



REVISIÓN DE LITERATURA

# Aplicación del Quitosano en Endodoncia

## Application of Chitosan in Endodontics

Andrea Gabriela Castillo Hurtado<sup>1</sup>. Edison-Mauricio Pacheco Quito<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Egresada Especialidad en Endodoncia. Universidad Católica de Cuenca. Ecuador. <https://orcid.org/0009-0008-5735-8931>

<sup>2</sup> PhD en Farmacia. Unidad Académica de Salud y Bienestar, Carrera de Odontología. Universidad Católica de Cuenca, Cuenca, Ecuador. <https://orcid.org/0000-0002-6168-3218>

Correspondencia:  
[andrecasth99@gmail.com](mailto:andrecasth99@gmail.com)

Recibido: 21/05/2025

Aceptado: 27/06/2025

Publicado: 30/06/2025

### RESUMEN

Los avances en el campo científico y biomédico han introducido nuevos materiales que se están utilizando de forma segura y eficiente. El quitosano es un polisacárido natural que se encuentra presente principalmente en los exoesqueletos de los crustáceos, que se puede utilizar en procedimientos endodónticos debido a sus capacidades antibacterianas de amplio espectro, alta capacidad quelante en condiciones ácidas y estimulación de la remineralización de la dentina. El objetivo fue explorar las aplicaciones de nanopartículas del quitosano en Endodoncia, analizando sus propiedades, eficacia clínica y potencial en tratamientos tanto convencionales como regenerativos. El presente documento se ha realizado mediante la recopilación de literatura. El programa de selección los distintos artículos incluyeron la revisión de títulos y los resúmenes, una vez establecidos los artículos de interés se procedió a la evaluación del texto completo de cada uno de ellos. En conclusión, El quitosano es un biomaterial viable en Odontología, destacando que se podrían desarrollar más estudios en el campo de la endodoncia afines al quitosano para mejorar la técnica y complementarlo con otros materiales dentales, para un uso más preciso y eficaz.

Palabras claves: Quitosano. Nanopartículas. Odontología. Biomateriales. Endodoncia.

### ABSTRACT

Advances in the scientific and biomedical fields have introduced new materials that are being used safely and efficiently. Chitosan is a natural polysaccharide found primarily in the exoskeletons of crustaceans. It can be used in endodontic procedures due to its broad-spectrum antibacterial properties, high chelating capacity under acidic conditions, and stimulation of dentin remineralization. The objective was to explore the applications of chitosan nanoparticles in endodontics, analyzing their properties, clinical efficacy, and potential in both conventional and regenerative treatments. This document was prepared through a literature review. The selection program for the different articles included a review of titles and abstracts; once the articles of interest were identified, the full text of each was evaluated. In conclusion, chitosan is a viable biomaterial in dentistry. It is worth noting that further studies related to chitosan could be conducted in the field of endodontics to improve the technique and complement it with other dental materials for more precise and effective use.

Key word: chitosan; nanoparticles; dentistry; biomaterials; endodontics.



## INTRODUCCIÓN

La endodoncia es una especialidad odontológica que busca preservar la funcionalidad de los dientes mediante la eliminación de la pulpa dental dañada y la desinfección del sistema de conductos radiculares. Para ello, se emplean diversas soluciones irrigantes con el objetivo de eliminar microorganismos, disolver tejido necrótico y prevenir re infecciones. Sin embargo, los irrigantes tradicionales, como el hipoclorito de sodio, presentan ciertas limitaciones, como toxicidad tisular y efectos adversos en la estructura dentaria.

En la búsqueda de alternativas más seguras y biocompatibles, el quitosano ha despertado un creciente interés en la odontología, este biopolímero natural, derivado de la quitina, ha sido estudiado en el ámbito odontológico desde finales del siglo XX, inicialmente por sus propiedades antimicrobianas y capacidad de regeneración tisular. Con el tiempo, su aplicación se ha expandido a diversas áreas, incluyendo la periodoncia, implantología y endodoncia, donde ha mostrado potencial como irrigante, sellador y material regenerativo<sup>1</sup>.

Ante estos avances, el quitosano ha emergido como una alternativa prometedora en la irrigación intracanal debido a su biocompatibilidad y capacidad de quelación. No obstante, su implementación en la práctica clínica aún enfrenta desafíos, principalmente la falta de estudios que respalden su eficacia en comparación con los irrigantes convencionales, a pesar de que se encuentra entre las opciones más rentables entre otros materiales que están disponibles en el escenario actual <sup>2</sup>.

Uno de los retos más importantes para cualquier material dental es resistir las difíciles condiciones del entorno bucal manteniendo su actividad biológica. Estas nanopartículas están adquiriendo popularidad en odontología debido a sus sorprendentes características biológicas. Una de las propiedades más fascinantes del quitosano es su capacidad para desarrollar nuevos biomateriales gracias a su alta bioactividad, que pueden utilizarse en odontología<sup>1</sup>.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo es una revisión bibliográfica con enfoque cualitativa, analítica, de tipo descriptivo. El objetivo de esta revisión narrativa fue analizar las aplicaciones del quitosano en endodoncia, evaluando sus propiedades fisicoquímicas, eficacia clínica y potencial en tratamientos convencionales y regenerativos. Para ello, se realizó una revisión de la literatura, con el fin de determinar su viabilidad como una alternativa innovadora y segura en la irrigación intracanal. Además, se comparó su desempeño frente a materiales convencionales, buscando establecer su eficacia y precisión, y así contribuir al desarrollo de nuevas estrategias terapéuticas en la endodoncia contemporánea.

