o sin PRGF parece ser la mejor estrategia para la regeneración del alveolo en un corto período de tiempo (2 a 4 meses)

Autores	Población	Muestra	Grupos evaluados	Medición	Resultado
Santana et al (2019)	Pacientes adultos con dientes de una sola raíz (incisivos, caninos y premolares) indicados para extracción por razones periodontales, endodónticas o protésicas fueron incluidos en el estudio	41	Aloinjerto, Xenoinjerto, Grupo control	Medidas directas del ancho de la cresta ósea, desde la cresta de la pared ósea bucal hasta la cresta de la pared ósea palatina. Esto se hizo utilizando una sonda periodontal calibrada. Además de procedimientos histológicos	Los tres grupos funcionaron igual de bien histológicamente y dieron como resultado cantidades similares de formación de tejido mineralizado a los 6 meses después del tratamiento.
Pripatnanont et al (2022)	Pacientes mayores de 20 años que estaban planificados para la extracción de un diente de una sola raíz adyacente a dientes sanos y la posterior colocación de implantes después de 3 meses.	20	Aloinjerto, Aloplástico	Se midió directamente un orificio de alvéolo en las direcciones mesiodistal (MD) y bucolingual (BL) usando una sonda periodontal. Cambio de las dimensiones de la cresta alveolar, tanto en anchura como en altura mediante la medición digital de los modelos superpuestos e imágenes CBCT. Tomografía micro computarizada (micro-CT). Histología e histomorfometría	El aloplástico promovió menos formación de hueso que el aloinjerto, pero preservó de manera similar la cresta alveolar con una reducción mínima de la cresta
Abellán et al (2022)	Se seleccionaron pacientes adultos, mayores de 18 años, con necesidad de extracción de un primer o segundo molar maxilar o mandibular.	24	Aloinjerto, Xenoinjerto	Para evaluar los cambios dimensionales se utilizaron imágenes CBCT. Análisis histológico e histomorfométrico	La preservación de la cresta en sitios molares utilizando un aloinjerto o xenoinjerto mineralizado proporciona resultados dimensionales e histomorfométricos similares después de 5 meses.

Autores	Población	Muestra	Grupos evaluados	Medición	Resultado
Stumbras et al (2020)	Pacientes que requerían extracción dental en el maxilar anterior	40	Aloinjerto, Xenoinjerto, Grupo control	Análisis de las dimensiones por medio de CBCT	La menor reducción en el ancho se encontró en el grupo de xenoinjerto comparado con el aloinjerto y el grupo control

Nota general:

5.3 Evaluación del riesgo de sesgo según la guía de la Colaboración Cochrane para ensayos clínicos

Lo ensayos clínicos incluidos en esta revisión sistemático fueron evaluados según la guía de la Colaboración Cochrane, la cual determina el riesgo de sesgo según siete ítems. En la tabla 3 se puede observar, mediante un sistema de semaforización, que en general la mayoría de los artículos se encuentran con bajo riesgo de sesgo (color verde), sin embargo, en ítems como Ocultación de la asignación, Cegamiento de participantes y personal, Cegamiento de la evaluación de resultados y otros sesgos, llegaron a clasificarse con un mediano (color naranja) e incluso alto riesgo de sesgo (color rojo).

Tabla 3. Valoración de riesgo de sesgo de la Colaboración Cochrane

Evaluación de la calidad Cochrane							
Estudio	Generación de secuencias aleatorias	Ocultación de la asignación	Cegamiento de participantes y personal	Cegamiento de la evaluación de resultados	Datos de resultados incompletos	Informes selectivos	Otros sesgos
Zampara et al (2022)							
Machtei et al (2019)							

Evaluación de la calidad Cochrane							
El-Sioufi et al (2023)							
Stumbras et al (2020)							
El-Saad et al (2023)							
Čandrlić et al (2022)							
Oguić et al (2023)							
Guadilla et al (2022)							
Santana et al (2019)							
Pripatnanont et al (2022)							

Evaluación de la calidad Cochrane							
Abellán et al (2022)							
Stumbras et al (2020)							

