

ISSN 2697-3391

ANATOMÍA DIGITAL

Revista Científica Indexada
Revisada por pares ciegos



VOL 8 NUM 3.1
ANALISIS
MEDICO



JULIO - AGOSTO
2025

www.anatomiadigital.org
www.cienciadigitalaeditorial.com



Anatomía Digital, es editada por la editorial de prestigio Ciencia Digital, Ecuador tiene una periodicidad trimestral, acepta el envío de trabajos originales, en castellano, portugués e inglés para la aceptación y publicación de artículos científicos relacionados con las Ciencias de la Salud.

ISSN: 2697-3391 versión electrónica

Los aportes para la publicación están orientados a la transferencia de los resultados de investigación, innovación y desarrollo, con especial interés en:

- Artículos originales: incluye trabajos inéditos que puedan ser de interés para los lectores de la revista.
- Casos Clínicos: informe excepcional, raro, infrecuente que irá acompañado de una revisión del estado del arte 3.
- Comunicaciones Especiales: manuscritos de formato libre (documentos de consenso, formación continuada, informes técnicos o revisiones en profundidad de un tema) que se publicarán habitualmente por invitación.
- Análisis y opiniones de expertos de reconocido prestigio nacional e internacional sobre educación médica.
- Abarcará todos los niveles de la educación médica y de los profesionales de las ciencias de la salud, desde el pregrado y posgrado hasta la formación continua, con el fin de analizar las experiencias y estimular nuevas corrientes de pensamiento en el campo de la educación médica. Servirá como un foro de innovación en la disciplina de educación médica, con el mayor rigor académico posible.



EDITORIAL REVISTA CIENCIA DIGITAL



Contacto: Ciencia Digital, Ambato- Ecuador

Teléfono: 0998235485

Publicación:

w: www.cienciadigital.org

w: www.cienciadigitaleditorial.com

e: luisefrainvelastegui@cienciadigital.org

e: luisefrainvelastegui@hotmail.com

Director General

Dr.C. Efraín Velastegui López. PhD. ¹

"Investigar es ver lo que todo el mundo ha visto, y pensar lo que nadie más ha pensado".

Albert Szent-Györgyi

¹ Magister en Tecnología de la Información y Multimedia Educativa, Magister en Docencia y Currículo para la Educación Superior, Doctor (PhD) en Conciencia Pedagógicas por la Universidad de Matanza Camilo Cien Fuegos Cuba, cuenta con más de 60 publicaciones en revista indexadas en Latindex y Scopus, 21 ponencias a nivel nacional e internacional, 13 libros con ISBN, en multimedia educativa registrada en la cámara ecuatoriano del libro, una patente de la marca Ciencia Digital, Acreditación en la categorización de investigadores nacionales y extranjeros Registro REG-INV- 18-02074, Director, editor de las revistas indexadas en Latindex Catalogo Ciencia digital, Conciencia digital, Visionario digital, Explorador digital, Anatomía digital y editorial Ciencia Digital registro editorial No 663. Cámara ecuatoriana del libro, director de la Red de Investigación Ciencia Digital, emitido mediante Acuerdo Nro. SENESCYT-2018-040, con número de registro REG-RED-18-0063.

PRÓLOGO

El desciframiento del genoma humano es el símbolo de esta nueva etapa, que mezcla las utopías de la ciencia con la realidad médica.

La práctica de una Medicina científica técnicamente rigurosa y, al mismo tiempo, humana, me trae la imagen de innumerables doctores a través de los años. La integridad moral del insigne médico, científico y humanista es el mejor ejemplo a seguir. “no hay enfermedades sino enfermos”, si bien esta sentencia de genial clarividencia parece haber sido emitida con anterioridad por el eminente fisiólogo Claude Bernard. Su interés por todo lo que rodea al ser humano con espíritu renacentista, su capacidad de llevar a la práctica sus conocimientos y su buena disposición comunicativa lo han convertido en paradigma del galeno completo. Marañón es una de las mentes más brillantes del siglo XX, un espíritu humanístico singular, una referencia indiscutible e inalcanzable. No es fácil en estos tiempos desmemoriados y frívolos continuar por la luminosa senda que dejó abierta. Sirva de faro orientador esta figura clave de la historia de la Medicina y del Humanismo Médico, especialmente a quienes ignoran o desdeñan el pasado y se pierden en las complejidades del presente. Anatomía Digital, es editada por la editorial de prestigio Ciencia Digital, Ecuador tiene una periodicidad trimestral, acepta el envío de trabajos originales, en castellano, portugués e inglés para la aceptación y publicación de artículos científicos relacionados con las Ciencias de la Salud, orientada a la transferencia de los resultados de investigación, innovación y desarrollo, Abarcará todos los niveles de la educación médica y de los profesionales de las ciencias de la salud, desde el pregrado y posgrado hasta la formación continua, con el fin de analizar las experiencias y estimular nuevas corrientes de pensamiento en el campo de la educación médica. Servirá como un foro de innovación en la disciplina de educación médica, con el mayor rigor académico posible.

Índice

1. Muertes naturales que terminan en la morgue: un análisis estadístico e investigativo en criminalística y ciencias forenses

(Dora Alicia López Chávez)

06-21

2. Envejecimiento con rostro de mujer: realidades de las adultas mayores en Ecuador

(Gabriela Fernanda Sandoval Espinoza, Alexandra Maribel Salcán Lemache, Marco Simón Martínez Pilamunga, Manuel Alberto Yamunaqué Preciado)

22-32

3. Remineralización biomimética de esmalte y dentina: una revisión de la literatura

(Nancy Pilar Sauca Chalán, Yuliana Elizabeth Paladinez Carrión, Iván Andrés Palacios Astudillo)

33-64

4. Terapéutica del genu valgo según su edad pediátrica: revisión bibliográfica

(Andrés Fernando Escobar Beltrán, Manuel Ricardo Valverde Gavilanes)

65-87

5. Eficacia de la pasta triantibiótica en endodoncia: actividad antibacteriana frente a cepas resistentes de *Enterococcus faecalis*. Una revisión exhaustiva

(Elena Patricia Cevallos Fernández, Katherine de los Ángeles Cuenca León)

88-104

6. Manejo clínico de pacientes con exostosis oral que presentan necesidades protésicas: revisión de la literatura

(María Salomé Villacís Rodríguez, Chiara Gabriela Trelles Sarmiento, Mario Esteban Calderón Calle)

105-121

Muertes naturales que terminan en la morgue: un análisis estadístico e investigativo en criminalística y ciencias forenses

Natural deaths ending in the morgue: a statistical and investigative analysis in criminalistics and forensic sciences

¹ Dora Alicia López Chávez  <https://orcid.org/0009-0003-3914-7405>
Universidad Nacional de Chimborazo (UNACH), Riobamba, Ecuador.
Facultad de posgrado



Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 12/05/2024

Revisado: 10/06/2025

Aceptado: 03/07/2025

Publicado: 11/07/2025

DOI: <https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v8i3.1.3440>

Cítese: López Chávez, D. A. (2025). Muertes naturales que terminan en la morgue: un análisis estadístico e investigativo en criminalística y ciencias forenses. *Anatomía Digital*, 8(3.1), 6-21. <https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v8i3.1.3440>



ANATOMÍA DIGITAL, es una Revista Electrónica, Trimestral, que se publicará en soporte electrónico tiene como misión contribuir a la formación de profesionales competentes con visión humanística y crítica que sean capaces de exponer sus resultados investigativos y científicos en la misma medida que se promueva mediante su intervención cambios positivos en la sociedad. <https://anatomiadigital.org>
La revista es editada por la Editorial Ciencia Digital (Editorial de prestigio registrada en la Cámara Ecuatoriana de Libro con No de Afiliación 663) www.celibro.org.ec

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 International. Copia de la licencia: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es>

Palabras claves:

Muertes naturales, morgue, autopsia, judicialización, causa de muerte, diagnóstico, criminalística, SIGIF, COIP, SNMLCF, ante-mortem, modus moriendi, prima facie, post mortem.

Keywords:

Natural deaths, morgue, autopsy,

Resumen

Introducción. La presente investigación propone un análisis exhaustivo de las muertes consideradas naturales, mediante el Sistema Gestión de Información Forense (SIGIF) y el Sistema Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses (SNMLCF) de la zona 1 y 2 durante el año 2024, con el **objetivo** de determinar la clasificación de casos que podrían reclasificarse a violentas, como lo señala el Código Orgánico Integral Penal (COIP), proporcionando así información valiosa para la comunidad en general. **Metodología.** Se utilizó un enfoque cuantitativo y cualitativo, para el análisis de la base de datos del 2024, se identifica la tasa de reclasificación y los factores asociados. La combinación de los métodos permite brindar una claridad en el abordaje del problema de investigación, considerando además el método analítico. **Resultados.** En este desafío se ha realizado un análisis cualitativo, cuantitativo y analítico de la base de datos inicial de la DINASED, emitida por el SIGIF y SNMLC 2024, seguido de su análisis riguroso se obtiene la importancia de los resultados de esta investigación, donde existen muertes naturales ingresadas a la morgue, debido a diferentes factores, los cuales son útiles para organizar, fortalecer la reclasificación de la investigación forense, donde me permite contribuir al diseño de políticas públicas de manera más efectivas y segura. **Conclusión.** Existen factores subyacentes que justifican la intervención forense en base a la orientación del COIP hacia muertes violentas. Por lo mismo, la reclasificación es un factor principal en la investigación, permitió identificar los riesgos de errores y realizar recomendaciones con fin de optimizar los procesos de clasificación de muertes naturales en la morgue, no obstante, la ausencia de documentación clínica válida evidencia la necesidad de reforzar la comunicación entre servicios de salud y fiscalía, para optimizar una mejor gestión forense. **Área General de Estudio:** Salud. **Área específica de estudio:** Ciencias Forenses. **Tipo de estudio:** Artículos originales.

Abstract

Introduction. This research proposes a comprehensive analysis of deaths considered natural using the Forensic

judicial review,
cause of death,
diagnosis, forensic
medicine, SIGIF,
COIP, SNMLCF,
ante-mortem,
modus moriendi,
prima facie, post-
mortem.

Information Management System (SIGIF) and the National System of Legal Medicine and Forensic Sciences (SNMLCF) in Zones 1 and 2 in the year 2024. The aim is to define the classification of cases that can be classified as violent according to the Comprehensive Organic Penal Code (COIP), thus providing valuable information to the wider community. With the aim of determining the classification of cases that could be reclassified as violent, as indicated by the Comprehensive Organic Criminal Code (COIP), thus providing valuable information for the community at large. **Methodology.** A quantitative and qualitative approach was used to analyze the 2024 database, identifying the reclassification rate and associated factors. The combination of methods provides clarity in addressing the research question, also considering the analytical method. **Results.** In this challenge, a qualitative, quantitative, and analytical analysis was conducted on the initial DINASED database, issued by SIGIF and SNMLC 2024. After a rigorous analysis, the results of this research, which records natural deaths admitted to the morgue due to numerous factors, were concluded to be important. These results are useful for organizing and strengthening the reclassification of forensic research, which allows for more effective and secure public policy design. **Conclusion.** There are underlying factors that justify forensic intervention, considering the COIP's focus on violent deaths. Therefore, reclassification is a key factor in the investigation. It allowed for the identification of risks of error and the formulation of recommendations to optimize the classification processes for natural deaths in the morgue. However, the lack of valid clinical documentation highlights the need to strengthen communication between health services and the Prosecutor's Office to optimize forensic management. **General Area of Study:** Health. **Specific area of study:** Forensic Sciences. **Type of study:** Original articles.

1. Introducción

Se comprende a las muertes naturales como aquellas que aunque tienen un origen de carácter natural (es decir enfermedad) son judicializadas, es por ello por lo que ingresan a la morgue, esto se debe a situaciones atípicas o sospechosas. Según la Organización Panamericana de la Salud (OPS) (1) los procesos de judicialización son normales siempre y cuando no exista registro médicos previos que justifique la defunción, es por ellos que se lleva a cabo investigaciones muy rigurosas de cada caso ingresado a la morgue.

En el campo de las ciencias forenses los casos de muertes naturales pasan a ser un desafío, debido a que se presenta inconsistencia en la información del occiso, dichos casos son judicializados, más aún cuando no existe testigos, la información de historia clínica no es reciente, o cuando el deceso ocurre fuera de una casa de salud (1). La criminalística y la medicina legal son ciencias esenciales en los casos de muertes naturales, ya que mediante la autopsia médico legal deberían garantizar el diagnóstico del occiso. Pero las muertes naturales no solo tienen un componente médico legal, sino también administrativo y normativo, además existen estudios en donde alojan que las muertes naturales que han sido judicializadas son productos de enfermedades cardiovasculares no tratadas (2). El Código Orgánico Integral Penal (COIP) (3) en nuestro país el Ecuador, establece realizar una investigación de carácter obligatorio a todos los casos que no pueden ser clasificados como naturales sino existe certificados médicos válidos.

Dentro del marco legal la autopsia es medular para el esclarecimiento de muertes violentas o indeterminadas, el proceso consiste en una inspección externa, análisis histológico, recolección de muestras y apertura del cadáver (4). Todos los procesos que amerite autopsia están justificados por el COIP (3). Según Espinosa-Yépez & García-Cevallos (5) las muertes naturales son producto de patología pre existentes, como por ejemplo los eventos cardiovasculares, pero por su falta de evidencia de historial clínica terminan siendo judicializadas.

Según el Código Orgánico Integral Penal (COIP) (6) el artículo 461 menciona las actuaciones en caso de muerte, incluyendo la disposición de la autopsia para determinar las causas probables de la muerte, especialmente en casos de muerte violenta, debe ser obligatoriamente investigada mediante un examen médico-legal. Según Madrid (7) esta interpretación ha llevado a la práctica forense ecuatoriana a enfocarse en cumplir requisitos legales que en aplicar criterios técnicos o clínicos. Por eso se vuelve indispensable repensar la articulación entre los servicios de salud y justicia para evitar la sobrecarga del sistema judicial. El exceso de muertes judicializadas genera colapso en el sistema de justicia penal. Según el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) (4) cerca del 40% de las autopsias practicadas en Ecuador durante el último año fueron por muertes naturales no certificadas. Diversos autores han propuesto estrategias para mitigar el exceso de judicialización, entre ellas están la implementación de certificados

electrónicos de defunción, el fortalecimiento de la atención primaria y la creación de equipos de intervención médica inmediata.

2. Metodología

Dentro de la presente investigación se utiliza métodos de tipo mixtos, ya que se requiere cualificar y calificar la base de datos central, se considera el método observacional, la parte descriptiva, exploratoria y de correlación de datos, en donde también se considera al método retrospectivo, los mismos que permitirán conocer la tasa de recalificación asociados a los casos de muerte natural. El estudio describe la incidencia de reclasificaciones de muertes naturales de la zona 1 y 2 del 2024. Además se enfoca en cuantificar las muertes, y cuáles son los factores asociados de las mismas. La investigación también tiene un componente exploratorio, ya que busca comprender por qué ocurren estas reclasificaciones y cuáles son las causas subyacentes que se adentra en este fenómeno estudiado y busca generar conocimiento sobre el tema. Aunque no se centra en establecer relaciones causales directas, el estudio identifica posibles correlaciones entre ciertos factores, por ejemplo, causa de muerte inicial y la probabilidad de reclasificación. La investigación es de tipo observacional, ya que no se manipulan variables, sino se observan y analizan datos existentes (base de datos), mediante una lista de cotejo para la verificación de la presencia o ausencia del problema de estudio, y mediante Software estadístico (SPSS, R O Stata, se realiza un análisis descriptivos, cuantitativos e inferenciales de la población de estudio retrospectivo.

3. Resultados

En la presente investigación aloja 1247 casos de decesos ingresados morgue (**Tabla 1**), para su judicialización, de los cuales 159 eventos corresponden a muertes de etiología natural. Esta cifra representa el 12,75% (frecuencia) del total de la muestra analizada, del SIGIF Y SNMLCF zonas 1 y 2 del 2024 (**Figura 1**).

Tabla 1. Población

N	Valid	1247
	Missing	0

Nota. Número total de la población de estudio

El Sistema Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses (SNMLCF) juntos con la Fiscalía cuentan con una base de datos central, por ende históricos, ya que son almacenados y actualizados de manera general en indeterminados periodos de tiempo, por lo que dicha información no suele ser almacenada de manera rutinaria, la información disponible es de manera pública, por ende la matriz es general de las tasas de mortalidad en nuestro país, por lo que se filtra la población de estudio de manera minuciosa, en donde

se detalla que fue la zona 1 (Sucumbíos, Imbabura, Esmeraldas, Carchi) y zona 2 (Orellana, Pichincha, Napo).

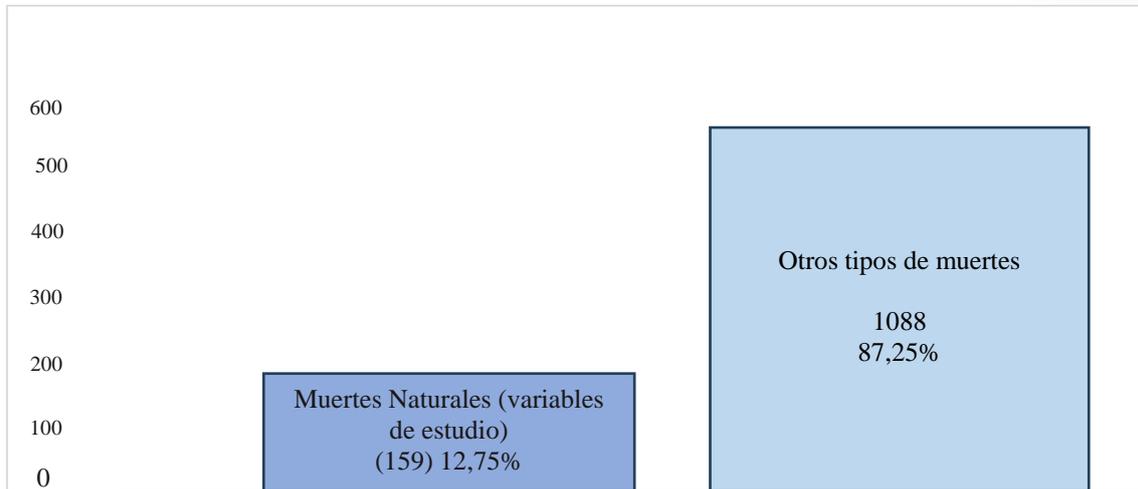


Figura 1. Porcentaje de la población de objeto de estudio

Nota. Porcentaje comparativo de la población de estudio, más el porcentaje de los otros tipos de muerte.

En la **Tabla 2** se determina los tipos de muertes de los 1247 casos, datos ingresados por el personal de la DINASED en el sistema informático DAVID (utilizado por la policía nacional para agilizar la investigación de casos de muertes por causas externas, facilitando el acceso a la información y el análisis delictual. Es impulsado por el Ministerio del Interior), lo que le convierte en una base de datos central para su continuidad de procesos que conllevan judicialización, siendo esta la base de datos inicial, que corresponde a la exploración externa de la escena del crimen y occiso, mismas que la determina el personal de criminalística y ciencias forenses asignado y seguida de su actualización se obtiene una base de datos final, la misma que es determinada por el personal de medicina legal después de su autopsia.

Tabla 2. Tipos de muertes

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Aborto	14	1,1	1,1	1,1
Aborto con muerte de la madre	1	0,1	0,1	1,2
Accidente de transito	1	0,1	0,1	1,3
Asesinato	546	43,8	43,8	45,1
Con culpa	2	0,2	0,2	45,2
Estado de descomposición	26	2,1	2,1	47,3

Tabla 2. Tipos de muertes (continuación)

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Femicidio	25	2	2	49,3
Fortuito/fuerza mayor	219	17,6	17,6	66,9
Homicidio	62	5	5	71,9
Mala práctica profesional	1	0,1	0,1	71,9
Muerte Natural	159	12,8	12,8	84,7
Osamenta	12	1	1	85,6
Sicariato	3	0,2	0,2	85,9
Suicidio	164	13,2	13,2	99
Uso progresivo de fuerza	12	1	1	100
Total	1247	100.0	100	

Nota. Tipos de muertes, se observa la clasificación general, donde claramente se resalta la población de estudio, dicha clasificación es establecida en la matriz de datos de la dirección de análisis de información (DAI), SIGIF Y SNMLCF zona 1 y 2, año 2024.

Las muertes naturales clasificadas en la matriz de estudio, se obtiene gracias al análisis del sistema DAVID, ya que significativamente, dentro de la presente investigación se ha comprobado que una de las causas principales es el hallazgo del cadáver en circunstancias atípicas, lugares públicos, signos o condiciones de violencia o sospechosas, factores externos, como por ejemplo, presencia de civiles antes de la llega del personal especializado al lugar de los hechos, es por ello que se llega a comprender que las muertes judicializadas son aquellas que aunque originadas por causas naturales si requieren intervención judicial, según el Código Orgánico Integral Penal (COIP) (6) en su artículo 178, el mismo que menciona: “las actuaciones en caso de muerte, incluyen la disposición de la autopsia para determinar las causas probables de la muerte, especialmente en casos de muerte violenta”. Dentro de la inspección ocular externa del occiso (en muertes naturales), determinada por el personal de criminalística, mencionan que se analiza tres etapas primordiales según Zúñiga (8):

- 1.) *Prima facie*: hace referencia a la ausencia de huellas macroscópicas de violencia lo que significa una etiología no traumática.
- 2.) *Fehaciente del modus moriendi*: cuerpo del occiso es dirigido a la morgue.
- 3.) *Post mortem*: en esta etapa identifican que la mayoría de estas defunciones se consideran secundarias a procesos patológicos preexistentes, ya que se evidencian enfermedades terminales o existentes, algunas son; cirrosis hepática o cáncer, y

también hay hallazgos de condiciones agudas como infartos (miocárdico, cerebral), otras enfermedades encontradas son los Accidentes Cerebrovasculares (ACV) y complicaciones de patologías crónicas (enfermedad cardíaca, tuberculosis, prostática, hipertensión arterial).

Según el análisis de esta etapa se puede comprobar que las muertes naturales han sido producto de enfermedades preexistentes, que en su mayoría no han tenido un tratamiento oportuno, y que son judicializadas por la falta o ausencia de signos claros, esto según la base de datos central.

Otras de las causas ha sido la presencia de factores concomitantes, como también la falta de claridad en la historia clínica del occiso. En un claro ejemplo proporcionado por el personal de criminalística al llenar la matriz central es un traumatismo craneal, que inicialmente parece accidental (y, por ende violento), su diagnóstico clínico inicial fue confundido con un evento cerebrovascular, esta confusión lo aclara el personal de medicina legal, y no ha pasado esta recalificación solo en este ejemplo, sino también en casos de ahogamiento o sobredosis de sustancias psicoactivas, y en algunos casos no han tenido una etiología no natural, es por ello que en una valoración inicial y que sea superficial estos casos pueden carecer de signos de violencia por terceros. Al igual que los cuadros de desnutrición severa, leptospirosis o preeclampsia, a pesar de que se iniciaría con una base patológica generan interrogantes de negligencia, con la finalidad de descartar una etiología violenta o indeterminada. Es por ello por lo que la precisión de la clasificación inicial de la muerte tiene una influencia crítica y directa en la resolución de casos criminales, impactando significativamente la dirección, el alcance y la eficacia de la investigación. Dentro de la investigación desarrollada se puede mencionar que, si existen limitaciones dentro de los procesos de identificación y clasificación dentro de la morgue, estas a su vez afectan a los resultados del occiso. Dentro de este campo se identifican los factores operativos, el recurso disponible, y la complejidad inherente a la determinación de la causa y manera de muerte, estas incluyen la identificación, es decir que hay casos en que los cuerpos ingresan sin documentación de identidad o a su vez con documentación incompleta o inconsistente a la morgue, lo que retrasa el proceso de investigación, también se evidencia cuerpos en avanzado estado de descomposición, es decir quemados o desmembrados esto presentan desafíos significativos para la identificación, lo que significa que, este desafío requiere la utilización de técnicas especializadas como odontología forense, genética (ADN) o antropología forense, las mismas que generan costos lo que puede llevar tiempo para llegar a su identificación del occiso, además la falta de información *ante-mortem* que involucra registros dentales, huellas dactilares o perfiles genéticos de la persona fallecida es una limitación que dificulta de manera severa la comparación con posibles identidades, como también se incluye la falta de información sobre características físicas.

4. Discusión

El análisis de los 1 247 casos ingresados a la morgue de Quito en 2024 reveló que 159 (12,75 %) fueron inicialmente catalogados como muertes naturales. Esta proporción contrasta con el 40 % de autopsias por muertes naturales no certificadas reportado por el INEC en su Registro Estadístico de Defunciones Generales 2023, lo que sugiere que se aplican criterios de derivación más estrictos o que existe una certificación clínica inicial más rigurosa en hospitales y centros de salud (4).

El exceso de muertes judicializadas genera colapso en el sistema de justicia penal. Según el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) (4) cerca del 40% de las autopsias practicadas en Ecuador durante el último año fueron por muertes naturales no certificadas. Según Morales (9) identificaron que en Quito y Guayaquil los cuerpos pueden permanecer más de 72 horas sin ser entregados a las familias, lo que genera procesos dolorosos e innecesarios para los allegados. Esto también implica un aumento en los costos operativos del Estado. El marco legal ecuatoriano a través del Código Orgánico Integral Penal (COIP) (6) obliga en su artículo 490 a investigar judicialmente toda defunción que no pueda clasificarse inmediatamente como natural mediante certificado médico válido. Esta normativa esencial para evitar impunidad, también genera una sobrecarga operativa: el SNMLCF realizó más de 165 000 pericias en 2023, cifra que ilustra la magnitud de la demanda y la necesidad de optimizar procesos forenses (8) (10). Entre los casos reclasificados predominan los eventos cardiovasculares y las patologías crónicas, mismos que coincide con Espinosa-Yépez & García-Cevallos (5) quien documento que el 60 % de las muertes naturales judicializadas eran infartos no diagnosticados previamente. La carencia o inconsistencia de registros clínicos se identifica asimismo como factor decisivo en la judicialización, tal como señaló la OPS en su estudio multicéntrico sobre defunciones sin historia médica confiable (1). La calidad de los certificados de defunción influye directamente en la necesidad de autopsia. Estudios de la MSP subrayan la importancia de la estandarización y digitalización de estos documentos para mejorar la oportunidad y la completitud de la información (11). Cuando los médicos llenan correctamente el Formato Internacional Estándar del Certificado Médico de Causa de Muerte (MCCD), se reducen las ambigüedades que suelen derivar en la necesidad de una autopsia judicial. Sin embargo, en muchos contextos latinoamericanos todavía persisten brechas en la capacitación y en la infraestructura tecnológica para adoptar plenamente este enfoque. En este sentido la Organización Mundial de la Salud (12) publicó en junio de 2023 las “Recomendaciones para la inspección externa y el diligenciamiento del Certificado Médico de Causa de Muerte (MCCD). De acuerdo con la experiencia en Costa Rica demuestra que el volumen de autopsias puede mantenerse manejable cuando existen sistemas consolidados de preclasificación y equipos forenses especializados (13). De modo similar, el Perú ha incorporado el *software IRIS* para codificar automáticamente la causa básica de muerte,

lo cual ha permitido mejorar la selección de la causa subyacente y optimizar recursos sin sacrificar calidad (14). Estas iniciativas ilustran que la combinación de tecnología, protocolos claros y formación continua es clave para modernizar la gestión forense. La crisis de violencia acontecida en Guayaquil expuso las consecuencias extremas de una demanda desbordada: el almacén de personas fallecidas superó su capacidad física y exigió soluciones improvisadas, afectando la dignidad del proceso (2). Aunque Quito no enfrentó un episodio similar, las lecciones aprendidas recalcan la necesidad de contar con planes de contingencia que permitan responder a picos de trabajo, ya sean producto de aumentos en muertes violentas o de fallas en la certificación clínica. Resulta imprescindible mencionar la coordinación interinstitucional. Es decir la conexión entre el Registro Civil, el SNMLCF y el sistema de salud, para la coordinación de historial clínico del occiso y así determinar los antecedentes de causa de muerte. La capacitación continua es otro pilar. A través de talleres permanentes, se debe instruir a médicos, criminalistas y policías en la interpretación de signos externos de muerte, en la correcta cumplimentación del MCCD y en los alcances del COIP. El programa *Data for Health de Bloomberg Philanthropies* ha demostrado que intervenciones focalizadas en mejorar la calidad de los certificados redundan en estadísticas vitales más fiables y en procesos forenses más ágiles (15).

Finalmente, la implementación de un sistema de auditoría periódica de casos forenses permitirá evaluar la eficacia de las medidas adoptadas. Medir indicadores cualitativos como la satisfacción familiar, el tiempo de demora y la concordancia clínico-patológica ayudará a ajustar protocolos en ciclos de mejora continua.

Diversos autores han propuesto estrategias para mitigar el exceso de judicialización. Entre ellas están la implementación de certificados electrónicos de defunción, el fortalecimiento de la atención primaria y la creación de equipos de intervención médica inmediata. Según la Junta de Andalucía (16) protocolos interinstitucionales entre sanidad, policía y fiscalía permiten clasificar las muertes de forma preliminar sin necesidad de una autopsia inmediata. En Ecuador el Ministerio de Salud Pública (17) comenzó a implementar planes piloto para la certificación digital de defunciones en zonas rurales. La intervención judicial en una muerte natural también afecta el derecho al duelo de los familiares. El tratamiento del cadáver debe ser respetuoso y ceñido a principios éticos. Según Cuesta (18) las familias deben recibir información clara sobre los motivos de la autopsia y el estado del cuerpo, lo que muchas veces no se cumple. Las buenas prácticas forenses exigen asegurar la confidencialidad de los datos, y evitar la exposición innecesaria de los cuerpos en espacios públicos.

5. Conclusiones

- El análisis de la matriz central y la verificación de los casos de muertes naturales de manera rigurosa fueron esenciales para la clasificación inicial de la población

de estudio, ya que, se logra identificar las causas y las limitaciones del por qué existen muertes naturales que terminan en la morgue.

- La herramienta más precisa para determinar con exactitud el diagnóstico de la causa de muerte del occiso viene a ser la autopsia, misma que es realizada únicamente por el médico legal, sin embargo existe casos donde no se encuentran hallazgos concluyentes, como por ejemplo, en muertes súbitas (sin lesiones evidentes) o intoxicaciones (sustancias no detectables con facilidad), es por ello que la interpretación ante los hallazgos forenses se convierten en subjetivos, lo que hace que exista variaciones en el diagnóstico, y existan diferentes puntos de vista entre los profesionales.
- Los criterios médico legal mejora notablemente en la clasificación de muertes naturales, sin embargo, la ausencia de documentación clínica válida y la petición de órdenes judiciales, hacen que se recomiende reforzar la comunicación entre el sistema de servicios de salud y fiscalía, con la finalidad de optimizar la gestión forense.
- Una clasificación errónea como natural puede obstaculizar o incluso impedir una investigación criminal adecuada, permitiendo que delitos graves queden impunes. Por el contrario, una clasificación inicial precisa como violenta o indeterminada desencadena los procesos investigativos necesarios para esclarecer los hechos, identificar al responsable y llevarlo ante la justicia. Por lo tanto, la capacitación del personal de primera respuesta, la implementación de protocolos claros y la realización de autopsias en casos dudosos son cruciales para garantizar la precisión en esta etapa inicial.
- La alta carga de trabajo puede generar la necesidad de procesar los cuerpos rápidamente lo que conlleva a evaluaciones menos exhaustivas y aumenta el riesgo de errores en la clasificación del tipo de muerte.
- En el Ecuador los protocolos que validan y justifican la realización de la autopsia se combinan con el COIP, con los Reglamentos del Ministerio de Salud Pública con la Ley Orgánica de la fiscalía general y con los manuales internos del Sistema Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses (SNMLCF) señalando a su vez que están enmarcados en la Constitución de la República del Ecuador, con la finalidad de que se realicen de manera técnica, científica y sobre todo sea legalmente válida para su esclarecimiento en los hechos de investigaciones penales.
- La implementación conjunta de auditorías periódicas de casos forenses y la digitalización de certificados de defunción permite medir indicadores claves, como concordancia clínica-patológica, tiempos de demora y satisfacción familiar, al tiempo que agiliza la transferencia de datos, reduce ambigüedades y evita ingresos innecesarios a la morgue, promoviendo ciclos de mejora continua en los protocolos forenses.