El presente trabajo se llevó a cabo mediante una recopilación de literatura científica realizada en los metabuscadores PubMed, Google Scholar, Elsevier y Web of Science. Se utilizaron como palabras clave: *quitosano*, *nanopartículas*, *odontología*, *biomateriales* y *endodoncia*. El proceso de selección consistió en la revisión de los títulos y resúmenes de los artículos identificados; dando un universo N=1250 artículos científicos. Una vez establecidos los artículos de interés se procedió a la evaluación del texto completo de cada uno de ellos. Esta exploración circunscribió libros, artículos y revisiones de relevancia. Se excluyeron artículos que no presentaban información necesaria para la elaboración del estudio y artículos que no se encuentren dentro de los 5 años de publicación (N=958). Se excluyeron artículos en otros idiomas no mencionados, debido a limitaciones de lenguaje, así como documentos incompletos (N= 240) y se incluyeron solo estudios en español, inglés y portugués, con enfoque odontológico y endodóntico (N=52)

## REVISIÓN DE LITERATURA

Los avances actuales en el campo científico y biomédico han introducido nuevos materiales que se están utilizando de forma segura y eficiente, se observa que el proceso para obtener algunos biomateriales es difícil y



costoso. Aunque en la actualidad, estos biomateriales se utilizan de forma eficaz en ramas de la cirugía plástica, ortopédica, reconstructiva, estética y biomateriales dentales. Por otro lado, en diferentes campos de la odontología se ha introducido un material que ha ganado popularidad y es el quitosano<sup>3</sup>.

El quitosano es un polisacárido natural, preparado por la desacetilación de la quitina, que se obtiene de los caparazones de cangrejos y camarones. Este polisacárido está dotado de propiedades de biocompatibilidad, biodegradabilidad, bioadhesión y ninguna toxicidad para las células humanas. Después de la celulosa, es la sustancia más abundante en la naturaleza, lo que hace que su uso sea ecológicamente interesante. A diferencia de otros biomateriales, también presenta un bajo costo, además de una alta capacidad quelante para diferentes iones metálicos<sup>4</sup>.

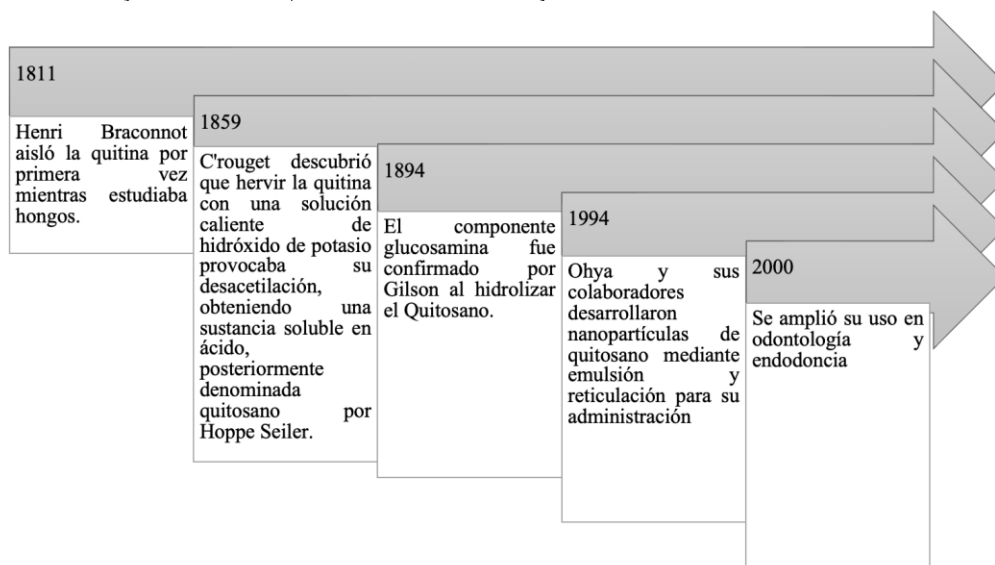
Las principales propiedades del quitosano incluyen: origen natural, Biocompatible, Biodegradable, eficacia antimicrobiana, capacidad de formar películas, geles, entre otras propiedades<sup>5</sup>. Por lo cual, ha mostrado diversas aplicaciones en el campo de la odontología conservadora y la endodoncia<sup>3</sup>.

### Antecedentes del quitosano en Odontología

El quitosano es un polisacárido natural que demuestra propiedades como la biodegradabilidad y la biocompatibilidad<sup>6</sup>, presente principalmente en los exoesqueletos de los crustáceos. C'rouget descubrió el quitosano en 1859 al tratar la quitina con una solución caliente de hidróxido de potasio<sup>7</sup>. Gilson aportó la existencia de glucosamina en la quitina y el nombre quitosano, fue acuñado por Hopper-Seyler en 1894. De esta manera, el término "quitosano" se refiere típicamente a copolímeros catiónicos compuestos por 2-amino-2-desoxi-D-glucosa con enlaces  $\beta$  y 2-acetamino-2-desoxi-D-glucósido (Gráfico 1). El producto principal de la desacetilación de la quitina es el quitosano, que presenta un grado medio de desacetilación con un porcentaje de grupos  $\text{NH}_2$  libres superior al 60%<sup>8,9</sup>.

Después de los años 2000, se descubrió adicionalmente, que el quitosano y sus subproductos se pueden incorporar en materiales que favorecen la regeneración de tejidos, se puede utilizar en combinación con agentes antimicrobianos, adhesivos dentales y es eficaz también en el control de las patologías bucales<sup>10</sup>.

Gráfico 1. Línea temporal del descubrimiento y uso del Quitosano en Endodoncia<sup>7-9</sup>





#### *Aplicaciones del quitosano en Endodoncia*

El objetivo principal de las terapias endodónticas es disminuir o eliminar la carga microbiana en el sistema de conductos radiculares. En este contexto, han sido descritos diversos medicamentos intraconductos e irrigantes radiculares, que se han probado contra biopelículas mono-específicas y multi-específicas.<sup>1</sup> En endodoncia el quitosano puede tener múltiples aplicaciones. Por ejemplo: En la pulpotomía el quitosano aumenta la formación de dentina reparadora y la formación de tejido duro.

