



finis
Universidad Finis Terrae
Facultad de Odontología

UNIVERSIDAD FINIS TERRAE
FACULTAD ODONTOLOGÍA
ESCUELA DE ODONTOLOGÍA

**Mineralización/Re mineralización en dientes previamente tratados
endodónticamente. Una revisión narrativa sistematizada.**

Diego Ignacio Venegas Gutiérrez

Tesis presentada a la Facultad de Odontología de la Universidad Finis Terrae,
para optar al título de Cirujano Dentista

Profesor guía: Dr. Joaquín Lucero Mora

Profesor colaborador: Dr. Ignacio Ribera Henríquez

Santiago, Chile

2024

Dedicatoria, agradecimientos

Agradecer en primer lugar a mi madre María Gutiérrez Dinamarca por su apoyo incondicional, inculcarme valores, sus exigencias, entregarme la dicha de vivir una infancia rodeado de amor y darme la confianza de que soy capaz.

Extender el agradecimiento a mis tías Marcela y Carmen, por apoyar tanto a mi madre como a mí de manera incondicional.

A las amistades de la familia Luz Larraín y Susana Larraín por creer en mí.

A mi grupo de amigos presentes en las distintas facetas de mi vida. Los chicos del Gym Finis, mis compañeras, mi equipo de basquetbol y amigos de la vida.

Por último agradecer a cada profesor de la Facultad de Odontología que aportó en mi proceso de desarrollo profesional.

ÍNDICE

Resumen	3
Abstract	4
Introducción	5
Marco teórico.....	7
Objetivos.....	12
Materiales y métodos	13
Resultados	16
Discusión	30
Conclusión	32
Anexos.....	33
Bibliografía	34

RESUMEN

Introducción: La caries dental, una de las enfermedades más prevalentes a nivel mundial, afecta a más de 2.000 millones de personas. En Chile, su incidencia aumenta con la edad, alcanzando un 99,4% en adultos mayores. Este proceso de desmineralización-remineralización puede generar lesiones irreversibles que afectan la estructura dental, llevando a pulpitis y necrosis pulpar. Estas son abordadas mediante el tratamiento endodóntico el cual busca preservar los dientes y su funcionalidad. Este trabajo analiza los procesos de remineralización en dientes tratados endodónticamente mediante una revisión narrativa sistematizada.

Objetivo: Buscar los tipos de mineralización/remineralización presentes en dientes previamente tratados endodónticamente

Materiales y métodos: Se realizó una revisión sistemática de literatura en PubMed, Scopus, SciELO, Wiley Online Library y Journal Endodontic, seleccionando estudios publicados en idiomas inglés, portugués y español en los últimos 10 años con las palabras clave "endodontic AND tooth remineralization". De 1.548 publicaciones iniciales, se incluyeron 28 siguiendo el método prisma.

Resultados: Los estudios muestran que nanopartículas de zinc y calcio, integradas en cementos biocerámicos, promueven la remineralización y mejoran las propiedades mecánicas de la dentina tratada. Sin embargo, la durabilidad de estos efectos a largo plazo sigue siendo incierta.

Conclusión: Aunque los biomateriales avanzados han mostrado potencial en la remineralización de dientes tratados endodónticamente, se requiere más investigación para evaluar su eficacia sostenida y desarrollar tratamientos que aseguren la funcionalidad de remineralización dental a largo plazo.

Palabras claves: Endodontic AND Tooth remineralization.

ABSTRACT

Introduction: Dental caries, one of the most prevalent diseases worldwide, affects more than 2 billion people. In Chile, its incidence increases with age, reaching 99.4% in older adults. This demineralization-remineralization process can generate irreversible lesions that affect the tooth structure, leading to pulpitis and pulp necrosis. These are addressed through endodontic treatment which seeks to preserve the teeth and their functionality. This work analyzes the remineralization processes in endodontically treated teeth through a systematized narrative review.

Objective: Search for the types of mineralization/remineralization present in teeth previously treated endodontically.

Materials and methods: A systematic literature review was carried out in PubMed, Scopus, SciELO, Wiley Online Library and Journal Endodontic, selecting studies published in English, Portuguese and Spanish in the last 10 years with the keywords "endodontic AND tooth remineralization ". Of 1,548 initial publications, 28 were included following the prisms method.

Results: Studies show that zinc and calcium nanoparticles, integrated into bioceramic cements, promote remineralization and improve the mechanical properties of treated dentin. However, the long-term durability of these effects remains uncertain.

Conclusion: Although advanced biomaterials have shown potential in the remineralization of endodontically treated teeth, more research is required to evaluate their sustained efficacy and develop treatments that ensure long-term dental remineralization functionality.

Keywords: Endodontic AND Tooth remineralization.

INTRODUCCIÓN

La caries es una de las enfermedades más prevalentes en la población mundial, afectando la dentición permanente de más de 2.000 millones de personas (1). En Chile, la enfermedad aparece en los primeros años de vida, aumentando progresivamente su prevalencia con la edad, afectando a los 2 años a un 17,5% de la población; a los 4 años 50,46%; a los 6 años 70,4%; a los 12 años, 62,5%; hasta un 99,4% en adultos de entre 65 y 74 años (2).

La caries es un proceso de desmineralización ocasionado por la reducción del pH oral como consecuencia de una dieta alta en carbohidratos fermentables, que al ser metabolizados por los microorganismos de la placa bacteriana, generan ácidos que reaccionan con la superficie del esmalte, provocando un desequilibrio químico que condiciona la pérdida de iones de calcio y fósforo desde el cristal de hidroxiapatita. Este proceso puede ocurrir también a la inversa, siendo el tejido afectado susceptible a la remineralización (3).

Inicialmente las lesiones de caries son reversibles, ya que no se produce un colapso de los tejidos duros del diente (3), y su tratamiento consiste en el manejo no operatorio de esta, por otra parte la lesión irreversible es detectada clínicamente como una cavitación (3). Esta pérdida de continuidad de la estructura dental requiere tratamiento operatorio, que si bien bajo el enfoque actual se busca que sean mínimamente invasivos, no siempre lo son.

Cuando la lesión de caries progresa genera un estímulo inflamatorio nocivo de la pulpa dental, expresada como pulpitis, en principio reversible y luego pudiera avanzar a irreversible, lo que finalmente causa la necrosis del órgano pulpar.