5.1. Recomendaciones

Ante los análisis exhaustivos de investigación y en base a los resultados obtenidos se propone las siguientes recomendaciones:

a. *Implementación de criterios claros y estandarizados.* Desarrollar y aplicar criterios objetivos y uniformes para la clasificación inicial de muertes, basados en directrices médico-legales actualizadas y en concordancia con el COIP, enfatizando la distinción entre muertes naturales, violentas e indeterminadas desde el primer abordaje.

b. *Revisión exhaustiva de casos de muertes naturales.* Instituir un proceso de revisión más riguroso de los casos inicialmente catalogados como muertes naturales que ingresan a la morgue, considerando la historia clínica disponible, las circunstancias del deceso y los hallazgos macroscópicos, para identificar posibles señales de alerta que ameriten una investigación forense más profunda.

c. *Capacitación continua del personal.* Se recomienda proporcionar formación especializada, guías de actuación claras y concisas para el personal de primera respuesta y el personal involucrado en la clasificación de muertes, especialmente al personal de salud, ya que los mismo en ocasiones tienen o conocen la historia clínica, la enfermedad o a su vez son médicos tratantes del occiso, y ellos mediante la capacitación oportuna puedan emitir papeleta o certificado de defunción.

d. *Sobre la correcta aplicación de los protocolos,* la interpretación de los signos y la toma de decisiones informadas respecto a escenarios de muerte con presentación ambigua o con factores de riesgo que sugieran una posible etiología no natural.

e. *Optimización del uso de la base de datos.* Mejorar la estructura y la funcionalidad de la base de datos de la morgue para facilitar el registro detallado de la información relevante de cada caso, incluyendo la clasificación inicial, los hallazgos forenses y las posibles reclasificaciones, permitiendo un análisis más eficiente de las tendencias y los factores asociados.

6. Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses en relación con el artículo presentado.

7. Declaración de contribución de los autores

Todos autores contribuyeron significativamente en la elaboración del artículo.

8. Costos de financiamiento

La presente investigación fue financiada en su totalidad con fondos propios de los autores.

9. Referencias Bibliográficas

1. Organización Panamericana de la Salud [OPS] [Internet]. Certificación médica de causa de defunción; instrucciones para los médicos sobre el empleo del modelo internacional del certificado médico de causa de defunción. 1954 [citado 3 mayo 2025]. Disponible en: <https://iris.paho.org/handle/10665.2/1283>
2. Navarrete Benavides B. Comité Permanente por la Defensa de los Derechos Humanos [Internet]. 2024 [citado 3 mayo 2025]. Disponible en: <https://www.cdh.org.ec/contactenos.html>
3. Cepeda López HP. CLH. El derecho penal simbólico en el Ecuador, a partir del Código Orgánico Integral Penal (COIP) [Tesis de maestría, Universidad Andina Simón Bolívar, Quito, Ecuador]; 2020 [citado 3 mayo 2025]. Disponible en: <https://repositorio.uasb.edu.ec/handle/10644/7267>
4. Instituto Nacional de Estadística y Censos [INEC]. Registro estadístico de defunciones generales de 2022 [Internet]. 2022 [citado 3 mayo 2025]. Disponible en: https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Poblacion_y_Demografia/Defunciones_Generales_2022/Principales_resultados_EDG_2022.pdf
5. Espinosa-Yépez KR, García-Cevallos MP. Infarto agudo de miocardio en Ecuador: carga de la enfermedad y distribución geográfica. MetroCiencia [Internet]. 2023 [citado 3 mayo 2025]; 31(3):18-27. Disponible en: <https://revistametrociencia.com.ec/index.php/revista/article/view/569>
6. Asamblea Nacional del Ecuador [Internet]. Código Orgánico Integral Penal (COIP). Ley 0, Registro Oficial Suplemento 180 (10 febrero 2014), última modificación 5 febrero 2018, Estado reformado. 2018 [citado 3 mayo 2025]. Disponible en: https://www.defensa.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/03/COIP_feb2018.pdf
7. Madrid Mier E. Determinación de la congruencia del diagnóstico del certificado de defunción con el reporte de autopsia médica en un hospital de tercer nivel [Tesis de especialidad, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Zaragoza, México]; 2015 [citado 3 mayo 2025]. Disponible en: <https://repositorioinstitucional.buap.mx/items/c26b12b0-b217-4ffe-9236-d90414df3ccf7>
8. Zúñiga Rocha L. Código Orgánico Integral Penal [Internet]. Ministerio de Justicia, Derechos Humanos y Cultos; 2014 [citado 3 mayo 2025].

Disponible en:

https://www.oas.org/juridico/PDFs/mesicic5_ecu_ane_con_judi_c%C3%B3rdorg_int_pen.pdf

9. Morales Bejarano A. Desesperanza en adolescentes: una aproximación a la problemática del suicidio juvenil. *Adolescencia y Salud*. [Internet]. 1999 [citado 3 mayo 2025]; 1(2). Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1025-02552020000500013&script=sci_arttext&tlng=en
10. República del Ecuador. Informe Preliminar de rendición de cuentas año fiscal 2023. [Internet]. 2024 [citado 3 mayo 2025]. Disponible from: <https://www.cienciasforenses.gob.ec/wp-content/uploads/2024/03/Informe-preliminar-de-Rendicio%CC%81n-de-Cuentas-2023-SNMLCF.pdf>
11. Vargas-Herrera J, Pardo Ruiz K, Saravia Martínez H, Rojas-Mezarina L. Implementación de la firma digital en la certificación de muertes en Perú, 2022 -2024. *Revista Panamericana Salud Pública* [Internet]; 2025 [citado 3 mayo 2025]; 49: e45. Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12060800/>
12. Organización Mundial de la Salud [OMS]. *Recomendaciones de la OMS para realizar la inspección externa de un cadáver y completar el Certificado Médico de Causa de Defunción (CMCD)*. [Internet]. 2023 [citado 3 mayo 2025]. Disponible en: <https://www.who.int/es/publications/m/item/who-recommendations-for-conducting-an-external-inspection-of-a-body-and-filling-in-the-medical-certificate-of-cause-of-death>
13. Solano González E. Manejo del escenario de muerte y autopsia médico legal. *Medicina Legal de Costa Rica* [Internet]. 2010 [citado 3 mayo 2025]; 27(2). Disponible en: https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1409-00152010000200006
14. Health Reporter. *Sistema de Codificación Automatizada “Iris”* [Internet]. 2019 [citado 3 junio 2025]. Disponible en: <https://ehealthreporter.com/sistema-de-codificacion-automatizada-iris/>
15. Organización Mundial de la Salud [OMS]. *Instrumentos y Normas para las Intervenciones Esenciales SCORE* [Internet]. 2021 [citado 3 mayo 2025]. Available from: <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/351515/9789240038271-spa.pdf>

16. Junta de Andalucía. Sistema de información de mortalidad por causas de Andalucía. [Internet]. 2023 [citado 5 mayo 2025]. Disponible en: <https://www.juntadeandalucia.es/organismos/saludyconsumo/servicios/estadistica-cartografia/actividad/detalle/182093.html>
17. Ministerio de Salud Pública [MSP]. Hospital Vicente Corral brinda el servicio de apoyo “Código Mariposa”. [Internet]. 2023 [citado 3 mayo 2025]. Disponible en: <https://www.salud.gob.ec/hospital-vicente-corrall-brinda-el-servicio-de-apoyo-codigo-mariposa/#:~:text=En%20octubre%20de%202023%20inici%C3%B3,un%20aproximado%20de%2056%20acompa%C3%B1amientos>
18. Cuesta Reinoso JF. La dignidad humana en la autopsia médico legal [Tesis de pregrado, Universidad Católica de Cuenca, Cuenca, Ecuador]; 2023 [citado 3 mayo 2025]. Disponible en: <https://dspace.ucacue.edu.ec/server/api/core/bitstreams/a7d0bcee-c776-4535-b47e-29717b95bc3a/content#:~:text=El%20consentimiento%20informado%20por%20parte,involucrados%20y%20las%20posibles%20implicaciones>

El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Anatomía Digital**.



El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Anatomía Digital**.



Envejecimiento con rostro de mujer: realidades de las adultas mayores en Ecuador

Aging with a female face: the realities of older women in Ecuador

- ¹ Gabriela Fernanda Sandoval Espinoza  <https://orcid.org/0000-0003-2256-2007>
Universidad Técnica de Ambato (UTA), Ambato, Ecuador.
Facultad Ciencias de la Salud. Grupo BIOCENCIAS
gf.sandoval@uta.edu.ec
- ² Alexandra Maribel Salcán Lemache  <https://orcid.org/0000-0003-0391-7706>
Pontificia Universidad Católica del Ecuador (PUCE), Quito, Ecuador.
Médico postgradista de Geriátría y Gerontología
aslmariabel@yahoo.com
- ³ Marco Simón Martínez Pilamunga  <https://orcid.org/0009-0003-6407-0104>
Hospital Eugenio Espejo, Quito, Ecuador.
Médico residente de emergencia
marcomartinez7@yahoo.com
- ⁴ Manuel Alberto Yamunaqué Preciado  <https://orcid.org/0000-0002-9379-2558>
Hospital Eugenio Espejo, Quito, Ecuador.
Médico residente
manuelypre@yahoo.com



Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 13/05/2024

Revisado: 11/06/2025

Aceptado: 07/07/2025

Publicado: 28/07/2025

DOI: <https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v8i3.1.3450>

Cítese: Sandoval Espinoza, G. F., Salcán Lemache, A. M., Martínez Pilamunga, M. S., & Yamunaqué Preciado, M. A. (2025). Envejecimiento con rostro de mujer: realidades de las adultas mayores en Ecuador. *Anatomía Digital*, 8(3.1), 22-32. <https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v8i3.1.3450>



ANATOMÍA DIGITAL, es una Revista Electrónica, Trimestral, que se publicará en soporte electrónico tiene como misión contribuir a la formación de profesionales competentes con visión humanística y crítica que sean capaces de exponer sus resultados investigativos y científicos en la misma medida que se promueva mediante su intervención cambios positivos en la sociedad. <https://anatomiadigital.org>
La revista es editada por la Editorial Ciencia Digital (Editorial de prestigio registrada en la Cámara Ecuatoriana de Libro con No de Afiliación 663) www.celibro.org.ec

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 International. Copia de la licencia: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es>



Palabras claves:

Feminización, anciano, calidad de vida, vulnerabilidad social, dinámica poblacional.

Keywords:

Feminization, elderly, quality of life, social vulnerability, population dynamics

Resumen

Introducción: El envejecimiento de la población es un fenómeno global que en Ecuador refleja una marcada feminización, con una mayor proporción de mujeres en la tercera edad. **Objetivo:** Analizar la feminización del envejecimiento en Ecuador, explorando las diferencias en esperanza y calidad de vida entre hombres y mujeres. **Metodología:** Se realizó una revisión bibliográfica exhaustiva en las principales bases de datos científicas y plataformas de búsqueda, como Pubmed, Google Scholar, Scopus, y ResearchGate. **Resultados:** Las mujeres tienen una mayor esperanza de vida y a la vez enfrentan más desafíos que los hombres, incluyendo una mayor prevalencia de enfermedades crónicas y condiciones de vulnerabilidad psicosocial. **Conclusión:** La revisión bibliográfica subraya la urgencia de desarrollar políticas públicas focalizadas en mejorar la calidad de vida de las mujeres adultas mayores, abordando tanto las desigualdades de género como los factores sociales y económicos que afectan su bienestar en la vejez. **Área de estudio general:** Medicina. **Área de estudio específica:** Geriatria. **Tipo de estudio:** Revisión bibliográfica narrativa.

Abstract

Introduction: Population aging is a global phenomenon that, in Ecuador, reflects a marked feminization, with a higher proportion of elderly women. **Objective:** Analyze the feminization of aging in Ecuador by exploring differences in life expectancy and quality of life between men and women. **Methodology:** A comprehensive literature review was conducted using major scientific databases and search platforms, such as PubMed, Google Scholar, Scopus, and ResearchGate. **Results:** Women have a longer life expectancy and at the same time face more challenges than men, including a higher prevalence of chronic diseases and conditions of psychosocial vulnerability. **Conclusion:** The literature review highlights the urgent need to develop public policies focused on improving the quality of life of older women, addressing both gender inequalities and the social and economic factors that affect their well-being in old age. **General field of study:**

Medicine. **Specific field of study:** Geriatrics. **Type of study:** Systematic literature narrative.

1. Introducción

El envejecimiento de la población es un fenómeno que marca el siglo XXI. A escala global, cada segundo dos personas cumplen 60 años. Actualmente, hay 810 millones de personas mayores de esa edad en el mundo (1) (2) (3). Este cambio demográfico ha generado importantes desafíos en los sistemas de salud, pensiones y políticas públicas (4) (5) (6).

En Ecuador, el último censo de población y vivienda presentado en septiembre de 2023 contabilizó un total de 1.520.590 personas de 65 años o más, representando un 9% de la población total del país, lo que supone un incremento frente al 6.2% registrado en 2010. De este grupo, el 53.6% son mujeres (815.136), mientras que el 46.4% son hombres (705.454), lo que refleja una mayor proporción de mujeres adultas mayores en comparación con los hombres. Además, 2.738 personas en Ecuador han alcanzado o superado los 100 años (2).

La feminización del envejecimiento en Ecuador es un fenómeno demográfico y social de creciente relevancia en el campo de la salud pública y las políticas sociales. Este fenómeno tiene importantes implicaciones en términos de necesidades de cuidado, acceso a recursos y vulnerabilidad psicosocial que sufren las mujeres adultas mayores (7).

El objetivo de esta revisión es analizar las tendencias actuales en la feminización del envejecimiento en Ecuador, explorando las diferencias en esperanza y calidad de vida entre hombres y mujeres, así como conocer las políticas públicas que abordan a este grupo poblacional.

Se plantea como hipótesis que la feminización del envejecimiento tiene profundas implicaciones sociales y económicas, que exigen una reevaluación de las políticas de seguridad social y asistencia para asegurar un envejecimiento digno y saludable para las mujeres mayores en Ecuador.

2. Metodología

Se realizó una revisión bibliográfica en bases de datos científicas y plataformas de búsqueda. Se seleccionaron fuentes de información provenientes de bases académicas reconocidas, como PubMed, Google Scholar, Scopus y ResearchGate. Además, se consultaron páginas oficiales del Estado ecuatoriano, como las del Instituto Nacional de

Estadística y Censos (INEC) y el Ministerio de Inclusión Económica y Social (MIES), así como sitios de organismos internacionales como la Organización Mundial de la Salud (OMS), que proporcionan datos demográficos y sociales clave para la revisión. Para la gestión de referencias bibliográficas se utilizó Mendeley. Posteriormente, se llevó a cabo una evaluación de la relevancia y adecuación de cada artículo, lo que permitió una mejor organización y recopilación de los datos relacionados con el objetivo de esta revisión (como se muestra en la **Figura 1**).

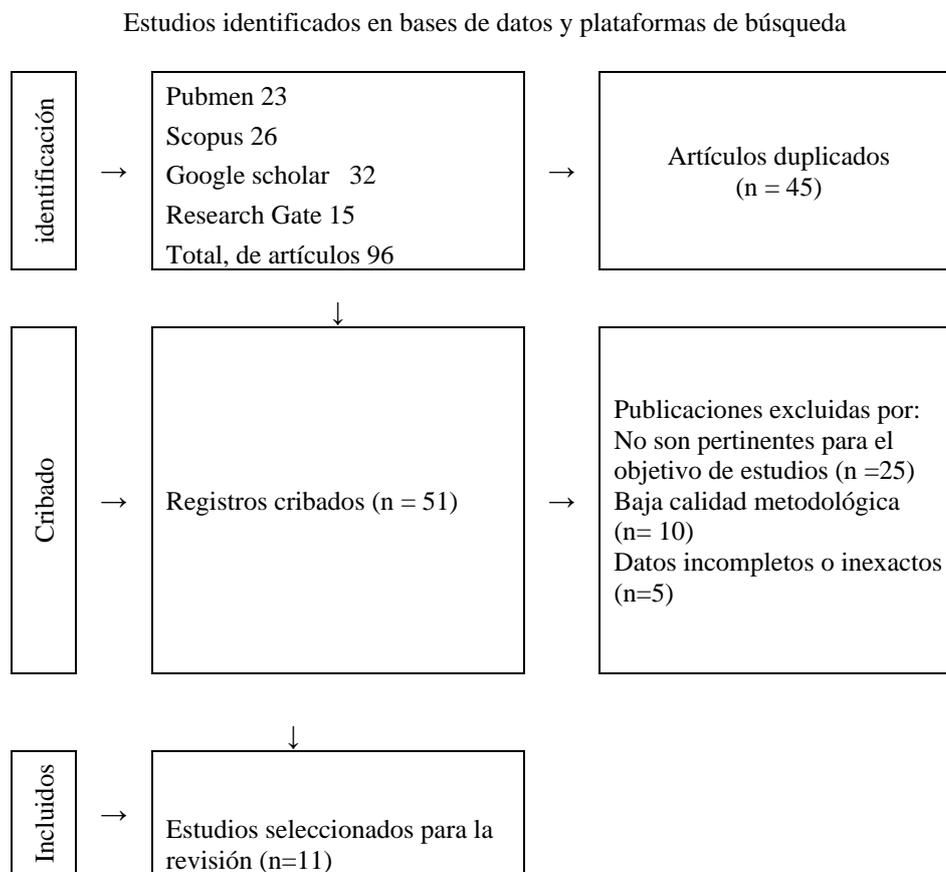


Figura 1. Diagrama de flujo del proceso de identificación, cribado y selección de estudios incluidos en la revisión bibliográfica.

2.1. Criterios de inclusión

- Publicaciones científicas disponibles en bases de datos como como PubMed y Google Scholar, Scopus, Research Gate.
- Documentos oficiales y estadísticas provenientes de entidades gubernamentales ecuatorianas (INEC, MIES).
- Informes y datos demográficos de organismos internacionales (OMS).

- Estudios publicados entre el año 2000 y 2025.
- Las fuentes de información se basaron en el idioma inglés y español, siempre que enfoquen la calidad de vida, políticas públicas, condiciones de salud de la mujer adulta mayor.

2.2. *Evaluación de calidad*

- Revisión exhaustiva de cada fuente que tenga relación con el objetivo de la investigación.
- Se excluyeron artículos que no tengan evidencia metodológica o que los datos no sean verificables
- Se usó como apoyo Mendeley para organizar, clasificar y validar las fuentes en función de su confiabilidad, año de publicación y relevancia temática.

2.3. *Proceso de selección*

- Búsqueda sistemática de literatura usando términos como “feminización”, “anciano”, “calidad de vida”, “vulnerabilidad social”, “dinámica Poblacional”,
- Filtrado inicial por título y resumen.
- Evaluación completa de textos que cumplieron con los criterios de inclusión.
- Selección final considerando representatividad, actualidad y aplicabilidad de la información.

2.4. *Variables para extraer*

- **Datos demográficos:** distribución por sexo y edad, esperanza de vida, índice de envejecimiento.
- **Factores biológicos y conductuales:** diferencias entre hombres y mujeres (genéticos, hormonales, estilos de vida).
- **Calidad de vida y salud mental:** acceso a salud, soledad, roles de género, edadismo.
- **Cobertura de políticas públicas:** programas sociales, servicios estatales, desafíos de implementación.

2.5. *Herramientas*

- **Plataformas de búsqueda:** Google Scholar, PubMed, Scopus, ResearchGate.
- **Gestor de referencias:** Mendeley, para almacenamiento y citación bibliográfica.

- **Fuentes oficiales:** INEC, MIES, OMS, como bases primarias para datos poblacionales y políticas públicas.
- **Criterios PRISMA** (como guía general para estructurar el proceso de revisión, aunque no sea revisión sistemática formal)

3. Resultados

Fisiológicamente nacen más hombres que mujeres. La mayor mortalidad masculina en las primeras etapas de la vida equilibra esta relación; sin embargo, esto se invierte en la vejez, favoreciendo a las mujeres (3). En un principio de la vida ellas viven más por factores genéticos, hormonales y de conducta. Genéticamente, el doble cromosoma X actúa como “respaldo” en caso de defectos hereditarios. En lo hormonal, los estrógenos actúan como antioxidantes, lo que protege contra enfermedades metabólicas. Dentro de los factores de conducta, el menor consumo de alcohol y tabaco también contribuye a la diferencia en la esperanza de vida (8) (2).

Datos del Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censos (INEC) (2) reflejan en cifras esta realidad: en 2023 se registraron 87.733 defunciones en Ecuador, de las cuales 50.822 fueron hombres y 36.911 mujeres. Asimismo, la esperanza de vida ha mejorado con los años, pasando de 66 a 75 años en hombres y de 72 a 80 en mujeres desde los años 90. Envejecer es un proceso natural que abarca aspectos psicológicos, biológicos, emocionales y sociales, sin un consenso universal para definir la edad de vejez. En Ecuador se considera adulto mayor a partir de los 65 años, representando el 8.03% de la población (9) (3) (6). La “feminización del envejecimiento” señala el aumento de mujeres mayores de 60 años, quienes componen el 53.6% de los adultos mayores en Ecuador (10) (2).

El edadismo en mujeres mayores presenta desafíos y exige políticas para mejorar su calidad de vida. Su acceso a servicios de salud está condicionado por factores económicos y culturales, especialmente en zonas rurales donde la medicina tradicional es común. Además, factores como la soledad y los roles tradicionales de cuidado influyen negativamente en su salud mental y calidad de vida (8) (9) (16). La dependencia económica también es un reto: muchas mujeres mayores dependen de familiares o ayudas estatales debido a su limitada participación en el mercado laboral formal y acceso reducido a pensiones (11) (12).

A nivel estatal existen programas como “Mis Mejores Años” para atender a ancianos vulnerables. Sin embargo, persisten desafíos para garantizarles acceso equitativo a servicios esenciales y una adecuada participación en decisiones políticas y económicas (13). En este contexto, la Década del Envejecimiento Saludable propuesta por la OMS cobra especial relevancia (14), y análisis sociodemográficos recientes en la región confirman esta necesidad de enfoque integral y con perspectiva de género (15) (17).

4. Discusión

La feminización del envejecimiento en Ecuador es una realidad que se ha reportado en diversos estudios y presenta una serie de desafíos importantes. A pesar de que las mujeres adultas mayores tienen una superior esperanza de vida en comparación con los hombres, estas enfrentan cada día dificultades, en el campo de la salud, economía y parte emocional, además de que grupo etario se enfrenta al edadismo (6).

Las diferencias en la esperanza de vida por género son bien conocidas: las mujeres gracias a factores genéticos y hormonales tienen una mayor longevidad. El estrógeno por ejemplo les da un factor de protección a ciertas enfermedades, mientras que en contraste los hombres al presentar mayores niveles de testosterona asumen más conductas de riesgo (8).

Sin embargo esta longevidad trae consigo dificultades para una adecuada calidad de vida femenina y esto se corrobora en la salud ya que al vivir más se predispone a más enfermedades crónicas y complicaciones en el manejo de estas; este hecho combinado con una vulnerabilidad económica agrava la situación. Otro aspecto que altera a la mujer mayor en Ecuador es la parte psicosocial ya que existen más viudas y mujeres solteras.

Además, de las barreras económicas y psicosociales, existe un limitante sociocultural, la misma que limita el acceso de la mujer a servicios de salud adecuados, esto se observa especialmente en zonas rurales. La falta de recursos y el arraigo a las tradiciones culturales son algunos de los factores.

Las implicaciones para las políticas públicas son claras. La feminización del envejecimiento exige una atención específica en las políticas gubernamentales para asegurar que estas mujeres no solo vivan más, sino que también disfruten de una mejor calidad de vida. Las campañas y programas existentes, como "Mis Mejores Años," son pasos en la dirección correcta, pero persisten brechas significativas en el acceso a servicios esenciales y en la participación económica y social de las mujeres adultas mayores.

Este análisis subraya la necesidad urgente de una intervención integral y sostenida para abordar los desafíos multifacéticos que enfrentan las mujeres mayores en Ecuador.

5. Conclusiones

- Los datos muestran que los adultos mayores en Ecuador, especialmente las mujeres, viven en condiciones de vulnerabilidad. Los problemas de las mujeres en edades avanzadas se agudizan por una vida previa de desigualdad y exclusión social. Su mayor esperanza de vida, muchas veces acompañada de viudez y soledad, junto con

desventajas económicas y sociales, resalta la necesidad de políticas específicas para mejorar su calidad de vida.

- Los problemas enfocados a la feminización del envejecimiento, no se interpretan claramente, ya que en su mayoría los estudios sobre el envejecimiento no consideran las particularidades específicas de hombres y mujeres, tratándolos como equivalentes.
- Reconocer el significado de feminización de este grupo poblacional es indispensable para mejorar la atención en las instituciones de salud, siempre manteniendo un enfoque de equidad de género que promuevan su inclusión. y aunque existen marcos legales enfocados a este grupo poblacional, queda mucho por avanzar.

6. Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses en relación con el artículo presentado.

7. Declaración de contribución de los autores

Todos autores contribuyeron significativamente en la elaboración del artículo.

8. Costos de financiamiento

La presente investigación fue financiada en su totalidad con fondos propios de los autores.

9. Referencias Bibliográficas

1. Ministerio de Inclusión Económica y Social [MIES] [Internet]. Dirección población adulta mayor. 2024 [citado 21 enero 2025]. Disponible en: <https://www.inclusion.gob.ec/direccion-poblacion-adulta-mayor/>
2. Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censos [INEC] [Internet]. Estadísticas Vitales. Registro Estadístico de Defunciones Generales de 2023. 2024 [citado 20 enero 2025]. Disponible en: https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Poblacion_y_Demografia/Defunciones_Generales/2023/Principales_resultados_EDG_2023.pdf
3. Comisión Económica para América Latina y el Caribe [CEPAL] [Internet]. Observatorio Demográfico, 2022. Tendencias de la población de América Latina y el Caribe: efectos demográficos de la pandemia de COVID-19. 2022 [citado 15 enero 2025]. Disponible en: <https://www.un-ilibrary.org/content/books/9789210055833>
4. López Ramos C. ¿Por qué las mujeres viven más que los hombres? Una revisión desde el punto de vista biológico. Revista de Salud Ambiental [Internet]. 2020

[citado 2 enero 2025];20(2):160–166. Disponible en:

<https://ojs.diffundit.com/index.php/rsa/article/view/1047/974>

5. Robledo Marín CA, Orejuela JJ. Vejez y ser persona vieja: una aproximación al estado del arte de la cuestión. *Diversitas* [Internet]. 2020 [citado 23 enero 2025]; 16(1):93–112. Disponible en: <https://doi.org/10.15332/22563067.5543>
6. Presidencia de la República del Ecuador. Ley Orgánica de las Personas Adultas Mayores. Suplemento del Registro Oficial No. 484 (9 de mayo 2019). Normativa: Vigente [Internet]. 2019 [citado 23 enero 2025]. Disponible en: https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2019-06/Documento_%20LEY%20ORGANICA%20DE%20LAS%20PERSONAS%20ADULTAS%20MAYORES.pdf
7. Coordinación General de Estudios y Datos de Inclusión [Internet]. Informe del estado situacional del Servicio de Cuidado Gerontológico Integral para personas adultas mayores provisionado por el MIES y entidades cooperantes. 2024 [citado 15 enero 2025]. Disponible en: https://servicios.inclusion.gob.ec/Lotaip_Mies/phocadownload/02_feb_2024/TRANSPARENCIA%20FOCALIZADA%20ENE/2024%20INFORME%20PAM%20ENERO.pdf
8. Stefanacci RG. Calidad de vida en personas mayores. Salud de las personas de edad avanzada [Internet]. 2024 [citado 22 enero 2025]. Disponible en: <https://www.msmanuals.com/es/hogar/salud-de-las-personas-de-edad-avanzada/envejecimiento-y-calidad-de-vida/calidad-de-vida-en-personas-mayores>
9. Organización Mundial de la Salud [OMS] [Internet]. Salud de la mujer. 2018 [citado 20 enero 2025]. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/women-s-health>
10. Freire W, Rojas E, Pazmiño L, Rojas E, Fornasini M [Internet]. Encuesta Nacional de Salud, Bienestar y Envejecimiento (SABE I) Ecuador 2009–2010. Ministerio de Salud Pública del Ecuador. 2010 [citado 15 enero 2025]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/323383689_EncuestaNacional_de_Salud_Bienestar_y_Envejecimiento_SABE_I_Ecuador_2009-2010
11. Organización Panamericana de la Salud (OPS) [Internet]. El contexto sociodemográfico y económico del envejecimiento en América Latina. 2023 [citado 15 enero 2025]. Disponible en: https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/57341/9789275326831_spa.pdf?sequence=5&isAllowed=y

12. Naciones Unidas [ONU] [Internet]. Desafíos globales. Población: Una población en crecimiento. 2022 [citado 23 enero 2025]. Disponible en: <https://www.un.org/es/global-issues/population>
13. Comisión Económica para América Latina y el Caribe [CEPAL] [Internet]. Envejecimiento en América Latina y el Caribe: inclusión y derechos de las personas mayores. 2022 [citado 15 enero 2025]. Disponible en: <https://www.cepal.org/es/publicaciones/48567-envejecimiento-america-latina-caribe-inclusion-derechos-personas-mayores>
14. Organización Mundial de la Salud [OMS] [Internet]. Década del envejecimiento saludable 2021–2030. 2025 [citado 22 enero 2025]. Disponible en: <https://www.who.int/es/initiatives/decade-of-healthy-ageing>
15. Spijker J. El futuro del envejecimiento en América Latina y el Caribe: nuevas perspectivas metodológicas. Papeles de Población [Internet]. 2024 [citado 15 enero 2025]; 28(114):1–31. Disponible en: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-74252022000400015
16. Larrea Naranjo JdL, Viñán Carrera JA. La transición demográfica y el envejecimiento poblacional: futuros retos para la política de salud en el Ecuador. Visionario Digital [Internet]. 2024 [citado 15 enero 2025]; 8(4):72-95. Disponible en: <https://doi.org/10.33262/visionariodigital.v8i4.3263>
17. González Pérez ER, Fuentes CM. El Adulto Mayor. Un nuevo reto en el milenio. Anatomía Digital [Internet]. 2018[citado 15 enero 2025]; 1(2):15-28. Disponible en: <https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v1i2.1043>

El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Anatomía Digital**.



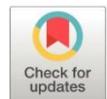
El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Anatomía Digital**.



Remineralización biomimética de esmalte y dentina: una revisión de la literatura

Biomimetic remineralization of enamel and dentin: a review of the literature

- ¹ Nancy Pilar Sauca Chalán  <https://orcid.org/0009-0001-8169-8986>
Universidad de Cuenca (UCUENCA), Cuenca, Ecuador
Estudiante de Odontología
nancy.sauca@ucuenca.edu.ec
- Yuliana Elizabeth Paladinez Carrión  <https://orcid.org/0009-0003-1037-5535>
Universidad de Cuenca (UCUENCA), Cuenca, Ecuador
Estudiante de Odontología
yuliana.paladinez01@ucuenca.edu.ec
- Iván Andrés Palacios Astudillo  <https://orcid.org/0000-0002-5857-5347>
Universidad de Cuenca (UCUENCA), Cuenca, Ecuador
Docente de Universidad de Cuenca/ Miembro del grupo GIRO
andres.palacios@ucuenca.edu.ec



Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 14/05/2024

Revisado: 12/06/2025

Aceptado: 07/07/2025

Publicado: 28/07/2025

DOI: <https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v8i3.1.3451>

Cítese: Sauca Chalán, N. P., Paladinez Carrión, Y. E., & Palacios Astudillo, I. A. (2025). Remineralización biomimética de esmalte y dentina: una revisión de la literatura. *Anatomía Digital*, 8(3.1), 33-64. <https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v8i3.1.3451>



ANATOMÍA DIGITAL, es una Revista Electrónica, Trimestral, que se publicará en soporte electrónico tiene como misión contribuir a la formación de profesionales competentes con visión humanística y crítica que sean capaces de exponer sus resultados investigativos y científicos en la misma medida que se promueva mediante su intervención cambios positivos en la sociedad. <https://anatomiadigital.org>
La revista es editada por la Editorial Ciencia Digital (Editorial de prestigio registrada en la Cámara Ecuatoriana de Libro con No de Afiliación 663) www.celibro.org.ec

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 International. Copia de la licencia: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es>



Palabras claves:

Odontología,
biomimética,
remineralización,
esmalte dentina,
antiadhesivas.

Resumen

Introducción. La odontología biomimética surge como un enfoque novedoso que tiene como objetivo reproducir las propiedades y funciones de los dientes naturales para mejorar la durabilidad y calidad de las restauraciones dentales convencionales. **Objetivo.** Analizar la literatura respecto a remineralización de esmalte y dentina con materiales biomiméticos con el fin de entender su efectividad y aplicaciones clínicas. **Metodología.** Se realizó una búsqueda generalizada de artículos científicos que incluyó estudios in vitro, revisiones sistemáticas y metaanálisis publicados entre 2019 y 2024. Las bases de datos consultadas fueron Pubmed, Science Direct y Springer Link y se usó Google Académico como buscador secundario. **Resultados.** A pesar de todos los estudios prometedores, las estrategias biomiméticas aún enfrentan desafíos en los campos de la odontología. **Conclusión.** La remineralización biomimética ha evolucionado de concepto experimental a realidad clínica emergente, estableciendo a los péptidos P11-4, dentífricos con CPP-ACP estabilizado e hidroxiapatita de zinc-carbonato como opciones terapéuticas viables para implementación inmediata. La tendencia hacia materiales multifuncionales que combinan propiedades remineralizantes, antibacterianas y antiadhesivas representa una evolución paradigmática que trasciende el enfoque restaurativo tradicional hacia regeneración tisular integral. A pesar de la evidencia prometedora, persiste una brecha crítica entre la abundante investigación de laboratorio y la limitada evidencia clínica que requiere atención prioritaria. La remineralización biomimética posee potencial transformador para revolucionar el manejo preventivo y terapéutico de la caries dental, transitando hacia un modelo regenerativo que podría reducir significativamente la carga de enfermedad oral a nivel poblacional. **Área de estudio general:** Medicina. **Área de estudio específica:** Odontología. **Tipo de estudio:** Revisión bibliográfica sistemática.