Nota general:

6. Discusión

Una de las consecuencias de la pérdida dental es la inminente pérdida de hueso alveolar, sobre todo a nivel horizontal y vestibular; por este motivo es importante buscar intervenciones en la práctica clínica posterior a una exodoncia, para lograr que exista una preservación alveolar que facilite un tratamiento con un implante dental (Wessels et al., 2020). Además, se han propuesto diferentes técnicas de preservación de la cresta alveolar para mantener la arquitectura de los tejidos duros y blandos, con el objetivo final de evitar una cirugía de aumento adicional, una de ellas es la utilización de un injerto óseo, el cual se clasifica en aloinjerto, xenoinjerto, aloplástico y autoinjerto, los cuales han mostrado resultados positivos, pero teniendo en cuenta que la preservación absoluta es inalcanzable (Seyssens et al., 2019).

Por lo tanto, el objetivo del estudio fue analizar la evidencia disponible en la literatura científica sobre la preservación alveolar de cuatro materiales utilizados como injerto posterior a la extracción de dientes sin colgajo publicados en los últimos cinco años. Con base en esto, la

revisión sistemática concluyó que todos los materiales utilizados como injertos óseos ayudan a la preservación alveolar posterior a una exodoncia, sin embargo, es necesaria mayor evidencia científica que pueda determinar con cuál de los materiales se obtiene un mejor resultado, debido a que los estudios incluidos correspondían a los últimos cuatro años, y las forma de medición variaron, por lo cual hizo falta una mayor cantidad de estudios que permitieran sacar conclusiones con investigaciones lo más parecidas posibles, por ejemplo midiendo exactamente la preservación alveolar en milímetros. Estos resultados contrastan con los presentados por Jambhekar et al, quienes realizaron una revisión sistemática similar pero que incluyó artículos hasta el año 2015, ellos concluyeron que los xenoinjertos y los aloinjertos dieron como resultado la menor pérdida de dimensiones del alvéolo en comparación con los aloplásticos o los alvéolos sin injerto (Jambhekar et al., 2015).

Con respecto a una revisión sistemática que incluyó artículos hasta el año 2018 y publicada por Majzoub y colaboradores, los resultados son más similares a lo que se encontró en el presente estudio, ya que los autores mencionan que la utilización de un material de injerto óseo para la preservación de la cresta alveolar reduce el proceso de reabsorción que ocurre después de la extracción del diente. Además de esto, también mencionan que las diferencias son mínimas en la tasa de reabsorción entre los materiales de injerto alogénico, xenogénico y aloplástico. Todo esto refuerza la idea de que se deben realizar más investigaciones que investiguen sobre las diferencias los tipos de injertos óseos y la preservación alveolar, sobre todo investigaciones que incluyan todos los grupos posibles, lo cual fue complejo de encontrar (Majzoub et al., 2019).

Por otra parte, entre los artículos que se incluyeron y que menor riesgo de sesgo presentaron está el de Zampara y colaboradores (2022), quienes realizaron un ensayo clínico con

tres grupos experimentales, un grupo de control sin material regenerativo para comparación, un grupo de pacientes que recibieron un aloinjerto, un grupo que recibió xenoinjerto y uno aloplásticos. Ellos concluyeron que todos los materiales de sustitución ósea estudiados dieron como resultado una aposición ósea para un uso eficiente en los procedimientos de preservación de la cresta alveolar. Sin embargo, el mayor potencial de preservación se asoció con el material de aloinjerto debido al mayor grado de hueso vital y al menor porcentaje de partículas de injerto residuales (Zampara et al., 2022). Un artículo comparable, más que nada por su buena calidad, es el publicado por Stumbras y colaboradores en el 2021, quienes dividieron su muestra en tres grupos: control, Aloinjerto, Xenoinjerto (ellos no incluyeron aloplastos) y concluyen que la preservación del ancho del reborde fue mejor utilizando un xenoinjerto, comparado con el aloinjerto y el grupo control (Stumbras et al., 2021).