Por lo tanto, es considerado un material apropiado para la pulpotomía<sup>11</sup>. En un estudio que describe el efecto del quitosano-EDTA (1:1) sobre *Enterococcus faecalis* y la eliminación del barrillo dentinario, demostraron que cumple su función de irrigante del conducto radicular, además cumple una doble función como desinfectante del conducto radicular.<sup>12</sup>

#### *Actividad antimicrobiana*

El quitosano, tiene potencial en odontología por su naturaleza antimicrobiana y su capacidad para formar enlaces con el calcio de la dentina, lo que ayuda a la remineralización. Como agente biocompatible y biodegradable, el quitosano actúa ampliamente contra las bacterias<sup>13</sup>. Un estudio evaluó las propiedades antimicrobianas y de eliminación del barrillo dentinario de una solución de quitosano-citrato, demostrando que, tras cinco minutos de aplicación, logró una remoción significativamente superior del barrillo dentinario en comparación con una solución de ácido cítrico al 10%. Estos resultados sugieren que la solución de quitosano-citrato no solo posee una actividad antimicrobiana efectiva, sino que también presenta un alto potencial como irrigante alternativo para el conducto radicular, combinando eficacia en la desinfección con una capacidad adecuada de limpieza<sup>14,15</sup>.

El quitosano ejerce su actividad antimicrobiana principalmente mediante la interacción electrostática entre sus grupos amino cargados positivamente y las

cargas negativas de la pared celular bacteriana, lo que altera la permeabilidad de la membrana, provoca la liberación del contenido intracelular y conduce a la lisis y muerte celular. Además, actúa como un agente quelante, secuestrando iones metálicos esenciales para las bacterias, lo que interfiere en la actividad de múltiples enzimas y altera procesos metabólicos críticos, contribuyendo así a su efecto antimicrobiano<sup>16,17</sup>.

Adicionalmente, el quitosano ejerce un efecto antifúngico al suprimir la esporulación y la germinación de esporas<sup>18</sup>. A un pH más bajo, el efecto electrostático es el principal responsable de la eficacia antimicrobiana y, a un pH alto, el efecto hidrofóbico y quelante es el responsable de la eficacia antimicrobiana<sup>19-21</sup>.

#### *Biocompatibilidad y biodegradabilidad*

El quitosano presenta una elevada biodegradabilidad y biocompatibilidad, lo que lo convierte en un material ideal para aplicaciones biomédicas. Su degradación en el organismo ocurre principalmente mediante la acción de enzimas como la lisozima y la quitinasa, que hidrolizan los enlaces  $\beta$ -(1 $\rightarrow$ 4) entre las unidades de glucosamina y N-acetilglucosamina, generando productos no tóxicos y fácilmente eliminables. Esta capacidad de biodegradarse en compuestos inocuos contribuye a su seguridad y a su aceptación en tejidos humanos<sup>22</sup>.

Cabe mencionar que al maximizar la cantidad de cargas con origen positivo, la acetilación mejora la biocompatibilidad al mejorar el contacto entre el quitosano y las células. Incluso se ha demostrado que tiene cualidades antiinflamatorias y sin reacción antigénica. Otra característica importante del quitosano es su acción hemostática, que se debe principalmente a que tiene la capacidad de estimular la coagulación sanguínea endógena e inducir la adhesión y agregación plaquetaria<sup>24</sup>.

A través de la adsorción del plasma y la coagulación de los glóbulos rojos, el quitosano también puede regular el sangrado.



Debido a sus diversos tipos de procesamiento, como solución, película, gel, micropartículas, pasta, tableta y microesferas, entre otros, las propiedades del quitosano incluyen biodegradabilidad, biocompatibilidad, naturaleza hidrófila, acción antimicrobiana y actividad biológica<sup>10,23</sup>.

En Odontología, el quitosano se aplica para mejorar la infiltración adhesiva y aumentar la fuerza de unión de la resina a la dentina<sup>24</sup>. El quitosano puede aumentar la reticulación entre las fibras de colágeno de la dentina, fortaleciendo las fibrillas contra la degradación, neutralizando la metaloproteínasa de la matriz. Este mecanismo de estabilización del colágeno de la dentina es un paso clínico importante para mejorar la estabilidad de la interfaz de unión de la dentina<sup>25,26</sup>.

Para mejorar la resistencia de la unión al corte y crear sistemas fuertes de unión de dentina, los investigadores han experimentado con hidrogeles de quitosano antioxidantes infundidos con propóleo, nistatina y  $\beta$ -caroteno. Los cuales encontraron que, los beneficios adicionales incluyen una mayor resistencia de la adhesión a la dentina (después de 24 horas y 6 meses) y una influencia positiva en la liberación de nistatina<sup>27</sup>.

#### *Efecto quelante e irrigación radicular*

El quitosano se puede utilizar en procedimientos endodónticos debido a sus capacidades antibacterianas de amplio espectro, su alta capacidad quelante en condiciones ácidas y su estimulación de la remineralización de la dentina. Suzuki et al. concluyeron que el impacto antibacteriano y la eliminación de la capa de frotis demoraron solo 5 minutos y fueron significativamente mayores que el ácido cítrico al 10%, y se descubrió que la solución de quitosano y citrato era un irrigante potencial del conducto radicular<sup>15</sup>.

La irrigación final con quitosano mejora la humectabilidad de la superficie dentinaria al inducir la formación de una capa de fosfato de calcio sobre el sustrato, favoreciendo una mejor interacción entre el

material de obturación y la dentina. Además, el quitosano establece enlaces cruzados con las fibras de colágeno, estabilizando la matriz orgánica de la dentina y previniendo su degradación. Una de las principales causas de la disminución de la fuerza de unión de los selladores endodónticos es la actividad de las metaloproteínasas de matriz (MMPs), que degradan el colágeno expuesto en la interfase adhesiva. El quitosano, al formar enlaces cruzados con las MMPs, inhibe su actividad en la superficie dentinaria, protegiendo la estructura de colágeno y contribuyendo a mantener la fuerza de unión a largo plazo. Por tanto, el uso de quitosano como irrigante final puede mejorar la adhesión de las resinas epoxi a la dentina y favorecer la durabilidad del sellado endodóntico<sup>15</sup>.