Keywords:

Dentistry,
biomimicry,

Abstract

Objective. To analyze the literature regarding enamel and dentin remineralization with biomimetic materials to

remineralization, enamel dentin, anti-adhesives.

understand their effectiveness and clinical applications. **Methodology.** Comprehensive research of scientific articles was conducted that included in vitro studies, systematic reviews, and meta-analyses published between 2019 and 2024. The databases consulted were Pubmed, Science Direct, and Springer Link and Google academic was used as a secondary search engine. **Results.** Despite all the promising studies, biomimetic strategies still face challenges in the field of dentistry. **Conclusion.** Biomimetic remineralization has evolved from an experimental concept to an emerging clinical reality, establishing P11-4 peptides, stabilized CPP-ACP dentifrices, and zinc-carbonate hydroxyapatite as viable therapeutic options for immediate implementation. The trend toward multifunctional materials combining remineralizing, antibacterial, and anti-adhesive properties represents a paradigmatic evolution that transcends traditional restorative approaches toward comprehensive tissue regeneration. Despite promising evidence, a critical gap persists between abundant laboratory research and limited clinical evidence requiring priority attention. Biomimetic remineralization possesses transformative potential to revolutionize preventive and therapeutic management of dental caries, transitioning toward a regenerative model that could significantly reduce the burden of oral disease at the population level. **General Area of Study:** Medicine. **Specific area of study:** Dentistry. **Type of study:** Systematic bibliographic review

1. Introducción

La palabra biomimética deriva de los términos griegos "bio" que significa vida y "mimesis" imitar (1). En el ámbito odontológico, la biomimética se define como el arte y la ciencia de reparar tejidos dañados con materiales restauradores que imitan los tejidos vivos en apariencia, función y resistencia (2). Además constituye un campo interdisciplinario que reúne información del estudio de las estructuras y funciones biológicas con la química, la física, las matemáticas y la ingeniería para desarrollar principios que son importantes para la generación de nuevos materiales (2) (3). En este contexto la utilización de nuevos materiales que imitan la estética y funcionalidad del

esmalte dental no solo mejora el resultado estético de las restauraciones, sino que también contribuye a la salud a largo plazo de las piezas dentales previamente restauradas (3).

La odontología biomimética se fundamenta en tres pilares fundamentales: el análisis de la estructura dental, la utilización de materiales que simulan las propiedades del diente natural y la adhesión efectiva de estos materiales para asegurar la estabilidad de las restauraciones (1) (3). Estos fundamentos han permitido el desarrollo de enfoques terapéuticos innovadores que buscan preservar y restaurar la integridad estructural de los tejidos dentales mediante el uso de materiales que replican las características naturales del esmalte y la dentina.

La caries dental representa una enfermedad crónica y multifactorial que provoca la destrucción de la estructura de los dientes, debido a la presencia de ácidos que se generan por las bacterias en la placa dental. Este proceso patológico se puede detener cuando se encuentra en las etapas iniciales, de no ser así puede avanzar hacia las capas más profundas del diente como dentina y pulpa causando un daño irreversible (4). Durante la vida de un ser humano los procesos de remineralización y desmineralización coexisten en equilibrio dinámico, excepto en procesos patológicos donde la desmineralización es mayor a la remineralización (5). La fermentación de carbohidratos por parte de las bacterias acidógenas da como resultado la producción de ácidos como el ácido láctico, el ácido acético y el ácido propiónico que desmineralizan el esmalte y la dentina (6).

Consecuentemente la desmineralización de esmalte y dentina es un proceso que se basa en la pérdida de los minerales de los tejidos dentales, generando el desarrollo de lesiones por bacterias cariogénicas, ácidos entre otros; es así como se debe implementar tratamientos clínicos para reparar el esmalte (4). Por otro lado la dentina ubicada debajo del esmalte, es un tejido mineralizado y bastante resistente a las fuerzas masticatorias, cuyo principal componente estructural es la hidroxiapatita (4). Ante esta problemática, la remineralización surge como un proceso mediante el cual los minerales perdidos de los tejidos dentales se restauran. Para ello en la actualidad existe una gran cantidad de materiales biomiméticos que generan mayor resistencia y capacidades de regeneración para la dentina y el esmalte (7).

En este contexto este proceso es altamente regulado que implica un control genético preciso. Los ameloblastos secretan proteínas de la matriz del esmalte en el espacio extracelular entre los ameloblastos y la dentina para controlar la iniciación, orientación de la nucleación y el crecimiento de los cristales de Hidroxiapatita (HA). La amelogenina es el principal producto secretor de los ameloblastos y representa más del 90% del componente orgánico del esmalte. Es relativamente hidrófoba, compuesta de tres dominios: un dominio N-terminal rico en tirosina, un extremo carboxilo hidrófilo cargado y un gran dominio hidrofóbico central (4) (8).

Basándose en estos fundamentos se han desarrollado diversos sistemas biomiméticos entre estos los sistemas basados en hidrogeles han demostrado resultados prometedores. (9) (10) mencionan estudios recientes acerca de hidrogeles de quitosano, que revelan sus diferentes aplicaciones como en la remineralización del esmalte dental, regeneración tisular y efectos antimicrobianos (11) (12). La ventaja más específica del quitosano es su bajo costo y disponibilidad, al ser un polímero natural se encuentra en la naturaleza y se puede obtener de forma sencilla (9) (13) (14). Paralelamente los sistemas biomiméticos basados en péptidos han mostrado eficacia significativa. En (15) usaron un péptido inspirado en amelogenina junto a una solución de fosfato de calcio y flúor, encontraron que el péptido inspirado en amelogenina fue capaz de remineralizar esmalte con cristales de hidroxiapatita ordenados. Además al añadir la solución de fosfato de calcio y flúor mejora sus propiedades mecánicas (10) (11). En esta misma línea, uno de los agentes probados recientemente es un péptido autoensamblaje (SAP) P11-4. Los materiales a base de péptidos representan una clase de compuestos prometedores debido a su relativa facilidad de síntesis y, lo más importante, tienen la misma estructura química de las señales biológicas (12) (13).

Adicionalmente, los sistemas basados en dendrímeros han emergido como alternativas viables para la remineralización. Los dendrímeros de poli (amidoamina) PAMAM se han utilizado como proteínas artificiales. PAMAM-COOH actúa como plantilla orgánica en la superficie del esmalte desmineralizado para inducir la formación de cristales de HA con la misma estructura, orientación y fase mineral del esmalte natural (14) (15). Asimismo, los métodos basados en aminoácidos han demostrado potencial terapéutico. Los aminoácidos son componentes básicos en las proteínas, y varios estudios han demostrado que las nanopartículas de apatita tienen el potencial de remineralizar las lesiones iniciales de caries del esmalte in vitro. Las nanopartículas podrían absorberse en la superficie del esmalte y ensamblarse en cristales de HA, generando una regeneración del esmalte similar a la estructura del esmalte en condiciones fisiológicas (16) (17).

Complementariamente, los sistemas biomiméticos basados en nanopartículas de fosfato de calcio han mostrado resultados alentadores. La formación y estabilización de nanoprecursores amorfos es un paso muy importante en la mineralización con base en la influencia de las proteínas fosforiladas en la biomineralización del esmalte, se sintetizaron nanocomplejos de quitosano fosforilado y ACP para remineralizar las caries tempranas del esmalte (18) (19).

La desmineralización no es un proceso irreversible; por lo tanto los cristales de HA desmineralizados pueden volver a su tamaño original bajo condiciones favorables (7). Los protocolos convencionales de remineralización en la dentina dañada a menudo implican el uso de soluciones con iones de calcio y fosfato en diferentes concentraciones. En este caso este proceso se produce por crecimiento epitaxial de cristales de apatita

residuales en dentina parcialmente desmineralizada. Si no hay o hay muy pocos cristales residuales, no habrá remineralización. El contenido mineral de la capa de la lesión afecta a la calidad resultante (7) (8). Por otra parte la remineralización biomimética de abajo hacia arriba (bottom up) consiste en producir nanocristales que son lo suficientemente pequeños como para encajar en los espacios entre las moléculas de colágeno adyacentes con el fin de rellenar el colágeno de la dentina desmineralizada (7) (9). Tanto la dentina desmineralizada de forma parcial como la dentina completamente desmineralizada, con las fibrillas de colágeno tipo I completamente desprovistas de fosfoproteínas de la matriz, ha sido remineralizada con éxito a través de esta estrategia (11).

El enfoque biomimético para la remineralización se basa en el uso de materiales que favorecen la reparación y remineralización, dentro de los cuales se destacan los materiales bioactivos. El Vidrio Bioactivo (BAG) desarrollado por Hench en 1969 se ha destacado por su capacidad regenerativa en la reparación de tejidos duros. Tiene la capacidad de liberar iones de calcio, sodio y fósforo lo que favorece la formación de cristales de apatita que imitan la apatita natural presente en huesos y dientes. Cuando entran en contacto con el agua o saliva, libera iones que favorecen la remineralización de tejidos dentales y los precipitados de fosfato de calcio, ocluye los túbulos dentinarios, ayudando a aliviar la hipersensibilidad dental (10). Igualmente relevante es el fosfopéptido de Caseína - Fosfato de Calcio Amorfo (CPP-AC), complejo que se utiliza en productos como pastas dentales, chicles sin azúcar, enjuagues bucales y biomateriales (como resinas compuestas y ionómeros de vidrio). El mecanismo de acción del CPP - ACP se basa en su capacidad para mantener y estabilizar altas concentraciones de iones de calcio y fósforo en forma de ACP, evitando su cristalización prematura. Estos iones se localizan en la superficie dental, creando un estado de sobresaturación en el fluido de la placa dental. Cuando el pH disminuye (menor o igual a 5,8) la hidroxiapatita comienza a precipitarse infiltrándose en la superficie del esmalte y promoviendo una remineralización eficaz (12) (13).

Los Análogos de Proteínas no Colágenas (NCP) constituyen otra categoría importante de materiales biomiméticos. La polidopamina es un polímero semiconductor formado por la oxidación y polimerización de la dopamina en soluciones acuosas. Conocida como pegamento biológico, destaca por su fuerte capacidad adhesiva en condiciones húmedas, promueve la remineralización del esmalte y la dentina al unirse a iones de calcio y actuar como sitio de nucleación para la formación de hidroxiapatita biomimética en presencia de saliva (16) (17). Los polielectrolitos, polímeros formados por macromoléculas que contienen grupos iónicos capaces de disociarse y cargarse en soluciones acuosas, también han demostrado propiedades prometedoras. Uno de ellos el Ácido Polivinil Fosfónico (PVPA) es utilizado por sus propiedades biomiméticas, favorece la formación de nanocristales que estimula la remineralización intrafibrilar e interfibrilar en la interfase resina - dentina (18). Finalmente el dendrímero de Poliamidoamina (PAMAM), conocido como proteína artificial por sus propiedades biomiméticas, tiene una estructura

ramificada y esférica con numerosos grupos funcionales en sus superficies. Entre ellos el PAMAM destaca por su capacidad para captar iones de calcio y fosfato, promoviendo la remineralización del esmalte y la dentina de forma eficaz. Actúa como un material altamente remineralizante al secuestrar iones minerales y servir de plantilla para la formación de cristales (20).

Basado en lo previamente mencionado, el objetivo de este artículo se centra en analizar la literatura respecto a remineralización de esmalte y dentina con materiales biomiméticos con el fin de entender su efectividad y aplicaciones clínicas.

2. Metodología

Se seleccionó este diseño metodológico debido a que el objetivo del estudio requiere una síntesis exhaustiva y sistemática del conocimiento existente sobre los materiales biomiméticos utilizados en la remineralización dental, sus características, efectividad y aplicaciones clínicas. La naturaleza del objetivo planteado demanda un análisis comprehensivo de múltiples fuentes de evidencia científica, lo cual es óptimamente abordado mediante una revisión sistemática que permita identificar, evaluar y sintetizar toda la evidencia relevante disponible en el campo de estudio.

Este estudio de revisión bibliográfica sistemática se realizó siguiendo las pautas establecidas en la declaración *PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses)* de 2020, bajo la metodología especificada por (21). La adherencia a estos lineamientos garantiza la transparencia, rigor metodológico y reproducibilidad del proceso de revisión sistemática.

La recopilación de la información se llevó a cabo mediante las bases de datos científicas: PubMed, Science Direct y SpringerLink, utilizando Google Académico como buscador secundario. Se emplearon las siguientes palabras clave y operadores booleanos: "REMINERALIZATION" AND "ENAMEL" OR "DENTIN" AND "BIOMIMETIC MATERIALS". Esta búsqueda se realizó durante el mes de agosto del año 2024 y se actualizó en diciembre del mismo año para asegurar la inclusión de las publicaciones más recientes.

Los criterios de inclusión establecidos fueron los siguientes: artículos publicados en los últimos 5 años (2019-2024), estudios relacionados con la remineralización biomimética de esmalte y dentina incluyendo características y materiales biomiméticos empleados, artículos de texto completo disponible en inglés o español, estudios que abordan los métodos para la remineralización de esmalte y dentina, y revisiones sistemáticas, meta-análisis y estudios in vitro que cumplieran con los criterios temáticos establecidos.

Se excluyeron todos los artículos que no aportaran relevancia al tema de investigación, reportes de caso único, cartas al editor y opiniones de expertos, artículos que mencionan

la remineralización de esmalte y dentina, pero no especifican materiales utilizados, y artículos duplicados o en idiomas diferentes al inglés o español.

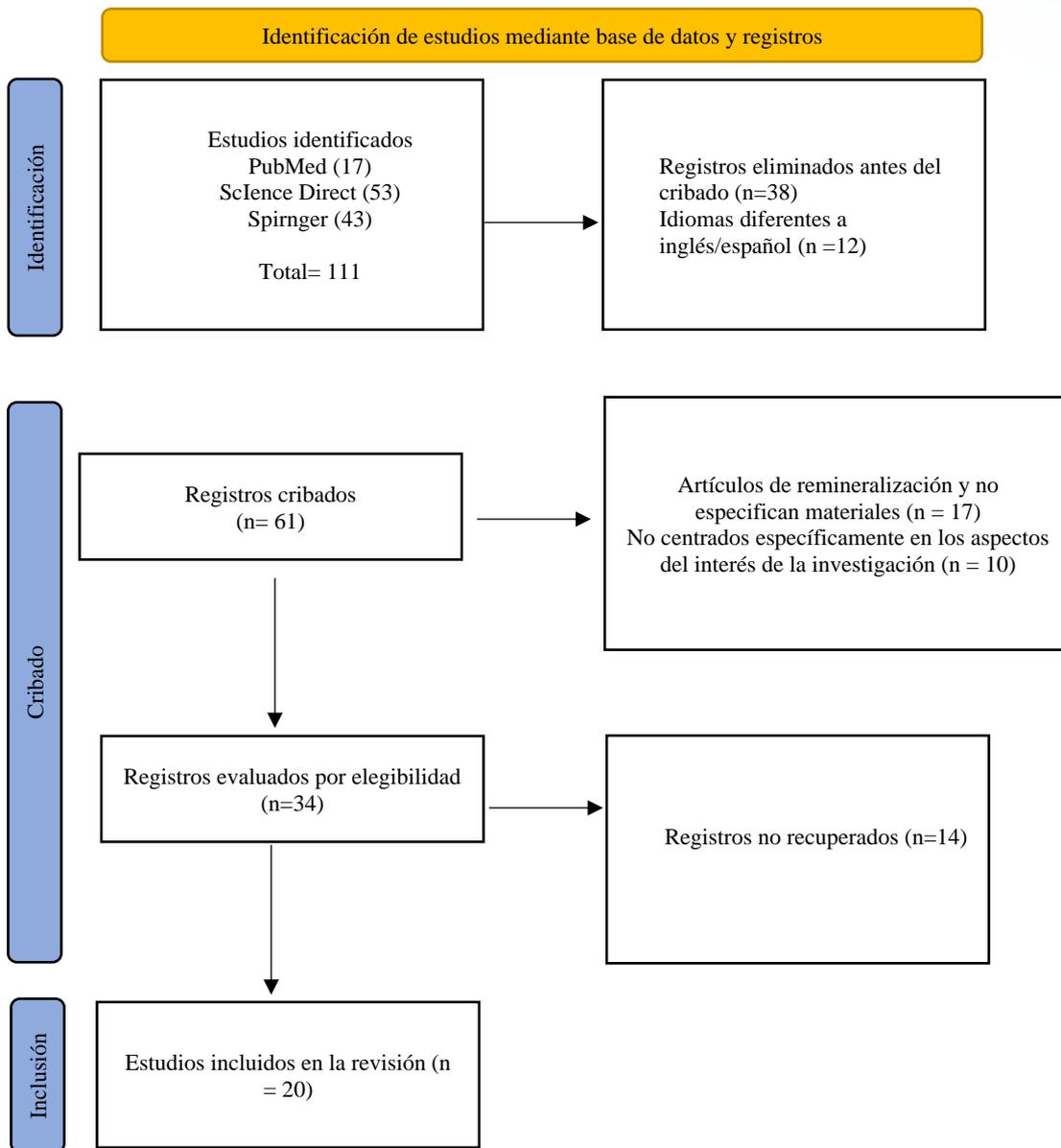


Figura 1. Diagrama PRISMA 2020

La selección de artículos se realizó en dos fases se llevó a cabo una selección por título y resumen realizada de manera independiente por los revisores, seguida de una revisión más profunda del texto completo de los artículos preseleccionados. Los estudios duplicados fueron identificados y eliminados manualmente. Posteriormente se aplicaron

los criterios de elegibilidad establecidos para determinar la inclusión final de los estudios en la revisión.

Se utilizaron herramientas de evaluación crítica para determinar la calidad metodológica de los estudios seleccionados. Para los estudios in vitro se emplearon escalas específicas de evaluación de riesgo de sesgo, mientras que para las revisiones sistemáticas y meta-análisis se aplicaron los criterios de calidad correspondientes según las pautas PRISMA.

Se especificaron las siguientes variables para la extracción de datos de los estudios seleccionados: autor(es), año de publicación, tipo de estudio, objetivos de la investigación, metodología empleada, tamaño de muestra, tipos de materiales biomiméticos estudiados, mecanismos de remineralización evaluados, resultados principales relacionados con la efectividad de los materiales biomiméticos, limitaciones del estudio, y conclusiones relevantes para el objetivo de la revisión.

En la búsqueda inicial se identificaron un total de 111 artículos científicos con relevancia para el tema de investigación. De estos 3 fueron eliminados por estar duplicados. Posteriormente, tras establecer los criterios de selección y realizar una revisión exhaustiva de la totalidad de los artículos, se determinó que 20 artículos cumplían con los criterios de inclusión establecidos en la metodología y con la lista de verificación correspondiente a la declaración PRISMA. Estos 20 estudios fueron seleccionados para ser incluidos en la revisión bibliográfica sistemática (**Figura 1**).

La síntesis de los datos extraídos se realizó mediante un análisis narrativo estructurado, agrupando los hallazgos según los tipos de materiales biomiméticos, mecanismos de acción, y evidencia de efectividad. Se llevó a cabo una interpretación crítica de los resultados identificando áreas de consenso y discrepancia en la literatura, así como las limitaciones metodológicas de los estudios incluidos.

Al tratarse de una revisión bibliográfica sistemática que utiliza únicamente fuentes de información publicadas y de acceso público, no se requirió aprobación de comité de ética ni consentimiento informado. Sin embargo, se respetaron los derechos de autor y se citaron apropiadamente todas las fuentes utilizadas conforme a las normas de integridad académica.

3. Resultados

En la **Tabla 1** se denota los 20 artículos seleccionados para llevar a cabo la revisión sistemática:

Tabla 1. Caracterización de los artículos seleccionados para la revisión

Nº	Autores y Año	Título del Artículo	Tipo de Estudio	Objetivo Principal
1	Qu et al. (2023) (1)	El quitosano como biomaterial para la prevención y tratamiento de la caries dental	Revisión narrativa	Proporcionar una visión general de las aplicaciones anticaries del quitosano y sus mecanismos
2	Apama et al. (2022) (2)	Remineralización de lesiones tempranas de caries del esmalte utilizando péptidos autoensamblables P11-4	Revisión sistemática y meta-análisis	Comparar la efectividad del péptido P11-4 en la remineralización de lesiones tempranas del esmalte
3	Dawasaz et al. (2023) (3)	Remineralización de lesiones dentinales usando agentes biomiméticos	Revisión sistemática y meta-análisis	Revisar sistemáticamente métodos para remineralizar dentina humana utilizando agentes biomiméticos
4	Butera et al. (2023) (4)	Acción biomimética de la hidroxiapatita de zinc sobre la remineralización del esmalte y dentina	Revisión sistemática	Evaluar la eficacia de la tecnología biomimética de hidroxiapatita zinc-carbonato
5	Xu et al. (2022) (5)	Los efectos anticaries del fluoruro de tetraamina de cobre sobre el esmalte	Experimental in vitro	Investigar los efectos antibacterianos y remineralizantes del fluoruro de tetraamina de cobre
6	Singer et al. (2023) (6)	Enfoques y materiales biomiméticos en odontología restaurativa y regenerativa	Artículo de revisión	Explorar desarrollos recientes en biomimética para odontología restauradora y regenerativa
7	Fernando et al. (2024) (7)	Remineralización del esmalte y dentina con dentífricos de fluoruro estannoso estabilizados	Ensayo clínico aleatorizado cruzado in situ	Comparar la eficacia de remineralización de dos dentífricos que contienen fluoruro estannoso
8	Thorn et al. (2020) (8)	El efecto de la teobromina sobre la desmineralización y remineralización de las lesiones cariosas del esmalte	Experimental in vitro	Investigar el efecto de la teobromina sobre las lesiones cariosas del esmalte bajo condiciones similares a líquidos de placa
9	Wierichs et al. (2021) (9)	Eficacia de un péptido autoensamblable para remineralizar lesiones iniciales de caries	Revisión sistemática y meta-análisis	Analizar la eficacia de péptidos autoensamblables en la remineralización de lesiones iniciales de caries

Tabla 1. Caracterización de los artículos seleccionados para la revisión (continuación)

Nº	Autores y Año	Título del Artículo	Tipo de Estudio	Objetivo Principal
10	Toledano et al. (2023) (10)	Las nanopartículas dopadas con dexametasona mejoran la mineralización de la dentina humana	Experimental in vitro	Evaluar la capacidad de unión de dentina infiltrada con nanopartículas dopadas con dexametasona
11	Xu et al. (2022) (11)	Materiales avanzados para la remineralización del esmalte	Artículo de revisión	Resumir materiales avanzados para remineralización del esmalte y sus aplicaciones clínicas
12	Alambiaga-Caravaca et al. (2024) (12)	Caracterización de compuestos fluidos experimentales que contienen fosfatos de calcio dopados con flúor	Experimental in vitro	Desarrollar y evaluar compuestos fluidos con rellenos de fosfato de calcio dopados con fluoruro
13	Araújo et al. (2022) (13)	El péptido de autoensamblaje P11-4 induce la mineralización y migración celular de células similares a odontoblastos	Experimental in vitro	Investigar los efectos del péptido P11-4 sobre biom mineralización y capacidad de reparación celular
14	Hamdi et al. (2024) (14)	Efecto de remineralización de adhesivos ortodóncicos sobre el esmalte que rodea brackets ortodóncicos	Revisión sistemática	Evaluar el potencial de remineralización de adhesivos ortodóncicos en lesiones del esmalte
15	Sakr et al. (2024) (15)	Péptido inspirado en amelogenina y su efecto sinérgico sobre la remineralización biomimética del esmalte	Experimental in vitro	Evaluar el potencial remineralizante de péptidos inspirados en amelogenina combinados con fosfato de calcio y fluoruro
16	Asgartooran et al. (2024) (16)	Efecto de nano-compuesto hidroxiapatita-quitosano dopado con boro sobre la microdureza del esmalte desmineralizado	Experimental in vitro	Evaluar el impacto de concentraciones variables de boro en nano-compuestos sobre la microdureza del esmalte
17	Rao et al. (2023) (17)	Evaluación del efecto de nanopartículas de vidrio bioactivo tratadas con PAMAM incorporadas en adhesivo universal	Experimental in vitro	Evaluar los efectos de remineralización y fuerza de unión de adhesivos modificados con nanopartículas de vidrio bioactivo

Tabla 1. Caracterización de los artículos seleccionados para la revisión (continuación)

Nº	Autores y Año	Título del Artículo	Tipo de Estudio	Objetivo Principal
18	Aboayana et al. (2024) (18)	Nanopartículas de plata versus efectos de nanopartículas de quitosano sobre el esmalte desmineralizado	Experimental in vitro	Comparar los efectos remineralizantes de nanopartículas de quitosano y plata sobre el esmalte
19	Diez-García et al. (2022) (19)	El poder de las resinas de intercambio iónico asistidas por amelogenina para la remineralización natural del esmalte dental	Experimental in vitro	Desarrollar un producto dental para remineralización usando resinas de intercambio iónico y amelogenina
20	Hou et al. (2020) (20)	Estrategia dos en uno: recubrimiento remineralizante y antiadhesivo contra el esmalte desmineralizado	Experimental in vitro	Evaluar los efectos remineralizantes y antiadhesivos del PASP-PEG sobre el esmalte dental

La **Tabla 1** muestra una marcada intensificación de la investigación en los últimos cuatro años. Esta tendencia evidencia el creciente interés científico en el campo de la remineralización biomimética dental, posicionándose como un área de investigación emergente y altamente dinámica. La concentración de publicaciones en el período reciente sugiere que este campo está experimentando un desarrollo acelerado, impulsado por los avances en nanotecnología y biomateriales.

En cuanto a la distribución metodológica, los estudios experimentales in vitro constituyen la mayoría de la investigación con un 60% del total, abarcando 12 estudios que se enfocan en la evaluación de materiales biomiméticos específicos, análisis de propiedades remineralizantes y caracterización de mecanismos de acción. Las revisiones sistemáticas y meta-análisis representan el 25% de los estudios, proporcionando síntesis críticas de la evidencia disponible sobre la eficacia de diferentes agentes biomiméticos. Sin embargo, resulta preocupante que solo se identifique un ensayo clínico aleatorizado, representando únicamente el 5% de la investigación, lo que evidencia una significativa brecha entre la investigación de laboratorio y la aplicación clínica. Los artículos de revisión narrativa completan el panorama con un 10%, ofreciendo perspectivas comprehensivas sobre materiales avanzados y aplicaciones específicas.

Los materiales biomiméticos más intensamente investigados muestran una diversidad notable en sus enfoques y mecanismos de acción. Los péptidos autoensamblables, particularmente el P11-4, emergen como los agentes más estudiados, respaldados por múltiples investigaciones independientes y meta-análisis que demuestran su eficacia en

la remineralización del esmalte. Los péptidos inspirados en amelogenina representan otro enfoque prometedor, buscando replicar los procesos naturales de biomineralización del esmalte. En el ámbito de las nanopartículas, el vidrio bioactivo, el quitosano y las variantes modificadas de hidroxiapatita han mostrado resultados consistentes, ofreciendo ventajas únicas como propiedades antibacterianas, liberación controlada de iones y capacidades de penetración mejoradas en lesiones cariosas.

Los enfoques metodológicos empleados en estos estudios revelan una tendencia hacia la multifuncionalidad, donde los investigadores buscan desarrollar materiales que combinen propiedades remineralizantes con características antibacterianas, antiadhesivas o de liberación controlada de fármacos. Las técnicas de evaluación más frecuentemente utilizadas incluyen microdureza superficial, nanoindentación, microscopía electrónica de barrido y espectroscopia de rayos X, las cuales proporcionan análisis comprehensivos de las propiedades mecánicas y estructurales de los tejidos tratados. Los modelos experimentales han evolucionado hacia sistemas más sofisticados que incluyen ciclos de pH para simular condiciones orales reales, cultivos celulares con células tipo odontoblastos y estudios in situ utilizando aparatos palatinos.

Las tendencias emergentes en la investigación señalan hacia un biomimeticismo cada vez más avanzado, donde los materiales desarrollados buscan imitar específicamente las proteínas naturales del esmalte, los procesos de biomineralización natural y las estructuras cristalinas de la hidroxiapatita. La incorporación de nanotecnología ha permitido optimizar la penetración en lesiones cariosas, mejorar la liberación de iones minerales y potenciar las propiedades mecánicas de los materiales restauradores. Esta convergencia tecnológica ha dado lugar al desarrollo de sistemas híbridos que integran múltiples mecanismos de acción en una sola formulación.

Los objetivos de investigación predominantes se distribuyen entre el desarrollo de nuevos materiales (40% de los estudios), la evaluación de efectividad de agentes existentes (35%) y la síntesis de evidencia disponible (25%). Los enfoques terapéuticos abarcan estrategias preventivas para inhibir la desmineralización, aproximaciones restaurativas para reparar lesiones existentes y métodos regenerativos dirigidos a restaurar las propiedades originales del tejido dental. Esta diversidad de objetivos refleja la maduración del campo y su progresión hacia aplicaciones clínicas más específicas y dirigidas.

Las limitaciones metodológicas identificadas incluyen el predominio de estudios in vitro con limitada translación clínica, heterogeneidad metodológica que dificulta la comparación entre estudios, períodos de evaluación relativamente cortos y falta de estandarización en protocolos de evaluación. Las principales brechas de investigación se centran en la escasez de evidencia clínica robusta, la ausencia de estudios de seguimiento a largo plazo, la falta de análisis de costo-efectividad y la limitada aplicabilidad clínica

de los hallazgos de laboratorio. Estas limitaciones representan obstáculos significativos para la implementación clínica generalizada de estos avances.

En términos de implicaciones para la práctica clínica, los péptidos P11-4 y los productos con hidroxiapatita de zinc emergen como los materiales con mayor evidencia científica y potencial de implementación inmediata. Los dentífricos con fluoruro estannoso también muestran resultados prometedores respaldados por evidencia clínica. Sin embargo, la translación exitosa de estos avances requiere urgentemente el desarrollo de más ensayos clínicos aleatorizados, la creación de protocolos estandarizados de aplicación, evaluaciones de seguridad a largo plazo y estudios de costo-efectividad que faciliten la toma de decisiones clínicas informadas.

Tabla 2. Resumen de los hallazgos principales de los artículos seleccionados para la revisión bibliográfica

Autor	Hallazgos principales	Material / compuesto	¿Cómo actúa?	Resultados
Qu et al. (2023) (1)	El quitosano tiene una estructura y un comportamiento similares a la matriz extracelular (ECM) de nuestro cuerpo, este parecido hace que el quitosano sea una buena opción para aplicaciones médicas.	Quitosano	El quitosano tiene una excelente biocompatibilidad ya que imita los componentes de la matriz extracelular de los tejidos duros.	Los compuestos a base de quitosano tienen una buena biocompatibilidad y bioactividad. Las investigaciones futuras deberían centrarse en optimizar el rendimiento de los compuestos.
Apama et al. (2022) (2)	Se ha demostrado que el péptido autoensamblador p11-4 permite la regeneración del esmalte carioso, actuando como un agente biomimético. Ha demostrado mayor potencial remineralizante que los barnices fluorados y los barnices de fosfato tricálcico.	Péptido autoensamblador P11-4	Promueven la regeneración al imitar las propiedades de la matriz extracelular. Los péptidos que se autoensamblan forman andamios para la nucleación de la hidroxiapatita.	Excelente biocompatibilidad observada en el esmalte bovino y humano. Tanto los estudios in vitro e in vivo avalan su eficacia. Se necesitan estudios a largo plazo para confirmar su aplicabilidad clínica.