Otra situación importante para tener en cuenta es la combinación de estos injertos óseos con membranas absorbibles, lo cual fue investigado por Troiano et al mediante una revisión sistemática y metaanálisis publicada en el año 2017, la cual menciona que “el uso de injerto óseo cubierto por una membrana reabsorbible puede disminuir la tasa de reabsorción horizontal y vertical de la cresta alveolar después de la extracción del diente”, por lo cual también es importante evaluar cuál de todos los tipos de injertos son los que más se benefician de este tipo de ayudas (Troiano et al., 2017). Por otra parte, los concentrados de plaquetas autólogas también podrían ser efectivos en la preservación del alveolo y los resultados, considerando la reabsorción ósea, fueron similares en el ensayo clínico publicado por Stumbras en el año 2019, quienes también dicen que no hay estándares de oro en estos materiales usados para la preservación alveolar, por lo cual es necesario seguir investigando (Stumbras et al., 2019).

Con respecto a la calidad de los artículos encontrados en esta revisión, otros dos artículos importantes a resaltar son los de Guadilla et al (2022) y Abellán et al (2022), por una parte los primeros autores realizaron la comparación de tres grupos, y encontraron que el autoinjerto, desde el punto de vista histológico, parece ser la mejor estrategia para la regeneración del alveolo en un corto período de tiempo (2 a 4 meses), comparado con el grupo de aloinjerto y el grupo control que tuvo la cicatrización espontanea (Guadilla et al., 2022). En el caso de Abellán et al (2022) solo se comparó un grupo con aloinjerto versus un grupo con xenoinjerto, sin incluir un grupo control, y concluyeron que la preservación de la cresta en sitios molares utilizando es positiva con los dos materiales, pero los resultados dimensionales e histomorfométricos son similares entre ellos (Abellán et al., 2022).

Dentro de las fortalezas de este estudio se destaca el hecho de ser una revisión sistemática que reúne los estudios con mejor nivel de evidencia posible, que son los ensayos clínicos, sobre los cuales se realizó una evaluación de calidad y quienes permiten sacar conclusiones que luego vayan a ser llevadas a la práctica clínica. Con respecto a las limitaciones es importante mencionar la poca cantidad de artículos que evaluaban los aloplásticos y los autoinjertos, además que ninguno realizó un estudio donde se incluyeran todos los grupos, por lo cual la comunidad científica tiene una oportunidad para trabajar en esta línea de investigación. Otra posible limitación tiene que ver con que los estudios no se perciben heterogéneos, o sea que las mediciones realizadas variaron principalmente entre tres opciones: análisis histológico e inmunohistoquímico mediante una biopsia, el CBCT para medir la densidad y el nivel óseos labial en el alvéolo preservado y medidas de las dimensiones de la cresta alveolar; por lo cual, las conclusiones sacadas en este estudio deben tener en cuenta este aspecto a la hora de generalizar, sin embargo, es importante aclarar que esta situación se presentó por la poca cantidad de estudios

que imposibilitó escoger solamente un sistema de medición de la preservación alveolar. De igual forma conocer esta realidad ayuda a que esta investigación sirva como base a la hora de hacer futuros metaanálisis o revisiones sistemáticas enfocándose en una determinada medición, esto en el momento en que vayan apareciendo más estudios sobre esta temática.

6.1 Conclusiones

Los artículos se caracterizaron según el país donde se realizó la investigación y el año de publicación, donde se pudo observar que Grecia, España, Lituania y Croacia presentaron la mayor cantidad de publicaciones y el año donde más se publicó fue el 2022.

Todos los materiales utilizados como injertos óseos ayudan a la preservación alveolar posterior a una exodoncia, sin embargo, es necesaria mayor evidencia científica que pueda determinar con cuál de los materiales se obtiene un mejor resultado.

Los ensayos clínicos incluidos en esta revisión sistemática fueron evaluados según la guía de la Colaboración Cochrane, y esta determinó que la mayoría de los artículos se encuentran con bajo riesgo de sesgo, sin embargo, ítems como Ocultación de la asignación, Cegamiento de participantes y personal, Cegamiento de la evaluación de resultados y Otros sesgos, presentaron bajos y medianos riesgos de sesgos.