El quitosano es un polímero de naturaleza hidrofílica que posee numerosos grupos hidroxilo y amino en su estructura. En un medio ácido, los grupos amino del quitosano se protonan, permitiendo interacciones catiónicas con la superficie dentinaria, lo que facilita la atracción de otros grupos funcionales y mejora su penetración en los túbulos dentinarios<sup>28</sup>. Aunque la capacidad del quitosano para eliminar la capa de frotis depende de su concentración y del tiempo de contacto con la dentina, la presencia residual de esta capa interfiere negativamente en la fuerza de adhesión por empuje. Por lo tanto, una irrigación eficaz que remueva la capa de frotis, como la proporcionada por el quitosano, resulta esencial para optimizar la adhesión de los materiales endodónticos<sup>15</sup>.

#### *Comparación de irrigantes tradicionales*

Entre los irrigantes endodónticos más utilizados se encuentran el hipoclorito de sodio (NaOCl) y el ácido etilendiaminotetraacético (EDTA). En un estudio comparativo, se evaluó la actividad antimicrobiana y la capacidad de eliminación del barrillo dentinario del quitosano en relación con el NaOCl y el EDTA. Los resultados mostraron que, si bien el NaOCl puede eliminar eficazmente los componentes orgánicos de la dentina y el EDTA facilita la remoción de los



componentes inorgánicos, el quitosano demostró una acción quelante comparable a la del EDTA. Además, el quitosano superó significativamente al NaOCl y al EDTA en la inhibición de la formación de biopelículas, sugiriendo su potencial como irrigante alternativo en el tratamiento endodóntico <sup>29</sup>.

El quitosano tiene la ventaja adicional de poder remineralizar la dentina que se ha desmineralizado, a diferencia del EDTA, que tiene el potencial de causar la desmineralización de la dentina. La capacidad del quitosano para eliminar el barrillo dentinario de la dentina y evitar que los gérmenes vuelvan a colonizarlos los convierte en un sustituto viable del EDTA o un irrigante final en la terapia del conducto radicular <sup>14,30</sup>. Por otro lado, debido a su ventajoso efecto antibacteriano, el hidróxido de calcio ha sido durante mucho tiempo el material de elección para los apósitos intraconductos. Sin embargo, el hidróxido de calcio pierde su capacidad de liberar iones de calcio y mantener un pH alcalino durante más de siete días.

En consecuencia, cuando el hidróxido de calcio se mezcló con varios medios, incluido propilenglicol, agua destilada, quitosano y puntas de gutapercha con hidróxido de calcio, un estudio evaluó la liberación de iones de calcio y midió el cambio ambiental del pH <sup>31</sup>. En comparación con los otros medios de fórmula, durante hasta 30 días, la formulación de quitosano mostró la dispersión más duradera de iones de calcio mientras mantenía un pH alcalino alto. Por lo tanto, estas investigaciones llegaron a la conclusión de que el quitosano puede ser un sistema viable de administración de hidróxido de calcio para apósitos a largo plazo que mantienen la liberación de calcio durante la terapia del conducto radicular <sup>29-31</sup>.

De acuerdo con un estudio realizado en 2024, los autores descubrieron que el uso de nanopartículas de quitosano y genipina en el protocolo de irrigación final afectó positivamente las propiedades mecánicas y químicas de la dentina. Agregaron que, este efecto fue más

pronunciado cuando se utilizaron nanopartículas de quitosano después del EDTA. Por otra parte, aseguraron que, el uso de estas soluciones en el protocolo de irrigación final contribuyó a la resistencia mecánica y la preservación del contenido orgánico de la dentina contra la colagenasa bacteriana. A la luz de los hallazgos de este estudio, el uso de soluciones de nanopartículas de quitosano y genipina en el protocolo de irrigación final puede ser clínicamente prometedor y tener el potencial de contribuir al tratamiento del conducto radicular<sup>32</sup>.

Camacho-Alonso et al. evaluaron la eficacia antibacteriana de la terapia fotodinámica y el quitosano en comparación con hipoclorito de sodio. El estudio se realizó con el uso de un microscopio electrónico de barrido para determinar el área de contaminación y también se realizó una evaluación microbiológica. La combinación de terapia fotodinámica y quitosano mostró mejores resultados en comparación con los grupos de control<sup>33</sup>.

#### *Medicación intraconducto*

En el tratamiento endodóntico, el óxido de zinc-eugenol modificado con quitosano puede utilizarse tanto como sellador como material restaurador temporal<sup>29,34</sup>. En un estudio, se incorporó quitosano al óxido de zinc-eugenol para evaluar sus propiedades antimicrobianas frente a *Enterococcus faecalis*, *Streptococcus mutans* y *Staphylococcus epidermidis*. Los resultados demostraron que la adición de quitosano no solo preservó, sino que también potenció la actividad antibacteriana del material, mejorando su eficacia frente a patógenos resistentes. Esta modificación del sellador contribuye a optimizar el control de la infección intrarradicular, favoreciendo así el éxito de la terapia endodóntica <sup>34</sup>.

En otros estudios descubrieron que, la combinación de gel de clorhexidina al 2 % y quitosano mostró el mayor efecto antimicrobiano contra *C. albicans* y *E. faecalis* en comparación con el gel de clorhexidina o solo el quitosano al 2 %<sup>35, 36</sup>. Algunos autores informaron que



las nanopartículas de quitosano incorporadas al sellador de óxido de zinc-eugenol mejoraron los efectos antibacterianos en ensayos restringidos a la membrana, lo que sugiere que las nanopartículas de quitosano se dispersan desde el sellador, perforando los túbulos dentinarios y las complejidades anatómicas<sup>36-39</sup>.