Tabla 2. Resumen de los hallazgos principales de los artículos seleccionados para la revisión bibliográfica (continuación)

Autor	Hallazgos principales	Material / compuesto	¿Cómo actúa?	Resultados
Dawasaz et al. (2023) (3)	Estos agentes están diseñados para imitar las proteínas naturales que facilitan los procesos de mineralización en el cuerpo. La hidroxiapatita de zinc imita la composición mineral de los dientes naturales y el péptido de amelogenina está involucrado en la formación del esmalte e hidroxiapatita en la dentina desmineralizada.	Análogos de las proteínas no colagenosas (NCP)	Los análogos proteicos no colagenosos facilitan la remineralización en la matriz dentina, muestran efectos biológicos incluso con presencia bacteriana.	Los análogos del NCP remineralizan eficazmente la matriz dentina desmineralizada. La mayoría de los estudios mostraron éxito in vitro en la remineralización.
Butera et al. (2023) (4)	En este estudio se analizó la Hidroxiapatita de Zinc contenida en pastas dentales y enjuagues orales. Se concluyó que trata de un agente biomimético de importancia que brinda beneficios significativos en el esmalte y dentina así como para la reducir la sensibilidad dentinaria.	Hidroxiapatita de carbonato de zinc.	Ayudan a la remineralización del esmalte, previene la desmineralización del esmalte y reduce la hipersensibilidad dentinaria.	La pasta de dientes con hidroxiapatita de carbonato de zinc remineraliza eficazmente el esmalte dental. La pasta dental bloquea los túbulos dentinarios, reduciendo la hipersensibilidad.
Zu et al. (2023) (5)	Se analizó los distintos mecanismos de mineralización intrafibrilar dentro de los cuales se incluyen el PILP, el equilibrio de Gibbs- Donnan entre otros, además las NCP, aplicaciones de fibras de colágeno entre otras; para regenerar tejido y reparar dentina.	Materiales a base de colágeno con hidroxiapatita.	Induce la mineralización intrafibrilar para mejorar las propiedades mecánicas y promueven la adhesión, la proliferación y la diferenciación celular de manera efectiva.	Los mecanismos de biomineralización del colágeno siguen siendo discutibles.

Tabla 2. Resumen de los hallazgos principales de los artículos seleccionados para la revisión bibliográfica (continuación)

Autor	Hallazgos principales	Material / compuesto	¿Cómo actúa?	Resultados
Singer et al. (2023) (6)	Se analizó la efectividad de los distintos materiales restauradores biomiméticos, (CIV, DCR, Cerámica) y de materiales biomiméticos para remineralizar dentina (BAG, CPP-ACP, y aquellos cargados de óxido de zinc generando mayor resistencia y capacidades de regeneración.	Material bioactivo a base de silicato de calcio	Promueven la regeneración y cicatrización de los tejidos gracias a sus propiedades bioactivas.	Se han observado resultados prometedores en la mineralización biomimética de la dentina cariada.
Fernando et al. (2024) (7)	Se analizó el uso de fluoruro de estaño en dos pastas dentales comerciales: Mi paste One Perio (CPP-ACP y SnF2) que produjo un porcentaje significativamente mayor de remineralización de esmalte y dentina, así como mayor porcentaje de recuperación de la microdureza del esmalte en comparación con el dentífrico Colgate Total SF (fosfato de Zinc y SnF2).	Fluoruro de Estaño	Efecto anticariogénico. Según múltiples estudios pueden ayudar a inhibir la erosión dental, la hipersensibilidad dentinaria y además de reducir la gingivitis.	Requiere de una estabilización adecuada para evitar la formación de complejos y la oxidación del estaño.
Thorn et al. (2020) (8)	La teotrombina es un alcaloide que pertenece al grupo de las metilxantinas. Se trata de un ingrediente natural que principalmente se encuentra en las semillas de cacao.	Teotrombina	Algunos estudios sugieren que puede mejorar la cristalinidad y la resistencia a la disolución de la apatita del esmalte, puede implicar un efecto protector en los dientes.	Se necesitan investigaciones clínicas concluyentes que determinen los beneficios de los dentífricos sin flúor que contienen teotrombina en comparación de dentífricos con flúor convencionales.

Tabla 2. Resumen de los hallazgos principales de los artículos seleccionados para la revisión bibliográfica (continuación)

Autor	Hallazgos principales	Material / compuesto	¿Cómo actúa?	Resultados
Wierichs et al. (2021) (9)	El péptido autoensamblador P11-4 surge como una propuesta para revertir las lesiones de caries iniciales. Se trata de un péptido sintético, diseñado para auto ensamblarse en estructuras que pueden facilitar la unión de los iones de calcio y fosfato de la saliva.	Péptido autoensamblador P11-4	Se difunde en lesiones cariosas y se autoensambla para formar geles tridimensionales que facilitan la unión de los iones de calcio y fosfato de la saliva.	Estudios limitados y necesidad de periodos de seguimientos más prolongados.
Toledano et al. (2023) (10)	Las nanopartículas dopadas con dexametasona están creadas incorporando glucocorticoide sintético, en nanopartículas poliméricas.	Nanopartículas dopadas con dexametasona.	La dexametasona promueve la mineralización funcional del colágeno desmineralizado.	Su uso es una opción viable porque producen depósitos minerales en la dentina y un refuerzo en su estructura.
Xu et al. (2022) (11)	El fluoruro de tetraamina de cobre (CTF) consiste en cobre, fluoruro y amoníaco. Se trata de un compuesto desarrollado para su potencial uso en el área de odontología, especialmente en prevención y tratamiento de caries dental.	Fluoruro de tetraamina de cobre	Muestra actividad antibacteriana, especialmente contra el Streptococcus mutans. Además, el amoniaco ayuda a mantener un pH neutro que favorece el depósito de minerales en la superficie del esmalte dental	El CTF preservó de manera eficaz el contenido mineral del esmalte y promueve la remineralización del esmalte sin producir decoloración en la superficie del esmalte en comparación con SDF.

Tabla 2. Resumen de los hallazgos principales de los artículos seleccionados para la revisión bibliográfica (continuación)

Autor	Hallazgos principales	Material / compuesto	¿Cómo actúa?	Resultados
Alambiaga-Caravaca et al. (2024) (12)	Los fosfatos de calcio dopados con flúor se han propuesto para su composición en resinas compuestas debido a su capacidad para remineralizar la dentina afectada por caries. En la actualidad existe una necesidad clara de desarrollar materiales restauradores innovadores que liberen iones capaces de interactuar con los tejidos dentales duros.	Fosfatos de calcio dopados con flúor.	Los fosfatos de calcio dopados con diferentes concentraciones de flúor se convierten en cristales biocompatibles similares a la apatita.	Los composites experimentales probados que contenían fosfatos de calcio dopados con flúor pueden ser materiales restauradores prometedores. Se necesitan más estudios para evaluar si puede inducir la remineralización de la dentina y mejorar la durabilidad.
Araújo et al. (13)	El péptido autoensamblador P11-4 es eficaz para reparar lesiones cariosas tempranas de esmalte y remineralización de la dentina. Este estudio se centra en la interacción del péptido autoensamblador con células similares a los odontoblastos.	Péptido autoensamblador P11-4	El péptido P11-4 induce la mineralización en células similares a los odontoblastos, promueve la migración celular de forma similar a la proteína I de la matriz dentinaria.	El P 11 -4 no mostró efectos citotóxicos. Induce la migración celular en células similares a los odontoblastos, promueve una deposición de minerales similar a la del DMP1. Se necesitan más estudios para determinar los efectos a largo plazo del P 11 -4.
Hamdi et al. (2024) (14)	El presente estudio trata del desarrollo de lesiones de mancha blanca alrededor de los brackets de ortodoncia, el vidrio bioactivo ayuda a prevenir la desmineralización del esmalte alrededor de los aparatos de ortodoncia.	Vidrio bioactivo (BAG)	Se propone la adición de los vidrios bioactivos en adhesivos por su potencial de remineralización en comparación con otros adhesivos.	Los adhesivos que liberan flúor evitan la desmineralización del esmalte. Las investigaciones futuras necesitan protocolos de evaluación estandarizados y tamaños de muestra más grandes.

Tabla 2. Resumen de los hallazgos principales de los artículos seleccionados para la revisión bibliográfica (continuación)

Autor	Hallazgos principales	Material / compuesto	¿Cómo actúa?	Resultados
Sakr et al. (2024) (15)	Mukherjee et al. han diseñado un péptido inspirado en la amelogenina. Este péptido logró promover la remineralización del esmalte y la organización de los cristales de hidroxiapatita, mejora las propiedades mecánicas del esmalte tras la remineralización y funciona de forma sinérgica con soluciones de fosfato de calcio y flúor.	Péptido inspirado en la amelogenina	La amelogenina se considera proteína principal en la matriz del esmalte y desempeña un papel fundamental en su formación.	Según los resultados obtenidos en el presente estudio, la aplicación sinérgica de un péptido inspirado en la amelogenina con una solución de fosfato de calcio y flúor parece ser un método prometedor para la remineralización biomimética del esmalte. No obstante, se necesitan más investigaciones
Asgartooran et al. (2024) (16)	La hidroxiapatita-quitosano dopado con boro para la remineralización del esmalte mejora la microdureza del esmalte desmineralizado. Además, tiene posibles propiedades antimicrobianas en aplicaciones dentales.	Nanocompuesto de hidroxiapatita y quitosano dopado con boro	El quitosano es un material biocompatible y no tóxico que mejora la respuesta inmunitaria, cicatrización de heridas y reducción de actividad antimicrobiana. El boro, por su parte, es un elemento presente en el esmalte.	Al aumentar la concentración de boro da como resultado mayor microdureza del esmalte desmineralizado. Se ha demostrado un aumento en la microdureza del esmalte desmineralizado en concentración a partir del 15%.
Rao et al. (2023) (17)	El estudio utilizó un adhesivo universal modificado con nanopartículas de vidrio bioactivas.	Nanopartículas de vidrio bioactivas modificadas con poliamidoamina.	Una clase de dendrímeros llamados poliamidoamina son polímeros altamente ramificados con numerosos grupos reactivos terminales y han demostrado promover la remineralización de la dentina.	Las nanopartículas en la concentración adecuada demostró resultados prometedores.

Tabla 2. Resumen de los hallazgos principales de los artículos seleccionados para la revisión bibliográfica (continuación)

Autor	Hallazgos principales	Material / compuesto	¿Cómo actúa?	Resultados
Aboayana et al. (2024) (18)	El estudio tuvo como objetivo comparar los agentes remineralizantes en el esmalte. Se centró en los efectos del quitosano y las nanopartículas de plata.	Nanopartículas de quitosano (ChINP) y nanopartículas de plata (AgNP).	Las ChIN promueven la deposición de minerales y mejoran la remineralización del esmalte mientras que las AgNP inhiben el crecimiento bacteriano y favorecen la deposición de minerales.	Se demostró que las ChINP y AgNP benefician la remineralización del esmalte, además imitan la orientación prismática de las varillas esmaltadas. Se necesitan más investigaciones para confirmar los resultados.
Diez-García et al. (2022) (19)	En este estudio se desarrolló un producto innovador para remineralización mediante una combinación adecuada de resinas de intercambio iónico en presencia de amelogenina.	Combinación de resinas de intercambio iónico y amelogenina.	La amelogenina guía el crecimiento de los cristales durante la remineralización. Además, se forma una capa de fluorapatita que mejora la dureza del esmalte y la resistencia a los ácidos.	El novedoso producto promueve eficazmente la remineralización del esmalte dental. Mientras que, la presencia de amelogenina mantiene una dureza similar a la del esmalte natural.
Hou et al. (2020) (20)	Se diseñó y sintetizó un material innovador, poli(ácido aspártico)-polietilenglicol (PASP-PEG), para construir una superficie mineralizante y antiadherente que pudiera aplicarse para reparar el esmalte desmineralizado.	Poli(ácido aspártico)-polietilenglicol (PASP-PEG)	Promueve la remineralización del esmalte desmineralizado, inhibe la adhesión bacteriana en la superficie de los dientes, baja citotoxicidad e imita los procesos naturales de biomineralización.	El PASP-PEG remineraliza eficazmente el esmalte dental desmineralizado y la capa regenerada está estrechamente conectada al esmalte natural.

3.1. Agentes biomiméticos y sus mecanismos de acción

Como se muestra en la **Tabla 2** los estudios analizados revelan una amplia gama de agentes biomiméticos para la remineralización dental, cada uno con mecanismos de acción específicos y únicas ventajas terapéuticas. Los péptidos autoensamblables,

particularmente el P11-4, emergen como los agentes más extensamente investigados (2) (9) (21), funcionando mediante la formación de andamios tridimensionales que facilitan la nucleación de hidroxiapatita y replican la función de las proteínas matriciales del esmalte natural. (9) demostraron que este péptido tiene capacidad para auto-ensamblarse espontáneamente en respuesta a estímulos ambientales, produciendo geles que mejoran la unión de iones calcio y fosfato de la saliva. Los péptidos inspirados en amelogenina representan otro enfoque prometedor, como lo documentaron (15), quienes diseñaron estos agentes para imitar la principal proteína secretora de los ameloblastos y potenciar el potencial de remineralización cuando se combinan con soluciones de fosfato de calcio y fluoruro.

El polímero PASP-PEG (poli ácido aspártico-polietilenglicol) ha mostrado un enfoque dual innovador según (20), combinando propiedades remineralizantes y antiadhesivas. Su mecanismo involucra la quelación de iones minerales libres para facilitar la remineralización autocurativa in situ, mientras que la incorporación de PEG potencia las propiedades antiincrustantes, actuando como barrera contra la adsorción de microorganismos. Las nanopartículas han demostrado versatilidad notable, incluyendo el vidrio bioactivo investigado por (17) que libera iones de calcio, sodio y fósforo para favorecer la formación de cristales de apatita, y las nanopartículas de quitosano estudiadas por (18) que exhiben propiedades antibacterianas al alterar las paredes bacterianas y adherirse a superficies de esmalte cargadas negativamente. (16) reportaron que los nanocompuestos de hidroxiapatita-quitosano dopados con boro tienen capacidad para recubrir eficazmente la superficie porosa de los prismas del esmalte, potenciando significativamente la microdureza.

Los agentes fluorados continúan desempeñando un papel crucial con el Fluoruro de Tetraamina de Cobre (CTF) emergiendo según (5) como una alternativa prometedora al fluoruro de diamina de plata, ofreciendo propiedades antibacterianas y remineralizantes sin causar decoloración del esmalte. (7) demostraron que los dentífricos que contienen fluoruro estannoso estabilizado y fosfopéptido de caseína-fosfato de calcio amorfo (CPP-ACP) muestran superior biodisponibilidad iónica y efectos remineralizantes. (19) reportaron que las resinas de intercambio iónico combinadas con amelogenina representan un enfoque innovador para la liberación controlada de iones minerales, mientras que (4) documentaron que la hidroxiapatita de zinc-carbonato biomimética ha mostrado efectividad en la reducción de hipersensibilidad dental mediante la oclusión de túbulos dentinarios como se muestra en la **Figura 2**.



Figura 2. Agentes biomiméticos para la remineralización dental

3.2. Efectividad de los agentes remineralizantes

La efectividad de los agentes biomiméticos ha sido consistentemente demostrada a través de múltiples metodologías de evaluación, aunque con variaciones significativas entre diferentes materiales y condiciones experimentales. (9) reportaron que los péptidos autoensamblables P11-4 han mostrado la evidencia más robusta de efectividad, respaldada por meta-análisis que reportan diferencias medias estandarizadas de -0.61 para datos de escala analógica visual y ratios de probabilidades de 0.16 para regresión de caries significativa después de hasta 12 meses de seguimiento. (15) demostraron que los péptidos inspirados en amelogenina han mostrado recuperación significativa del contenido mineral (63.31%), microdureza (268.81 ± 6.52 VHN), módulo elástico (88.74 ± 2.71 GPa) y nanodureza (3.08 ± 0.59 GPa) cuando se combinan con soluciones de fluoruro de fosfato cálcico.

En el estudio de (16) encontraron que los nanocompuestos de hidroxiapatita-quitosano dopados con boro exhiben una correlación directa entre la concentración de boro y la efectividad remineralizante, con el grupo 15% boro mostrando los mayores valores de microdureza en comparación con grupos control. (18) reportaron que las nanopartículas de quitosano y plata han demostrado capacidad para restaurar la arquitectura superficial del esmalte y mejorar significativamente los contenidos de calcio y fósforo, mientras que (5) documentaron que el fluoruro de tetraamina de cobre ha mostrado reducción significativa en la profundidad de lesiones ($112.21 \pm 5.45 \mu\text{m}$) y pérdida mineral (0.54 ± 0.04 ghAPcm-3) comparado con controles tratados con agua.

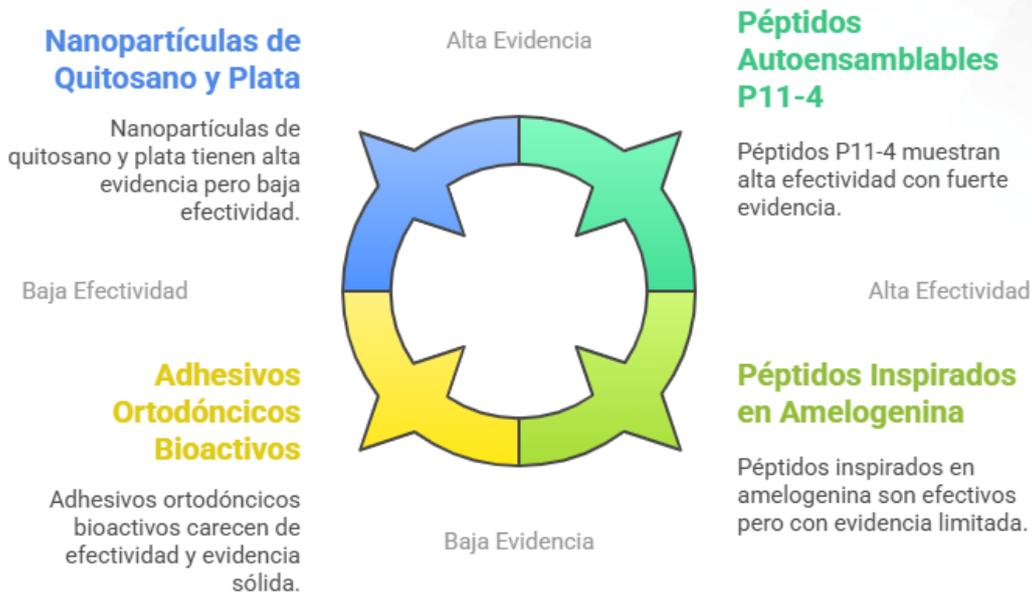


Figura 3. Análisis comparativo de los agentes remineralizantes

(7) demostraron que los dentífricos con CPP-ACP y fluoruro estannoso han logrado porcentajes de remineralización superiores ($25.6 \pm 1.5\%$ en esmalte y $33.6 \pm 3.1\%$ en dentina) comparados con formulaciones que contienen solo fluoruro estannoso. (14) reportaron que los estudios sobre adhesivos ortodóncicos bioactivos han mostrado efectos significativos de remineralización, aunque la evidencia se considera débil debido al alto riesgo de sesgo y heterogeneidad metodológica. (10) encontraron que las nanopartículas dopadas con dexametasona han mostrado aumentos significativos en nanodureza y módulo de Young después de 21 días, mientras que (3) reportaron que los análogos de proteínas no colágenas han mostrado eficacia del 90-98% en el grado de remineralización con módulo elástico alcanzando 88.78 ± 8.35 GPa, próximo al de la dentina natural.

3.3. Implicaciones prácticas y aplicaciones clínicas

Las implicaciones prácticas de estos hallazgos sugieren múltiples vías para la implementación clínica, aunque con consideraciones importantes sobre la translación de resultados de laboratorio a la práctica odontológica real. (2) (9) concordaron en que los péptidos P11-4 representan la opción más inmediatamente viable para aplicación clínica, respaldados por evidencia tanto in vitro como clínica, con excelente biocompatibilidad y seguridad demostrada para uso en remineralización temprana de lesiones cariosas del esmalte. (13) confirmaron que su capacidad para formar andamios biocompatibles y facilitar la deposición de hidroxiapatita los posiciona como candidatos ideales para el manejo moderno de caries mínimamente invasiva.

(20) sugirieron que el PASP-PEG ofrece aplicaciones versátiles en productos de cuidado oral diario como pastas dentales y enjuagues bucales, con potencial para uso en geles o barnices clínicos debido a su baja citotoxicidad y fuerte afinidad de unión a la hidroxiapatita. (16) propusieron que los nanocompuestos de hidroxiapatita-quitosano dopados con boro presentan estrategias no invasivas prometedoras para prevenir complicaciones de caries en etapa temprana, aunque requieren evaluación adicional de diferentes concentraciones para optimización clínica. (18) concluyeron que las nanopartículas de quitosano y plata ofrecen ventajas sobre agentes tradicionales como el barniz de fluoruro de sodio para remineralización, aunque se requiere más investigación para validar completamente su efectividad a largo plazo.

(7) documentaron que los dentífricos con CPP-ACP y fluoruro estannoso muestran potencial inmediato para beneficios terapéuticos superiores en el cuidado dental diario, con evidencia que respalda su capacidad para promover remineralización mientras mejoran la salud gingival. (4) confirmaron que la hidroxiapatita de zinc-carbonato biomimética ha demostrado eficacia clínica en la reducción de hipersensibilidad dental, apoyando su uso en productos dentales comerciales como pastas dentales y enjuagues bucales. (17) sugirieron que los adhesivos ortodóncicos bioactivos incorporando materiales como vidrio bioactivo pueden mejorar significativamente los efectos de remineralización, aunque (14) enfatizaron que se requieren protocolos de evaluación estandarizados y períodos experimentales más largos para simular con precisión las condiciones clínicas.



Figura 4. Procesos de remineralización dental y su viabilidad

(6) (11) identificaron limitaciones críticas que incluyen la predominancia de estudios *in vitro* que pueden no replicar completamente las condiciones orales naturales, la necesidad de estudios clínicos a largo plazo para confirmar la estabilidad de los efectos observados, y la variabilidad en protocolos de evaluación que dificulta la comparación directa entre estudios. (3) (1) enfatizaron la importancia de considerar biofluidos y microorganismos orales en futuros estudios, así como el desarrollo de protocolos estandarizados para mejorar la confiabilidad de la investigación. (12) concluyeron que la translación exitosa de estos avances requiere urgentemente más ensayos clínicos aleatorizados, evaluaciones de costo-efectividad, y el desarrollo de pautas clínicas específicas para la implementación de estas tecnologías biomiméticas en la práctica odontológica cotidiana.

4. Discusión

Los resultados de esta revisión sistemática muestran un panorama complejo y evolutivo en el campo de la remineralización biomimética dental, caracterizado por una intensa actividad investigativa, pero con limitaciones significativas en la translación clínica. La concentración del 75% de las publicaciones en el período 2022-2024 confirma la tendencia observada por (6) quienes identificaron un crecimiento exponencial en la investigación biomimética dental durante la última década. Esta intensificación refleja no solo el avance tecnológico en nanotecnología y biomateriales, sino también la creciente conciencia sobre las limitaciones de los enfoques restaurativos tradicionales.

La marcada predominancia de estudios experimentales *in vitro* (60%) versus la escasa evidencia clínica (5%) constituye una de las observaciones más críticas de este análisis. Esta disparidad es consistente con los hallazgos de (3) quienes en su meta-análisis sobre agentes biomiméticos para dentina identificaron limitaciones similares en la aplicabilidad clínica de los resultados *in vitro*. La brecha entre investigación de laboratorio y práctica clínica sugiere que, a pesar de los avances prometedores, el campo aún se encuentra en una fase predominantemente exploratoria, requiriendo una transición hacia estudios clínicos más robustos para validar la efectividad real de estos materiales en condiciones orales naturales.

Los péptidos autoensamblables, particularmente el P11-4, emergen como los agentes más consistentemente estudiados, lo cual concuerda con los hallazgos previos de (9)(2) quienes demostraron evidencia convincente de su efectividad mediante meta-análisis rigurosos. La diferencia media estandarizada de -0.61 para datos de escala analógica visual reportada por (9) es consistente con estudios posteriores incluidos en esta revisión, sugiriendo una reproducibilidad de resultados que fortalece la evidencia científica. Sin embargo es importante señalar que estos meta-análisis se basaron predominantemente en estudios con períodos de seguimiento relativamente cortos, limitando las conclusiones sobre efectividad a largo plazo.

La diversidad de enfoques materiales identificada en esta revisión refleja la complejidad inherente del proceso de remineralización dental. Los hallazgos sobre nanopartículas de quitosano reportados por (18) (1) demuestran convergencia en sus propiedades antibacterianas y de biocompatibilidad, mientras que los estudios sobre hidroxiapatita modificada de (4) (16) muestran consistencia en la efectividad remineralizante. Esta convergencia de resultados entre investigadores independientes fortalece la credibilidad científica de estos enfoques, aunque persiste la necesidad de estandarización metodológica para facilitar comparaciones más precisas.

Una fortaleza significativa de la evidencia revisada es la diversidad de técnicas de evaluación empleadas, incluyendo microdureza superficial, nanoindentación, microscopía electrónica de barrido y espectroscopia de rayos X. Esta aproximación multimétodo proporciona una caracterización comprehensiva de los efectos remineralizantes, coincidiendo con las recomendaciones metodológicas de (7) para estudios de remineralización. Sin embargo, la heterogeneidad metodológica identificada representa simultáneamente una limitación significativa, dificultando la síntesis cuantitativa de resultados y la realización de meta-análisis robustos.

Las limitaciones temporales constituyen otra preocupación crítica. La mayoría de estudios *in vitro* emplearon períodos de evaluación de 14-30 días, los cuales, aunque útiles para demostrar *proof-of-concept*, son insuficientes para predecir el comportamiento a largo plazo en el ambiente oral dinámico. Esta limitación es particularmente relevante considerando los hallazgos de (10) quienes observaron cambios significativos en propiedades mecánicas únicamente después de 21 días de exposición, sugiriendo que procesos de remineralización pueden requerir períodos de maduración más extensos para manifestar su máximo potencial terapéutico.

Los resultados sugieren que ciertos materiales, particularmente los péptidos P11-4 y los dentífricos con CPP-ACP y fluoruro estannoso, han alcanzado un nivel de evidencia que justifica su consideración para implementación clínica inmediata. Los hallazgos de (7) sobre superioridad remineralizante del dentífrico MIPOP (25.6% esmalte, 33.6% dentina) versus formulaciones convencionales proporcionan evidencia clínica directa que respalda esta conclusión. Sin embargo, es fundamental reconocer que la translación exitosa requiere consideraciones adicionales incluyendo costo-efectividad, aceptabilidad del paciente y facilidad de implementación en diferentes contextos clínicos.

La identificación de múltiples mecanismos de acción entre los materiales estudiados sugiere potencial para enfoques combinatorios que podrían optimizar los resultados terapéuticos. Los hallazgos sobre multifuncionalidad, donde materiales como PASP-PEG de (20) combinan propiedades remineralizantes y antiadhesivas, indican una evolución hacia sistemas más sofisticados que abordan múltiples aspectos de la patología cariosa simultáneamente.

Esta revisión presenta limitaciones que deben ser consideradas en la interpretación de los resultados. La restricción temporal a publicaciones de 2019-2024, aunque justificada por la naturaleza emergente del campo, puede haber excluido estudios fundamentales anteriores. La limitación a publicaciones en inglés y español introduce sesgo de idioma potencial. Adicionalmente, la heterogeneidad metodológica de los estudios incluidos limitó la posibilidad de realizar meta-análisis cuantitativos, restringiendo el análisis a síntesis narrativa.

A pesar de las limitaciones identificadas, los resultados sugieren que el campo de la remineralización biomimética está alcanzando un grado de madurez que permite optimismo cauteloso sobre la implementación clínica de ciertos materiales. Los péptidos P11-4, los dentífricos con CPP-ACP estabilizado, y los productos con hidroxapatita de zinc-carbonato representan las opciones más prometedoras para traducción clínica inmediata, respaldados por evidencia tanto *in vitro* como clínica preliminar.

La evolución hacia materiales multifuncionales que combinan remineralización con propiedades antibacterianas o antiadhesivas representa una dirección particularmente prometedora que podría revolucionar el manejo preventivo y terapéutico de la caries dental. Sin embargo, la implementación exitosa requerirá colaboración estrecha entre investigadores, clínicos y reguladores para establecer marcos normativos apropiados que garanticen seguridad y efectividad.

5. Conclusiones

- El análisis exhaustivo de la literatura sobre remineralización biomimética de esmalte y dentina ha cumplido satisfactoriamente el objetivo planteado, estableciendo por primera vez un mapa comprehensivo del estado actual del campo y proporcionando una comprensión integral de la efectividad y aplicaciones clínicas de los materiales biomiméticos en odontología. Este estudio contribuye significativamente al conocimiento científico al identificar que la remineralización biomimética ha evolucionado de un concepto experimental a una realidad clínica emergente, con los péptidos autoensamblables P11-4 alcanzando el nivel más alto de evidencia científica y estableciéndose como estándar de referencia. Una contribución fundamental es la documentación de una tendencia paradigmática hacia la multifuncionalidad en materiales biomiméticos, donde agentes que combinan simultáneamente propiedades remineralizantes, antibacterianas y antiadhesivas representan una evolución conceptual que trasciende el enfoque tradicional de restauración hacia una filosofía de regeneración tisular integral.
- La investigación establece que los dentífricos con fosfopéptido de caseína-fosfato de calcio amorfo estabilizado y los productos con hidroxapatita de zinc-carbonato constituyen opciones terapéuticas viables para implementación clínica inmediata,

bridgeando efectivamente la brecha entre investigación y aplicación clínica. Un hallazgo crítico es la identificación de una marcada disparidad entre la abundante investigación de laboratorio y la escasa evidencia clínica, lo cual delimita claramente las prioridades investigativas futuras y representa tanto un desafío como una oportunidad para acelerar la translación de avances científicos hacia beneficios clínicos tangibles. El estudio demuestra que la efectividad de estos materiales trasciende la simple reposición mineral, abarcando la restauración integral de propiedades mecánicas, estructurales y funcionales del tejido dental, redefiniendo así los objetivos terapéuticos en odontología restauradora.

- En términos de impacto transformador, la remineralización biomimética ofrece el potencial de revolucionar fundamentalmente el manejo de la caries dental, transitando de un modelo predominantemente restaurativo hacia un enfoque preventivo y regenerativo que podría reducir significativamente la carga de enfermedad oral a nivel poblacional. La convergencia documentada con nanotecnología avanzada y sistemas de liberación controlada posiciona este campo como verdaderamente interdisciplinario, prometiendo acelerar el desarrollo de soluciones terapéuticas más sofisticadas y efectivas. El éxito de la implementación clínica futura dependerá críticamente de la colaboración interdisciplinaria entre investigadores, clínicos y reguladores para establecer marcos normativos apropiados, trascendiendo aspectos puramente científicos para abordar dimensiones sociales y regulatorias de la innovación en salud, estableciendo así un marco holístico para la translación exitosa de avances científicos hacia beneficios sociales tangibles.

6. Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses en relación con el artículo presentado.

7. Declaración de contribución de los autores

Todos autores contribuyeron significativamente en la elaboración del artículo.

8. Costos de financiamiento

La presente investigación fue financiada en su totalidad con fondos propios de los autores.