El tratamiento endodóntico está indicado en el manejo de patologías pulpares irreversibles, lesiones osteolíticas e inflamatorias de origen endodóntico, que pueden ser consecuencia de lesiones de caries penetrantes, traumatismos, tratamientos restauradores profundos, infecciones o inflamación del diente, con daños irreversibles (4). Las urgencias odontológicas ambulatorias como la pulpitis, son un motivo de consulta muy frecuente (5). En Chile durante el año 2010 del total de consultas de urgencia GES un 24.9% correspondió a pulpitis en el nivel primario de atención (6) y en la literatura se reporta que los traumatismos dentoalveolares a nivel nacional tienen una prevalencia de un 5% en la población de 12 años (7). El tratamiento endodóntico oportuno permite conservar los dientes y su funcionalidad, ya que abre la puerta a la posibilidad de un tratamiento rehabilitador.

En el 2019 CariesCare International (CCI) publicó una guía práctica de consenso basada en la evidencia para el manejo de las lesiones de caries severas, señalando que el manejo operatorio debe tener como prioridad la preservación de la mayor cantidad de tejido dental posible (8). Este criterio de preservación de la estructura dentaria puede ser aplicado también al tratamiento endodóntico, procurando realizar el menor desgaste posible.

Considerando que un diente que ha recibido tratamiento endodóntico ha perdido su vitalidad, cabe preguntarse si este responde de la misma manera a las terapias de remineralización que un diente vital, por lo que el objetivo de este trabajo busca los tipos de mineralización/remineralización que existen en dientes previamente tratados endodónticamente mediante una revisión narrativa sistematizada.

MARCO TEÓRICO

La odontología actual se enfoca en preservar la pieza dental y sus niveles de funcionalidad mediante diversos tratamientos, siendo la endodoncia una opción frente a patologías pulpares irreversibles. Se sabe que un diente previamente tratado endodónticamente presenta una disminución en su resistencia mecánica funcional debido a la pérdida del tejido orgánico (9). La presente revisión busca investigar si también existe una disminución en su capacidad remineralizadora frente a la aparición de caries y tratamientos remineralizadores que se puedan aplicar después del tratamiento endodóntico.

Lesión de caries

La caries dental resulta de un desequilibrio mineral que provoca la pérdida de calcio y fósforo debido al ambiente ácido generado por las bacterias al metabolizar los carbohidratos fermentables en la cavidad bucal. Esto altera la organización de los cristales de hidroxiapatita, debilitando el diente. La lesión de caries se vuelve irreversible cuando se pierde tejido a causa del colapso de la estructura mineralizada que se observa clínicamente como una cavitación (10).

Remineralización externa

La remineralización externa ocurre a nivel de esmalte, siendo un proceso de precipitación de minerales, como calcio y fósforo en la superficie o dentro del esmalte parcialmente desmineralizado. Los minerales pueden provenir de la disolución del tejido mineralizado, de una fuente externa o de una combinación de ambos, permitiendo que los minerales se depositen en la estructura dental. Este proceso ocurre a pH neutro, lo que favorece la precipitación de los minerales presentes en los fluidos bucales en los defectos del esmalte desmineralizado (3).

Remineralización interna

Además de la remineralización externa, se ha identificado un proceso de remineralización interna a nivel de la dentina, que implica la formación biogénica de tejidos dentarios calcificados como el esmalte. Este proceso incluye varios pasos que involucran calcio y potasio, desde tejidos blandos formados por colágeno tipo I hasta la mineralización de la dentina en cristales de hidroxiapatita y matriz extracelular. Se puede clasificar en remineralización extra fibrilar e intra fibrilar, también conocida como remineralización tisular guiada (11). La remineralización tisular guiada fortalece las propiedades mecánicas de la dentina. Este proceso requiere una proteína no colágena, que actúa como aglutinante entre los iones de calcio y los cristales de hidroxiapatita (11).

La remineralización no solo depende de la precipitación de iones, sino también de proteínas y enzimas, las cuales son esenciales para el proceso. Las enzimas, como la metaloproteínasa de matriz 20, inducen la mineralización de hidroxiapatita. Además, la peptidasa 4 relacionada con la calicreína desempeña un papel crucial en la maduración del esmalte, ya que degrada la matriz orgánica durante la formación de los cristales (12).

La desmineralización dental es un problema cada vez más común a pesar del desarrollo tecnológico en higiene bucal y las campañas de promoción y prevención de salud. La remineralización a partir de una fuente externa permite la deposición de nuevos minerales dentro de la estructura dental. El mineral alterado tiene una mayor absorción de flúor, lo que permite una remineralización más efectiva (13).

Fluoruros

El uso de fluoruros, especialmente en la pasta dental, es una estrategia comúnmente utilizada como agente remineralizador. Los fluoruros disminuyen la solubilidad del esmalte frente a los ácidos, favoreciendo la precipitación de calcio y fosfato presentes en la saliva y el esmalte. La apatita biológica de esmalte, dentina y cemento tiene una composición compleja donde sus principales iones son el calcio, fosfato e hidroxilos, ubicados en la superficie de los cristales en la llamada capa hidratada. Al ocurrir una desmineralización estos iones son liberados al medio y con la exposición a fluoruros son reemplazados por iones de flúor logrando así una mayor dureza y estabilidad en los cristales, permitiendo que el esmalte sea más resistente a las baja de pH de la cavidad oral (14).

Tratamiento endodóntico

El tratamiento endodóntico está indicado en el manejo de patologías pulpares irreversibles, lesiones osteolíticas e inflamatorias de origen endodóntico. Su objetivo es eliminar los restos necróticos, toxinas y microorganismos del sistema de conductos radiculares, logrando un sellado hermético tanto a nivel apical como corona de éste. La propiedad más buscada en los selladores de conductos radiculares es su capacidad antibacteriana, presente en la mayoría, debido a componentes como el eugenol, óxido de zinc, timol o paraformaldehído. Actualmente, existen selladores a base de resinas de metacrilato que buscan proporcionar una protección antibacteriana sostenida y potente en el tiempo pero que al ser de carácter resinoso poseen ciertas desventajas como reacciones inflamatorias agudas, irritación y pobre adaptación al conducto (15).