6.2. Recomendaciones

Generar más ensayos clínicos que busquen las diferencias entre los resultados de la utilización de injertos óseos, donde se incluyan todos los tipos que existen: aloinjertos, xenoinjerto, aloplástico y autoinjertos; además de un grupo control sin ningún tipo de injerto óseo.

Investigar sobre las diferencias que existen entre las diversas presentaciones comerciales y marcas de cada uno de los materiales destinados a la preservación alveolar.

Estudiar sobre los beneficios que ofrece la implementación de membranas y el plasma rico en plaqueta en la utilización de estos injertos óseos, ya que también existen vacíos en el conocimiento sobre la potencialización en los diferentes materiales incluidos en esta revisión.

Referencias

- Abellán, D., Barallat, L., Vilarrasa, J., Cabezas, M., Pascual La Rocca, A., Valles, C., & Nart, J. (2022). Ridge preservation in molar sites comparing xenograft versus mineralized freeze-dried bone allograft: A randomized clinical trial. *Clinical Oral Implants Research*, 33(5), 511–523. <https://doi.org/10.1111/clr.13911>
- Amler, M. H. (1969). The time sequence of tissue regeneration in human extraction wounds. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, 27(3), 309–318. [https://doi.org/10.1016/0030-4220\(69\)90357-0](https://doi.org/10.1016/0030-4220(69)90357-0)
- Araujo, M. G., & Lindhe, J. (2005). Dimensional ridge alterations following tooth extraction. An experimental study in the dog. *Journal of Clinical Periodontology*, 32(2), 212–218. <https://doi.org/10.1111/j.1600-051X.2005.00642.x>
- Badylak, S. F., Brown, B. N., Gilbert, T. W., Daly, K. A., Huber, A., & Turner, N. J. (2011). Biologic scaffolds for constructive tissue remodeling. *Biomaterials*, 32(1), 316–319. <https://doi.org/10.1016/j.biomaterials.2010.09.018>
- Baltazar-Ruiz, A., Rodriguez-Pulido, J., Garza-Enriquez, M., & Martínez-Sandoval, G. (2020). Clasificaciones de alvéolos postextracción - Revisión de literatura. *Implantología actual*, 15(37), 14–24.
- Canullo, L., Del Fabbro, M., Khijmatgar, S., Panda, S., Ravidà, A., Tommasato, G., Sculean, A., & Pesce, P. (2022). Dimensional and histomorphometric evaluation of biomaterials used for alveolar ridge preservation: a systematic review and network meta-analysis. *Clinical Oral Investigations*, 26(1), 141–158. <https://doi.org/10.1007/s00784-021-04248-1>

- Cardaropoli, G., Araújo, M., & Lindhe, J. (2003). Dynamics of bone tissue formation in tooth extraction sites. An experimental study in dogs. *Journal of clinical periodontology*, 30(9), 809–818. <https://doi.org/10.1034/j.1600-051x.2003.00366.x>
- Castaño Granada, M. C., Roldán Tamayo, N., Arismendi Echavarría, J. A., & Calle Muñoz, S. C. (2016). Cambios dimensionales de los tejidos duros y blandos en sitios post-exodoncia. Evaluación de dos biomateriales. *Revista Facultad de Odontología*, 28(1). <https://doi.org/10.17533/udea.rfo.v28n1a1>
- Cenicante, J., Botelho, J., Machado, V., Mendes, J. J., Mascarenhas, P., Alcoforado, G., & Santos, A. (2021). The Use of Autogenous Teeth for Alveolar Ridge Preservation: A Literature Review. *Applied Sciences*, 11(4), 1853. <https://doi.org/10.3390/app11041853>
- Chappuis, V., Engel, O., Reyes, M., Shahim, K., Nolte, L.-P., & Buser, D. (2013). Ridge alterations post-extraction in the esthetic zone: a 3D analysis with CBCT. *Journal of dental research*, 92(12 Suppl), 195S-201S. <https://doi.org/10.1177/0022034513506713>
- Ley 599 de 2000, Pub. L. No. 599, Por la cual se expide el Código Penal (2000).
- Darby, I., Chen, S., & De Poi, R. (2008). Ridge preservation: what is it and when should it be considered. *Australian dental journal*, 53(1), 11–21. <https://doi.org/10.1111/j.1834-7819.2007.00008.x>
- Dief, S., Veitz-Keenan, A., Amintavakoli, N., & McGowan, R. (2019). A systematic review on incidental findings in cone beam computed tomography (CBCT) scans. *Dento maxillo facial radiology*, 48(7), 20180396. <https://doi.org/10.1259/dmfr.20180396>
- Dimitriou, R., Mataliotakis, G. I., Calori, G. M., & Giannoudis, P. V. (2012). The role of barrier membranes for guided bone regeneration and restoration of large bone defects: current