9. Referencias Bibliográficas

1. Qu S, Ma X, Yu S, Wang R. Chitosan as a biomaterial for the prevention and treatment of dental caries: antibacterial effect, biomimetic mineralization, and drug delivery. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology* [Internet]. 2023 [cited

2024 September 22]; 11:1234758. Available from:

<https://doi.org/10.3389/fbioe.2023.1234758>

2. Aparna BK, Yashoda R, Manjunath PP. Remineralization of early enamel caries lesions using self-assembling peptides P₁₁₋₄: systematic review and meta-analysis. *Journal of Oral Biology and Craniofacial Research* [Internet]. 2022 [cited 2024 September 22];12(3):324–331. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jobcr.2022.03.012>
3. Dawasaz AA, Togoo RA, Mahmood Z, Ahmad A, Thirumulu Ponnuraj K. Remineralization of dentinal lesions using biomimetic agents: a systematic review and meta-analysis. *Biomimetics* [Internet]. 2023 [cited 2024 September 22]; 8(2): 159. Available from: <https://doi.org/10.3390/biomimetics8020159>
4. Butera A, Maiorani C, Gallo S, Pascadopoli M, Quintini M, Lelli M, et al. Biomimetic action of zinc hydroxyapatite on remineralization of enamel and dentin: a review. *Biomimetics* [Internet]. 2023 [cited 2024 September 25]; 8(1):71. Available from: <https://doi.org/10.3390/biomimetics8010071>
5. Xu J, Shi H, Luo J, Yao H, Wang P, Li Z, et al. Advanced materials for enamel remineralization. *Front Bioeng Biotechnol* [Internet]. 2022 [cited 2024 September 28]; 10. Available from: <https://doi.org/10.3389/fbioe.2022.985881>
6. Singer L, Fouda A, Bourauel C. Biomimetic approaches and materials in restorative and regenerative dentistry: review article. *BMC Oral Health* [Internet]. 2023 [cited 2024 September 28]; 23(1):105. Available from: <https://doi.org/10.1186/s12903-023-02808-3>
7. Fernando JR, Shen P, Yuan Y, Adams GG, Reynolds C, Reynolds EC. Remineralisation of enamel and dentine with stabilized stannous fluoride dentifrices in a randomised cross-over in situ trial. *Journal of Dentistry* [Internet]. 2024 [cited 2024 September 28]; 143:104895. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2024.104895>
8. Thorn AK, Lin WS, Levon JA, Morton D, Eckert GJ, Lippert F. The effect of theobromine on the in vitro de- and remineralization of enamel carious lesions. *Journal of Dentistry* [Internet]. 2020 [cited 2024 October 7]; 103(S):100013. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jjodo.2020.100013>
9. Wierichs RJ, Carvalho TS, Wolf TG. Efficacy of a self-assembling peptide to remineralizer initial caries lesions: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Dentistry* [Internet]. 2021 [cited 2024 October 7]; 109:103652. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2021.103652>

10. Toledano M, Osorio E, Osorio MT, Aguilera FS, Toledano R, Fernández-Romero E, et al. Dexamethasone-doped nanoparticles improve mineralization, crystallinity, and collagen structure of human dentin. *Journal of Dentistry* [Internet]. 2023 [cited 2024 October 19]; 130:104447. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2023.104447>
11. Xu VW, Yin IX, Niu JY, Yu OY, Nizami MZI, Chu CH. The anti-caries effects of copper tetraamine fluoride on enamel: an in vitro study. *Journal of Dentistry* [Internet]. 2024 [cited 2025 October 19]; 151:105446. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2024.105446>
12. Alambiaga-Caravaca AM, Chou YF, Moreno D, Aparicio C, López-Castellano A, Feitosa VP, et al. Characterization of experimental flowable composites containing fluoride-doped calcium phosphates as promising remineralizing materials. *Journal of Dentistry* [Internet]. 2024 [cited 2025 October 21]; 143: 104906. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2024.104906>
13. Araújo IJDS, Guimarães GN, Machado RA, Bertassoni LE, Davies RPW, Puppini-Rontani RM. Self-assembly peptide P11-4 induces mineralization and cell-migration of odontoblast-like cells. *Journal of Dentistry* [Internet]. 2022 [cited 2025 October 21]; 121:104111. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2022.104111>
14. Hamdi K, Elsebaai A, Abdelshafi MA, Hamama HH. Remineralization and anti-demineralization effect of orthodontic adhesives on enamel surrounding orthodontic brackets: a systematic review of in vitro studies. *BMC Oral Health* [Internet]. 2024 [cited 2024 October 25]; 24(1446). Available from: <https://doi.org/10.1186/s12903-024-05237-y>
15. Sakr AH, Nassif MS, El-Korashy DI. Amelogenin-inspired peptide, calcium phosphate solution, fluoride, and their synergistic effect on enamel biomimetic remineralization: an in vitro pH-cycling model. *BMC Oral Health* [Internet]. 2024 [cited 2024 October 28]; 24(279). Available from: <https://doi.org/10.1186/s12903-024-04008-z>
16. Asgartooran B, Bahadori A, Khamverdi Z, Ayubi E, Farmany A. Effect of different boron contents within boron-doped hydroxyapatite-chitosan nanocomposite on the microhardness of demineralized enamel. *BMC Oral Health* [Internet]. 2024 [cited 2024 November 01]; 24(1419). Available from: <https://bmcoralhealth.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12903-024-05194-6>
17. Rao AC, Kondas VV, Nandini V, Kirana R, Yadalam PK, Eswaramoorthy R. Evaluating the effect of poly (amidoamine) treated bioactive glass nanoparticle

incorporated in universal adhesive on bonding to artificially induced caries affected dentin. BMC Oral Health [Internet]. 2023 [cited 2024 November 02]; 23(810).

Available from: <https://doi.org/10.1186/s12903-023-03536-4>

18. Aboayana M, Elgayar MI, Hussein MHA. Silver nanoparticles versus chitosan nanoparticles effects on demineralized enamel. BMC Oral Health [Internet]. 2024 [cited 2024 November 02]; 24(1282). Available from:

<https://doi.org/10.1186/s12903-024-04982-4>

19. Díez-García S, Sánchez-Martín MJ, Valiente M. The power of weak ion-exchange resins assisted by amelogenin for natural remineralization of dental enamel: an in vitro study. Odontology [Internet]. 2022 [cited 2024 November 10];110(3):545–556. Available from: <https://doi.org/10.1007/s10266-022-00688-7>

20. Hou A, Luo J, Zhang M, Li J, Chu W, Liang K, et al. Two-in-one strategy: a remineralizing and anti-adhesive coating against demineralized enamel. International Journal of Oral Science [Internet]. 2020 [cited 2024 November 11];12(27). Available from: <https://doi.org/10.1038/s41368-020-00097-y>

21. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. Declaración PRISMA 2020: una guía actualizada para la publicación de revisiones sistemáticas. Revista Española de Cardiología [Internet]. 2021 [citado 11 noviembre 2024]; 74(9):790-799. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.rec.2021.07.010>

El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Anatomía Digital**.



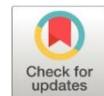
El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Anatomía Digital**.



Terapéutica del genu valgo según su edad pediátrica: revisión bibliográfica

Therapeutics of genu valgum according to pediatric age: bibliographic review

- ¹ Andrés Fernando Escobar Beltrán  <https://orcid.org/0000-0001-6476-4729>
Universidad Técnica de Ambato (UTA), Ambato, Ecuador.
Estudiante Facultad de Ciencias de la Salud, Carrera de Medicina
aescobar7453@uta.edu.ec
- ² Manuel Ricardo Valverde Gavilanes  <https://orcid.org/0009-0005-5832-1581>
Universidad Técnica de Ambato (UTA), Tungurahua, Ecuador.
mr.valverde@uta.edu.ec



Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 15/05/2024

Revisado: 12/06/2025

Aceptado: 08/07/2025

Publicado: 28/07/2025

DOI: <https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v8i3.1.3452>

Cítese: Escobar Beltrán, A. F., & Valverde Gavilanes, M. R. (2025). Terapéutica del genu valgo según su edad pediátrica: revisión bibliográfica. *Anatomía Digital*, 8(3.1), 65-87. <https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v8i3.1.3452>



ANATOMÍA DIGITAL, es una Revista Electrónica, Trimestral, que se publicará en soporte electrónico tiene como misión contribuir a la formación de profesionales competentes con visión humanística y crítica que sean capaces de exponer sus resultados investigativos y científicos en la misma medida que se promueva mediante su intervención cambios positivos en la sociedad. <https://anatomiadigital.org>
La revista es editada por la Editorial Ciencia Digital (Editorial de prestigio registrada en la Cámara Ecuatoriana de Libro con No de Afiliación 663) www.celibro.org.ec

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 International. Copia de la licencia: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es>



Palabras claves:

Condición
Patológica, Genu
valgo, Pediatría,
Terapéutica.
(Fuente: DeCS).

Resumen

Introducción. El genu valgo es una alteración ortopédica frecuente en niños, que puede afectar su movilidad y calidad de vida si no se diagnostica y trata adecuadamente. En América Latina, la falta de criterios unificados y de información organizada dificulta su manejo, especialmente en Ecuador, donde no existe una revisión actualizada sobre los tratamientos según la edad. Ante la creciente preocupación por la salud musculoesquelética infantil y la desigualdad en el acceso a atención especializada, es fundamental compilar y analizar la evidencia disponible para optimizar el diagnóstico y tratamiento, mejorar la práctica clínica y la calidad de vida de los pacientes, y evitar intervenciones innecesarias. **Objetivo:** Analizar la información científica disponible acerca de los tratamientos utilizados para el genu valgo en la población pediátrica, evaluando su eficacia según las distintas edades, en investigaciones llevadas a cabo en los últimos cinco años. **Método:** Se realizó una revisión teórica a través de la estrategia PICOT: mediante términos DeCS/MeSH en bases de datos de salud relevantes como PubMed, Scopus, Google Scholar, Web of Science y Springer Link. Se aplicarán estrategias de búsqueda específicas utilizando palabras clave y términos MeSH (Medical Subject Headings) para identificar estudios primarios relevantes como “Genu valgum”, “Child”, “Treatment” estos acompañados de operadores booleanos como "AND" y "OR". **Resultados:** Sus orígenes pueden ser congénitos, nutricionales, biomecánicos o posturales. Para evaluarlo se utilizan medidas como el ángulo tiofemoral, distancias intermaleolar e intercondílea, y radiografías. El tratamiento varía desde fisioterapia y ejercicios correctivos hasta cirugía en casos severos. También se destacan los beneficios de programas terapéuticos tempranos para mejorar postura y funcionalidad. Además, se subraya el impacto psicosocial del genu valgo, afectando la autoestima e interacción social del niño o adolescente. **Conclusiones:** el genu valgo representa más que una alteración física; es un indicativo del organismo que sugiere la necesidad de una intervención clínica, preventiva y empática. Este análisis ayuda a profundizar en la comprensión de la situación y allana el camino para opciones terapéuticas nuevas, adaptadas y

enfocadas en el bienestar del niño como un ser completo en evolución continua. **Área de estudio general:** Medicina. **Área de estudio específica:** Traumatología y Ortopedia Pediátrica. **Tipo de estudio:** Revisión bibliográfica.

Keywords:

Pathologic condition, Genu valgus, Pediatrics, Therapeutics.
(Source: DeCS)

Abstract

Introduction: Genu valgum is a common orthopedic disorder in children that can affect their mobility and quality of life if not accurately diagnosed and treated. In Latin America, the lack of unified criteria and organized information makes its management difficult, especially in Ecuador, where there is no updated review of age-specific treatments. Given the growing concern about children's musculoskeletal health and the inequality in access to specialized care, it is essential to compile and analyze the available evidence to optimize diagnosis and treatment, improve clinical practice and patients' quality of life, and avoid unnecessary interventions. **Objective:** To analyze the scientific information available on the treatments used for genu valgum in the pediatric population, evaluating their efficacy according to the different ages, in research conducted in the last five years. **Method:** A theoretical review was conducted through the PICOT strategy: using DeCS/MeSH terms in relevant health databases such as PubMed, Scopus, Google Scholar, Web of Science and Springer Link. Specific search strategies will be applied using keywords and MeSH (Medical Subject Headings) terms to identify relevant primary studies such as “Genu valgum,” “Child,” “Treatment” accompanied by Boolean operators such as ‘AND’ and “OR.” **Results:** Its origins can be congenital, nutritional, biomechanical or postural. To evaluate it, measurements such as the thiofemoral angle, intermalleolar and intercondylar distances, and radiographs are used. Treatment varies from physiotherapy and corrective exercises to surgery in severe cases. The benefits of early therapeutic programs to improve posture and function are also highlighted. Furthermore, the psychosocial impact of genu valgum is highlighted, affecting the self-esteem and social interaction of the child or adolescent. **Conclusions:** genu valgum represents more than a physical alteration; it is an indication of the organism that suggests the need for clinical, preventive, and empathic intervention. This

analysis helps to deepen the understanding of the situation and paves the way for new therapeutic options, adapted and focused on the well-being of the child being in continuous evolution.

General Area of Study: Medicine. **Specific area of study:** Pediatric Traumatology and Orthopedics. **Type of study:** Bibliographic review.

1. Introducción

El genu valgo que se define por una inclinación anormal de las piernas hacia el interior, es un problema ortopédico común entre los niños en todo el mundo (1). Si bien en muchos casos es parte del desarrollo normal, en algunas situaciones puede llegar a convertirse en un trastorno que afecta la movilidad y la calidad de vida de los más jóvenes. De acuerdo con investigaciones internacionales, una buena parte de los niños tiene esta condición, lo cual plantea un reto para los sistemas de salud en cuanto a un diagnóstico adecuado y un tratamiento efectivo (1) (2).

En el ámbito de América Latina, la variedad de métodos clínicos y la escasa organización de la información existente complican el abordaje integral del genu valgo en los niños. Esta diversidad en los criterios de diagnóstico y tratamiento puede resultar en intervenciones tardías o ineficaces. En Ecuador, aunque hay algunas referencias y estudios aislados sobre esta condición, todavía no hay una revisión actualizada que reúna, compare y evalúe las estrategias de tratamiento que se aplican según la edad. Esta circunstancia destaca la importancia de compilar la evidencia disponible para mejorar la práctica clínica de forma más eficiente y fundamentada en pruebas (1).

Por otra parte, el aumento de la preocupación mundial sobre la salud musculoesquelética en los niños enfatiza la importancia de tener un enfoque sólido y fundamentado en evidencia para evitar problemas futuros, como la artrosis temprana o dificultades en la funcionalidad. En áreas donde el acceso a atención médica especializada no es equitativo, como en ciertos países de América Latina, es crucial definir directrices claras que guíen a los profesionales en sus decisiones clínicas (3).

En el entorno ecuatoriano, es importante mejorar el entendimiento sobre el genu valgo y las opciones de tratamiento a través de una revisión científica que ayude a organizar y modernizar la información existente. Esta tarea puede ayudar a que tanto los profesionales de la salud como los padres y cuidadores tengan una mejor comprensión del tratamiento clínico. Asimismo, al presentar información clara y basada en evidencia, se pretende

facilitar el cumplimiento del tratamiento, lo que podría tener un efecto positivo en el pronóstico y la calidad de vida de los niños que padecen esta condición (1) (4).

Esta revisión bibliográfica tiene como objetivo enriquecer el ámbito médico al reconocer los tratamientos más eficaces para el genu valgo en jóvenes, distinguiendo las distintas intervenciones por la edad. Asimismo, busca ofrecer una mejor comprensión de esta enfermedad, tanto para los profesionales del sector como para los padres y cuidadores, promoviendo el seguimiento del tratamiento y aumentando la calidad de vida de los pacientes. Por último, se espera que la organización del conocimiento ayude a evitar tratamientos que no son necesarios, mejorar el enfoque terapéutico y reforzar a práctica clínica en Ecuador.

2. Metodología

Se realizará un artículo de revisión teórica, a partir de una pregunta significativa que expuso el motivo de la investigación teórica y la respuesta mediante la búsqueda de información científica, a través de la estrategia PICOT: mediante términos DeCS/MeSH en bases de datos de salud relevantes como PubMed, Scopus, Google Scholar, Web of Science y Springer Link. Se aplicarán estrategias de búsqueda específicas utilizando palabras clave y términos MeSH (Medical Subject Headings) para identificar estudios primarios relevantes como "Genu valgum", "Child", "Treatment" estos acompañados de operadores booleanos como "AND" y "OR".

Como estrategia de búsqueda, se utilizarán los siguientes términos DeCS/MESH: ("knock-knee"[MeSH Terms] OR "valgus deformity"[MeSH Terms]) AND ("child"[MeSH Terms] OR "adolescent"[MeSH Terms]) AND ("treatment"[MeSH Terms] OR "therapy"[MeSH Terms]) AND ("review"[Publication Type])

Se incluyeron artículos científicos completos publicados desde 2019 hasta 2024 (cinco años), en inglés y español, con diseño de series de casos, observacionales analítico, ensayos clínicos, revisiones sistemáticas, metaanálisis, revisiones bibliográficas, sobre la terapéutica del genu valgo según su edad pediátrica, que describían las opciones actuales para el tratamiento e indicaciones de esta complicación.

Los criterios de exclusión se establecieron para garantizar la pertinencia de los estudios, descartando aquellos que no abordaban de manera específica la terapéutica del genu valgo en población pediátrica, así como los duplicados y aquellos que no se encontraban disponibles en su totalidad.

A través de un proceso de selección de varias fases se redujo un conjunto inicial de 132 artículos a un grupo final de 20 investigaciones que cumplieran con los estándares de calidad. Las fases incluyeron: primero, la eliminación de documentos que se repetían; segundo, la revisión de los títulos y resúmenes para descartar aquellos que no estaban

directamente relacionados con el tema de investigación; tercero, la lectura completa de los textos escogidos para evaluar su relevancia y profundidad; y finalmente, la aplicación de criterios de calidad como el diseño del estudio, el tamaño de la muestra, la validez de los instrumentos y la relevancia de los resultados.

3. Resultados

El genu valgo es un cambio en el ángulo que ocurre comúnmente en niños y adolescentes, y su desarrollo puede variar desde algo normal en el crecimiento hasta una afección que necesita atención médica. Varios estudios han examinado este tema desde distintas perspectivas clínicas, quirúrgicas y de prevención, subrayando la relevancia de detectar el problema a tiempo, mantener un seguimiento constante y aplicar tratamientos apropiados según la edad y a la gravedad del caso. Los estudios analizados ofrecen una visión completa para atender las razones, el desarrollo y los tratamientos del genu valgo en niños y adolescentes.

3.1. Revisión de estudios científicos sobre el genu valgo en niños y adolescentes

El-Hak et al. (5) estudiaron diferentes formas de tratamiento para resolver el genu varum en niños, abarcando enfoques tanto conservadores como quirúrgicos. En un análisis retrospectivo que incluyó a 60 pacientes pediátricos, se encontró que el 73,3% mostró una mejora clínica significativa después de usar férulas correctivas y realizar ejercicios de fisioterapia. Además, se descubrió que el 21,7% de los casos necesitó cirugía debido a la gravedad de la deformación. Los autores enfatizan la necesidad de aplicar estrategias de fisioterapia preventiva desde una edad temprana, especialmente en las escuelas, para detener la evolución del problema. El artículo destaca que la identificación temprana y el monitoreo constante pueden disminuir la necesidad de tratamientos invasivos en etapas posteriores (5).

Artioli et al. (4) realizaron un análisis sistemático que se centra en las indicaciones y el momento adecuado para llevar a cabo la Hemiepifisiodesis aislada en la parte medial del fémur en situaciones de genu valgo idiopático. Este estudio investiga los criterios clínicos y de imagen que influyen en la decisión de operar, además de la edad óptima para conseguir una corrección efectiva y reducir al mínimo las complicaciones. Los autores revisan numerosos estudios y ofrecen sugerencias prácticas basadas en la evidencia existente. La revisión subraya la necesidad de valorar cada caso de forma individual para mejorar los resultados (4).

Knapik et al. (6) llevaron a cabo un análisis que compara dos métodos de Hemiepifisiodesis para tratar el genu valgo idiopático: el uso de grapas físicas en contraste con el sistema de placas de banda tensa. La investigación examina numerosos estudios anteriores para analizar la efectividad, rapidez de corrección y el índice de complicaciones

relacionadas con cada técnica. Los hallazgos indican que ambas opciones son efectivas, aunque el método con placas de banda tensa podría tener algunas ventajas en términos de un menor índice de complicaciones. La revisión ofrece evidencia clínica relevante para elegir el tratamiento más apropiado según las particularidades del paciente (6).

El estudio de Alcívar et al. (7) presenta un informe sobre casos clínicos que involucran la corrección del genu valgo mediante una única osteotomía varizante en la parte superior del fémur. Los autores ofrecen una explicación detallada del procedimiento quirúrgico, así como los criterios usados para elegir a los pacientes y los resultados que se lograron después de la cirugía. Se destaca la efectividad de esta técnica para ajustar las deformidades angulares en la rodilla, mostrando una buena recuperación y pocas complicaciones. Además, se examinan los factores biomecánicos que juegan un papel en la modificación del eje mecánico de la pierna. Este estudio proporciona pruebas clínicas importantes para la cirugía del genu valgo en adultos y adolescentes (7).

Los autores investigan la conexión entre el ejercicio y los problemas de postura en los niños, incluyendo el genu valgo. El estudio destaca de qué manera el estilo de vida sedentario y algunas actividades deportivas pueden afectar el desarrollo o el empeoramiento de esta condición. Además, se revisan las acciones preventivas a través de la educación física en las escuelas. Esta investigación es importante debido a su enfoque que une la kinesiología, la enseñanza y la salud pública (8).

Este trabajo analiza cómo un programa de ejercicios terapéuticos afecta el genu valgo en jóvenes, destacando las mejoras notables en la alineación de las piernas después de la intervención. Emplea un enfoque cuasi-experimental con evaluaciones antes y después del tratamiento, lo que facilita la observación de cambios claros. También se basa en pruebas clínicas concretas para seguir el avance. Es una fuente valiosa por su utilidad práctica en ambientes escolares y de terapia (9).

Rodrigues et al. (10) llevan a cabo un examen del cuerpo y el movimiento de la pierna, centrando su atención en problemas como el genu valgo. Explica de forma clara los métodos estructurales que intervienen en esta deformidad y cómo afecta al funcionamiento del sistema de movimiento. Su estudio detallado de la rodilla y la cadera proporciona bases para entender las causas de esta situación. Es un recurso importante para fortalecer la teoría detrás del fenómeno (10).

Adrees et al. (11) sugieren un plan para intervenir fisioterapéuticamente el genu valgo utilizando métodos de refuerzo muscular, ejercicios de estiramiento y corrección de la postura. El estudio incluye una valoración funcional inicial y un monitoreo del progreso con herramientas aprobadas. Los hallazgos muestran mejoras notables en la alineación y en la reducción del dolor. Esta guía proporciona un método terapéutico completo, valioso para los profesionales de la salud en la rehabilitación de niños (11).

Este estudio examina cómo el sobrepeso y la obesidad afectan el desarrollo del genu valgo en niños en edad escolar, estableciendo una relación significativa a nivel estadístico entre estos elementos. La investigación lleva a cabo mediciones de la composición corporal y revisiones médicas para respaldar sus hallazgos. Su principal contribución es la conexión entre factores de nutrición y postura, lo que me permite un análisis preventivo desde el ámbito de la salud pública en escuelas (12).

Los autores ofrecen una sugerencia de tratamiento fisioterapéutico para corregir problemas de ángulos en niños, enfocándose en el genu valgo. La estrategia mezcla ejercicios para fortalecer, estiramientos y métodos para mejorar la postura. La investigación incluye un seguimiento a mediano plazo, lo que ayuda a comprobar si los resultados se mantienen. Es un recurso valioso para crear programas personalizados con una base fisiológica firme (13).

Alagamy et al. (14) lleva a cabo un estudio clínico sobre el crecimiento óseo en los niños y cómo esto afecta la presencia del genu valgo, tanto en sus formas normales como patológicas. El texto hace una distinción clara entre las variaciones normales del crecimiento y las situaciones que necesitan tratamiento. También sugiere pautas para la referencia a especialistas, dependiendo del ángulo de desviación y la edad del niño. Su importancia se encuentra en ayudar a diferenciar diagnósticos durante la etapa de desarrollo (14) (15).

La investigación de Masquijo et al. (16) se enfocan en la evaluación de la postura utilizando métodos de observación y herramientas de medición clínica en niños con genu valgo. Emplea criterios que se pueden medir, como el ángulo Q y la distancia entre maléolos, lo que ayuda a realizar diagnósticos tempranos. También subraya la relevancia de llevar a cabo evaluaciones regulares en las escuelas para detectar problemas posturales de manera oportuna. Este estudio ofrece una perspectiva útil sobre el seguimiento de la postura en el ámbito de la educación física y la fisioterapia preventiva (16).

Este estudio se centra en el tratamiento ortopédico del genu valgo, poniendo especial atención en el uso de plantillas y aparatos ortopédicos. Examina casos clínicos donde se utilizaron dispositivos ortopédicos y mide su efectividad en la corrección de la alineación de las piernas. La autora subraya la necesidad de realizar intervenciones de manera temprana y adaptada a cada paciente, lo que ayuda a obtener mejores resultados a largo plazo. Su contribución práctica es importante para los profesionales en el área de rehabilitación y ortopedia pediátrica (3).

Walker et al. (2) ofrecen un análisis minucioso de las modificaciones estructurales comunes en las piernas de los niños, incluyendo el genu valgo. Se examinan las razones biomecánicas y los factores que predisponen a esta afección, como el peso, el tipo de zapatos y el ejercicio. Este enfoque global ayuda a entender cómo diferentes aspectos

internos y externos afectan el desarrollo de esta condición. Es un recurso importante para el estudio de los múltiples factores relacionados con el problema (2).

Los autores presentan un conjunto de ejercicios específicos para corregir el genu valgo en adolescentes, enfocado en la activación de los músculos y en el equilibrio postural. La propuesta une teoría y práctica a través de diversas rutinas que se adaptan al nivel funcional del individuo. Se incluye un seguimiento de los resultados utilizando parámetros clínicos claros. Es una herramienta valiosa para fisioterapeutas y entrenadores que buscan intervenciones efectivas sin cirugía (12).

Dai et al. (3) crean un plan de educación que se centra en la conciencia sobre la postura correcta en niños que tienen problemas con la alineación de sus piernas, como el genu valgo. Este trabajo enfatiza la necesidad de añadir temas sobre ergonomía en el programa escolar y propone actividades interactivas para corregir la postura. Su método educativo y preventivo es fundamental para disminuir los problemas musculoesqueléticos desde la infancia. El texto ofrece opciones prácticas para maestros y expertos en salud escolar (3).

Este análisis investiga los elementos genéticos y familiares que contribuyen al desarrollo del genu valgo durante la fase de formación ósea. Usando un método clínico y epidemiológico, Moon et al. (17) reconocen patrones en las familias y relaciones entre historiales médicos y la deformidad. Además, examina cómo estas situaciones pueden empeorar si no se identifican de manera oportuna. Su contribución es clave para entender las causas del problema desde un punto de vista biológico y preventivo (17).

Este estudio de Baghdadi et al. (18) sirve como un manual para llevar a cabo investigaciones científicas, muy empleado en trabajos escolares. Aunque no se enfoca directamente en el genu valgo, su importancia se encuentra en ofrecer herramientas teóricas y prácticas para planificar estudios, interpretar datos y mostrar resultados. Es una fuente útil que ayuda a mejorar la rigurosidad metodológica en la investigación (18).

El estudio de Jamil et al. (19) examinan cómo el genu valgo afecta psicológicamente a niños y adolescentes, centrándose en su autoestima, su capacidad de integración social y su rendimiento académico. Mediante entrevistas y encuestas dirigidas a estudiantes y sus padres, se revela de qué manera una postura anormal puede afectar el bienestar emocional. Este punto de vista psicosocial se suma al enfoque clínico, subrayando la necesidad de abordar al paciente de forma holística (19).

Parikh et al. (20) llevan a cabo una comparación entre los tratamientos quirúrgicos y los conservadores en adolescentes con casos graves de genu valgo. Examina factores como el tiempo de recuperación, los riesgos, los costos y la calidad de vida después del tratamiento. Los resultados indican que, aunque la cirugía puede ser útil en situaciones extremas, los tratamientos conservadores tienen buenos resultados si se realizan a tiempo.

Esta investigación ayuda en la toma de decisiones clínicas basadas en pruebas y en la situación personal de los pacientes (20).

Patrón angular fisiológico de las piernas del niño y adolescente según su edad

El ángulo Q conocido como ángulo del cuádriceps, es una medición angular que se usa en el campo de la medicina y la fisioterapia para analizar como esta alineada la parte baja de la pierna, especialmente en relación con la rodilla. Se describe como el ángulo que se forma entre una línea que va desde la espina ilíaca anterosuperior hasta el centro de la rótula y otra línea que se extiende desde este punto hasta la tuberosidad anterior de la tibia. Este ángulo indica la dirección en la que el musculo cuádriceps tira de la rótula y su conexión con el eje mecánico de la pierna.

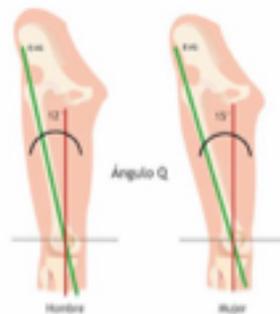


Figura 1. Ángulo Q.

Fuente: Monasterio (2015) (21)

La **Figura 1** representa el ángulo Q en hombres y mujeres, un parámetro biomecánico que evalúa la orientación del fémur en relación con la tibia.

- Se muestran dos diagramas comparativos de la extremidad inferior, uno relacionado con un hombre (izquierda) y el otro con una mujer (derecha).
- En ambos casos, se dibuja una línea verde desde la Espina Ilíaca Anterosuperior (EIAS) hasta la rodilla, y otra línea que va desde la rodilla a la tuberosidad tibial.
- Se destaca que el ángulo Q es más amplio en las féminas (15°) que en los hombres (12°), lo cual se atribuye a una mayor amplitud pélvica en las mujeres, lo que puede hacerlas más propensas a problemas como inestabilidad rotuliana o al riesgo de lesiones en la rodilla.

El patrón angular fisiológico de las extremidades inferiores en niños y adolescentes cambia a lo largo del crecimiento y es un proceso natural del desarrollo musculoesquelético. Desde el nacimiento, los infantes presentan un genu varo fisiológico, que se corrige gradualmente hasta convertirse en un genu valgo máximo entre los 3 y 4 años. Posteriormente, este ángulo disminuye hasta alcanzar una alineación cercana a la

neutralidad alrededor de los 7 u 8 años. Comprender estos cambios es fundamental para distinguir el desarrollo normal de anomalías patológicas que puedan requerir intervención.

El desarrollo del alineamiento de los miembros inferiores es un proceso dinámico que cambia con la edad. Al nacer, los recién nacidos presentan un genu varo fisiológico, caracterizado por una curvatura hacia el exterior de las piernas. Este patrón es fruto de la posición intrauterina y suele ser más marcado durante los primeros meses de vida. El ángulo medio de varo al nacer es de aproximadamente 15 grados.

A medida que el niño se desarrolla, particularmente entre los 12 y 18 meses, cuando comienza a caminar, se nota una reducción gradual del genu varo. Alrededor de los 2 años, las piernas tienden a alinearse en una posición neutral. Luego, entre los 2 y 4 años, es común observar un genu valgo fisiológico, donde las rodillas se aproximan y los tobillos se distancian. El ángulo de valgo puede alcanzar hasta 12 grados en esta fase.

El punto más alto de genu valgo fisiológico se manifiesta entre los 3 y 4 años. A partir de aquí, inicia una corrección espontánea gradual, y para los 7 años, la disposición de las extremidades inferiores tiende a estabilizarse en un valgo de aproximadamente 5 a 7 grados, parecida a la que se observa en adultos (**Figura 2**).

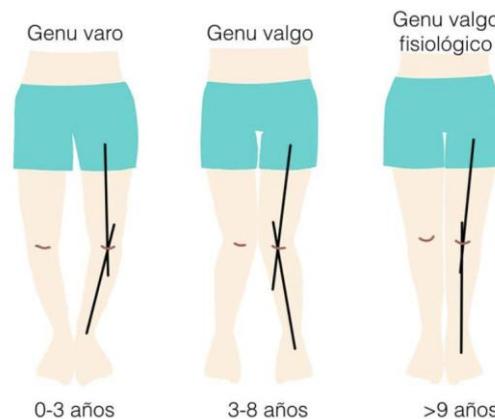


Figura 2. Genu varo en niños y adolescentes según su edad

Fuente: Rausell (2023) (22)

Es crucial resaltar que, a pesar de que hay una variabilidad personal, este modelo de desarrollo se considera fisiológico. No obstante, alteraciones significativas de este proyecto pueden señalar condiciones patológicas que requieren evaluación médica. Así, la vigilancia del alineamiento de las extremidades inferiores durante el crecimiento es fundamental para detectar posibles irregularidades y asegurar un desarrollo musculoesquelético adecuado.

El crecimiento angular de las extremidades inferiores en niños y adolescentes conlleva transformaciones notables en la alineación de las piernas. Al nacer, los infantes exhiben un genu varo fisiológico que evoluciona hacia un genu valgo máximo alrededor de los 3 a 4 años, para luego disminuir y estabilizarse en una alineación cercana a la neutralidad hacia los 7 años. Estas variaciones en la alineación impactan directamente el ángulo Q, que se define como el ángulo formado entre la línea de tracción de los músculos cuádriceps y la línea de tracción del tendón rotuliano.

El genu valgo propende a incrementar el ángulo Q, lo que podría resultar en un mayor estrés en la articulación de la rodilla y aumentar el riesgo de lesiones como la dislocación rotuliana. En la **Tabla 1** se puede observar las diferencias de ángulo Q entre niños y adultos.

Tabla 1. Diferencias de ángulo Q entre niños y adultos

Etapa	Valor aproximado del ángulo Q	Factores influyentes
Lactantes y niños pequeños (0 - 3 años)	No existen valores de referencia uniformes, puesto que la alineación fluctúa debido al genu varo fisiológico.	Desarrollo óseo acelerado, carencia de estabilidad en las articulaciones.
Niños de edad preescolar y escolar (4 - 10 años)	En promedio, oscila entre 10° y 15°, con diferencias individuales.	Evolución del genu valgo fisiológico, robustecimiento de la musculatura.
Adolescentes (11 - 18 años)	Mujeres: 15° - 20° Hombres: 10° - 15°	Alteraciones hormonales, incremento del desarrollo pélvico en mujeres, variaciones en la biomecánica.
Adultos	Mujeres: 15° - 20° Hombres: 10° - 15°	Desarrollo esquelético, firmeza en las articulaciones consolidada.

La **Tabla 1** ilustra la variación del ángulo Q a través de las distintas etapas de la existencia, subrayando los factores que afectan su desarrollo. El ángulo Q es un indicador biomecánico significativo para la alineación de las extremidades inferiores y la estabilidad de la articulación de la rodilla. En términos generales, el ángulo Q es un parámetro cambiante que fluctúa a lo largo de la vida según el crecimiento óseo, la estabilidad de las articulaciones, la musculatura y la biomecánica personal. Su seguimiento, la musculatura y la biomecánica personal. Su seguimiento es esencial para identificar posibles irregularidades y para poner en práctica estrategias preventivas o reparadoras en situaciones de alteraciones notables.