Existen también los cementos biocerámicos que actualmente se presentan como una de las mejores alternativas en endodoncia, esto debido a que tienen una

excelente biocompatibilidad por su similitud a la hidroxiapatita biológica, capacidad osteoinductiva intrínseca, logran un buen sellado hermético y poseen propiedades antibacterianas (16).

Las sales de fosfato de calcio se han incorporado a los cementos endodónticos gracias al desarrollo de nanotecnología, los cuales han mostrado un éxito experimental en la remineralización (17).

Selladores endodónticos y remineralización

En diversos estudios se ha explorado la posibilidad de incorporar nanopartículas poliméricas con el fin de reducir la permeabilidad de la dentina y favorecer su remineralización tras un tratamiento endodóntico. La remineralización dental ha sido analizada mediante microscopía electrónica de barrido y transmisión, donde se observó que las nanopartículas de zinc favorecen la cristalinidad y la remineralización funcional de la dentina apical. Por otro lado, las nanopartículas de calcio contribuyen al cierre de los túbulos dentinarios y las porosidades, sin generar zonas de tensión (18). Otros estudios indican que la incorporación de nanopartículas de fosfato de calcio amorfo ayuda a regenerar los minerales perdidos de la dentina durante los tratamientos con el quelante ácido etilendiaminotetracético (EDTA), restaurando la dureza y logrando una remineralización comparable a la de una dentina sana (19).

Investigaciones recientes han demostrado que un sellador de conductos basado en resina de metacrilato mejora la eficiencia en el control bacteriano. Los metacrilatos de dimetilaminohexadecil han mostrado una notable actividad antimicrobiana, lo que mejora el pronóstico de los tratamientos endodónticos. A este sellante se le han agregado nanopartículas de fosfato de calcio amorfo, las cuales liberan

continuamente calcio y fosfato, fortaleciendo las estructuras dentales. La combinación de un componente con alta eficiencia antibacteriana y una liberación constante de calcio y fosfato contribuye a inhibir la contaminación, previniendo el fracaso endodóntico, y favorece la remineralización, reduciendo el riesgo de fracturas dentales (20).

La recuperación mecánica parece restaurarse parcialmente cuando los minerales se incorporan a la estructura dentinaria a través de sedimentación, aunque se enlazan a la matriz de una manera distinta a la fisiológica. El restablecimiento de la funcionalidad de la dentina afectada no solo depende de la formación de minerales extra fibrilares, sino también de los minerales interfibrilares, que se depositan en las zonas de la brecha entre las fibrillas de colágeno. En este sentido, se destaca que la remineralización interfibrilar es crucial para la restauración de las propiedades mecánicas de la dentina (22).

A pesar de los avances en el desarrollo de biomateriales remineralizantes dentinarios, aún persisten dificultades para determinar si son perdurables en el tiempo. Sin embargo, las investigaciones actuales son prometedoras, y se espera que, en el futuro, haya una variedad de opciones que contribuyan a la implementación de tratamientos conservadores, permitiendo la regeneración de condiciones dentales lo más semejantes posible a las originales.

Por lo anteriormente mencionado, el objetivo de este estudio es buscar los tipos de mineralización/ Remineralización en dientes previamente tratados endodónticamente.

OBJETIVO GENERAL

Buscar los tipos de mineralización/Re mineralización que existen en dientes previamente tratados endodónticamente.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Buscar tipos de remineralización dental.
2. Buscar tipos de mineralización/ Re mineralización en dientes previamente tratados.
3. Investigar qué materiales favorecen el proceso de mineralización/ Remineralización dental.

MATERIALES Y MÉTODOS

Diseño del estudio

El presente estudio corresponde a una revisión bibliográfica sistemática narrativa, la cual examina información previamente expuesta en publicaciones de las distintas bases de datos seleccionadas.

Criterios de búsqueda

Comprenden las publicaciones asociadas a remineralización dental y endodoncia disponible en Pubmed, scopus, Scielo, EBSCO, Wiley Online Library y Journal Endodontic, según criterios de inclusión y exclusión señalados a continuación.

Criterios de inclusión

Documentos que tengan hasta 10 años de antigüedad.

Documentos que hayan sido publicados en las siguientes bibliotecas:

PubMed, Scielo, Scopus, EBSCO, Wiley Online Library y Journal Endodontic.

Documentos que contengan estudios originales.

Documentos en idioma inglés, español y portugués.

Criterios de exclusión

Artículos con conflictos de intereses no serán considerados.

Artículos que no tengan acceso gratuito no serán considerados.