Otros autores han demostrado que la combinación de quitosano con pasta antibiótica triple y/o hidróxido de calcio potencia el efecto antimicrobiano contra *Candida albicans* y *Enterococcus faecalis*. Esta sinergia entre el quitosano y los agentes antimicrobianos tradicionales mejora la desinfección del conducto radicular, especialmente frente a microorganismos asociados con infecciones persistentes y fracasos endodónticos<sup>34,40</sup>.

#### *Aplicación en tratamientos regenerativos*

La terapia endodóntica regenerativa se enfoca en la restauración del tejido conectivo pulpar, la regeneración de la dentina radicular, así como en la revascularización e inervación del complejo pulpo-dentinario. A diferencia de la endodoncia convencional, cuyo objetivo principal es la completa eliminación del tejido pulpar necrótico y su reemplazo por materiales de obturación, la terapia regenerativa busca reestablecer la vitalidad y función biológica del tejido dental<sup>41</sup>.

Cuando se combina con otros biomateriales, el quitosano muestra propiedades biológicas compatibles con la vitalidad pulpar, promoviendo un patrón celular similar al de los fibroblastos y estimulando la síntesis de colágeno. Particularmente, su combinación con hidrogel de fibrina ha demostrado una fuerte actividad antibacteriana dentro de la red de fibrina, sin afectar el crecimiento, la morfología ni la viabilidad de las células de la pulpa dental<sup>41</sup>.

Además, debido a su capacidad para inducir la mineralización, diversos estudios han señalado que los andamios a base de quitosano son altamente favorables para la regeneración del tejido pulpar y la formación de dentina<sup>21</sup>.

Un estudio publicado en 2025 demostró la eficacia de un hidrogel termosensible inyectable a base de quitosano, suplementado con un 3 % de azitromicina, como medicación intraconducto en procedimientos de endodoncia regenerativa. En cuanto a la respuesta tisular, este hidrogel promovió una mayor formación de tejido mineralizado y mejoró la vascularización en comparación con dientes no tratados y aquellos tratados con pasta antibiótica doble. Además, mostró una capacidad superior para eliminar infecciones y favorecer la formación de neot Tejido in vivo en un modelo preclínico de endodoncia regenerativa. Cabe destacar que este es el primer estudio que evalúa este novedoso enfoque terapéutico para su aplicación en procedimientos regenerativos<sup>42</sup>.

#### *Limitaciones y desafíos*

El quitosano tiene muchas aplicaciones en casi todos los campos debido a sus propiedades únicas, pero también tiene algunas limitaciones. Es insoluble en agua y en la mayoría de los solventes orgánicos, lo que limita sus aplicaciones en una variedad de campos. Es insoluble en agua como resultado de la presencia de enlaces de H intermoleculares e intramoleculares. Solo se puede disolver en medios ácidos como ácido acético al 1%, ácido fórmico, ácido láctico, etc. Sin embargo, se pueden realizar varias modificaciones para mejorar la solubilidad<sup>43</sup>.

Entre las principales limitaciones del quitosano se encuentran diversos factores que pueden afectar su eficacia antimicrobiana. Estos incluyen: el peso molecular del polímero, el pH de la solución, la carga positiva transportada por las partículas, la naturaleza hidrofílica o hidrofóbica del medio, la fuerza iónica, el potencial quelante de las partículas, el estado físico del quitosano, así como la temperatura y el tiempo de contacto durante su aplicación. Cada uno de estos parámetros puede influir en la interacción del quitosano con las membranas bacterianas y, por tanto, en su capacidad antimicrobiana efectiva<sup>44</sup>.



La incorporación de quitosano en materiales dentales, como composites o recubrimientos, puede ayudar a inhibir el crecimiento bacteriano, reducir la formación de placa y prevenir la caries dental. Sin embargo, es importante reconocer las limitaciones de los andamiajes de quitosano puro, por sus bajas propiedades mecánicas y su rápida degradación. Estos factores pueden afectar su estabilidad a largo plazo y sus resultados funcionales en aplicaciones dentales. Por lo tanto, la combinación del quitosano con otros biomateriales, como cerámicas o polímeros, puede abordar estas limitaciones y mejorar el rendimiento de las construcciones basadas en quitosano en odontología y odontología regenerativa<sup>45</sup>.

## DISCUSIÓN

El quitosano ha sido objeto de una amplia investigación debido a sus propiedades especiales y posibles usos en odontología, especialmente en tratamientos endodónticos. En este estudio se ha realizado una búsqueda exhaustiva de artículos científicos que corroboren su uso específicamente en estos tratamientos. En cuanto al uso del quitosano como irrigante intraconducto, varios autores han confirmado su aplicación, aunque no todos coinciden con su eficacia en comparación a otros irrigantes. Se destaca una investigación de Shaheenù & Mithra, en la cual confirma que, el quitosano eliminó eficazmente el barrillo dentinario del tercio coronal y medio del conducto radicular en concentraciones muy bajas.

Por lo tanto, los autores indican que se puede utilizar como complemento durante la instrumentación para una limpieza eficaz del sistema de conductos radiculares<sup>46</sup>. A diferencia del estudio de Gupta-Wadhwa et al, el cual asevera que, el hipoclorito de sodio es mucho más eficaz en cuanto a eliminación de barrillo dentinario además de mostrar máxima eficacia contra *Enterococcus Faecalis*<sup>47</sup>. Por otra parte, en un estudio realizado por Zhou et al en el 2018, concluyeron que el quitosano fue más efectivo en la eliminación del barrillo dentinario que el MTAD, especialmente en el tercio apical<sup>48</sup>.