Actores que impactan la variación del ángulo Q

- Diferencias de sexo: las mujeres suelen presentar un ángulo Q más elevado debido a una pelvis más ancha.
- Crecimiento y desarrollo: la alineación ósea transforma desde el genu varo en la infancia hasta la neutralidad en la adultez.
- Actividad física y postura: elementos biomecánicos pueden alterar el ángulo Q con el paso del tiempo.

Características del Genu valgo patológico de acuerdo con el rango etario

El genu valgo patológico se distingue del fisiológico por su continuidad, desarrollo anómalo o repercusión en la función del paciente. A diferencia del genu valgo fisiológico, que se corrige de manera espontánea durante el crecimiento, el patológico puede estar vinculado a factores como displasias óseas, trastornos metabólicos, obesidad o enfermedad musculoesqueléticas.

Su diagnóstico depende de la edad, el grado de desviación y la presencia de síntomas como dolor, inestabilidad o alteraciones en la marcha, lo que resalta la necesidad de una detección temprana para prevenir complicaciones a largo plazo.

El genu valgo anómalo se diferencia del genu valgo normal por su persistencia que supera las edades habituales para la autocorrección, su gravedad y la presencia de síntomas relacionados. Esta condición puede presentarse en diversas fases de la infancia y la adolescencia, y sus rasgos varían de acuerdo con la edad del paciente.

Tabla 2. *Características del Genu valgo patológico de acuerdo con el rango etario*

Rango etario	Características	Posibles causas
Lactantes y niños pequeños (0 - 3 años)	En esta fase, el genu valgo es raramente observado y, cuando se presenta, a menudo se asocia con trastornos metabólicos.	<ul style="list-style-type: none"> → Desnutrición por falta de vitamina D. → Afecciones metabólicas óseas.
Niños de edad preescolar y escolar (4 - 10 años)	Es fundamental distinguir entre el genu valgo fisiológico y el patológico. Si se mantiene después de los 7 años o es excesivo (>15°), se clasifica como patológico.	<ul style="list-style-type: none"> → Anomalías óseas (por ejemplo, displasia fibrosa) → Consecuencias de fracturas mal sanadas. → Modificaciones en el cartílago de crecimiento.
Adolescentes (11 - 18 años)	Esto podría ser resultado de una sobrecarga en las articulaciones, cambios estructurales o influencias hormonales. Puede causar malestar y modificar la forma de caminar.	<ul style="list-style-type: none"> → Exceso de peso y tensión en las articulaciones. → Enfermedad de Blount en su etapa avanzada. → Alteraciones biomecánicas en desarrollo.

La **Tabla 2** ilustra la incidencia del genu valgo en diversos grupos de edad, sus características fundamentales y las posibles causas subyacentes. Este análisis es esencial para distinguir entre una alineación fisiológica normal y una condición patológica que necesite intervención. El estudio del genu valgo en cada fase de la vida permite establecer estrategias de prevención y tratamiento adecuadas, ajustadas a la causa particular de la condición.

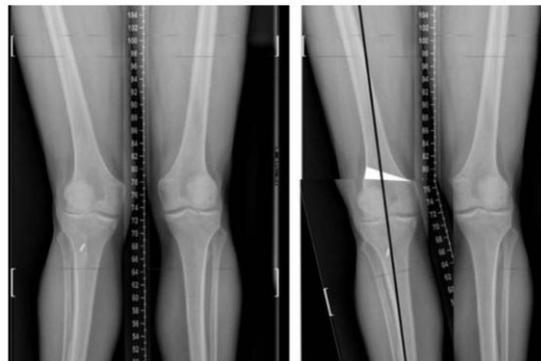


Figura 1. *Genu valgo en paciente*

Fuente: Tarazona (2022) (23)

La **Figura 3** presenta radiografías de las extremidades inferiores de un paciente en proyección anteroposterior.

- Izquierda: se aprecia una alineación irregular de las piernas con un genu valgo (desviación en “X” de las rodillas), donde los fémures convergen hacia la línea media mientras que las tibias se separan en la sección distal.
- Derecha: se muestra la misma radiografía con líneas trazadas que parecen señalar un estudio del eje mecánico de las extremidades inferiores. También se observa un esquema de osteotomía correctiva, donde se indica una posible resección ósea en la tibia proximal para ajustar la alineación del miembro inferior.

Tratamiento e indicaciones terapéuticas para cada grupo etario.

Lactantes y niños pequeños (0 - 3 años)

En este rango de edad, el genu valgo es poco común y, cuando se presenta, frecuentemente está vinculado a trastornos patológicos como el raquitismo ¹. El enfoque principal se enfoca en tratar la causa que lo origina.

- **Tratamiento del raquitismo:** la suplementación con vitamina D y calcio es crucial para rectificar las alteraciones metabólicas y fomentar una adecuada mineralización ósea. La corrección nutricional y la exposición solar son esenciales en la gestión del raquitismo (15).

- **Monitoreo clínico:** es esencial realizar un seguimiento regular del alineamiento de las extremidades inferiores para evaluar la respuesta al tratamiento y determinar si son necesarias intervenciones adicionales (15).

Niños de edad preescolar y escolar (4 – 10 años)

En esta fase, es fundamental diferenciar entre genu valgo fisiológico y el patológico. La mayoría. De los casos fisiológicos tienden a resolverse de forma espontánea; sin embargo, en situaciones patológicas, se consideran las siguientes opciones de intervención:

- **Monitoreo y evaluación:** en deformidades leves, se aconseja una vigilancia continua para observar la evolución o la corrección espontánea (15).
- **Soportes:** la utilización de soportes nocturnos puede ser ventajosa en casos seleccionados para encaminar el desarrollo óseo ¹⁵.
- **Modificación del crecimiento (Hemiepifisiodesis):** en las deformidades moderadas a severas con cartílago de crecimiento abierto, la Hemiepifisiodesis resulta ser una alternativa eficaz. Se han documentado resultados favorables con la interrupción epifisaria femoral medial distal en la rectificación del genu valgo en niños y adolescentes (10) (15).

Adolescentes (11 – 18 años)

En jóvenes, particularmente aquellos con madurez ósea cercana o alcanzada, las alternativas terapéuticas varían según la gravedad de la deformidad y la sintomatología (8) (11):

- **Osteotomía correctiva:** para deformidades notables o sintomáticas, la osteotomía varizante se considera una opción quirúrgica. La osteotomía femoral distal cuando el ángulo femorotibial supera los 12° o cuando el plano articular se desvía más de 10° de la horizontal (8).
- **Rehabilitación postquirúrgica:** la fisioterapia es fundamental para restablecer la función, aumentar la fuerza muscular y asegurar una alineación adecuada durante la recuperación (13).
- **Manejo del peso:** en situaciones asociadas con obesidad, la reducción de peso a través de dieta y ejercicio es vital para disminuir la carga articular y prevenir la progresión de la deformidad (2).

El abordaje del genu valgo en niños varía en función de la edad, la gravedad de la deformidad y la presencia de síntomas asociados. En numerosos casos, la alineación angular de las extremidades sigue un patrón fisiológico de corrección espontánea, lo que hace que la intervención no sea necesaria en las primeras etapas de la vida 1. No obstante,

cuando la angulación es excesiva, persistente o sintomática, se sugiere una estrategia terapéutica específica que puede incluir desde vigilancia y medidas ortopédicas hasta procedimientos quirúrgicos (8) (10).

La **Tabla 3** describe los enfoques de tratamiento recomendados según el grupo de edad, fundamentándose en la evidencia clínica más actual.

Tabla 3. *Tratamientos sugeridos para el genu valgo según el rango etario*

Grupo etario	Tratamiento sugerido	Referencia Bibliográfica
0 – 2 años	Revisión clínica constante. No se sugiere intervención terapéutica, puesto que genu valgo fisiológico aún no ha aparecido.	Patel & Nelson (2023) (1)
2 – 6 años	Monitoreo clínico cada seis meses o anualmente. Análisis del ángulo Q y la disposición de las extremidades. Aplicación de plantillas ortopédicas en situaciones con alteraciones biomecánicas relacionadas.	Moon et al. (2021) (17)
6 – 10 años	Actividades para el desarrollo de la fuerza muscular (isquiotibiales, cuádriceps y glúteos). Implementación de dispositivos ortopédicos nocturnos en situaciones específicas. En casos graves o avanzados, contemplar Hemiepifisiodesis utilizando placas de 8.	Rodrigues et al. (2020) (10), Masquijo et al. (2021) (16)
10 – 14 años	Hemiepifisiodesis usando grapas de Blount o placas de 8 para frenar el crecimiento desigual. Terapia postural para optimizar la mecánica de la marcha. Manejo del peso en infantes con sobrepeso.	Dai et al. (2021) (3) Alagamy et al. (2023) (14)
14 – 18 años	Cirugía de corrección angulada supracondílea en situaciones severas con epífisis selladas. Empleo de dispositivos externos en deformidades angulares severas. Rehabilitación para recuperar la movilidad y la fortaleza tras la operación.	Barakat et al. (2022) (9), Adrees et al. (2021) (11)

La **Tabla 3** muestra los métodos terapéuticos sugeridos para tratar el genu valgo, organizados por un grupo de edad y fundamentados en la evidencia obtenida de la revisión de la literatura científica contenida en este análisis. Esta organización facilitó la identificación de las tácticas más frecuentemente registradas y reconocidas por especialistas en ortopedia pediátrica, que van desde investigaciones internacionales hasta informes clínicos específicos. Así, se puede notar una evolución clara en el tratamiento: en las primeras fases se enfoca en la observación clínica y el seguimiento regular (Patel & Nelson (2023) (1); Moon et al. (2021) (17)), mientras que en etapas intermedias se sugieren procedimientos ortopédicos y técnicas de crecimiento controlado (Rodrigues et al. (2020) (10); Masquijo et al. (2021) (16)). Finalmente, en adolescentes que presentan deformidades severas o epífisis cerradas, los procedimientos quirúrgicos, como la osteotomía supracondílea o el uso de fijadores externos, cobran mayor importancia (Barakat et al. (9), Adrees et al. (11)). Estas sugerencias, basadas en investigaciones clínicas y revisiones sistemáticas, proporcionan un marco completo para tomar decisiones de tratamiento adecuadas según la edad, la gravedad y la evolución del caso.

4. Discusión

La revisión bibliográfica muestra que el genu valgo es una desviación ortopédica común en niños y adolescentes, marcada por un cambio en la alineación normal de las piernas. La mayoría de las investigaciones revisadas indican que esta situación puede ser normal durante ciertas fases del crecimiento, sobre todo entre los 3 y 7 años, pero necesita ser observada si continúa o empeora después de esta etapa. Los estudios subrayan la importancia de realizar una evaluación clínica y radiológica a tiempo, lo cual ayuda a distinguir entre los casos temporales y los que son patológicos, facilitando la elección de tratamientos.

Desde la perspectiva de las causas, las fuentes revisadas mencionan varios factores de riesgo que se relacionan con el desarrollo del genu valgo. Entre ellos se encuentran aspectos genéticos, problemas metabólicos, exceso de peso, carencias en la alimentación y malos hábitos en la postura. Algunos estudios analizan las alteraciones en la biomecánica y en los músculos que están presentes en esta condición, sugiriendo un enfoque integral que va desde la prevención hasta la corrección. La variedad de factores causales identificados subraya la importancia de tener intervenciones personalizadas que tomen en cuenta tanto el entorno clínico como el social del niño o adolescente.

Con respecto a la evaluación, los estudios analizados destacan la importancia de emplear herramientas como la medición del ángulo entre la tibia y el fémur, la distancia entre los maléolos y la distancia entre los cóndilos, así como de realizar pruebas adicionales como radiografías o análisis de movimiento. Algunas investigaciones sugieren protocolos más detallados que integran estas mediciones con valoraciones funcionales del sistema

locomotor. Esta diversidad de métodos ofrece una visión más exacta, pero también indica que no existe un acuerdo general para estandarizar el diagnóstico del genu valgo.

En cuanto al tratamiento, se coincide en que las opciones no invasivas, como la terapia física, el desarrollo de la fuerza muscular y el uso de plantillas, constituyen la primera estrategia en la mayoría de los casos. No obstante, las investigaciones también examinan el papel de la cirugía correctiva en situaciones donde la desviación es grave o va en aumento. Algunos estudios resaltan los beneficios de los programas de ejercicio terapéutico, particularmente aquellos que se centran en la postura y el equilibrio muscular, lo que significa un progreso en la rehabilitación funcional de estas personas.

Una de las contribuciones más importantes es la atención a los aspectos psicosociales relacionados con el genu valgo. Diversos autores indican que esta situación puede afectar la autoestima y la implicación del niño en actividades físicas y sociales, lo que subraya la necesidad de un enfoque multidisciplinario. Se sugiere la participación de grupos integrados por médicos, fisioterapeutas, psicólogos y docentes para asegurar un cuidado completo que no solo se centre en el tratamiento físico, sino que también tome en cuenta el bienestar emocional.

Es fundamental mencionar que, aunque hay mucha información disponible sobre el genu valgo, gran parte de los estudios se centran en grupos específicos, lo que hace necesario expandir la investigación hacia situaciones locales. Además, se observan faltas en el seguimiento a largo plazo de los tratamientos realizados y su efecto funcional en la edad adulta. Este análisis ofrece una base firme para futuras investigaciones y ayuda a diseñar propuestas de intervención clínica y preventiva que sean más adecuadas y eficaces.

5. Conclusiones

- La disposición de las extremidades inferiores no es fija, sino que sigue un patrón angular natural que cambia con la edad. La transición habitual de una posición genu varo en los primeros años a una postura genu valgo fisiológica hacia los 3 – 4 años, seguida de su corrección gradual, subraya la relevancia de un diagnóstico preciso para diferenciar entre una variación normal del crecimiento y una deformidad patológica que necesite intervención.
- Aparte de la simple valoración del eje mecánico de las extremidades, el ángulo Q ofrece información valiosa acerca de la biomecánica de la rodilla y su vínculo con la inestabilidad rotuliana. Un incremento notable puede ser un indicativo de alteraciones estructurales en la rodilla, lo que enfatiza la relevancia de su medición en el seguimiento clínico de pacientes pediátricos con genu valgo.
- El peso corporal desempeña un papel crucial en la evolución del genu valgo, especialmente en infantes con predisposición idiopática. La sobrecarga mecánica en las articulaciones de la rodilla y el incremento del ángulo Q han sido señalados

como factores que contribuyen al surgimiento de deformidades más acentuadas, lo que convierte la gestión del peso en una estrategia adicional fundamental para la prevención y tratamiento del genu valgo progresivo.

- No todas las terapias son adecuadas para cada paciente. Mientras que en infantes el enfoque tiende a ser cauteloso, optando por la observación y la fisioterapia, en individuos con crecimiento restante se ha comprobado que la Hemiepifisiodesis utilizando placas de 8 o grapas de Blount resulta efectiva. Para los adolescentes con epífisis ya cerradas, la osteotomía correctiva se presenta como la alternativa quirúrgica más apropiada, subrayando la importancia de personalizar el tratamiento según cada caso específico.
- La solución para el genu valgo no puede restringirse a un enfoque ortopédico; debe incluir la participación de un grupo interdisciplinario de expertos que abarque fisioterapeutas, dietistas y especialistas en rehabilitación. El éxito del tratamiento no depende únicamente de la intervención quirúrgica o mecánica, sino también del fortalecimiento muscular, la instrucción postural y la modificación de los hábitos de vida para evitar recaídas o complicaciones en el futuro.
- Es esencial llevar a cabo un monitoreo clínico regular en niños con factores de riesgo para detectar a tiempo irregularidades y establecer intervenciones adecuadas que prevengan complicaciones funcionales en la adultez. Por último, la instrucción a padres y cuidadores sobre el desarrollo normal de la alineación de las piernas y las señales de alerta de deformidades patológicas es fundamental para la identificación temprana y un tratamiento efectivo.

6. Conflicto de intereses

El autor declara que no existe conflicto de intereses en relación con el artículo presentado.

7. Declaración de contribución de los autores

El autor contribuyó significativamente en la elaboración del artículo.

8. Costos de financiamiento

La presente investigación fue financiada en su totalidad con fondos propios del autor.

9. Referencias Bibliográficas

1. Patel M, Nelson R. Genu Valgum [Online]. StatPearls; 2023 [cited 2025 May 15]. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK559244/>
2. Walker JL, Hosseinzadeh P, White H, Murr K, Milbrandt TA, Talwalkar VJ, et al. Idiopathic Genu Valgum and ITS association with obesity in children and adolescents. Journal of Pediatric Orthopedics [Online]. 2017 [Cited 2025 May

- 15]; 39(7): 347–352. Available from:
<https://doi.org/10.1097/BPO.0000000000000971>
3. Dai Z-Z, Liang Z-P, Li H, Ding J, Wu Z-K, Zhang ZM, et al. Temporary hemiepiphysiodesis using an eight-plate implant for coronal angular deformity around the knee in children aged less than 10 years: efficacy, complications, occurrence of rebound and risk factors. BMC Musculoskeletal Disorders [Online]. 2021 [cited 2025 May 15]; 22(1): 53. Available from:
<https://doi.org/10.1186/s12891-020-03915-w>
 4. Artioli E, Mazzotti A, Ramacci V, Ottavio Zielli S, Digennaro V, Ruffilli A, et al. Indicaciones y momento en la hemiepifisiodesis femoral medial aislada para genu valgum idiopático: una revisión sistemática. The Knee [Online]. 2023 [cited 2025 May 15]; 40: 52-62. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.knee.2022.11.009>
 5. El-Hak A, Shehata EM, Zanfaly AI, Soudy EE. Genu varum in children; various treatment modalities for bowleg's correction: review article. The Egyptian Journal of Hospital Medicine [Online]. 2022 [cited 2025 May 15]; 87(1): 1858-1863. Available from: https://www.ejhm.journals.ekb.eg/article_231636.html
 6. Knapik DM, Buschbach J, Sabharwal S, Liu RW. Hemiepiphysiodesis for idiopathic Genu Valgum using physeal staples versus tension-band plating: A systematic review. Orthopedics [Online]. 2019 [cited 2025 May 15]; 42(6): e485–e491. Available from: <https://doi.org/10.3928/01477447-20190723-04>
 7. Alcívar R, Guevara Garay JC, Secaira Figueroa HJ, Ruiz Manzo MA, Villarroel Rovere HE. Corrección del genu valgum con osteotomía varizante supracondílea única en fémur. Reporte de casos clínicos. Revista Colombiana de Ortopedia y Traumatología [Internet]. 2019 [citado 15 de mayo 2025]; 33(supplement 1):42–49. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.rccot.2019.03.006>
 8. Puddu G, Cipolla M, Cerullo G, Franco V, Gianni E. Which osteotomy for a valgus knee? International orthopaedics [Online]. 2009 [cited 2025 May 15]; 34(2): 239–247. Available from: <https://doi.org/10.1007/s00264-009-0820-3>
 9. Barakat AS, Arafa A, Mohamed MT, Zein AB, Afiri A, Farah Wanas JS, et al. Treatment of genu valgum by a novel percutaneous transverse metaphyseal osteotomy of the distal femur in children and adolescents. European journal of orthopaedic surgery & traumatology [Online]. 2021 [cited 2025 May 15]; 32(6): 1179–1186. Available from: <https://doi.org/10.1007/s00590-021-03093-y>
 10. Majewski Rodrigues NV, Guarniero R, Fortes Villas Boas PJ, Rodrigues de Miranda B, Botter Montenegro N. Hemiepiphysiodesis using eight-plate versus

- blount staple to correct genu valgum and genu varum. *Acta Ortopédica Brasileira* [Online]. 2020 [cited 2025 May 15]; 28(4): 195–198. Available from: <https://doi.org/10.1590/1413-785220202804233440>
11. Adrees MS, Hassan KM, Al-Kady RH, Shehata EM. Treatment of genu valgum deformity in adolescent by closed wedge femoral osteotomy. *The Egyptian Journal of Hospital Medicine* [Online]. 2021 [cited 2025 May 15]; 84(1): 2456–2460. <https://doi.org/10.21608/EJHM.2021.184668>
 12. Hidayatullah RN, Martanto TW. Epidemiology of Genu Varum patients in Dr. Soetomo General Academic Hospital Surabaya 2010-2018: A retrospective study. *Journal Orthopaedi and Traumatology Surabaya* [Online]. 2022 [cited 2025 May 15]; 11(2): 40–48. Available from: <https://doi.org/10.20473/joints.v11i2.2022.40-48>
 13. Soheilipour F, Pazouki A, Mazaherinezhad A, Yagoubzadeh K, Dadgostar H, Rouhani F. The prevalence of genu varum and genu valgum in overweight and obese patients: Assessing the relationship between body mass index and knee angular deformities: Genu varum and genu valgum in obese patients. *Acta Biomed* [Online]. 2020 [cited 2025 May 15]; 91(4):1–8. Available from: <https://doi.org/10.23750/abm.v91i4.9077>
 14. Alagamy S, El Naggat A, Emad M, Saleh M. Correction of Genu Valgum Deformity by Temporary Hemiepiphysiodesis using 8-Plate. *Zagazig University Medical Journal* [Online]. 2023 [cited 2025 May 15]; 29(2.1): 273-278. Available from: <https://doi.org/10.21608/zumj.2021.35928.1998>
 15. Hubbard EW, Cherkashin A, Samchukov M, Podeszwa D. The evolution of guided growth for lower extremity angular correction. *Journal of the Pediatric Orthopaedic Society of North America* [Online]. 2023 [cited 2025 May 15]; 5(3): 738. <https://doi.org/10.55275/JPOSNA-2023-738>
 16. Masquijo JJ, Artigas C, de Pablos J. Growth modulation with tension-band plates for the correction of paediatric lower limb angular deformity: current concepts and indications for rational use. *EFORT open reviews* [Online]. 2021 [cited 2025 May 15]; 6(8), 658–668. Available from: <https://doi.org/10.1302/2058-5241.6.200098>
 17. Moon SH, Kwon SS, Park MS, Kim NT, Sung KH. Change of limb alignment in Korean children and adolescents with idiopathic genu valgum. *Medicine* [Online]. 2021 [cited 2025 May 15]; 100(45), e27637. Available from: <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000027637>

18. Baghdadi S, Mortazavi SMJ, Dastoureh K, Moharrami A, Baghdadi T. Middle to long-term results of distal femoral tension band hemiepiphysiodesis in the treatment of idiopathic genu valgum. *Journal of pediatric orthopedics B* [Online]. 2021 [cited 2025 May 15]; 30(1), 43–47. Available from: <https://doi.org/10.1097/BPB.0000000000000718>
19. Jamil K, Woon Yee C, Nur Eleyana B, Samuel G, Nurul Husna I, Buvanisyaa B, et al. Knee measurements among children with normal alignment, physiologic and pathologic bowing aged 0-3 years old: a systematic review. *Journal of pediatric orthopedics* [Online]. 2022 [cited 2025 May 15]; 31(2): 105–113. Available from: <https://doi.org/10.1097/BPB.0000000000000908>
20. Parikh SN, Redman C, Gopinathan NR. Simultaneous treatment for patellar instability and genu valgum in skeletally immature patients: a preliminary study. *Journal of pediatric orthopedics* [Online]. 2019 [cited 2025 May 15]; 28(2): 132–138. Available from: <https://doi.org/10.1097/BPB.0000000000000546>
21. Monasterio A. Angulo Q [Internet]. Blog de Fisioterapia; 2015 [citado 15 de mayo de 2025]. Disponible en: <https://www.blogdefisioterapia.com/angulo-q/>
22. Rausell. Genu Valgo: Causas, síntomas y tratamiento de esta deformidad de las rodillas [Internet]. Clínica Jaime I Catarroja en Valencia; 2023 [citado 15 de mayo de 2023]. <https://clinicajaimeicatarroja.com/blog/genu-valgo>
23. Tarazona D, Hatch D. Genu Valgum (knocked knees) [Online]. *Orthobullets*; 2022 [cited 2025 May 15]. <https://www.orthobullets.com/pediatrics/4052/genu-valgum-knocked-knees>

El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Anatomía Digital**.



El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Anatomía Digital**.



Eficacia de la pasta triantibiótica en endodoncia: actividad antibacteriana frente a cepas resistentes de *Enterococcus faecalis*. Una revisión exhaustiva

Efficacy of triantibiotic paste in endodontics: antibacterial activity against resistant strains of Enterococcus faecalis. An exhaustive review

- ¹ Elena Patricia Cevallos Fernández  <https://orcid.org/0009-0005-2408-3976>
Universidad Católica de Cuenca (UCACUE), Cuenca, Ecuador.
Unidad Académica de Salud y Bienestar. Carrera de Odontología.
patt_cev89@utlook.com
- ² Katherine de los Ángeles Cuenca León  <https://orcid.org/0000-0002-7816-0114>
Universidad Católica de Cuenca (UCACUE), Cuenca, Ecuador.
kcuenca@ucacue.edu.ec



Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 16/05/2024

Revisado: 13/06/2025

Aceptado: 09/07/2025

Publicado: 28/07/2025

DOI: <https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v8i3.1.3454>

Cítese: Cevallos Fernández, E. P., & Cuenca León, K. de los Ángeles. (2025). Eficacia de la pasta triantibiótica en endodoncia: actividad antibacteriana frente a cepas resistentes de *Enterococcus faecalis*. Una revisión exhaustiva. *Anatomía Digital*, 8(3.1), 88-104. <https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v8i3.1.3454>



ANATOMÍA DIGITAL, es una Revista Electrónica, Trimestral, que se publicará en soporte electrónico tiene como misión contribuir a la formación de profesionales competentes con visión humanística y crítica que sean capaces de exponer sus resultados investigativos y científicos en la misma medida que se promueva mediante su intervención cambios positivos en la sociedad. <https://anatomiadigital.org>
La revista es editada por la Editorial Ciencia Digital (Editorial de prestigio registrada en la Cámara Ecuatoriana de Libro con No de Afiliación 663) www.celibro.org.ec

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 International. Copia de la licencia: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es>



Palabras claves:

Enterococcus faecalis, pasta triantibiótica, resistencia, cepas, endodoncia, tratamiento de conducto.

Keywords:

Enterococcus faecalis, triantibiotic paste, resistance,

Resumen

Introducción: *Enterococcus faecalis* es una de las principales bacterias implicadas en fracasos del tratamiento endodóntico, debido a su capacidad de formar biopelículas, resistir condiciones adversas y presentar resistencia antimicrobiana, especialmente a la vancomicina. Frente a este desafío clínico, la Pasta Triantibiótica (TAP), compuesta por ciprofloxacino, metronidazol y minociclina, ha mostrado resultados promisorios por su acción sinérgica en la eliminación de bacterias persistentes en el sistema de conductos radiculares.

Objetivo: Evaluar la eficacia de la pasta triantibiótica frente a cepas resistentes de *Enterococcus faecalis* mediante una revisión exhaustiva. **Metodología:** Se realizó una revisión exhaustiva siguiendo los lineamientos del protocolo PRISMA. Se identificaron y analizaron 138 artículos científicos en bases de datos indexadas (PubMed, Scopus y ScienceDirect), utilizando descriptores MeSH y DeCS, combinados mediante operadores booleanos AND/OR. **Resultados:** La mayoría de los estudios incluidos muestran que la TAP presenta una alta efectividad antimicrobiana frente a *E. faecalis*, incluyendo cepas resistentes a antibióticos de uso convencional. Su uso in vitro/in vivo alcanzó a reducir significativamente la carga bacteriana y dañar biopelículas radiculares, destacando en eficacia a otros medicamentos como el hidróxido de calcio y la clorhexidina. **Conclusiones:** La pasta triantibiótica representa una opción terapéutica efectiva en endodoncia regenerativa y tratamientos de retratamiento, especialmente frente a infecciones persistentes causadas por *Enterococcus faecalis*. Su uso racional y estandarizado puede mejorar el pronóstico clínico en casos complejos, siendo una herramienta importante en el manejo de la resistencia antimicrobiana intraconducto. **Área de estudio general:** Ciencias de la Salud. **Área específica:** Odontología. **Tipo de estudio:** Revisión bibliográfica.

Abstract

Introduction: *Enterococcus faecalis* is one of the main microorganisms associated with endodontic treatment failures due to its ability to form biofilms, survive in harsh conditions, and exhibit antimicrobial resistance, particularly to

strains, endodontics, root canal treatment.

vancomycin. In response to this clinical challenge, the Triple Antibiotic Paste (TAP), composed of ciprofloxacin, metronidazole, and minocycline, has shown promising results due to its synergistic antibacterial activity against persistent bacteria in root canal systems. **Objective:** To evaluate the antibacterial efficacy of triple antibiotic, paste against resistant strains of *Enterococcus faecalis* through an exhaustive review. **Methodology:** An exhaustive review was conducted following the PRISMA guidelines. A total of 138 scientific articles were identified and analyzed from indexed databases (PubMed, Scopus, and ScienceDirect), using MeSH and DeCS descriptors combined with Boolean operators AND/OR. **Results:** Most included studies demonstrated that TAP exhibits high antimicrobial effectiveness against *E. faecalis*, including strains resistant to conventional antibiotics. Both in vitro and vivo investigations revealed a significant reduction in bacterial load and disruption of radicular biofilms, outperforming other intracanal medications such as calcium hydroxide and chlorhexidine. **Conclusions:** Triple antibiotic paste is an effective therapeutic option in regenerative endodontics and retreatment procedures, particularly in persistent infections caused by *Enterococcus faecalis*. Its rational and standardized use can improve clinical outcomes in complex cases, making it a relevant tool in managing antimicrobial resistance within the root canal system. **General area of study:** Health Sciences. **Specific area:** Dentistry. **Study type:** Literature review.

1. Introducción

La terapia endodóntica ha evolucionado significativamente en las últimas décadas, especialmente en lo que respecta al manejo de infecciones intrarradiculares persistentes y lesiones periapicales extensas. Uno de los principales retos del tratamiento endodóntico es la erradicación total de los microorganismos del sistema de conductos radiculares, cuya complejidad anatómica muchas veces impide una limpieza y desinfección completa mediante los métodos mecánicos y químicos convencionales. En este contexto la Pasta Triantibiótica (PTA) ha emergido como una herramienta eficaz dentro del enfoque de

revascularización y tratamientos regenerativos, especialmente en dientes inmaduros con necrosis pulpar (1) (2) (3).

La pasta triantibiótica es una combinación de tres antibióticos: ciprofloxacino, metronidazol y minociclina, desarrollada originalmente por Hoshino et al. (4) a fines de los años 90. Esta mezcla fue propuesta con el objetivo de actuar contra una amplia gama de bacterias anaerobias y aerobias que colonizan los conductos radiculares. Su aplicación se popularizó en procedimientos de endodoncia regenerativa, donde la PTA actúa como agente intracanal para desinfectar el entorno biológico y permitir la posterior regeneración de tejidos (4) (5).

No obstante, a pesar de su eficacia antimicrobiana comprobada, la pasta triantibiótica no está exenta de controversias. Entre sus principales desventajas se encuentra la posibilidad de provocar decoloración dental, atribuida especialmente a la minociclina, así como el potencial desarrollo de resistencia bacteriana y reacciones de hipersensibilidad. Estas limitaciones han impulsado la búsqueda de alternativas o modificaciones de la formulación, como la sustitución de minociclina por otros antibióticos menos pigmentantes o el uso de geles portadores que reduzcan la concentración efectiva del medicamento (6) (7) (8).

Enterococcus faecalis es una bacteria grampositiva facultativa anaerobia que forma parte del microbiota normal del tracto gastrointestinal humano, pero que también se comporta como un patógeno oportunista en diversas infecciones nosocomiales y odontológicas (9). Endodónticamente, *E. faecalis* ha sido identificado como uno de los principales microorganismos asociados a fracasos en tratamientos de conductos, debido a su capacidad para sobrevivir en ambientes hostiles, formar biopelículas resistentes y persistir en conductos radiculares incluso después de una desinfección rigurosa. Esta bacteria puede penetrar profundamente en los túbulos dentinarios, tolerar condiciones de escasez de nutrientes y resistir altas concentraciones de agentes antimicrobianos intracanal, como el hidróxido de calcio, lo que la convierte en un desafío clínico significativo (10) (11).

Las cepas resistentes de *E. faecalis* representan una preocupación creciente debido al aumento de su resistencia adquirida a múltiples clases de antibióticos, entre ellos los β -lactámicos, aminoglucósidos y glicopéptidos como la vancomicina. La resistencia a vancomicina, en particular, ha generado la aparición de cepas denominadas VRE (*Vancomycin-Resistant Enterococci*), lo que limita gravemente las opciones terapéuticas. Esta resistencia se debe, en gran medida, a la adquisición de genes como vanA o vanB, que modifican el sitio de acción de la vancomicina en la pared celular bacteriana. Además, la capacidad de *E. faecalis* para intercambiar material genético mediante plásmidos y transposones facilita la diseminación de resistencia entre diferentes bacterias, tanto en el ambiente hospitalario como en el ecosistema oral, complicando aún más su control (12) (13).