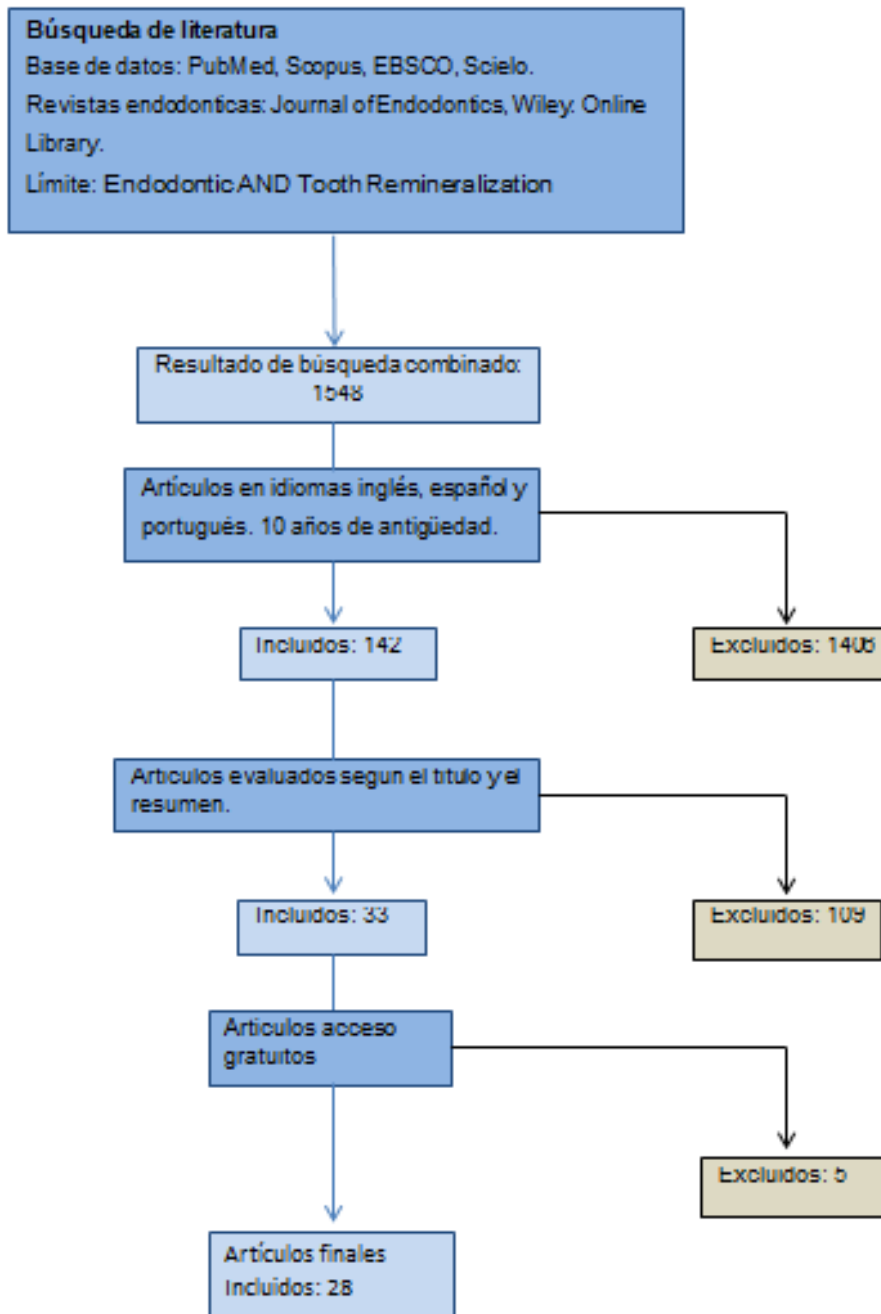
Criterios de elegibilidad

Se consideraron para su inclusión documentos completos que tuvieran las palabras claves “endodontic” y “tooth remineralization” utilizando el conector booleano “AND”. Se consideraron para esta revisión los artículos que tuvieran máximo 10 años de antigüedad en idiomas inglés, portugués o español. Se excluyeron aquellos que tuvieran conflicto de intereses y no tuvieran acceso gratuito.

Fuente de información

Se desarrolló una estrategia de búsqueda en las bases de datos PubMed, Scopus, EBSCO, Scielo, Journal of Endodontics y Wiley Online Library hasta finales de octubre de 2024. Además se verificó referencias y se realizó una búsqueda manual para eliminar posibles artículos duplicados. El proceso de búsqueda para esta revisión narrativa sistemática se realizó siguiendo los estamentos de PRISMA.

Figura 1. Flujograma.



RESULTADOS

De 1548 publicaciones identificadas, 142 cumplieron los criterios de inclusión y exclusión, posteriormente 33 tuvieron relación con re mineralización y endodoncia según título y resumen, y sólo 28 de los seleccionados fueron de acceso gratuito. La evidencia de todos los documentos no permite una respuesta rotunda frente a nuestra pregunta, pero el interés por realizar trabajos y resultados positivos de cementos endodónticos con nanopartículas de minerales permiten inferir que hay una remineralización interna al tener disponibilidad de agentes remineralizantes.

Tabla I. Documentos seleccionados base de datos online PubMed.

Título	Autor(es)	Año	DOI	Tipo de Documento	Base de Datos	Palabras Claves
Application of Antibiotics/Antimicrobial Agents on Dental Caries	Wei Qiu y colaboradores.	2020	10.1155/2020/5658212	Revisión	Pub Med	Antibacterial agent Anti-infectious agent Dental caries Remineralization
Dental remineralization via poly(amidoamine) and restorative	Kunneng Liang y colaboradores	2019	10.1038/s41368-019-0048-z	Revisión	Pub Med	Dental Remineralization Nanoparticles Dentin Humans

materials containing calcium phosphate nanoparticles	oradores.					Calcium Amines
Bioactive dental composites and bonding agents having remineralizing and antibacterial characteristics	Ke Zhan g y colab oradores.	2017	10.1016/j.cden.2017.05.002	Revisión	Pub Med	Bioactive compounds, binding agents, antibacterial monomers, remineralization, calcium phosphate nanoparticles, silver nanoparticles, oral biofilms, caries inhibition
Nanotechnology strategies for antibacterial and remineralizing composites and adhesives	Lei Chen g y colab oradores.	2015	10.2217/nnm.14.191	Investigación	Pub Med	amorphous calcium phosphate nanoparticles, dental caries, oral biofilms, quaternary

to tackle dental caries						ammonium methacrylate, silver nanoparticles, remineralization of dental lesions
Oriented and Ordered Biomimetic Remineralization of the Surface of Demineralized Dental Enamel Using HAP@ACP Nanoparticles Guided by Glycine	Haorong Wang y colaboradores.	2017	10.1038/srep40701.	Investigación	Pub Med	Calcium phosphate Tooth enamel Dental remineralization Nanoparticles
A zinc-doped endodontic cement facilitates functional mineralization and stress dissipation at	M Toledo y colaboradores.	2018	10.4317/medoral.22751.	Investigación	Pub Med	Dentin Fracture Hydroxyapatite Remineralization Viscoelastic

the dentin surface						
Poly (amido amine) dendrimer and dental adhesive with calcium phosphate nanoparticles remineralized dentin in lactic acid	Kunneng Liang y colab oradores.	2017	10.1002/jbm.b.34050.	Investigación	Pub Med	Remineralization, poly(amido amine), calcium phosphate nanoparticles, adhesive, lactic acid, dentin hardness
Development of a multifunctional adhesive system for prevention of root caries and secondary caries	Ning Zhan g y colab oradores.	2015	10.1016/j.dental.2015.06.010		Pub Med	Antibacterial; Calcium phosphate nanoparticles; Dental adhesive; Dentin bond strength; Protein repellent; Inhibition of tooth root caries.
Biomimetic remineralization of	Zhen Chen y	2015	10.1371/journal.pone.0116553	Investigación	Pub Med	Biomimetic materials Physiologi

demineralized dentine using scaffold of CMC/ACP nanocomplexes in an in vitro tooth model of deep caries	colaboradores.					calcificación Calcium phosphate Chitosan Collagen Dentin Nanoparticles
Effect of nano-hydroxyapatite with biomimetic analogues on the characteristics of partially demineralised dentin: An in-vitro study	Sharanya Nambiar y colaboradores.	2021	10.4103/ijdr.IJDR_705_19	Investigación	Pub Med	Biomimetic remineralization; dentin remineralization; nano-hydroxyapatite; Non-collagenous protein analogues.