Por otro lado, en cuanto a la medicación intraconducto, en la investigación de Elsaka & Elnaghy, observaron que el hidróxido de calcio combinado con soluciones de quitosano es mayormente eficaz para inhibir el crecimiento de *E. Faecalis* en comparación con el hidróxido de calcio mezclado con solución salina<sup>49</sup>. De la misma manera los autores Nair et al, informaron que la integración de nanopartículas de quitosano en selladores a base de hidróxido de calcio mejora formidablemente la eficiencia antimicrobiana contra *E. faecalis*<sup>50</sup>. Así como se corrobora también esta información en un estudio in vitro realizado en 2022, en el cual prepararon nanopartículas de quitosano provenientes de quitina de caparazones de camarón, utilizándolas como medicación intraconducto.

A partir de las mismas, realizaron un estudio comparativo entre la eficacia del quitosano y el hidróxido de calcio, los resultados del estudio dieron a conocer que la medicación intraconducto con quitosano pudo reducir significativamente la *C. albicans*, pero no mostró una diferencia significativa con el hidróxido de calcio. Por otra parte en la misma investigación, los autores confirmaron que, las nanopartículas de quitosano fueron mayormente eficaces en la en la reducción de *E. Faecalis*, así como coincidieron los autores antes mencionados<sup>51</sup>. De tal manera, se destaca que la investigación con nanomateriales en odontología está en rápido desarrollo, aunque aún se espera que las aplicaciones in vivo tengan resultados positivos en los tratamientos.

En cuanto a la terapia endodóntica regenerativa, es importante mencionar que esta se centra en la regeneración del paquete vasculonervioso de la pulpa dental, a diferencia del tratamiento endodóntico tradicional, que se concentra en la elimina todo el tejido pulpar. Por esta razón, algunos estudios in vitro, afirman que el quitosano cuando es utilizado como andamio con el hidrogel celularizado de fibrina puede inhibir el crecimiento de gérmenes endodónticos y promover el desarrollo de la pulpa dental<sup>6,30</sup>. Por otro lado, en un



estudio realizado por Alghofaily et al, los autores proponen que los andamios de quitosano cargados con antibióticos específicos ofrecen un enfoque prometedor para la regeneración endodóntica. De la misma manera aseveran que, su biocompatibilidad, eficacia antibacteriana y capacidad para promover la adhesión celular sientan las bases para el desarrollo de nuevas tácticas terapéuticas en este campo<sup>52</sup>. De acuerdo con los resultados encontrados, se sugiere que este podría ser una alternativa válida en cuanto a los tratamientos regenerativos en endodoncia, recalando que se deberían ampliar los estudios en pacientes.

## CONCLUSIÓN

En conclusión, el presente trabajo confirma, a través de estudios in vitro, que el quitosano es un material viable para su aplicación en odontología, particularmente en diversos procedimientos del área de endodoncia. La evidencia analizada muestra que el quitosano ha sido combinado con otros materiales dentales, como el hidróxido de calcio, MTAD, hipoclorito de sodio y EDTA, con el objetivo de potenciar su efectividad. No obstante, para consolidar su uso clínico, resulta necesario desarrollar más estudios in vivo que permitan validar su eficacia en pacientes. De esta manera, se abriría el camino hacia nuevos métodos terapéuticos, incorporando componentes innovadores como las nanopartículas, que representan una estrategia prometedora para el futuro de la odontología regenerativa y mínimamente invasiva.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Agrawal A, Reche A, Agrawal S, Paul P. Applications of Chitosan Nanoparticles in Dentistry: A Review. *Cureus*. 15(12):e49934.
2. Taghizadeh MT, Ashassi-Sorkhabi H, Afkari R, Kazempour A. Cross-linked chitosan in nano and bead scales as drug carriers for betamethasone and tetracycline. *Int J Biol Macromol*. 15 de junio de 2019;131:581-8.
3. Prakash V, Shobhana R, Venkatesh A, Subbiya A. Applications of Chitosan in Conservative dentistry and endodontics: A Review Applications of Chitosan. 2021;12(03).
4. Kamble AB, Abraham S, Kakde DD, Shashidhar C, Mehta DL. Scanning Electron Microscopic Evaluation of Efficacy of 17% Ethylenediaminetetraacetic Acid and Chitosan for Smear Layer Removal with Ultrasonics: An In vitro Study. *Contemp Clin Dent*. 2017;8(4):621-6.
5. Qasim SB, Zafar MS, Najeeb S, Khurshid Z, Shah AH, Husain S, et al. Electrospinning of Chitosan-Based Solutions for Tissue Engineering and Regenerative Medicine. *Int J Mol Sci*. 30 de enero de 2018;19(2):407.
6. Rao SB, Sharma CP. Use of chitosan as a biomaterial: studies on its safety and hemostatic potential. *J Biomed Mater Res*. enero de 1997;34(1):21-8.
7. Fan W, Yan W, Xu Z, Ni H. Formation mechanism of monodisperse, low molecular weight chitosan nanoparticles by ionic gelation technique. *Colloids Surf B Biointerfaces*. 1 de febrero de 2012;90:21-7.
8. Chandrasekaran M, Kim KD, Chun SC. Antibacterial Activity of Chitosan Nanoparticles: A Review. *Processes*. septiembre de 2020;8(9):1173.
9. Husain S, Al-Samadani KH, Najeeb S, Zafar MS, Khurshid Z, Zohaib S, et al. Chitosan Biomaterials for Current and Potential Dental Applications. *Mater Basel Switz*. 31 de mayo de 2017;10(6):602.
10. Pan Y, Li Y jian, Zhao H ying, Zheng J min, Xu H, Wei G, et al. Bioadhesive polysaccharide in protein delivery system: chitosan nanoparticles improve the intestinal absorption of insulin in vivo. *Int J Pharm*. 5 de diciembre de 2002;249(1-2):139-47.
11. Kozen BG, Kircher SJ, Henao J, Godinez FS, Johnson AS. An alternative hemostatic dressing: comparison of CELOX, HemCon, and QuikClot. *Acad Emerg Med Off J Soc Acad Emerg Med*. enero de 2008;15(1):74-81.
12. Geethapriya N, Subbiya A, Padmavathy K, Mahalakshmi K, Vivekanandan P, Sukumaran VG. Effect of chitosan-ethylenediamine tetraacetic acid on *Enterococcus faecalis* dental biofilm and smear layer removal. *J Conserv Dent JCD*. 2016;19(5):472-7.
13. İlhan H, Cakici EB, Cakici F. The comparative of chitosan and chitosan nanoparticle versus ethylenediaminetetraacetic acid on the smear layer