Desde el punto de vista clínico y terapéutico, la presencia de cepas multirresistentes de *E. faecalis* ha impulsado la búsqueda de tratamientos alternativos en endodoncia, como el uso de combinaciones antibióticas potentes (como la pasta triantibiótica), bacteriófagos, péptidos antimicrobianos, o técnicas físicas como la fotodinámica. Sin embargo, la eficacia de estas terapias aún se encuentra en fase de investigación, y muchas cepas han demostrado adaptarse también a estos métodos. La formación de biopelículas, otro mecanismo clave de resistencia, protege a *E. faecalis* del efecto de agentes químicos y del sistema inmunológico, y favorece la recidiva de infecciones crónicas. Por lo tanto, el control de *E. faecalis* resistente requiere no solo estrategias terapéuticas efectivas, sino también un enfoque preventivo integral y racional en el uso de antibióticos para evitar la selección de cepas más virulentas y resistentes (14) (15) (16) (17) (18).

El propósito de esta revisión exhaustiva fue analizar la eficacia antibacteriana de la pasta triantibiótica frente a cepas resistentes de *Enterococcus faecalis* en tratamientos endodónticos, a partir de la evidencia científica disponible en los últimos años, con el fin de determinar la efectividad de esta combinación farmacológica frente a cepas resistentes de *E. faecalis* y su aplicabilidad clínica en endodoncia (23).

2. Metodología

Se llevó a cabo una revisión exhaustiva, cuyo objeto fue identificar, evaluar y sintetizar la evidencia disponible sobre la efectividad de la pasta triantibiótica en endodoncia, así como la presencia de cepas resistentes de *Enterococcus faecalis* implicadas en fracasos del tratamiento endodóntico. La revisión fue desarrollada conforme a los lineamientos metodológicos del protocolo PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses), con el propósito de garantizar la transparencia, reproducibilidad y rigor científico del proceso de revisión (Ver **Figura 1**).

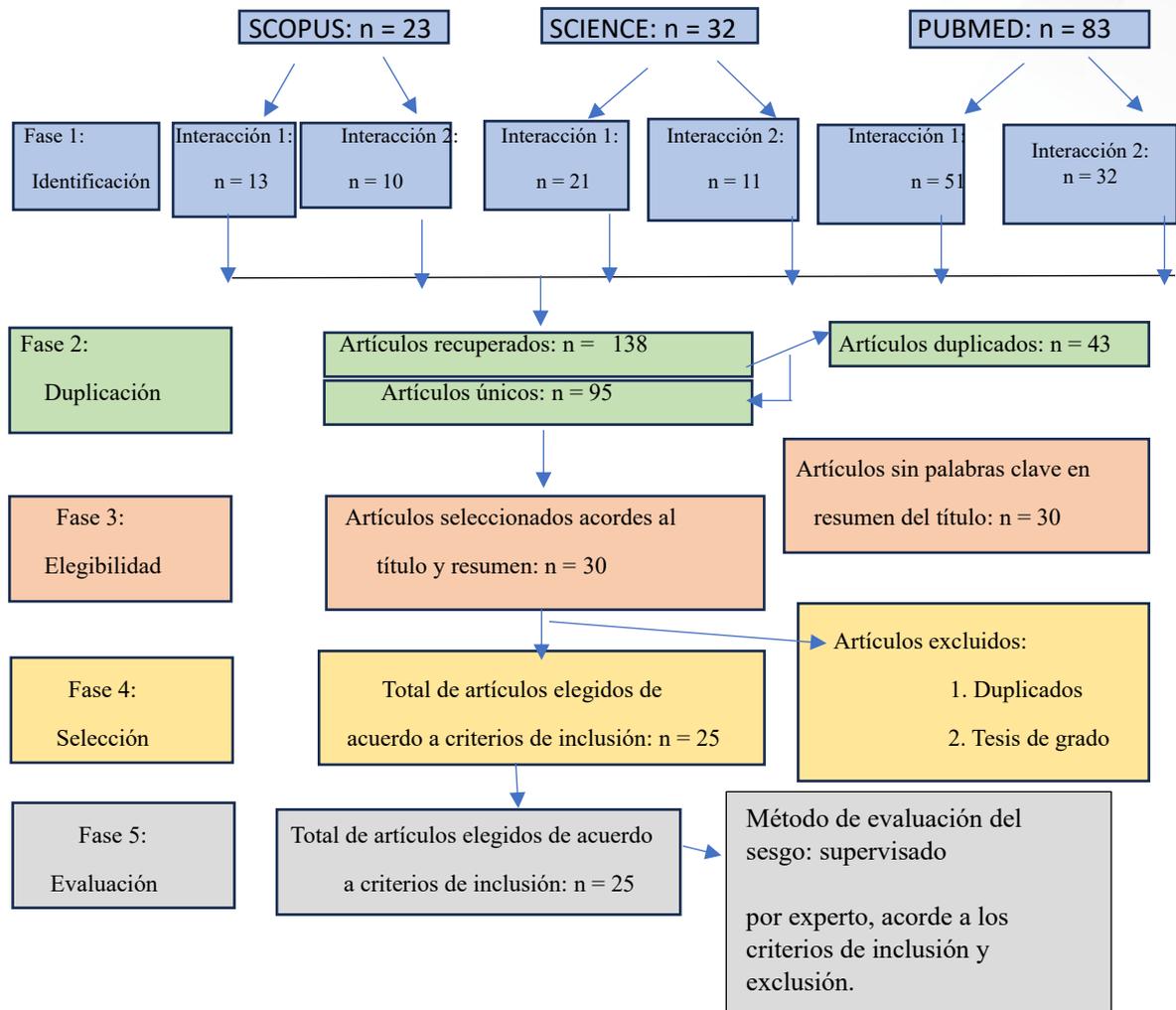


Figura 1. Método PRISMA

La investigación alcanza un nivel exploratorio y se estructuró en tres fases: planificación de la búsqueda, selección de estudios relevantes y análisis de la información. La búsqueda bibliográfica se efectuó en tres bases de datos científicas reconocidas internacionalmente por su cobertura en ciencias de la salud: PubMed/MEDLINE, Scopus y ScienceDirect. Para ello, se emplearon descriptores normalizados según los Descriptores en Ciencias de la Salud (DeCS) y los Medical Subject Headings (MeSH), combinados mediante operadores booleanos (“AND”, “OR”) con el fin de optimizar la precisión y exhaustividad de los resultados.

Los términos clave utilizados incluyeron: “pasta triantibiótica”, “endodoncia regenerativa”, “*Enterococcus faecalis*”, “resistencia bacteriana”, y “fallo del tratamiento endodóntico”, tanto en español como en inglés.

Inicialmente se identificaron 138 artículos publicados entre 2018 y 2025, los cuales fueron sometidos a un proceso de evaluación bajo criterios de inclusión y exclusión.

Los criterios de inclusión comprendieron: estudios originales, ensayos clínicos, estudios in vitro e investigaciones relevantes que evaluaran la actividad antimicrobiana de la pasta triantibiótica frente a *E. faecalis*, publicados en revistas indexadas y revisadas por pares, disponibles en texto completo y en los idiomas inglés o español. Se excluyeron cartas al editor, resúmenes de congresos y publicaciones duplicadas. En la **Tabla 1**, se muestran las estrategias de búsqueda utilizadas para el desarrollo de la revisión exhaustiva.

Tabla 1. Estrategias de búsquedas

Nro.	(DeCS) (MeSH)
1	("Triple antibiotic paste" OR "TAP") AND ("endodontics" OR "resistance")
2	("Enterococcus faecalis") AND ("antibiotic resistance" OR "endodontics" OR "strains")
3	("root canal treatment") AND ("triantibiotic paste")

La evaluación de la calidad metodológica de los estudios seleccionados se realizó de manera independiente por dos revisores, siguiendo herramientas estandarizadas según el tipo de estudio, STROBE para estudios observacionales, CONSORT para ensayos clínicos. Las diferencias fueron resueltas por consenso o mediante la intervención de un tercer revisor.

3. Resultados

Los datos extraídos fueron sistematizados en una matriz de análisis que permitió sintetizar las principales características metodológicas, resultados y conclusiones de cada estudio, facilitando una interpretación crítica de la evidencia disponible sobre la eficacia de la pasta triantibiótica en el contexto endodóntico.

Tabla 2. Artículos seleccionados para revisión de antibióticos

Título	Autores	Año	Revista	Idioma
Global status of antimicrobial resistance in clinical <i>Enterococcus faecalis</i> isolates: systematic review and meta-analysis	Lingbo Guan et al. (9)	2024	Ann Clin Microbiol Antimicrob	Inglés

Tabla 2. Artículos seleccionados para revisión de antibióticos (continuación)

	Autores	Año	Revista	Idioma
Novel strategies for vancomycin-resistant <i>Enterococcus faecalis</i> biofilm control: bacteriophage (vB_EfaS_ZC1), propolis, and their combined effects in an ex vivo endodontic model	Hakim et al. (12)	2025	Ann Clin Microbiol Antimicrob	Inglés
Profiling Antibiotic Susceptibility among Distinct <i>Enterococcus faecalis</i> Isolates from Dental Root Canals	Manoil et al. (13)	2023	Antibiotics	Inglés
Staphylococcal biofilm: penetration and bioavailability of vancomycin with or without rifampin	Daffinee et al. (18)	2023	Diagnostic Microbiology and Infectious Disease	Inglés
Efficacy of Triple Antibiotic Paste and Bromelain Paste as Intracanal Medicament Against <i>Enterococcus faecalis</i> : An In-Vivo Study	Nikhade et al. (19)	2023	Cureus de Ciencias Médicas	Inglés
A Comparative Evaluation of the Influence of Three Different Vehicles on the Antimicrobial Efficacy of Triple Antibiotic Paste against <i>Enterococcus faecalis</i> : An In vitro Study	Mandal et al. (20)	2020	Contemporary Clinical Dentistry	Inglés
Isolation of <i>vanA</i> -Mediated Vancomycin-Resistant <i>Enterococcus faecalis</i> (ST1912/CC116) and <i>Enterococcus faecium</i> (ST80/CC17), <i>opt rA</i> -Positive Linezolid-Resistant <i>E. faecalis</i> (ST32, ST1902) from Human Clinical Specimens in Bangladesh	Roy et al. (21)	2025	Antibiotics	Inglés

De acuerdo con la **Tabla 2** se identificó que siete artículos seleccionados abarcan una cantidad considerable de antibióticos, lo que permite realizar una revisión amplia sobre el tema. Esto resulta especialmente relevante debido a la creciente aparición de resistencia

a los antibióticos en *Enterococcus faecalis* (*E. faecalis*), un patógeno considerado potencialmente oportunista y responsable de diversas enfermedades asociadas a la atención médica, algunas de las cuales pueden ser potencialmente mortales a nivel mundial. Además, se detalla que se encuentran en idioma inglés.

Tabla 3. Antibióticos resistentes a *Enterococcus Faecalis*

Medicación	Autores	Año	Título	Porcentaje
Ampicilina	Lingbo Guan et al. (9)	2024	Global status of antimicrobial resistance in clinical <i>Enterococcus faecalis</i> isolates: systematic review and meta-analysis	Significativa
Cloranfenicol				Significativa
Teicoplanina				Significativa
Tetraciclina				Significativa
Vancomicina				Alta
Eritromicina				Significativa
Gentamicina				Significativa
Penicilina				Significativa
Rifampicina	Significativa			
Rifampicina	Daffinee et al. (18)	2023	Staphylococcal biofilm: penetration and bioavailability of vancomycin with or without rifampin	No es significativa
vancomicina + Rifampicina				No mejora
Vancomicina				36%
Eritromicina	Roy et al. (21)	2025	Isolation of <i>vanA</i> -Mediated Vancomycin-Resistant <i>Enterococcus faecalis</i> (ST1912/CC116) and <i>Enterococcus faecium</i> (ST80/CC17), <i>optA</i> -Positive Linezolid-Resistant <i>E. faecalis</i> (ST32, ST1902) from Human Clinical Specimens in Bangladesh	86%
Levofloxacin				62%
Gentamicina				30%
Vancomicina				87%

En la **Tabla 3** se presentan los antibióticos más estudiados con sus respectivos porcentajes, se evidencia que ciertos antibióticos se repiten de manera persistente en los artículos analizados, lo cual sugiere que son significativamente efectivos contra *Enterococcus faecalis*. Cabe destacar que los estudios considerados corresponden a investigaciones publicadas en los últimos años, lo que aporta actualidad y relevancia a los datos recopilados.

Tabla 4. Factores que influyen en la eficacia de la pasta triantibiótica

Categoría	Factor de Riesgo	Descripción
Microbiológicos	-Presencia de cepas resistentes	Alta capacidad para sobrevivir (12) (21)
	-Capacidad de invasión de túbulos dentinarios	Penetrar en dentina, dificultando su eliminación (13) (18)
	-Formación de biopelículas	Aumenta resistencia antimicrobiana y reduce eficacia de pasta (9) (19)
Relacionados al tratamiento	-Uso inadecuado de TAP	Mala concentración, elección incorrecta de antibióticos (12) (13)
	-Resistencia a algún antibiótico de la pasta	Generalmente ciprofloxacina, metronidazol y minociclina (19) (21)
	-Técnica endodóntica deficiente	Limpieza y desinfección incompleta (19) (21)
	-Falta de sellado adecuado	Reinfección o supervivencia bacteriana (19) (21)
	-Inmunodepresión	Enfermedades sistémicas (9) (19) (21)
Huésped	-Historia de tratamientos endodónticos fallidos	Reinfección o supervivencia bacteriana (19) (21)
	-Mala higiene oral	Facilitar colonización de patógenos resistentes (12) (13) (21)
Antibiótico-específico	-Uso indiscriminado de antibióticos	Se pueden seleccionar cepas resistentes (21) (22)
	-Interacciones entre los antibióticos de la pasta	Reciprocidad entre componentes (13) (18)
	-Falta de estudios clínicos sólidos	Que no respalde su eficacia con cepas multiresistentes (21) (22)

La **Tabla 4** muestra los principales factores que pueden influir en la eficacia de la pasta triantibiótica utilizada en tratamientos endodónticos frente a cepas resistentes de *Enterococcus faecalis*. Estos factores se agrupan en cuatro categorías: microbiológicos, relacionados con el tratamiento, del huésped y específicos de los antibióticos empleados. Su identificación resulta fundamental para comprender las posibles limitaciones clínicas de este abordaje terapéutico, así como para orientar futuras investigaciones y mejorar los protocolos endodónticos frente a infecciones persistentes o recurrentes.

Los hallazgos revisados muestran que la eficacia clínica de la pasta triantibiótica frente a cepas resistentes de *Enterococcus faecalis* no depende de su composición antimicrobiana, sino que está determinada por una interacción compleja de factores microbiológicos, técnicos, del huésped y farmacológicos. La capacidad del microorganismo para formar biopelículas, junto con mecanismos de resistencia adquirida, representa una barrera significativa para la eliminación bacteriana, incluso cuando se aplican concentraciones terapéuticas adecuadas. Asimismo, factores como el tiempo de exposición, el vehículo de aplicación y la calidad del sellado intracanal pueden comprometer los resultados si no se controlan adecuadamente durante el tratamiento.

Por tal motivo, la identificación temprana de estos factores de riesgo permite anticipar posibles fallos terapéuticos y ajustar los protocolos clínicos de manera más precisa. Además, resalta la necesidad de racionalizar el uso de la TAP en función del contexto clínico, evitando su aplicación indiscriminada que podría inducir resistencia cruzada o citotoxicidad tisular. Por lo tanto, más allá de confirmar su eficacia como agente antimicrobiano, estos resultados confirman que la optimización del entorno clínico y del manejo antibiótico concreto son determinantes para el éxito endodóntico frente a infecciones persistentes causadas por cepas resistentes de *E. faecalis*.

4. Discusión

La presencia de *Enterococcus faecalis* como patógeno persistente en fracasos endodónticos continúa siendo un desafío terapéutico significativo debido a su capacidad para resistir condiciones adversas, formar biofilms y penetrar profundamente en los túbulos dentinarios. Diversos estudios han evidenciado que, aunque *E. faecalis* es menos frecuentemente resistente a vancomicina en comparación con *E. faecium*, su implicación en infecciones crónicas y su elevada resistencia a tratamientos convencionales la posicionan como una bacteria de especial interés clínico. De hecho, un estudio multicéntrico mostró que la resistencia a la vancomicina en *E. faecium* y *E. faecalis* se encuentra en tasas del 46,1 % y 31,7 % respectivamente, con intervalos de confianza que se superponen, lo que sugiere la necesidad de una correcta identificación a nivel de especie para aplicar estrategias terapéuticas específicas y efectivas (19).

La Pasta Triantibiótica (TAP) compuesta tradicionalmente por ciprofloxacina, metronidazol y minociclina, ha demostrado una eficacia notable en estudios in vitro e in vivo contra cepas resistentes de *E. faecalis*, superando en muchos casos a desinfectantes intracanal convencionales como el hidróxido de calcio y la clorhexidina. En estudios ex vivo, se ha observado que la TAP puede reducir significativamente la viabilidad bacteriana en túbulos dentinarios, incluso a concentraciones bajas, aunque se ha determinado que una concentración mínima de 10 mg/mL es necesaria para lograr la erradicación completa de los microorganismos viables tras tres semanas de contacto (22).

El mecanismo de acción de la TAP se ha asociado a la sinergia antibacteriana de sus componentes: el metronidazol actúa sobre bacterias anaerobias, la ciprofloxacina interfiere en la síntesis de ADN bacteriano, y la minociclina inhibe la síntesis proteica, lo que permite atacar distintas estructuras bacterianas simultáneamente. Esta combinación se ha mostrado eficaz incluso en cepas con resistencia fenotípica a antibióticos sistémicos, dada su aplicación tópica y concentrada en el conducto radicular.

En el presente contexto clínico, donde la resistencia antibiótica compromete los tratamientos endodónticos convencionales, la TAP representa una alternativa terapéutica efectiva. La capacidad de *E. faecalis* de persistir en biofilms maduros, soportar un pH

elevado y sobrevivir con escasos nutrientes le permite colonizar conductos tratados previamente, favoreciendo la recidiva. Sin embargo, la aplicación de TAP ha demostrado disolver estos biofilms y reducir la carga microbiana en múltiples estudios. Un estudio realizado por Mandal et al. (20) demostró que la TAP, incluso combinada con vehículos como propilenglicol o clorhexidina, mantiene su eficacia antimicrobiana frente a cepas resistentes, con variaciones mínimas en la velocidad de acción, pero no en la eficacia final (20).

Sin embargo, aunque los resultados son alentadores, algunos autores han reportado que la TAP no siempre logra erradicar completamente todas las bacterias cuando se evalúa mediante técnicas sensibles como microscopía de fluorescencia o PCR en tiempo real, lo cual sugiere que podría haber persistencia de bacterias viables en estado latente o bajo biofilm. Además, se ha documentado la potencial citotoxicidad de la minociclina sobre células madre del ligamento periodontal, lo que ha motivado la búsqueda de sustitutos como la doxiciclina o incluso pastas alternativas que incluyan agentes naturales como la bromelina o curcumina fotoactivada, los cuales han mostrado resultados promisorios frente a *E. faecalis* (21).

Por consiguiente, los hallazgos aquí discutidos respaldan el uso clínico de la TAP como una herramienta efectiva para la desinfección intracanal, especialmente en casos de retratamiento, lesiones apicales persistentes y presencia confirmada de *E. faecalis*. A pesar de ello, se recomienda precaución en su uso prolongado y la consideración de alternativas menos citotóxicas cuando se planifica un procedimiento de regeneración pulpar.

Para finalizar, es esencial continuar con estudios clínicos controlados y metaanálisis que validen la eficacia de la TAP en contextos clínicos complejos, incluyendo cepas multirresistentes, así como establecer protocolos estandarizados que consideren concentración óptima, tiempo de exposición y combinación con vehículos biocompatibles que maximicen su acción sin comprometer la viabilidad celular de los tejidos periapicales.

5. Conclusiones

- *Enterococcus faecalis* se ha identificado como el patógeno más común en infecciones del sistema de conductos radiculares, destacando especialmente por la presencia de cepas resistentes a la vancomicina y su capacidad para formar biopelículas. Estas características le otorgan una notable persistencia dentro del conducto, incluso tras protocolos de desinfección convencionales. La formación de biopelículas protege a la bacteria de los agentes antimicrobianos y del sistema inmunológico del huésped, lo que favorece la recurrencia de infecciones y compromete el éxito del tratamiento endodóntico. Esta resistencia clínica plantea

la necesidad urgente de enfoques terapéuticos más eficaces y dirigidos específicamente a estos mecanismos de supervivencia.

6. Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses en relación con el artículo presentado.

7. Declaración de contribución de los autores

Todos los autores contribuyeron significativamente en la elaboración del artículo.

8. Costos de financiamiento

La presente investigación fue financiada en su totalidad con fondos propios de los autores.

9. Referencias Bibliográficas

1. Parhizkar A, Nojehdehian H, Asgary S. Triple antibiotic paste: momentous roles and applications in endodontics: a review. *Restorative Dentistry & Endodontics* [Online]. 2018 [cited 2025 May 15];43(3): e28. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30135847/>
2. Sabrah AHA, Yassen GH, Liu WC, Goebel WS, Gregory RL, Platt JA. The effect of diluted triple and double antibiotic pastes on dental pulp stem cells and established *Enterococcus faecalis* biofilm. *Clinical Oral Investigations* [Online]. 2015 [cited 2025 May 15]; 19(8):2059–2066. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25689981/>
3. Frough Reyhani M, Rahimi S, Fathi Z, Shakouie S, Salem Milani A, Soroush Barhaghi MH, et al. Evaluation of antimicrobial effects of different concentrations of triple antibiotic paste on mature biofilm of *enterococcus faecalis*. *Journal of Dental Research, Dental Clinics, Dental Prospects* [Online]. 2015 [cited 2025 May 15]; 9(3):138–143. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26697145/>
4. Hoshino E, Kurihara-Ando N, Sato I, Uematsu H, Sato M, Kota K, et al. In-vitro antibacterial susceptibility of bacteria taken from infected root dentine to a mixture of ciprofloxacin, metronidazole, and minocycline. *International Endodontic Journal* [Online]. 1996 [cited 2025 May 15]; 29(2):125-130. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9206436/>
5. Khan AM, Gangoo IKA, Ali NA, Khan M, Javed MQ, AlAttas MH, et al. The effect of calcium hydroxide, triple antibiotic pastes and chlorhexidine on pain in teeth with symptomatic apical periodontitis: a randomised controlled trial.

- International Journal of Environmental Research and Public Health [Online]. 2023 [cited 2025 May 15];20(4): 3091. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36833788/>
6. Asnaashari M, Eghbal MJ, Yaghmayi AS, Shokri M, Azari-Marhabi S. Comparison of antibacterial effects of photodynamic therapy, modified triple antibiotic paste and calcium hydroxide on root canals infected with enterococcus faecalis: an in vitro study. Journal of Lasers Medical Sciences [Online]. 2019 [cited 2025 May 15];10(suppl 1): S23–S29. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32021669/>
 7. Prasad LK, Tanwar BS, Kumar KN. Comparison of Calcium Hydroxide and triple antibiotic paste as Intracanal medicament in emergency pain reduction: In vivo study. International Journal of Oral Care & Research [Online]. 2016 [cited 2025 May 15]; 4(4):244–246. Available from: http://www.ijocrweb.com/pdf/2016/October-December/10570_ORIGINAL%20ARTICLE.pdf
 8. Mohammadi Z, Jafarzadeh H, Shalavi S, Yaripour S, Sharifi F, Kinoshita JI. A review on triple antibiotic pastes as a suitable material used in regenerative endodontics. Iranian Endodontic Journal [Online]. 2018 [cited 2025 May 15];13(1):1–6. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29692827/>
 9. Guan L, Beig M, Wang L, Navidifar T, Moradi S, Motallebi Tabaei F, et al. Global status of antimicrobial resistance in clinical Enterococcus faecalis isolates: systematic review and meta-analysis. Annals of Clinical Microbiology and Antimicrobials [Online]. 2024 [cited 2025 May 15];23(1):80. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39182092/>
 10. Sultan OS, Jonathan GCM, Lin SL, Davamani F, Sidhu P, Choudhury M. Management of Enterococcus faecalis associated endodontic infection using gold nanogel: An in-vitro study. The Saudi Dental Journal [Online]. 2025 [cited 2025 May 15];37(24):4-6. Available from: <https://link.springer.com/article/10.1007/s44445-025-00019-w>
 11. Yang S, Meng X, Zhen Y, Baima Q, Wang Y, Jiang X, et al. Strategies and mechanisms targeting Enterococcus faecalis biofilms associated with endodontic infections: a comprehensive review. Frontiers in Cellular and Infection Microbiology [Online]. 2024 [cited 2025 May 15]; 14:1-15. Available from: <https://www.frontiersin.org/journals/cellular-and-infection-microbiology/articles/10.3389/fcimb.2024.1433313/full>

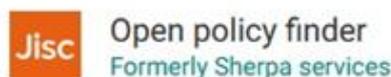
12. Hakim TA, Zaki BM, Mohamed DA, Blasdel B, Gad MA, Fayed MS, et al. Novel strategies for vancomycin-resistant *Enterococcus faecalis* biofilm control: bacteriophage (vB_EfaS_ZC1), propolis, and their combined effects in an ex vivo endodontic model. *Annals Clinical Microbiology and Antimicrobials* [Online]. 2025 [cited 2025 May 15];24(24). Available from: <https://ann-clinmicrob.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12941-025-00790-y>
13. Manoil D, Cerit EE, Fang H, Durual S, Brundin M, Belibasakis GN. Profiling antibiotic susceptibility among distinct *enterococcus faecalis* isolates from dental root canals. *Antibiotics* [Online]. 2024 [cited 2025 May 15];13(1): 18. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38247577/>
14. Panchal KG, Virani K, Patel V, Ali Khan A, Pettiwala A, Puranik SS, et al. Triple antibiotic paste: a game changer in endodontics. *Journal of Pharmacy and Bioallied Sciences* [Online]. 2024 [cited 2025 May 15];16(Suppl 3): S1913-S1915. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39346169/>
15. Bains R, Tikku AP, Verma P, Pandey P. Antimicrobial efficacy of triple antibiotic pastes in teeth with primary endodontic infection: a systematic review. *Asian Journal of Oral Health and Allied Sciences* [Online]. 2021 [cited 2025 May 15]. Available from: <https://ouci.dntb.gov.ua/en/works/40LEYoP4/>
16. Lillygrace E, Kethineni B, Puppala R, Raichurkar HKL, Ambati S, Saikiran KV. Antimicrobial efficacy of triple antibiotic pastes and propolis as an intracanal medicament in young permanent teeth: an in vivo study. *International Journal of Clinical Pediatric Dentistry* [Online]. 2021 [cited 2025 May 15]; 14(2):243–248. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34413600/>
17. Maria do Couto A, Espaladori MC, Pereira Leite AP, Castro Mastins C, Ferreira de Aguiar MC, Guimarães Abreu L. A systematic review of pulp revascularization using a triple antibiotic paste. *Pediatric Dentistry* [Online]. 2019 [cited 2025 May 15];41(5):341-353. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31648664/>
18. Daffinee KE, O'Neill ET, Bleick CR, Williams G, Antoci V, Garcia D, et al. Staphylococcal biofilm: penetration and bioavailability of vancomycin with or without rifampin. *Diagnostic Microbiology Infectious Disease* [Online]. 2023[cited 2025 May 15];106(3): 115947. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37116243/>
19. Nikhade P, Agrawal P, Mahapatra J, Suryawanshi T, Bhopatkar J, Umate L. Efficacy of Triple Antibiotic Paste and Bromelain Paste as Intracanal Medicament Against *Enterococcus faecalis*: An In-Vivo Study. *Cureus* [Online]. 2023[cited 2025

- May 15];15(11): e48098. Available from <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38046769>
20. Mandal SS, Margasahayam SV, Shenoy VU. A comparative evaluation of the influence of three different vehicles on the antimicrobial efficacy of triple antibiotic paste against *Enterococcus faecalis*: An in vitro study. *Contemporary Clinical Dentistry* [Online]. 2020[cited 2025 May 15]; 11(2):150–157. Available from: <https://www.researchgate.net/publication/343491372>
21. Roy S, Aung MS, Paul SK, Khan NA, Nasreen SA, Hasan MS, et al. Isolation of vanA-Mediated Vancomycin-Resistant *Enterococcus faecalis* (ST1912/CC116) and *Enterococcus faecium* (ST80/CC17), oprA-Positive Linezolid-Resistant *E. faecalis* (ST32, ST1902) from Human Clinical Specimens in Bangladesh. *Antibiotics* [Online]. 2025 [cited 2025 May 15]; 14(3):261. Available from: <https://www.mdpi.com/2079-6382/14/3/261>
22. Sanapala S, Singh S, Patel S, Logesh, Ranjan R, Suneetha. Bactericidal effect of triple antibiotic pastes against *enterococcus faecalis* in dentinal tubules-an ex vivo study. *European Journal of Cardiovascular Medicine* [Online]. 2024 [cited 2025 May 15];14(5):632-636. Available from: <https://healthcare-bulletin.co.uk/article/bactericidal-effect-of-triple-antibiotic-paste-against-enterococcus-faecalis-in-dentinal-tubules-an-ex-vivo-study-2490>
23. Vaca Ayala CE, Guamán Hernández VA, Cabezas Abad CA, León Velastegui MA. Microfiltración corono apical de *Enterococcus faecalis* en dientes endodonciados. *Anatomía Digital* [Internet]. 2024[citado 15 de mayo de 2025]; 7(2):147-162. Disponible en: <https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v7i2.3017>

El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Anatomía Digital**.



El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Anatomía Digital**.



Manejo clínico de pacientes con exostosis oral que presentan necesidades protésicas: revisión de la literatura

Clinical management of patients with oral exostoses presenting prosthetic needs: a review of the literature

- ¹ María Salomé Villacís Rodríguez  <https://orcid.org/0000-0002-2091-5019>
Universidad de Cuenca (UCUENCA), Cuenca, Ecuador.
Estudiante de la Facultad de Odontología
msalome.villacis@ucuenca.edu.ec
- ² Chiara Gabriela Trelles Sarmiento  <https://orcid.org/0009-0005-3514-7947>
Universidad de Cuenca (UCUENCA), Cuenca, Ecuador.
Estudiante de la Facultad de Odontología
gabriela.trelles@ucuenca.edu.ec
- ³ Mario Esteban Calderón Calle  <https://orcid.org/0000-0003-1320-2923>
Universidad de Cuenca (UCUENCA), Cuenca, Ecuador.
Docente de la Facultad de Odontología.
marioe.calderon@ucuenca.edu.ec



Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 17/05/2024

Revisado: 14/06/2025

Aceptado: 10/07/2025

Publicado: 28/07/2025

DOI: <https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v8i3.1.3455>

Cítese: Villacís Rodríguez, M. S., Trelles Sarmiento, C. G., & Calderón Calle, M. E. (2025). Manejo clínico de pacientes con exostosis oral que presentan necesidades protésicas: revisión de la literatura. *Anatomía Digital*, 8(3.1), 105-121. <https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v8i3.1.3455>



ANATOMÍA DIGITAL, es una Revista Electrónica, Trimestral, que se publicará en soporte electrónico tiene como misión contribuir a la formación de profesionales competentes con visión humanística y crítica que sean capaces de exponer sus resultados investigativos y científicos en la misma medida que se promueva mediante su intervención cambios positivos en la sociedad. <https://anatomiadigital.org>
La revista es editada por la Editorial Ciencia Digital (Editorial de prestigio registrada en la Cámara Ecuatoriana de Libro con No de Afiliación 663) www.celibro.org.ec

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 International. Copia de la licencia: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es>



Palabras claves:

Cirugía preprotésica; excrecencias óseas; exostosis; manejo clínico; complicaciones preoperatorias.

Keywords:

Pre-prosthetic surgery; bony outgrowths; exostosis; clinical management; preoperative complications.

Resumen

Introducción. La exostosis ósea es una lesión benigna, multifactorial, que se presenta en diferentes localizaciones, tamaños y formas. A pesar de ser inocua, puede representar un inconveniente en pacientes con necesidades protésicas. **Objetivo.** Analizar opciones de tratamiento para pacientes con exostosis óseas que requieren tratamiento protésico. Determinar consideraciones quirúrgicas para el manejo de exostosis maxilar o mandibular en rehabilitación protésica. Evaluar factores que influyen en la elección del tratamiento protésico en pacientes con exostosis. **Metodología.** Estudio transversal descriptivo con búsqueda bibliográfica en PubMed, Google Scholar, Scopus y Cochrane sobre el abordaje de las complicaciones protésicas de las EO. **Resultados.** Se obtuvieron 34 artículos donde se establecen alternativas para mejorar la calidad de vida de pacientes con necesidades protésicas. **Conclusión.** El tratamiento debe individualizarse según las necesidades y el cuadro clínico de cada paciente. **Área de estudio general:** Odontología. **Área de estudio específica:** Cirugía Oral/ Prostodoncia. **Tipo de estudio:** Revisión Bibliográfica.