Tabla II. Documentos seleccionados base de datos online Scopus.

Título	Autor(es)	Año	DOI	Tipo de Documento	Base de Datos	Palabras Claves
Melatonin-doped polymeric nanoparticles	Toledano Manu	2021	10.1016/j.dental.2021.03.007	Artículo	Scopus	Remineralization Root dentine

reinforce and remineralize radicular dentin: Morpho-histological, chemical and biomechanical studies	el y colabo radore s.					Nanopartic les Melatonin
Novel root canal sealer with dimethylaminoh exadecyl methacrylate, nano-silver and nano-calcium phosphate to kill bacteria inside root dentin and increase dentin hardness	Baras Basha yer. H y colabo radore s.	2019	10.1016/j.dental.2019.07.014	Artículo	Sco pus	Root canal Dentin Methacryla te Calcium phosphate
Novel bioactive root canal sealer with antibiofilm and remineralization properties	Baras Basha yer. H y colabo radore s.	2019	10.1016/j.jdent.2019.02.006	Artículo	Sco pus	Root canal Reminerali zation Antibiofilm
A zinc oxide-modified hydroxyapatite-based cement	Toled ano Manu el y	2017	10.1111/iej.12807	Artículo	Sco pus	Zinc oxide Hydroxyap atite Amorphou

facilitated new crystalline-stoichiometric and amorphous apatite precipitation on dentine	colaboradores.						apatite Dentin
Novel bioactive root canal sealer to inhibit endodontic multispecies biofilms with remineralizing calcium phosphate ions	Wang. Ly colaboradores.	2017	10.1016/j.jdent.2017.02.011	Artículo	Scopus		Endodontic Biofilm Calcium phosphate remineralization
Present and future of glass-ionomers and calcium-silicate cements as bioactive materials in dentistry: Biophotonics-based interfacial analyses in health and disease	Watson. Timothy F y colaboradores.	2014	10.1016/j.dental.2013.08.202	Artículo	Scopus		calcium silicate ionomers

Tabla III. Documentos seleccionados base de datos online EBSCO.

Título	Autor(es)	Año	DOI	Tipo de Documento	Base de Datos	Palabras Claves
In vitro evaluation of remineralization efficacy of different calcium- and fluoride-based delivery systems on artificially demineralized enamel surface.	Gangrade y colaboradores.	2016	10.4103/0972-0707.186449	Artículo	EBS CO	Calcium sucrose phosphate caries prevention casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate with fluoride microhardness remineralization stannous fluoride
Remineralization efficiency of bioactive glass on artificially induced carious	Narayana y colaboradores.	2014	10.4103/0970-4388.127047	Artículo	EBS CO	Biomimetics casein phosphopeptideamorphous calcium phosphate demineralization fluoride remineralization

lesion an in-vitro study.						
Enamel remineralization assessment after treatment with three different remineralizing agents using surface microhardness: An in vitro study.	Shetty y colaboradores.	2014	10.4103/0972-0707.124136	Artículo	EBS CO	Casein phosphopeptide pH cycling surface microhardness
A comparative evaluation of remineralizing ability of bioactive glass and amorphous calcium phosphate casein phosphopeptide on	Palaniswamy colaboradores.	2016	10.4103/1735-3327.187872	Artículo	EBS CO	Casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate nanocomplex enamel hardness NovaMin number remineralization

early enamel lesions.						
-----------------------	--	--	--	--	--	--

Tabla IV. Documentos seleccionados de la revista endodóntica Journal Endodontic.

Título	Autor(es)	Año	DOI	Tipo de Documento	Base de Datos	Palabras Claves
Zinc Incorporation Improves Biological Activity of Beta-tricalcium Silicate Resin-based Cement	Raqueel Osorio y colaboradores.	2014	10.1016/j.joen.2014.06.016	Investigación	Journal of Endodontic	Bioactive Fillers Bioglass Calcium phosphate Collagen Demineralization Dentin EDTA Metalloproteinases Phosphoric acid Remineralization Zinc
Biocompatibility and Osteogenic/Calcification	Alaa E. Dawood y	2018	10.1016/j.joen.2017.11.005	Investigación	Journal of Endodontic	Biocompatibilidad CPP ACFP CPP ACP

Potential of Casein Phosphopeptide-amorphous Calcium Phosphate Fluoride	colaboradores.					Diferenciación Endodencia Proliferación
Ion Release, Porosity, Solubility, and Bioactivity of MTA Plus Tricalcium Silicate	Maria Giovanna Gandolfi y colaboradores.	2014	10.1016/j.joen.2014.03.025	Investigación	Journal of Endodontic	calcium phosphate Mineral Trioxide Ions MTA Plus Porosity Root End Solubility Tricalcium Silicate Water Sorption Calcium Phosphate Formation ProRoot MTA

Tabla V. Documentos seleccionados de la revista endodóntica Wiley Online Library.