- removal: A systematic review and meta-analysis of in vitro study. *Microsc Res Tech.* febrero de 2024;87(2):181-90.
14. Manchanda R, Nimesh S. Controlled size chitosan nanoparticles as an efficient, biocompatible oligonucleotides delivery system. *J Appl Polym Sci.* 2010;118(4):2071-7.
15. Suzuki, , Yoshiko Masuda<sup>1</sup>, \*, Hirobumi Morisaki<sup>2</sup>, , Yoshishige Yamada<sup>1</sup>, , Hirotaka Kuwata<sup>2</sup>, and Takashi Miyazaki<sup>3</sup>. The Study of Chitosan-Citrate Solution as a Root Canal Irrigant: A Preliminary Report. *Oral Hyg Health.* 2014;2(4).
16. Ke CL, Deng FS, Chuang CY, Lin CH. Antimicrobial Actions and Applications of Chitosan. *Polymers.* enero de 2021;13(6):904.
17. Smith J, Wood E, Dornish M. Effect of Chitosan on Epithelial Cell Tight Junctions. *Pharm Res.* 1 de enero de 2004;21(1):43-9.
18. Avelas F, Horta A, Pinto LFV, Cotrim Marques S, Marques Nunes P, Pedrosa R, et al. Antifungal and Antioxidant Properties of Chitosan Polymers Obtained from Nontraditional *Polybius henslowii* Sources. *Mar Drugs.* abril de 2019;17(4):239.
19. Wang N, Ji Y, Zhu Y, Wu X, Mei L, Zhang H, et al. Antibacterial effect of chitosan and its derivative on *Enterococcus faecalis* associated with endodontic infection. *Exp Ther Med.* 1 de junio de 2020;19(6):3805-13.
20. Loyola-Rodríguez JP, Torres-Méndez F, Espinosa-Cristobal LF, García-Cortes JO, Loyola-Leyva A, González FJ, et al. Antimicrobial activity of endodontic sealers and medications containing chitosan and silver nanoparticles against *Enterococcus faecalis*. *J Appl Biomater Funct Mater.* 2019;17(3):2280800019851771.
21. Thakare A, Sedani S, Kriplani S, Patel A, Umre U. Chitosan: A Versatile Biomaterial Revolutionizing Endodontic Therapy. *Cureus.* 16(6):e62506.
22. Hassani S, Laouini A, Fessi H, Charcosset C. Preparation of chitosan-TPP nanoparticles using microengineered membranes—Effect of parameters and encapsulation of tacrine. *Colloids Surf Physicochem Eng Asp.* 5 de octubre de 2015;482:34-43.
23. You JO, Liu YC, Peng CA. Efficient gene transfection using chitosan-alginate core-shell nanoparticles. *Int J Nanomedicine.* 2006;1(2):173-80.
24. Paradowska-Stolarz A, Mikulewicz M, Laskowska J, Karolewicz B, Owczarek A. The Importance of Chitosan Coatings in Dentistry. *Mar Drugs.* diciembre de 2023;21(12):613.
25. Alves LVGL, Cerqueira NM, Candemil AP, Faria-e-Silva AL, Sousa-Neto MD, Souza-Gabriel AE. Does dentin pretreatment with chitosan improve the bond strength of restorative material? A systematic review and meta-analysis of in vitro studies. *Int J Adhes Adhes.* 1 de enero de 2024;128:103553.
26. Dash M, Chiellini F, Ottenbrite RM, Chiellini E. Chitosan—A versatile semi-synthetic polymer in biomedical applications. *Prog Polym Sci.* 1 de agosto de 2011;36(8):981-1014.
27. Perchyonok VT, Zhang S, Grobler SR, Oberholzer TG. Insights into and relative effect of chitosan-H, chitosan-H-propolis, chitosan-H-propolis-nystatin and chitosan-H-nystatin on dentine bond strength. *Eur J Dent.* octubre de 2013;7(4):412-8.
28. Kesim B, Burak AK, Üstün Y, Delikan E, Güngör A. Effect of chitosan on sealer penetration into the dentinal tubules. *Niger J Clin Pract.* 2018;21(10):1284-90.
29. Dragland IS, Wellendorf H, Kopperud H, Stenhagen I, Valen H. Investigation on the antimicrobial activity of chitosan-modified zinc oxide-eugenol cement. *Biomater Investig Dent.* 2019;6(1):99-106.
30. Fakhri E, Eslami H, Maroufi P, Pakdel F, Taghizadeh S, Ganbarov K, et al. Chitosan biomaterials application in dentistry. *Int J Biol Macromol.* 1 de noviembre de 2020;162:956-74.
31. DaSilva L, Finer Y, Friedman S, Basrani B, Kishen A. Biofilm formation within the interface of bovine root dentin treated with conjugated chitosan and sealer containing chitosan nanoparticles. *J Endod.* febrero de 2013;39(2):249-53.
32. Şengül SN, Ozturk S, Ulubayram K, Pekel Bayramgil N, Kucukkaya Eren S. Effect of final irrigation protocols with chitosan nanoparticle and genipin on dentine