- experimental and clinical evidence. *BMC medicine*, 10, 81. <https://doi.org/10.1186/1741-7015-10-81>
- Dinatale, E., & Guercio, E. (2008). Regeneración osea guiada (GBR). Revisión de la literatura. *Acta Odontológica Venezolana*, 46(4), 554–561.
- Di Stefano, D. A., Orlando, F., Ottobelli, M., Fiori, D., & Garagiola, U. (2022). A comparison between anorganic bone and collagen-preserving bone xenografts for alveolar ridge preservation: systematic review and future perspectives. *Maxillofacial Plastic and Reconstructive Surgery*, 44(1), 24. <https://doi.org/10.1186/s40902-022-00349-3>
- Eley, B. M., Soory, M., & Manson, J. D. (2010). *Periodoncia Sexta Edición* (6a ed.). Elsevier.
- Elgali, I., Omar, O., Dahlin, C., & Thomsen, P. (2017). Guided bone regeneration: materials and biological mechanisms revisited. *European journal of oral sciences*, 125(5), 315–337. <https://doi.org/10.1111/eos.12364>
- Elian, N., Cho, S.-C., Froum, S., Smith, R. B., & Tarnow, D. P. (2007). A simplified socket classification and repair technique. *Practical procedures & aesthetic dentistry: PPAD*, 19(2), 99–104; quiz 106.
- Fukuba, S., Okada, M., Nohara, K., & Iwata, T. (2021). Alloplastic Bone Substitutes for Periodontal and Bone Regeneration in Dentistry: Current Status and Prospects. *Materials*, 14(5), 1096. <https://doi.org/10.3390/ma14051096>
- Gluckman, H., Salama, M., & Du Toit, J. (2017). Partial Extraction Therapies (PET) Part 2: Procedures and Technical Aspects. *The International journal of periodontics & restorative dentistry*, 37(3), 377–385. <https://doi.org/10.11607/prd.3111>
- Guadilla, Y., Benito-Garzón, L., Quispe-López, N., & Montero, J. (2022). Histologic Outcomes of the Use of Different Biomaterials for Socket Regeneration in Fresh Extraction Sockets: A