Título	Autor(es)	Año	DOI	Tipo de Documento	Base de Datos	Palabras Claves
A zinc oxide-modified hydroxyapatite-based cement facilitated new crystalline-stoichiometric and amorphous apatite precipitation on dentine	M. Toledano y colaboradores.	2017	10.1111/iej.12807	Investigación	Wiley Online Library	crystallinity, dentin, hydroxyapatite, Raman, remineralization, zinc
Properties of NeoMTA Plus and MTA Plus cements for endodontics	F. Siboni y colaboradores.	2017	10.1111/iej.12787	Investigación	Wiley Online Library	apatite nucleation, biointeractivity, calcium silicate Endodontic cements, MTA Plus, NeoMTA Plus, poroside

Present status and future directions: The restoration of root filled teeth	Francesco Mannocci y colaboradores.	2022	10.1111/iej.13796	Revisión	Wiley Online Library	Crown, dentin bonding, endocrowns, inlays, posts, tooth
Eggshell derived nano-hydroxyapatite incorporated carboxymethyl chitosan scaffold for dentine regeneration : A laboratory investigation	Kaviya Baskar y colaboradores.	2021	10.1111/iej.13644	Investigación	Wiley Online Library	Carboxymethyl chitosan Chicken eggshell dentine regeneration Nano-hydroxyapatite Pulp stem cells

Is a calcium hydroxide liner necessary in the treatment of deep caries lesions? A systematic review and meta-analysis	W. L. O. Rosa y colaboradores.	2018	10.1111/iej.13034	Metanálisis	Wiley	Calcium hydroxide, dental cavity lining, meta-analysis, pulp capping, pulp therapy
---	--------------------------------	------	-------------------	-------------	-------	--

DISCUSIÓN

En esta revisión bibliográfica sistematizada se buscó dar respuesta a la interrogante sobre si existe o no remineralización en dientes previamente tratados endodónticamente, donde la remineralización de estos dientes es un proceso complejo que depende de múltiples factores.

Remineralización

Algunos estudios destacan la capacidad remineralizante a través de la sedimentación de minerales en el esmalte (21), otros señalan una remineralización tisular guiada en la dentina donde a través de proteína no colágena actúa como aglutinante entre los iones de calcio y fosfato con los cristales de hidroxiapatita (10). Asimismo, se ha indicado que este último proceso es limitado en dientes tratados endodónticamente debido a la eliminación de la pulpa y la consiguiente falta de actividad biológica en el tejido dentinario. Sin embargo, no existe una explicación definitiva sobre cuál proceso es más determinante para considerar un diente remineralizado.

Materiales endodónticos

En dientes tratados endodónticamente, se ha investigado la integración de agentes remineralizantes en los cementos endodónticos tales como nanopartículas de fosfato de calcio, las cual fueron favorables devolviendo la dureza a la dentina cercana a un diente vital y promete perdurar en el tiempo (22).

Otros estudios proponen que los cementos experimentales en base a hidroxiapatita con óxido de zinc devolvieron nanodureza y una remineralización funcional por sobre los cementos con hidróxido de sodio (26).

Según los resultados expuestos, estos agentes han mostrado un efecto favorable en la remineralización. Sin embargo, no se especifica si este efecto perdura en el tiempo.

Por lo tanto, se propone desarrollar un sistema para categorizar los tipos de remineralización observados a nivel interno y externos, y continuar con la investigación sobre cómo fortalecer los dientes tratados endodónticamente, para asegurar su funcionalidad.

CONCLUSIÓN

En conclusión, la remineralización en dientes tratados endodónticamente es un fenómeno que sigue siendo objeto de debate en la odontología. Si bien diversos estudios han mostrado resultados favorables sobre la capacidad de remineralización, especialmente con el uso de agentes remineralizantes aplicados en los cementos endodónticos, aún no existe consenso sobre la permanencia de estos efectos a largo plazo. La eliminación de la pulpa dental y la falta de actividad biológica en el tejido dentinario limitaría la regeneración natural del diente, lo que hace que el proceso de remineralización sea dependiente de factores externos.

A pesar de los avances en la integración de agentes remineralizantes, los resultados obtenidos sugieren que, si bien la remineralización es posible en ciertos contextos, se necesitan investigaciones adicionales para determinar su durabilidad y los mejores enfoques terapéuticos para asegurar que los dientes tratados endodónticamente mantengan su integridad a largo plazo.

Se propone que la investigación futura se enfoque en categorizar los diferentes tipos de remineralización observados y en encontrar métodos para mejorar y prolongar la remineralización en los dientes tratados endodónticamente. De esta manera, se podrían desarrollar protocolos más efectivos que contribuyan a la restauración y conservación de estos dientes.

BIBLIOGRAFÍA

1. Salud bucodental [Internet]. Quien.int. [citado el 15 de diciembre de 2024]. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/oral-health>
2. Minsal.cl. [Citado el 22 de junio de 2024]. Disponible en: [https://diprece.minsal.cl/temas-de-salud/orden-alfabetico/guias-clinicas-no-ges/guias-clinicas-no-ges-salud-bucal/prevencion-y-tratamiento-de-caries-dental-en-ninos-y-ninas-con-denticion-primaria/descripcion-y-epidemiologia/#:~:text=Seg%C3%BAn%20la%20informaci%C3%B3n%20de%20los,a%C3%B1os%20\(2%2C3\)](https://diprece.minsal.cl/temas-de-salud/orden-alfabetico/guias-clinicas-no-ges/guias-clinicas-no-ges-salud-bucal/prevencion-y-tratamiento-de-caries-dental-en-ninos-y-ninas-con-denticion-primaria/descripcion-y-epidemiologia/#:~:text=Seg%C3%BAn%20la%20informaci%C3%B3n%20de%20los,a%C3%B1os%20(2%2C3)).
3. Medigraphic.com. [Citado el 22 de junio de 2024]. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/adm/od-2002/od026g.pdf>.
4. Sociedad de Endodoncia de Chile [Internet]. Sociedad de Endodoncia de Chile. [Citado el 22 de junio de 2024]. Disponible en: <https://www.socendochile.cl/faqs.php>
5. Odontopediatria-v.cl. [citado el 20 de julio de 2024]. Disponible en: <http://www.odontopediatria-v.cl/site/wp-content/uploads/2018/10/Urgencia-Odontologica-Ambulatorias-1.pdf>
6. .Ministerio de Salud. Gobierno de Chile [internet], Departamento de Salud Bucal. Norma Técnica de Urgencia Odontológica. Santiago de Chile, Ministerio de Salud, 2003. Disponible en: <https://www.minsal.cl/portal/url/item/7f2a6ebf9b5c1580e04001011e014d0e.pdf>
7. Soto L, Tapia R, Jara G y col. Diagnóstico Nacional de Salud Bucal del adolescente de 12 años y evaluación del grado de cumplimiento de los Objetivos Sanitarios de Salud Bucal 2000-2010. Facultad de Odontología Universidad Mayor. Chile 2007.
8. Martignon S, Pitts NB, Goffin G, Mazevet M, Douglas GVA, Tim Newton J, et al. Guía práctica de CariesCare: Consenso de la evidencia para la práctica