- against collagenase degradation: An ex-vivo study. *Int Endod J.* 2024;57(4):477-89.
33. Camacho-Alonso F, Julián-Belmonte E, Chiva-García F, Martínez-Beneyto Y. Bactericidal Efficacy of Photodynamic Therapy and Chitosan in Root Canals Experimentally Infected with *Enterococcus faecalis*: An In Vitro Study. *Photomed Laser Surg.* abril de 2017;35(4):184-9.
34. Elsaka S, Elnaghy A. Effect of addition of chitosan to self-etching primer: antibacterial activity and push-out bond strength to radicular dentin. *J Biomed Res.* julio de 2012;26(4):288-94.
35. Ballal NV, Kundabala M, Bhat KS, Acharya S, Ballal M, Kumar R, et al. Susceptibility of *Candida albicans* and *Enterococcus faecalis* to Chitosan, Chlorhexidine gluconate and their combination in vitro. *Aust Endod J Aust Soc Endodontology Inc.* abril de 2009;35(1):29-33.
36. Bernkop-Schnürch A. Chitosan and its derivatives: potential excipients for peroral peptide delivery systems. *Int J Pharm.* 20 de enero de 2000;194(1):1-13.
37. Pourhajibagher M, Ghorbanzadeh R, Bahador A. Culture-dependent approaches to explore the prevalence of root canal pathogens from endodontic infections. *Braz Oral Res.* 18 de diciembre de 2017;31:e108.
38. Siqueira JF, Rôças IN. Polymerase chain reaction-based analysis of microorganisms associated with failed endodontic treatment. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* enero de 2004;97(1):85-94.
39. Evans M, Davies JK, Sundqvist G, Figdor D. Mechanisms involved in the resistance of *Enterococcus faecalis* to calcium hydroxide. *Int Endod J.* marzo de 2002;35(3):221-8.
40. Shrestha A, Hamblin MR, Kishen A. Photoactivated rose bengal functionalized chitosan nanoparticles produce antibacterial/biofilm activity and stabilize dentin-collagen. *Nanomedicine Nanotechnol Biol Med.* abril de 2014;10(3):491-501.
41. Rampino A, Borgogna M, Blasi P, Bellich B, Cesàro A. Chitosan nanoparticles: preparation, size evolution and stability. *Int J Pharm.* 15 de octubre de 2013;455(1-2):219-28.
42. Reis-Prado, Rahimnejad, Dal-Fabbro. Injectable thermosensitive antibiotic-laden chitosan hydrogel for regenerative endodontics. *Bioact Mater.* 1 de abril de 2025;46:406-22.
43. Pardo-Castaño C, Bolaños G. Solubility of chitosan in aqueous acetic acid and pressurized carbon dioxide-water: Experimental equilibrium and solubilization kinetics. *J Supercrit Fluids.* 1 de septiembre de 2019;151:63-74.
44. Ardean C, Davidescu CM, Nemeş NS, Negrea A, Ciopec M, Duteanu N, et al. Factors Influencing the Antibacterial Activity of Chitosan and Chitosan Modified by Functionalization. *Int J Mol Sci.* enero de 2021;22(14):7449.
45. Signorini L, Marenzi G, Facente A, Marrelli B, Marano RM, Valletta A, et al. Critical Overview on Pure Chitosan-based Scaffolds for Bone Tissue Engineering: Clinical insights in Dentistry. *Int J Med Sci.* 18 de septiembre de 2023;20(12):1527-34.
46. Shaheenù, Mithra. Effect of 0.2 % chitosan in endodontic smear layer removal. 2015 [citado 23 de febrero de 2025];4(2). Disponible en: <https://www.wisdomlib.org/science/journal/world-journal-of-pharmaceutical-research/d/doc1365654.html>
47. Gupta-Wadhwa A, Wadhwa J, Duhan J. Comparative evaluation of antimicrobial efficacy of three herbal irrigants in reducing intracanal *E. faecalis* populations: An in vitro study. *J Clin Exp Dent.* julio de 2016;8(3):e230-235.
48. Zhou H, Li Q, Wei L, Huang S, Zhao S. A comparative scanning electron microscopy evaluation of smear layer removal with chitosan and MTAD. *Niger J Clin Pract.* enero de 2018;21(1):76-80.
49. Elsaka SE, Elnaghy AM. Antibacterial activity of calcium hydroxide combined with chitosan solutions and the outcomes on the bond strength of RealSeal sealer to radicular dentin. *J Biomed Res.* mayo de 2012;26(3):193-9.
50. Nair N, James B, Devadathan A, Johny MK, Mathew J, Jacob J. Comparative Evaluation of Antibiofilm Efficacy of Chitosan Nanoparticle- and Zinc Oxide Nanoparticle-Incorporated Calcium Hydroxide-Based Sealer: An In vitro Study. *Contemp Clin Dent.* 2018;9(3):434-9.



51. Thienngern P, Panichuttra A, Ratisoontorn C, Aumnate C, Matangkasombut O. Efficacy of chitosan paste as intracanal medication against *Enterococcus faecalis* and *Candida albicans* biofilm compared with calcium hydroxide in an in vitro root canal infection model. *BMC Oral Health*. 16 de agosto de 2022;22(1):354.

52. Alghofaily M, Almana A, Alrayes J, Lambarte R, Weir MD, Alsalleeh F. Chitosan–Gelatin Scaffolds Loaded with Different Antibiotic Formulations for Regenerative Endodontic Procedures Promote Biocompatibility and Antibacterial Activity. *J Funct Biomater*. julio de 2024;15(7):186.

### ***Conflictos de intereses***

*Los autores señalan que no existe conflicto de intereses durante la realización del estudio, no se recibió fondos para la realización del mismo, el presente solo fue sometido a la Revista Científica "Universidad Odontológica Dominicana" para su revisión y publicación*

### ***Financiamiento***

*Los autores indican la utilización de fondos propios para la elaboración del trabajo de investigación.*

### ***Declaración de contribución***

*Todos los autores han contribuido en elaboración del trabajo de investigación, en las diferentes partes del mismo*