- Split-Mouth Randomized Clinical Trial. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 37(5), 1026–1036. <https://doi.org/10.11607/jomi.9422>
- Gurtner, G. C., Werner, S., Barrandon, Y., & Longaker, M. T. (2008). Wound repair and regeneration. *Nature*, 453(7193), 314–321. <https://doi.org/10.1038/nature07039>
- Hämmerle, C. H. F., Araújo, M. G., Simion, M., & Osteology Consensus Group 2011. (2012). Evidence-based knowledge on the biology and treatment of extraction sockets. *Clinical oral implants research*, 23 Suppl 5, 80–82. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0501.2011.02370.x>
- Hämmerle, C. H. F., & Tarnow, D. (2018). The etiology of hard- and soft-tissue deficiencies at dental implants: A narrative review. *Journal of Periodontology*, 89, S291–S303. <https://doi.org/10.1002/JPER.16-0810>
- Haugen, H. J., Lyngstadaas, S. P., Rossi, F., & Perale, G. (2019). Bone grafts: which is the ideal biomaterial? *Journal of Clinical Periodontology*, 46, 92–102. <https://doi.org/10.1111/jcpe.13058>
- Horowitz, R., Holtzclaw, D., & Rosen, P. S. (2012). A Review on Alveolar Ridge Preservation Following Tooth Extraction. *Journal of Evidence Based Dental Practice*, 12(3), 149–160. [https://doi.org/10.1016/S1532-3382\(12\)70029-5](https://doi.org/10.1016/S1532-3382(12)70029-5)
- Horváth, A., Mardas, N., Mezzomo, L. A., Needleman, I. G., & Donos, N. (2013). Alveolar ridge preservation. A systematic review. *Clinical oral investigations*, 17(2), 341–363. <https://doi.org/10.1007/s00784-012-0758-5>
- Hutmacher, D. W., Goh, J. C., & Teoh, S. H. (2001). An introduction to biodegradable materials for tissue engineering applications. *Annals of the Academy of Medicine, Singapore*, 30(2), 183–191.

- Jambhekar, S., Kernen, F., & Bidra, A. S. (2015). Clinical and histologic outcomes of socket grafting after flapless tooth extraction: A systematic review of randomized controlled clinical trials. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 113(5), 371–382. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2014.12.009>
- Jung, R. E., Philipp, A., Annen, B. M., Signorelli, L., Thoma, D. S., Hämmerle, C. H. F., Attin, T., & Schmidlin, P. (2013). Radiographic evaluation of different techniques for ridge preservation after tooth extraction: a randomized controlled clinical trial. *Journal of clinical periodontology*, 40(1), 90–98. <https://doi.org/10.1111/jcpe.12027>
- Krnic Martinic, M., Pieper, D., Glatt, A., & Puljak, L. (2019). Definition of a systematic review used in overviews of systematic reviews, meta-epidemiological studies and textbooks. *BMC Medical Research Methodology*, 19(1), 203. <https://doi.org/10.1186/s12874-019-0855-0>
- Lindhe, J., & Lang, N. (2009). *Periodontología Clínica e Implantología Odontológica* (5a ed., Vol. 2). Panamericana.
- Lindhe, J., Lang, N., & Karring, T. (2017). *Periodontología clínica e implantología odontológica* (6a ed.). Panamericana.
- Lizarazo Rozo, M. A. (2021). Regeneración tisular guiada con barreras de titanio y estabilización de coágulo. *Gaceta dental: Industria y profesiones*, 333, 30–50.
- Majzoub, J., Ravida, A., Starch-Jensen, T., Tattan, M., & Suárez-López Del Amo, F. (2019). The Influence of Different Grafting Materials on Alveolar Ridge Preservation: a Systematic Review. *Journal of oral & maxillofacial research*, 10(3), e6. <https://doi.org/10.5037/jomr.2019.10306>
- Mardas, N., Trullenque-Eriksson, A., MacBeth, N., Petrie, A., & Donos, N. (2015). Does ridge preservation following tooth extraction improve implant treatment outcomes: a systematic