- [Internet]. Disponible en: <https://www.acffglobal.org/wp-content/uploads/2021/11/Consenso-Guia-CariesCare-para-la-practica.pdf>
9. Dimitriu, B., Vârlan, C., Suci, I., Vârlan, V., & Bodnar, D. (2009). Current considerations concerning endodontically treated teeth: alteration of hard dental tissues and biomechanical properties following endodontic therapy. *Journal of medicine and life*, 2(1), 60–65.
 10. Núñez Daniel Pedro, García Bacallao Lourdes. Bioquímica de la caries dental. *Rev haban cienc méd* [Internet]. 2010 Jun [citado 2024 Jun 22]; 9(2): 156-166. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1729-519X2010000200004&lng=es.
 11. Nimbeni SB, Nimbeni BS, Divakar DD. Papel del quitosano en la remineralización del esmalte y la dentina: una revisión sistemática. *Int J Clin Pediatr Dent* [Internet]. 2021 [citado el 22 de junio de 2024];14(4):562–8. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.5005/jp-journals-10005-1971>
 12. Xu J, Shi H, Luo J, Yao H, Wang P, Li Z, et al. Materiales avanzados para la remineralización del esmalte. *Frente Bioeng Biotechnol* [Internet]. 2022 [citado el 22 de junio de 2024];10. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3389/fbioe.2022.985881>
 13. Malcangi, G., Patano, A., Morolla, R., De Santis, M., Piras, F., Settanni, V., Mancini, A., Di Venere, D., Inchingolo, F., Inchingolo, A. D., Dipalma, G., & Inchingolo, A. M. (2023). Analysis of Dental Enamel Remineralization: A Systematic Review of Technique Comparisons. *Bioengineering (Basel, Switzerland)*, 10(4), 472. <https://doi.org/10.3390/bioengineering10040472>
 14. Pajor, K., Pajchel, L., & Kolmas, J. (2019). Hydroxyapatite and Fluorapatite in Conservative Dentistry and Oral Implantology-A Review. *Materials (Basel, Switzerland)*, 12(17), 2683. <https://doi.org/10.3390/ma12172683>
 15. -Baras BH, Wang S, Melo MAS, Tay F, Fouad AF, Arola DD, et al. Nuevo sellador bioactivo de conductos radiculares con propiedades antibiofilm y remineralización. *J Dent* [Internet]. 2019;83:67–76. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jdent.2019.02.006>

16. Raghavendra, S. S., Jadhav, G. R., Gathani, K. M., & Kotadia, P. (2017). Bioceramics in endodontics - a review. *Journal of Istanbul University Faculty of Dentistry*, 51(3 Suppl 1), S128–S137. <https://doi.org/10.17096/jiufd.63659>
17. Sitio web de Researchgate.net. [citado el 12 de julio de 2024]. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Julissa-Dulanto-Vargas/publication/329537987_UNIVERSIDAD_COMPLUTENSE_DE_MADRID_TESIS_DOCTORAL_Efectividad_de_pastas_dentales_a_base_de_calcio_fosfato_y_fluor_en_la_remineralizacion_de_lesiones_iniciales_de_caries_s/links/5c0e6a844585157ac1b7458c/UNIVERSIDAD-COMPLUTENSE-DE-MADRID-TESIS-DOCTORAL-Efectividad-de-pastas-dentales-a-base-de-calcio-fosfato-y-fluor-en-la-remineralizacion-de-lesiones-iniciales-de-caries.pdf
18. Toledano M, Osorio E, Aguilera FS, Muñoz-Soto E, Toledano-Osorio M, López-López MT, et al. Nanopartículas poliméricas para terapia endodóntica. *J Mech Behav Biomed Mater* [Internet]. 2020 [citado el 20 de julio de 2024];103(103606):103606. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32090933/>
19. Baras BH, Sun J, Melo MAS, Tay FR, Oates TW, Zhang K, et al. Nuevo sellador de conductos radiculares con metacrilato de dimetilaminohexadecilo, nanoplata y nanofosfato de calcio para matar bacterias dentro de la dentina radicular y aumentar la dureza de la dentina. *Dent Mater* [Internet]. 2019 [citado el 20 de julio de 2024];35(10):1479–89. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31387742/>
20. Baras BH, Wang S, Melo MAS, Tay F, Fouad AF, Arola DD, Weir MD, Xu HHK. Novel bioactive root canal sealer with antibiofilm and remineralization properties. *J Dent*. 2019 Apr;83:67-76. doi: 10.1016/j.jdent.2019.02.006. Epub 2019 Feb 27. PMID: 30825569. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30825569/>

21. Inés GFM. Materiales bioactivos en la remineralización de la dentina [Internet]. Edu.uy. [citado el 22 de junio de 2024]. Disponible en: <http://www.scielo.edu.uy/pdf/ode/v18n28/v18n28a03.pdf>
22. Baras BH, Wang S, Melo MAS, Tay F, Fouad AF, Arola DD, et al. Nuevo sellador bioactivo de conductos radiculares con propiedades antibiofilm y remineralización. *J Dent* [Internet]. 2019;83:67–76. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jdent.2019.02.006>
23. Liang K, Wang S, Tao S, Xiao S, Zhou H, Wang P, et al. Remineralización dental mediante nanopartículas de poli(amidoamina) y materiales restauradores que contienen fosfato de calcio. *Int J Oral Sci* [Internet]. 2019;11(2):15. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1038/s41368-019-0048-z>
24. Zhang N, Melo MA, Chen C, Liu J, Weir MD, Bai Y, Xu HH. Desarrollo de un sistema adhesivo multifuncional para la prevención de la caries radicular y la caries secundaria. *Dent Mater.* septiembre de 2015; 31(9):1119-31. doi: 10.1016/j.dental.2015.06.010. Epub 14 de julio de 2015. PMID: 26187532; PMCID: PMC4665983.
25. Chen Z, Cao S, Wang H, Li Y, Kishen A, Deng X, Yang X, Wang Y, Cong C, Wang H, Zhang X. Biomimetic remineralization of demineralized dentine using scaffold of CMC/ACP nanocomplexes in an in vitro tooth model of deep caries. *PLoS One.* 2015 Jan 14;10(1):e0116553. doi: 10.1371/journal.pone.0116553. PMID: 25587986; PMCID: PMC4294661.
26. Wang H, Xiao Z, Yang J, Lu D, Kishen A, Li Y, et al. Remineralización biomimética orientada y ordenada de la superficie del esmalte dental desmineralizado utilizando nanopartículas HAP@ACP guiadas por glicina. *Sci Rep* [Internet]. 2017;7:40701. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1038/srep40701>
27. Toledano M, Osorio R, Pérez-Álvarez MC, Osorio E, Lynch CD, Toledano-Osorio M. Un cemento endodóntico dopado con zinc facilita la mineralización funcional y la disipación de tensiones en la superficie de la dentina. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* [Internet]. 2018;23(6):e646–55. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4317/medoral.22751>