Abstract

Introduction. Bone exostosis is a benign, multifactorial lesion that appears in various locations, sizes, and shapes. Despite being harmless, it may be a problem for patients with prosthetic needs. **Objective.** Analyze treatment options for patients with osseous exostoses requiring prosthetic care. Determine surgical considerations for managing maxillary or mandibular exostoses in prosthetic rehabilitation. Evaluate factors influencing the choice of prosthetic treatment in patients with exostoses. **Methodology.** A descriptive cross-sectional study was conducted using PubMed, Google Scholar, Scopus, and Cochrane to find relevant studies addressing prosthetic complications of OE. **Results.** A total of 34 articles were reviewed, offering alternatives to improve the quality of life in patients with prosthetic needs. **Conclusion.** Treatment should be individualized according to each patient's clinical condition and specific needs. **General Area of Study:** Dentistry.

Specific area of study: Oral Surgery, Prosthodontics. **Type of study:** Bibliography Review.

1. Introducción

Las Exostosis Óseas (EO) son lesiones benignas proliferativas, no neoplásicas localizadas; las cuales clínicamente se observan como abultamientos de hueso compacto (1). Se clasifican de acuerdo con su localización en *torus* mandibular, *torus* palatino y exostosis vestibular, la prevalencia de las tres condiciones es variable, oscila entre el 0.4 al 66.5% siendo más comunes en la región mandibular (2). Esta condición suele presentarse entre los 35 a 65 años y su aparición puede producirse con el avance de la edad (1). Al tratarse de lesiones benignas no se indica su tratamiento, sin embargo, pueden interferir con rehabilitaciones protésicas o en pacientes con necesidad de injertos óseos alogénicos, circunstancias que pueden justificar la remoción quirúrgica de los mismos (1) (3).

En cuanto a su etiología se sugiere que factores autosómicos dominantes, raciales, atrición dental o estrés oclusal, musculatura bien desarrollada e incluso factores nutricionales podrían tener influencia en su aparición (3) (4). Estas anomalías también han sido asociadas con mutaciones en LRP5 y LRP6 (5). Además, también se ha determinado casos en los que se originan como consecuencia de tratamientos dentales traumáticos como tratamiento ortodóncico (6) o procedimientos de injerto de tejido blando (5). Es importante realizar una adecuada anamnesis para determinar el posible origen de la patología, debido a que puede ser causada también por alteraciones sistémicas, apnea obstructiva del sueño, entre otros factores (3) (7).

Las EO se clasifican según su tamaño, localización y número. Por su tamaño se encuentran: lesiones pequeñas que alcanzan tamaños inferiores a 3mm, medianas de 3-5mm y grandes que son mayores a 5mm. Por su localización, pueden ser palatinas, mandibulares y en zonas múltiples; los palatinos o también llamados *torus* palatino, consiste en un tipo de exostosis congénita benigna que compromete paladar duro y las apófisis palatinas; es la más común de las excrescencias óseas con una prevalencia del 30% al 40.53%, siendo más común en sexo femenino e individuos de raza negra (1) (8). Los *torus* mandibulares se localizan sobre la línea milohioidea y por debajo de la apófisis alveolar de la mandíbula, su prevalencia oscila entre el 0.4% al 63.4% y se extiende aproximadamente desde la región de los caninos hacia distal; además puede ser unilateral o bilateral (1).

Las exostosis múltiples pueden localizarse en cualquier región, sin embargo, son más predominantes en la superficie bucal del maxilar o mandíbula por debajo del pliegue mucobucal de la región molar (9), la mucosa que los rodea es delgada y suelen ser avasculares de tamaño pequeño y suelen presentarse con una forma nodular redondeada (3) (10). Su prevalencia está entre el 0.9% al 56% de los casos (1). Finalmente, según su forma puede clasificarse en plano, fusiforme, nodular o lobulado (1), los planos que son una suave convexidad simétrica y base amplia, fusiformes que son pronunciados y a veces con un surco en la línea media, los nodulares que presentan varias protuberancias con base individual y los lobulares tienen una base amplia en la que alojan múltiples lóbulos (9). Las características histológicas de las exostosis comprenden hueso hiperplásico, que consiste en hueso cortical y trabecular maduro (11) (12).

Puesto que las EO son excrecencias benignas no requieren tratamiento al menos que sean lo suficientemente grandes para interferir con la salud periodontal, posición dental o en algunas circunstancias pudieran causar ulceraciones traumáticas. La indicación más frecuente de su remoción es por interferencia en tratamientos protésicos (13). Otras indicaciones de su remoción resultan en casos de cirugía de implantes, donde se utiliza las excrecencias óseas como fuente de injerto autógeno; en casos que existieran alteraciones en la fonación, en limitaciones masticatorias o por hipersensibilidad debida a exostosis vestibulares cuya mucosa es demasiado delgada, por ser factores retentivos de restos alimenticios, en casos en los que el paciente que requiera intubación y las EO interfieran (5). Se ha demostrado que las EO mandibulares se asocian a apnea obstructiva del sueño debido a que su volumen puede llegar a competir con el espacio que le corresponde a la lengua modificando su posición fisiológica causando un desplazamiento de esta con los tejidos blandos adyacentes (14). Otra indicación se puede dar por decisión autónoma del paciente por motivos estéticos (8) (9).

La presencia de exostosis óseas orales en pacientes con necesidades protésicas implica variaciones en los protocolos convencionales para la realización de una adecuada rehabilitación, debido a que estas lesiones afectarían directamente a la retención, estabilidad y soporte de la prótesis, las cuales son características imprescindibles en la rehabilitación oral. Es importante que el tratante conozca las distintas opciones de tratamiento en pacientes que presenten este tipo de lesiones, por lo tanto, el objetivo general del presente estudio es exponer las distintas alternativas de tratamiento para estos pacientes, con un enfoque en casos de necesidad de prótesis removibles y pacientes con necesidad de implantes, para de esta manera facilitar la planificación del tratamiento basándose en las características específicas de cada caso en particular.

2. Metodología

El presente estudio transversal descriptivo se realizó una búsqueda avanzada en bases de datos como PubMed, Google Scholar y Scopus. Se utilizó una estrategia de búsqueda

bibliográfica en DecsMesh para palabras clave utilizando las expresiones: “exostosis” O “excrescencias óseas”, Y “complicaciones preoperatorias” O “complicaciones protésicas” Y “procedimientos quirúrgicos preprotésicos orales” O “cirugía preprotésica”. Además, se utilizaron buscadores booleanos “AND” “OR” y “NOT” para sistematizar de mejor manera.

Entre los criterios de inclusión se tomará en cuenta revisiones sistemáticas, metaanálisis, estudios prospectivos y estudios clínicos que cumplan con el requerimiento del tema, se priorizo estudios con una línea temporal de los últimos 5 años y sin restricción de idioma. Entre los criterios de exclusión se descartan libros desactualizados, estudios con resultados inconclusos, artículos duplicados, artículos con línea temporal que sobrepasen los 30 años, además estudios que no tengan clara su metodología y artículos que no tengan revisión por pares.

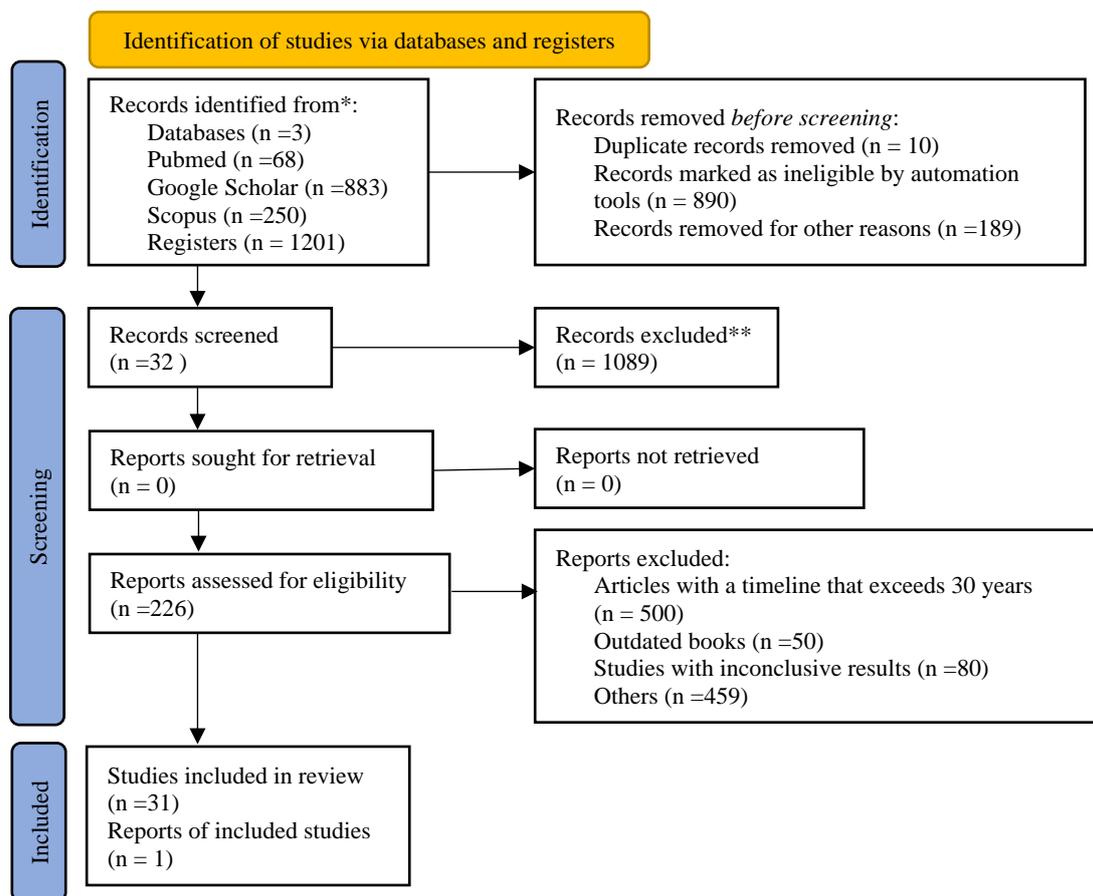


Figura 1. Representación esquemática del método PRISMA utilizado

3. Resultados

Después de haber aplicado el método PRISMA ilustrado en la **Figura 1** se obtuvieron 266 artículos, al aplicar los criterios de inclusión y exclusión se redujeron a 34 artículos.

En la **Tabla 1** se presenta un resumen de la evidencia más significativa para el presente estudio.

Tabla 1. Resumen de los 15 artículos más relevantes utilizados en la revisión de la literatura

Autores, Año de publicación	Tipo de estudio	Factores investigados	Resultados	Conclusiones
Kün-Darbois et al. (4) 2017	Revisión de la literatura	Descripción de características morfológicas de las EO.	Se logró determinar que las EO tienen características similares a la tabla ósea adyacente, sin embargo, su fisiología puede variar.	Las EO presentan remodelación ósea asimétrica que determina su forma.
Smitha & Smitha (5) 2015	Revisión de la literatura.	Factores asociados a la formación y tratamiento de exostosis alveolares.	Se proporcionó un manejo clínico conservador e invasivo de EO, y su uso como injerto para colocación de implantes.	Las EO consisten en continuaciones del hueso original, cualquier anomalía radiográfica o histológica puede determinar su remoción.
Haripriya & Khadar (7) 2016	Revisión bibliográfica	Procedimientos de cirugía preprotésica relacionados con tori y exostosis ósea.	Se establecieron múltiples métodos multidisciplinares para tratar quirúrgicamente las EO.	No se puede establecer un plan de tratamiento concreto para cada caso de EO, sin embargo, es importante realizar el procedimiento según la especialidad adecuada.
Pynn et al. (8) 1995	Revisión de la literatura.	Opciones de manejo clínico de torus mandibular.	Se estableció la prevalencia y manejo clínico de tori mandibulares.	Las EO mandibulares son las más prevalentes, de debe determinar las estructuras anatómicas adyacentes correctamente para realizar un abordaje adecuado de las mismas.

Tabla 1. Resumen de los 15 artículos más relevantes utilizados en la revisión de la literatura (continuación)

Autores, Año de publicación	Tipo de estudio	Factores investigados	Resultados	Conclusiones
Rodríguez et al. (9) 1999	Revisión de la literatura	Indicaciones de remoción quirúrgica de exostosis óseas	Se presentó que las principales indicaciones de remoción son interferencias anatómicas y el hecho de que exista sintomatología.	A pesar de ser lesiones benignas, el tratamiento de las EO consiste en satisfacer las necesidades del paciente.
Limongelli et al. (10) 2019	Informe de caso	Manejo clínico de exostosis que no requiere intervención quirúrgica.	Se determinó la importancia de la adecuada identificación de las características clínicas de las EO para descartar que se trate de lesiones malignas.	En ocasiones los múltiples crecimientos óseos suelen asociarse a síndromes, es por ello la importancia de realizar un adecuado control periódico.
García et al. (12) 2010	Revisión de la literatura	Estado actual de la literatura respecto al torus, sus características y tratamiento.	Se definió las principales complicaciones quirúrgicas y posquirúrgicas de la extracción de torus.	Es crucial analizar las necesidades del paciente para determinar las variantes antes y después del tratamiento.
Pozzetti et al. (15) 2023	Revisión y reporte de caso	Resección de torus mandibular con instrumento piezoeléctrico.	Los instrumentos piezoeléctricos superan los métodos quirúrgicos alternativos debido a que ofrecen mejor visibilidad, protegen a los tejidos blandos, son más cómodos para el paciente con respecto a la disminución de ruido y vibración, además, provocan menor hemorragia, sin embargo, su uso puede llegar a tomar mayor tiempo de trabajo.	Aunque la extracción quirúrgica de las exostosis no es obligatoria, si resulta necesaria si se hará rehabilitación protésica, si hay dolor, o si se desea realizar un autoinjerto óseo

Tabla 1. Resumen de los 15 artículos más relevantes utilizados en la revisión de la literatura (continuación)

Autores, Año de publicación	Tipo de estudio	Factores investigados	Resultados	Conclusiones
Bukhari et al. (16) 2022	Artículo de revisión	Patrones clínicos, causas y tratamiento de torus palatinos	Se determinó que no existe una etiología definida, sin embargo, según sus presentaciones clínicas se puede realizar un adecuado diagnóstico diferencial para determinar si se trata de lesiones benignas o malignas.	Se considera que la intervención quirúrgica no suele ser necesaria, debido a que esta afección en ocasiones es descubierta de manera que el paciente no es consciente de padecerla, sin embargo, su remoción se indica en casos de interferencias protésicas o funcionales.
Rocuzzo et al. (17) 2021	Revisión e informe de caso	Origen de las exostosis tras el uso de injertos gingivales	Según análisis histológicos de las EO se puede determinar que las lesiones no son patológicas, en su lugar consisten en hueso vital formado fuera de la tabla ósea.	El desarrollo de las exostosis tras procedimientos mucogingivales suelen ser secuelas de etiología incierta y su remoción se indica según la sintomatología del paciente.
Bacali et al. (18) 2020	Artículo de revisión	El torus como variable al tratamiento protésico	Si las lesiones son asintomáticas y de pequeño tamaño, no plantean problemas para el tratamiento protésico.	En caso de torus palatino grande, se puede recomendar tratamiento quirúrgico.

Tabla 1. Resumen de los 15 artículos más relevantes utilizados en la revisión de la literatura (continuación)

Autores, Año de publicación	Tipo de estudio	Factores investigados	Resultados	Conclusiones
Bouchet et al. (19) 2019	Revisión y reporte de caso	Etiología, aspecto clínico y estrategias terapéuticas del torus palatino	En el momento del desprendimiento mucoperióstico, existe el riesgo de desgarro de la mucosa palatina adherente y daño de los grandes vasos palatinos, ubicados con mayor frecuencia en los bordes del torus palatino.	No se deben remover a no ser que haya alguna indicación protésica o dolor.
Choudhari et al. (20) 2018	Artículo de revisión	Principales objetivos de la cirugía preprotésica de las EO.	El principal objetivo para remover EO es proporcionar un adecuado espacio para una correcta instalación de una prótesis.	Se indica remoción de torus mandibular cuando; interfiere con el posicionamiento de la lengua, con el habla, para reconstrucción protésica, paciente con mala higiene bucal, ulceración traumática por la masticación
Borycki et al. (21) 2017	Artículo de revisión	Etiología, morfología y tratamiento de exostosis óseas	Se determinó que el lento crecimiento de las exostosis puede empeorar progresivamente la retención y estabilidad de las prótesis removibles, hasta el punto de excluir su uso.	La remoción de las EO depende de los requerimientos de cada paciente.

3.1. Opciones terapéuticas para prótesis removibles

En el caso específico de pacientes con necesidades protésicas, las EO según su tamaño y/o ubicación pueden llegar a complicar la colocación y el confort de las prótesis removibles, ya que generan puntos de presión y lesiones en tejidos blandos, además puede

alterar la distribución de las fuerzas masticatorias afectando directamente la estabilidad de la prótesis y aumentando el riesgo a fractura o desplazamiento de esta (9).

Se ha propuesto intervenciones conservadoras siempre y cuando sea posible, las cuales consisten en diseñar métodos de alivio en prótesis, en los cuales se propone diseños que no invadan las lesiones benignas, como bandas palatinas anteriores o en forma de herradura o barras palatinas anteroposteriores en casos de torus palatino de tamaño pequeño; en el caso de pacientes con torus mandibular que no va a ser removido, se indica conectores mayores como la barra cingular o la placa vestibular que evitan el contacto con las EO y a su vez con su remoción quirúrgica (9) (6).

Ahora bien cuando el defecto es muy grande o se encuentra en una ubicación que impide una intervención conservadora, se opta por la remoción quirúrgica de la anomalía. La cirugía preprotésica consiste en un conjunto de procedimientos destinados a eliminar determinadas lesiones y anomalías de tejidos duros y blandos con el fin de mejorar el pronóstico del tratamiento protésico y facilitar la confección de los diferentes elementos protésicos (13). Sin embargo, al ser un tratamiento invasivo, se debe tener varias consideraciones. Primeramente, que las lesiones pudieran encontrarse en una ubicación compleja de abordar quirúrgicamente, condiciones socioeconómicas del paciente, condiciones sistémicas del paciente que impliquen un riesgo en la cirugía, entre otras razones.

3.2. Opciones terapéuticas para pacientes con necesidad rehabilitadora mediante implantes

En casos de pacientes con defectos óseos alveolares, en los cuales se ha perdido una cantidad significativa del soporte óseo se ha considerado que los injertos óseos autógenos son el estándar de oro para la reconstrucción de la pérdida ósea; se ha considerado de preferencia el uso de hueso mandibular al ser más compacto, siendo un excelente sitio donante (17). Sin embargo, los torus mandibulares también han sido considerados excelentes fuentes de injerto autógeno, debido a que han indicado resultados más predecibles para el aumento de reborde alveolar en sentido horizontal y en elevaciones del seno maxilar por su potencial de osteoconducción (proceso por el cual un material actúa como andamiaje para el crecimiento de tejido óseo nuevo) (22), osteoformación (formación de hueso nuevo a partir de osteoblastos activos en un entorno favorable) (5) y osteoinducción (estimulación de células progenitoras para diferenciarse en osteoblastos y formar hueso nuevo) (11).

3.3. Otras alternativas de tratamiento

Otros autores sugieren que el número de piezas o procedimientos dentales traumáticos pueden traer como consecuencia la aparición de exostosis. Johnson (1959) citado por

Lease (2) reportó que un torus mandibular desapareció en un periodo de 5 a 7 meses tras extracciones y resección del proceso alveolar, sin embargo, se manifiesta que este pronóstico no es constante (2) (11).

3.4. Complicaciones del tratamiento invasivo

Los procedimientos quirúrgicos para remover EO de preferencia deben realizarse con anestesia local, debido a que en la mayoría de casos no se justifica el uso de anestesia general. Para remover torus palatino deben bloquearse los nervios nasopalatino y palatino anterior, además de complementar con anestesia infiltrativa en la región circundante a la fibromucosa palatina (22). Los tipos de incisión más comunes son: para remover torus palatino la incisión tipo “Y” de espesor total suele ser ideal, y en el caso de torus mandibular se debe seguir el reborde mandibular, o es importante festonear la región cervical de las piezas dentales circundantes en el caso de estar presentes (22).

Generalmente los procedimientos quirúrgicos para la remoción de EO suelen ser de baja morbilidad y tienen pocas posibilidades de complicaciones, sin embargo, se debe diseñar adecuadamente el colgajo, debido a que la mucosa que rodea las EO suele ser muy delgada y avascular (8) (11). Al tratarse de una cirugía abierta, es crucial realizar un adecuado colgajo, sin embargo, hay que tener en cuenta que dependerá de la localización, morfología y tamaño de las EO, la incisión puede ser llevada a cabo con elementos como bisturí, láser o electrobisturí y la escisión de la lesión exofítica puede ser llevada a cabo con elementos rotatorios de alta y baja velocidad, cinceles quirúrgicos, limas de hueso e incluso láser (8).

Otra complicación común derivada de la remoción quirúrgica de EO, se da durante el levantamiento del mucoperiostio. Entre las posibles complicaciones están la lesión o sección del conducto de Wharton (submaxilar), laceraciones en el piso de la boca y daños en estructuras anatómicas cercanas que podrían requerir intervención quirúrgica adicional y en el caso del torus palatino, es importante proteger la integridad de la arteria palatina para prevenir un sangrado difuso; así mismo, si no se adoptan las medidas adecuadas, las infecciones postquirúrgicas pueden convertirse en una complicación significativa tras la extracción de un torus. Un enfoque meticuloso y preventivo es esencial para minimizar estos riesgos (5). Otras complicaciones incluyen osteonecrosis en pacientes tratados con bifosfonatos, osteítis u osteomielitis (1) (5).

Entre otras complicaciones, también se puede presentar edema en el piso de boca, lesiones en los conductos salivales, lesión del nervio lingual, perforación de la tabla ósea lingual en el caso de la remoción de torus linguales; en el caso de remoción de torus palatinos puede ocurrir perforación de la cavidad nasal, anestesia secundaria por perforación del nervio palatino, fractura del hueso palatino, dilaceración de la mucosa palatina; además, necrosis ósea por una mala refrigeración durante el procedimiento, dolor postoperatorio,

remanentes de espículas óseas, enfisemas, dehiscencia, posibles infecciones y posibles recidivas ya que se ha reportado que puede recurrir en períodos incluso de hasta 11 años (8) (22).

4. Discusión

En los estudios analizados en esta investigación, se presentó una tendencia que indica que en la mayoría de casos, si las EO no representan molestias para el paciente y no impiden la realización de procedimientos médicos y dentales, no requieren un tratamiento, por lo que, en casos de necesidad de rehabilitación con prótesis removible, se opta por adaptarla a la anomalía. Sin embargo, autores como Borycki et al. (21) no recomiendan esta opción terapéutica por la potencialidad de crecimiento de la lesión, que con el tiempo afectaría la estabilidad de la prótesis a pesar de haber sido adaptada al paciente.

De igual manera se expone la remoción quirúrgica de las EO como una de las opciones de tratamiento, considerando las particularidades de cada caso y anticipando las posibles complicaciones de esta opción terapéutica. Así también, en la literatura se ve muy presente la opción de “aprovechar” el tejido óseo de las EO para la colocación de implantes con la ayuda de injertos óseos autógenos (15).

En estudios como el de Lease (2) se expone que se han reportado casos puntuales en los que, al realizarse extracciones dentales de piezas asociadas a exostosis, estas han desaparecido. Sin embargo, esta no se puede considerar una opción terapéutica ya que no es un pronóstico constante como refieren los propios autores y puesto que en la actualidad se opta por tratamientos conservadores, no se considera a la extracción dental la opción terapéutica de elección (19).

Actualmente existen pocas directrices estandarizadas sobre el tratamiento de pacientes con exostosis óseas que requieren rehabilitación protésica, y en la práctica clínica actual, la falta de estas guías deriva en distintos tipos de manejo no estandarizados por lo que se sugiere establecer un protocolo o guía clínica para tratar estos casos para futuras investigaciones (21).

5. Conclusiones

- En las investigaciones examinadas en este estudio se observó una tendencia que señala que, en la mayoría de las situaciones, si las EO no causan inconvenientes para el paciente y no obstaculizan la ejecución de procedimientos médicos y odontológicos, no necesitan un tratamiento, por lo que en casos de necesidad de rehabilitación con prótesis removible, se opta por adaptarla a la anomalía. Sin embargo, esta opción terapéutica no se recomienda en todos los casos por la potencialidad de crecimiento de la lesión, que con el tiempo afectaría la estabilidad de la prótesis a pesar de haber sido adaptada al paciente.

- De igual manera la remoción quirúrgica de las EO es una de las principales opciones de tratamiento, considerando las particularidades de cada caso y anticipando las posibles complicaciones. De igual forma en la literatura es frecuentemente mencionada la alternativa de "utilizar" el tejido óseo de las EO para la implantación de implantes con el uso de injertos óseos autógenos. En otros estudios se expone que se han reportado casos puntuales en los que, al realizarse extracciones dentales de piezas asociadas a exostosis, estas han desaparecido. No obstante, no se puede considerar como una alternativa terapéutica dado que no es un pronóstico constante como lo mencionan los propios autores y debido a que actualmente se recurre a tratamientos conservadores, la extracción dental no es vista como la opción terapéutica de elección.
- Con base en los hallazgos de esta revisión, se puede concluir que se cumplió el objetivo planteado inicialmente, que fue identificar las principales consideraciones terapéuticas en pacientes con EO que requieren rehabilitación protésica. Se evidenció una diversidad de abordajes, tanto conservadores como quirúrgicos, y una falta de consenso estandarizado. Por ello se recomienda el desarrollo de directrices clínicas claras que guíen el manejo de estos casos, lo cual también representa una línea importante para futuras investigaciones.

6. Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses en relación con el artículo presentado.

7. Declaración de contribución de los autores

Todos autores contribuyeron significativamente en la elaboración del artículo.

8. Costos de financiamiento

La presente investigación fue financiada en su totalidad con fondos propios de los autores.

9. Referencias Bibliográficas

1. Ravi A, Gowda Venkatesha RR, Rajaram Mohan K. Mandibular bony exostoses or hyperostosis: a case report. Cureus [Online]. 2024 [cited 2025 May 15]; 16(11): e72941. Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11614749/>
2. Lease LR. Correlations between dental wear and oral cavity characteristics: Mandibular torus, palatine torus, and oral exostoses. American Journal of Human Biology [Online]. 2020[cited 2025 May 15];33(2): e23446. Available from: <https://doi.org/10.1002/ajhb.23446>

3. Rozas-Pérez E, Bravo C, Rozas-Muñoz E. Torus palatinus. Actas Dermo-sifiliográficas [Internet]. 2019 [citado 15 mayo 2025];110(1): e6. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0001731018302448?via%3Dihub>
4. Kün-Darbois JD, Guillaume B, Chappard D. Asymmetric bone remodeling in mandibular and maxillary tori. Clinical Oral Investigations [Online]. 2017 [cited 2025 May 15]; 21(9):2781-2788. Available from: <https://doi.org/10.1007/s00784-017-2080-8>
5. Smitha K, Smitha GP. Alveolar exostosis – revisited: a narrative review of the literature. The Saudi Journal for Dental Research [Online]. 2015 [cited 2025 May 24];6(1):67–72. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2352003514000021>
6. Manosudprasit A, Chantadilok W, Manosudprasit M. Management of alveolar bone exostosis after orthodontic treatment. Journal of Clinical Orthodontics [Online]. 2021 [cited 2025 May 15]; 55(4):401-413. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34133333/>
7. HariPriya C, Khadar VS. Preprosthetic Surgery: review of Literature. IJSS Case Reports & Reviews [Internet]. 2016 [cited 2025 May 15]; 3(4):9-16. Available from: https://www.researchgate.net/publication/314081988_Preprosthetic_Surgery_Review_of_Literature
8. Pynn BR, Kurys-Kos NS, Walker DA, Mayhall JT. Tori mandibularis: a case report and review of the literature. Journal Canadian Dental Association [Online]. 1995 [cited 2025 May 15]; 61(12):1057-1063. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8536198>
9. Rodríguez L, Santos M, Medina A. Torus y Exostosis óseas. Revisión de la literatura. Acta Odontológica Venezolana [Internet]. 1999 [citado 15 mayo 2025];37(2). Disponible en: <https://www.actaodontologica.com/ediciones/1999/2/art-12>
10. Limongelli L, Tempesta A, Capodiferro S, Maiorano E, Favia G. Oral maxillary exostosis. Clinical Case Reports [Online]. 2019 [cited 2025 May 15]; 7(1):222–223. Available from: <https://doi.org/10.1002/ccr3.1918>
11. López-Flores AI, Valdivia-Maibach RR. Optimización de la retención de una prótesis total superior a través de un atache magnético colocado en una exostosis palatina. Revista Científica Odontológica [Internet]. 2014 [citado 15 mayo 2025];

2(1):200-205. Disponible en:

<https://web.archive.org/web/20180427125407id/http://revistas.cientifica.edu.pe/index.php/odontologica/article/viewFile/85/115>

12. García-García AS, Martínez-González JM, Gómez-Font R, Soto-Rivadeneira A, Oviedo-Roldán L. Current status of the torus palatinus and torus mandibularis. *Medicina Oral Patología Oral y Cirugía Bucal* [Online]. 2010 [cited 2025 May 15]; 15(2): e353-e360. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19767716/>
13. Kang T, Kong Y, Chen X, Huang S, Shao J. Variability of exostoses on human jaws during the past six millennia in Northern China. *International Journal of Morphology* [Online]. 2021 [cited 2025 May 15]; 39(5):1311-1315. Available from: <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022021000501311>
14. Alqahtani HM. Bony Exostosis development in a patient following free gingival graft and orthodontic treatment: a case report. *Cureus* [Online]. 2023 [cited 2025 May 15]; 15(12): e50500. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38222237/>
15. Pozzetti E, Garibaldi J, Cassinotto E, Figliomeno E, Merlini A. Piezosurgery removal of mandibular Tori: a case series. *Archives of Clinical and Medical Case Reports* [Online]. 2023 [cited 2025 May 15]; 7(3):290. Available from: <https://fortuneonline.org/articles/piezosurgery-removal-of-mandibular-tori-a-case-series.pdf>
16. Bukhari MA, Muteb AM, Awani FA, Alsahli MM, Tashkandi MM, Telmisani DA, et al. Clinical patterns, causes, and treatment of torus palatinus. *International Journal of Community Medicine and Public Health* [Online]. 2021 [cited 2025 May 15]; 9(1):523-527. Available from: https://www.researchgate.net/publication/357383496_Clinical_patterns_causes_and_treatment_of_torus_palatinus
17. Rocuzzo A, Imber JC, Bosshardt D, Salvi GE, Sculean A. Development of bone exostosis following the use of a free gingival graft: a 30-year case report and literature review. *The International Journal of Periodontics and Restorative Dentistry* [Online]. 2021 [cited 2025 May 15]; 41(4): 539-545. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34328472/>
18. Bacali C, Negucioiu M, Craciun A, Duncea I, Constantini M. The palatal torus. A variable in the treatment with complete denture. *International Journal of Medical Dentistry* [Online]. 2024 [cited 2025 May 15]; 28(1). Available from: <https://ijmd.ro/2024-2/2024/the-palatal-torus-a-variable-in-the-treatment-with-complete-denture/>

19. Bouchet J, Hervé G, Lescaille G, Descroix V, Guyon A. Palatal torus: etiology, clinical aspect, and therapeutic strategy. *Journal of Oral Medicine Oral Surgery* [Online]. 2019 [cited 2025 May 15]; 25(18):1-5. Available from: <https://www.jomos.org/articles/mcbcb/pdf/2019/02/mcbcb180031.pdf>
20. Choudhari S, Rakshagan V, Jain AR. Evolution in preprosthetic surgery current trends: a review. *Drug Invention Today* [Online]. 2018 [cited 2025 May 15]; 10(7): 2010-2016. Available from: https://www.researchgate.net/publication/327686464_Evolution_in_preprosthetic_surgery_current_trends_A_review
21. Borycki B, Ksiezopolski J, Chrusciel B, Frank S, Plakwicz P, Wojtowicz A, Kukula K. Exostoses of jaw bones: an etiology, morphology, and treatment of bony outgrowths – review of literature. *Official Journal of The Polish Dental Association* [Online]. 2018[cited 2025 May 15]; 71(2):184-193. Available from: <https://www.termedia.pl/Exostoses-of-jaw-bones-aetiology-morphology-and-treatment-of-bony-outgrowths-review-of-literature,137,34396,0,1.html>
22. Antoniades D, Belazi M, Papanayiotou P. Concurrence of torus palatinus with palatal and buccal exostoses. *Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology Oral Radiology* [Online]. 1998 [cited 2025 May 15]; 85(5): 552-557. Available from: [https://www.oooojournal.net/article/S1079-2104\(98\)90290-6/abstracthttps://www.oooojournal.net/article/S1079-2104\(98\)90290-6/abstract](https://www.oooojournal.net/article/S1079-2104(98)90290-6/abstracthttps://www.oooojournal.net/article/S1079-2104(98)90290-6/abstract)

El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Anatomía Digital**.



El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Anatomía Digital**.