- review: Group 4: Therapeutic concepts & methods. *Clinical oral implants research*, 26 Suppl 11, 180–201. <https://doi.org/10.1111/clr.12639>
- Ministerio de justicia y del derecho. (2006). ley 1032 de 2006. *suin-Juriscol*. <https://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?id=1672937>
- Rojon, C., Okupe, A., & McDowall, A. (2021). Utilization and development of systematic reviews in management research: What do we know and where do we go from here? *International Journal of Management Reviews*, 23(2), 191–223. <https://doi.org/10.1111/ijmr.12245>
- Scarfe, W. C., Farman, A. G., & Sukovic, P. (2006). Clinical applications of cone-beam computed tomography in dental practice. *Journal (Canadian Dental Association)*, 72(1), 75–80.
- Seliktar, D., Nerem, R. M., & Galis, Z. S. (2001). The role of matrix metalloproteinase-2 in the remodeling of cell-seeded vascular constructs subjected to cyclic strain. *Annals of biomedical engineering*, 29(11), 923–934. <https://doi.org/10.1114/1.1415522>
- Seyssens, L., Eghbali, A., Christiaens, V., De Bruyckere, T., Doornewaard, R., & Cosyn, J. (2019). A one-year prospective study on alveolar ridge preservation using collagen-enriched deproteinized bovine bone mineral and saddle connective tissue graft: A cone beam computed tomography analysis. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, 21(5), 853–861. <https://doi.org/10.1111/cid.12843>
- Soardi, C., Barootchi, S., Soardi, B., Tavelli, L., Zaffe, D., & Wang, H.-L. (2022). Cortical Versus Cancellous Solvent-Dehydrated Bone Allograft for Alveolar Ridge Preservation: A Histologic Study. *The International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry*, 42(2), 215–223. <https://doi.org/10.11607/prd.5563>

- Stumbras, A., Galindo-Moreno, P., Januzis, G., & Juodzbaly, G. (2021). Three-dimensional analysis of dimensional changes after alveolar ridge preservation with bone substitutes or plasma rich in growth factors: Randomized and controlled clinical trial. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, 23(1), 96–106. <https://doi.org/10.1111/cid.12950>
- Stumbras, A., Kuliesius, P., Januzis, G., & Juodzbaly, G. (2019). Alveolar Ridge Preservation after Tooth Extraction Using Different Bone Graft Materials and Autologous Platelet Concentrates: a Systematic Review. *Journal of oral & maxillofacial research*, 10(1), e2. <https://doi.org/10.5037/jomr.2019.10102>
- Troiano, G., Zhurakivska, K., Lo Muzio, L., Laino, L., Cicciù, M., & Lo Russo, L. (2017). Combination of Bone Graft and Resorbable Membrane for Alveolar Ridge Preservation: a Systematic Review, Meta-analysis and Trial Sequential Analysis. *Journal of Periodontology*, 1–17. <https://doi.org/10.1902/jop.2017.170241>
- Valdespino-Gómez, V. M., Valdespino-Castillo, P. M., & Valdespino-Castillo, V. E. (2014). Estrategias para la regeneración de tejidos: células, inductores bioquímicos, bionanomateriales y bioconstrucciones. Alcances clínicoquirúrgicos. *Cirugía y Cirujanos*, 82, 578–589.
- Vargas, L., Serrano, C. A., & Estrada, J. H. (2012). Preservación de alvéolos postexodoncia mediante el uso de diferentes materiales de injerto. Revisión de la literatura. *Práctica Clínica*, 31(66), 45–183.
- Wessels, R., Vervaeke, S., Seyssens, L., Eghbali, A., & Cosyn, J. (2020). A 5-year cohort study on early implant placement with guided bone regeneration or alveolar ridge preservation with connective tissue graft. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, 22(6), 697–705. <https://doi.org/10.1111/cid.12948>

- Yang, Y., Yang, H., Pan, H., Xu, J., & Hu, T. (2015). Evaluation and New Classification of Alveolar Bone Dehiscences Using Cone-beam Computed Tomography in vivo. *International Journal of Morphology*, 33(1), 361–368. <https://doi.org/10.4067/S0717-95022015000100057>
- Zampara, E., Alshammari, M., De Bortoli, J., Mullings, O., Gkisakis, I. G., Benalcázar Jalkh, E. B., Tovar, N., Coelho, P. G., & Witek, L. (2022). A Histologic and Histomorphometric Evaluation of an Allograft, Xenograft, and Alloplast Graft for Alveolar Ridge Preservation in Humans: A Randomized Controlled Clinical Trial. *Journal of Oral Implantology*, 48(6), 541–549. <https://doi.org/10.1563/aaid-joi-D-21-00012>