28. Liang K, Xiao S, Weir MD, Bao C, Liu H, Cheng L, et al. Dendrímero de poli(amidoamina) y adhesivo dental con nanopartículas de fosfato de calcio remineralizaron la dentina en ácido láctico. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater* [Internet]. 2017;106(6):2414–24. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1002/jbm.b.34050>
29. Zhang N, Melo MAS, Chen C, Liu J, Weir MD, Bai Y, et al. Desarrollo de un sistema adhesivo multifuncional para la prevención de caries radiculares y caries secundarias. *Dent Mater* [Internet]. 2015;31(9):1119–31. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.dental.2015.06.010>
30. Chen Z, Cao S, Wang H, Li Y, Kishen A, Deng X, et al. Remineralización biomimética de dentina desmineralizada utilizando un andamiaje de nanocomplejos CMC/ACP en un modelo dental in vitro de caries profundas. *PLoS One* [Internet]. 2015;10(1):e0116553. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0116553>
31. Nambiar S, Kumari M, Mathew S, Hegde S, Ramesh P, Shetty N. Efecto de la nanohidroxiapatita con análogos biomiméticos en las características de la dentina parcialmente desmineralizada: un estudio in vitro. *Indian J Dent Res* [Internet]. 2021;32(3):385–9. Disponible en: http://dx.doi.org/10.4103/ijdr.IJDR_705_19
32. Toledano M, Pérez-Álvarez MC, Aguilera FS, Osorio E, Cabello I, Toledano-Osorio M, et al. Un cemento a base de hidroxiapatita modificado con óxido de zinc facilitó la precipitación de apatita amorfa y cristalina estequiométrica sobre dentina. *Int Endod J* [Internet]. 2017;50(S2). Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1111/iej.12807>
33. Siboni F, Taddei P, Prati C, Gandolfi MG. Propiedades de los cementos NeoMTA Plus y MTA Plus para endodoncia. *Int Endod J* [Internet]. 2017;50(T2). Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1111/iej.12787>
34. de Paula K dos S, dos Reis-Prado AH, de Jesus WP, Goto J, de Arantes LC, Verçosa M, et al. La irrigación final con solución de biovidrio en un procedimiento endodóntico regenerativo induce la formación de tejido dentro de los conductos radiculares, la maduración del colágeno, la proliferación

- celular y la presencia de osteocalcina. *Int Endod J* [Internet]. 2024;57(5):586–600. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1111/iej.14033>
35. Toledano M, Toledano-Osorio M, Medina-Castillo AL, López-López MT, Aguilera FS, Osorio R. Las nanopartículas modificadas con iones inducen diferentes formaciones de apatita en la dentina cervical. *Int Endod J* [Internet]. 2018;51(9):1019–29. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1111/iej.12918>
36. Mannocci F, Bitter K, Sauro S, Ferrari P, Austin R, Bhuvu B. Estado actual y direcciones futuras: la restauración de dientes obturados radicularmente. *Int Endod J* [Internet]. 2022;55(S4):1059–84. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1111/iej.13796>
37. Pires PM, Santos TP, Fonseca-Gonçalves A, Pithon MM, Lopes RT, Neves AA. Densidad mineral en dentina cariada después del tratamiento con cementos a base de silicatos de calcio y ácido poliacrílico. *Int Endod J* [Internet]. 2018;51(11):1292–300. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1111/iej.12941>
38. Qiu YJ, Tang J, Saito T. Un nuevo monómero adhesivo bioactivo induce la diferenciación de odontoblastos: un estudio comparativo. *Int Endod J* [Internet]. 2020;53(10):1413–29. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1111/iej.13365>
39. Baskar K, Saravana Karthikeyan B, Gurucharan I, Mahalaxmi S, Rajkumar G, Dhivya V, et al. Estructura de carboximetilquitosano incorporada con nanohidroxiapatita derivada de cáscara de huevo para la regeneración de la dentina: una investigación de laboratorio. *Int Endod J* [Internet]. 2022;55(1):89–102. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1111/iej.13644>
40. da Rosa WLO, Lima VP, Moraes RR, Piva E, da Silva AF. ¿Es necesario un recubrimiento de hidróxido de calcio en el tratamiento de lesiones de caries profundas? Una revisión sistemática y un metaanálisis. *Int Endod J* [Internet]. 2019;52(5):588–603. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1111/iej.13034>
41. Osorio R, Yamauti M, Sauro S, Watson TF, Toledano M. La incorporación de zinc mejora la actividad biológica del cemento a base de resina de silicato

- tricálcico beta. J Endod [Internet]. 2014;40(11):1840–5. Disponible en:
<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0099239914005731>
42. Dawood AE, Manton DJ, Parashos P, Wong RH, Singleton W, Holden JA, et al. Biocompatibilidad y potencial osteogénico/calcificante del fluoruro de fosfato de calcio amorfo con fosfopéptido de caseína. J Endod [Internet]. 2018;44(3):452–7. Disponible en:
<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0099239917311986>
43. Gandolfi MG, Siboni F, Primus CM, Prati C. Liberación de iones, porosidad, solubilidad y bioactividad de MTA más silicato tricálcico. J Endod [Internet]. 2014;40(10):1632–7. Disponible en:
<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0099239914003380>