Apéndices

Apéndice A. Tabla de operacionalización de Variables

Variables	Definición Conceptual	Definición Operativa	Naturaleza	Escala de Medición	Valor que Asume
País de publicación	Comunidad social con una organización política común y un territorio y órganos de gobierno propios que es soberana e independiente políticamente de otras comunidades.	País donde fue publicado el artículo.	Cualitativa	Nominal	Pregunta abierta
Año	Período de doce meses que comienza el día 1 de enero y finaliza el 31 de diciembre.	Año de publicación del artículo científico	Cualitativa	Ordinal	1. 2019 2. 2020 3. 2021 4. 2022 5. 2023
Tamaño de muestra	Subconjunto de la población que fue estudiada.	Cantidad de muestras evaluadas en el ensayo clínico	Cuantitativa	De razón	Valor que registra
Bases de datos	Programa capaz de almacenar gran cantidad de datos, relacionados y estructurados, que pueden ser consultados rápidamente de	Base de datos donde se encontró el artículo	Cualitativa	Nominal	1. Pudmed 2. Dentistry and oral science source 3. Web of science 4. Science direct 5. Scielo

	acuerdo con las características selectivas que se deseen.				6. Scopus
Tipo de injerto óseo	Material utilizado para la preservación del alveolo	Material de injerto óseo evaluado en el estudio	Cualitativa	Nominal	1.Xenoinjerto 2.Aloinjerto 3.Aloplasto 4. Autoinjerto 5. Sin injerto
Medición	Expresión numérica de las dimensiones de un objeto fabricado, en base a una referencia fija	Instrumento o técnica utilizada para medir la preservación de las dimensiones del alveolo.	Cualitativa	Nominal	1. Histológico 2.Clínica directa 3.Radiográfico
Preservación de las dimensiones	Alveolo que conserva las dimensiones del alveolo posterior a la cicatrización	Diferencias existentes entre los materiales evaluados que determinan cuál es el material que mejor preservación logró	Cualitativa	Nominal	1.Xenoinjerto 2.Aloinjerto 3.Aloplasto 4. Autoinjerto 5.No existieron diferencias entre los grupos

Apéndice B. Instrumento

Fecha de elaboración:

--	--	--

 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA VIGILADA MINEDUCACIÓN - SNIES 1704	 ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL DE ALTA CALIDAD MULTICAMPUS Res. MEN No. 04052 del 23 de enero de 2012 Vigencia por seis años
Preservación alveolar de cuatro materiales utilizados como injerto de alveolo posterior a la extracción de dientes sin colgajo. Una revisión sistemática de la literatura.	
Título del artículo: _____	
Autores: _____	
País de publicación: _____	
Año: 2019 (1) ____ 2020 (2) ____ 2021 (3) ____ 2022 (4) ____ 2023 (5) ____	
Tamaño de muestra: _____	
Bases de datos: Pudmed (1) ____ Dentistry and oral science source (2) ____ Web of science (3) ____ Science direct (4) ____ Scielo (5) ____ Scopus (6) ____	
Tipo de injerto óseo: Xenoinjerto (1) __ Aloinjerto (2) __ Aloplasto (3) __ Autoinjerto (4) Sin injerto (5) __	
Medición: Histológico (1) ____ Clínica directa (2) ____ Radiográfico (3) ____	
Preservación de las dimensiones del alveolo: Xenoinjerto (1) __ Aloinjerto (2) __ Aloplasto (3) __ Autoinjerto (4) Sin injerto (5) __	

Apéndice C. *Plan de análisis estadístico Univariado*

Objetivo	Variable a tratar	Naturaleza	Reporte / Operaciones
Determinar qué material de injerto (xenoinjertos, aloinjertos o aloplastos) produce la menor pérdida de dimensiones del alvéolo.	Tamaño de muestra	Cuantitativa	Medidas de tendencia central (media, mediana y moda) y medidas de dispersión (media y desviación estándar o mediana y rango intercuartílico)
	Tipo de injerto óseo	Cualitativa	Frecuencias absolutas (#) Porcentajes (%)
	Medición	Cualitativa	Frecuencias absolutas (#) Porcentajes (%)
	Preservación de las dimensiones del alveolo	Cualitativa	Frecuencias absolutas (#) Porcentajes (%)